



Teaching TRIZ at School

## TRIZ

### Teoria per la Soluzione dei Problemi Inventivi

**Migliorate le vostre capacità  
di risoluzione dei problemi!**



Education and Culture DG

Lifelong Learning Programme



**Cuatorre:**

Gaetano Cascini (Università di Firenze)

**Autori:**

Gaetano Cascini (Università di Firenze), Francesco Saverio Frillici (Università di Firenze), Jurgen Jantschgi (Fachhochschule Kärnten) Igor Kaikov (EIFER), Nikolai Khomenko (TRIZ Master certificato da G. S. Altshuller), Ingrīda Muraškovska

**Traduzione ed adattamento:**

Alessandro Cardillo, Samuele Fabbrini, Francesco Saverio Frillici (Università di Firenze)

**Layout**

Fabio Tomasi (AREA Science Park)

**Immagini di copertina ed icone**

Harry Flosser (Harry Flosser Studios)

**Edizione**

ITA 1.1 - Novembre 2009

Controllate il sito web di TETRIS [www.tetris-project.org](http://www.tetris-project.org) per versioni aggiornate.

**Note riguardanti i diritti d'autore:**

Il presente manuale è stato sviluppato nell'ambito del progetto TETRIS finanziato dalla Commissione Europea con il Programma Leonardo da Vinci .

I partner del progetto sono i seguenti:

AREA Science Park (Italia) [www.area.trieste.it](http://www.area.trieste.it) (ente coordinatore del progetto)

ACC Austria GmbH (Austria) [www.the-acc-group.com](http://www.the-acc-group.com)

European Institute for Energy Research - EIfER (Germany) [www.eifer.uni-karlsruhe.de](http://www.eifer.uni-karlsruhe.de)

Fachhochschule Kärnten (Austria) [www.fh-kaernten.at](http://www.fh-kaernten.at)

Harry Flosser Studios (Germania) [www.harryflosser.com](http://www.harryflosser.com)

Higher Technical College Wolfsberg (Austria) [www.htl-wolfsberg.at](http://www.htl-wolfsberg.at)

Jelgava 1. Gymnasium (Lettonia) [www.1gim.jelgava.lv](http://www.1gim.jelgava.lv)

Siemens AG (Germania) [w1.siemens.com/entry/cc/en/](http://w1.siemens.com/entry/cc/en/)

STENUM Environmental Consultancy and Research Company Ltd (Austria) [www.stenum.at](http://www.stenum.at)

Istituto Tecnico Industriale "Arturo Malignani" (Italia) [www.malignani.ud.it](http://www.malignani.ud.it)

Centro di Educazione per Adulti di Jelgava (Latvia) [www.jrpic.lv](http://www.jrpic.lv)

Università di Firenze (Italia) [www.dmti.unifi.it](http://www.dmti.unifi.it)

Il presente manuale può essere liberamente copiato e distribuito a condizione che vengano riportate le presenti note sui diritti d'autore, anche nel caso di utilizzo parziale. Gli insegnanti, I formatori e qualunque altro utente o distributore è tenuto a riportare i nomi degli autori, il progetto TETRIS ed il Programma di Apprendimento Permanente (LLP).



Il manuale può anche essere liberamente tradotto in altre lingue. I traduttori sono tenuti ad includere le presenti note sui diritti d'autore ed inviare il testo tradotto al coordinatore di progetto che li pubblicherà sul sito di TETRIS perchè siano liberamente distribuite.

**Liberatoria**

Il presente progetto è finanziato con il sostegno della Commissione Europea. L'autore è il solo responsabile di questa pubblicazione e la Commissione declina ogni responsabilità sull'uso che

## Le icone

I seguenti simboli vi aiuteranno ad individuare velocemente le informazioni di vostro interesse all'interno del manuale.



**Definizione o concetto chiave**



**Esempio**



**Strumento**



**Autovalutazione/esercizi**



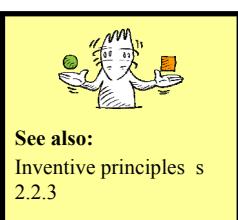
**Soluzioni per l'autovalutazione/gli esercizi**



**Bibliografia**



**Glossario**



**Link con gli altri capitoli del manuale**



**Concetti essenziali**

## Indice

<b>1 Introduzione ai fondamenti di TRIZ classico</b>	1
1.0. Perché è necessario conoscere le basi delle teorie applicate?	1
1.0.1 Il concetto di creazione simile al concetto di orizzonte	2
1.1 Introduzione per gli insegnanti e le aziende	5
1.2 Introduzione alla TRIZ per studenti	11
1.3 TETRIS - OTSM-TRIZ Glossario: soluzione	15
1.3.1 Problema	15
1.3.1.1 Problema tipico	15
1.3.1.2 Problemi non tipici (vedi: situazione (problema) innovativa)	15
1.3.1.3 Situazione innovativa (problematica, inventiva)	15
1.3.2 Soluzione	15
1.3.2.1 Soluzione tipica	15
1.3.2.2 Soluzione non tipica	16
1.3.2.3 Direzioni di soluzione	16
1.3.3 Modelli per la rappresentazione degli elementi di una situazione (problematica) innovativa	20
1.3.3.1 ENV Model	21
1.3.3.2 Elemento (componente)	23
1.3.3.3 Parametro (variabile, sinonimi: proprietà, feature, caratteristica, ecc.)	23
1.3.3.4 Valore	23
1.3.3.5 System Operator (schema multi schermo del pensiero potente)	24
1.3.3.6 Modelli OTSM-TRIZ del processo di problem solving	25
1.3.3.7 Modello a “funnel” (imbuto) di un processo di problem solving basato su TRIZ	26
1.3.3.8 Modello a “tenaglia” (“tongs” model) del moderno OTSM-TRIZ	27
1.3.3.9 Modello a “collina” (“hill” model) di TRIZ classico	27
1.3.3.10 Modello delle contraddizioni	29
<b>2 Laws of engineering system evolution</b>	33
2.0 Introduzione	33
2.0.1 Il ruolo delle leggi nel TRIZ	34
2.0.1.1 Le leggi nella scienza	34
2.0.1.2 Le leggi nel TRIZ	34
2.0.1.3 Le caratteristiche delle leggi d’evoluzione di un sistema tecnico nelle sue diverse fasi di sviluppo	35
2.0.1.4 Definizione di leggi di evoluzione dei sistemi tecnici nel presente libro di testo	35
2.1: La legge della completezza delle parti di un sistema	36
2.1.1. Definizione	36
2.1.2. Teoria	37
2.1.3. Modello	38
2.1.4. Strumenti (come usarli)	39

2.1.4.1. Come determinare correttamente la funzione del sistema tecnico	39
2.1.4.2. Come determinare correttamente le parti di un sistema tecnico	41
2.1.4.3. Come stimare la capacità di lavoro delle parti del sistema tecnico	44
2.1.4.4. Come stimare il funzionamento delle parti del sistema tecnico	44
2.1.5. Esempio (problema-soluzione)	44
2.1.6. Autovalutazione	45
2.1.7. Bibliografia	46
<b>2.2 Legge della “conduttività dell’energia” di un sistema</b>	<b>47</b>
2.2.1. Definizione	47
2.2.2. Teoria	47
2.2.2.1. Il passaggio di energia come parametro di stima del sistema tecnico	47
2.2.2.2. Gli errori tipici	48
2.2.2.3. Esempio.	48
2.2.3. Modello	49
2.2.3.1. Lo schema a 4-elementi	49
2.2.3.2. Esempio	49
2.2.3.3. La conduttività dell’energia del modello a 4-elementi	51
2.2.3.4. Esempio	52
2.2.4. Strumenti (come usarli)	55
2.2.5. Esempio (problema-soluzione)	55
2.2.6. Auto-valutazione	56
2.2.7. Bibliografia	58
<b>2.3: La legge del coordinamento dei ritmi tra le parti del sistema</b>	<b>59</b>
2.3.1. Definizione	59
2.3.2. Teoria (Particolari)	59
2.3.3. Modello	60
2.3.4. Strumenti (come usarli)	60
2.3.4.1 Esempio	61
2.3.5. Esempio (problema-soluzione)	63
2.3.6. Auto-valutazione	66
2.3.7. Bibliografia	66
<b>2.4 La legge di incremento del grado di idealità del sistema</b>	<b>67</b>
2.4.1 Definizione	67
2.4.2. Teoria (particolari)	67
2.4.3. Modello	69
2.4.4. Strumenti – come usarli	70
2.4.5. Esempi	71
2.4.6. Auto-valutazione	74
2.4.7 Bibliografia	74
<b>2.5 La legge della non uniformità di sviluppo delle parti del sistema</b>	<b>75</b>
2.5.1. Definizione	76
2.5.2. Teoria (particolari)	76
2.5.3. Modello	77

2.5.4. Strumenti (come usarli)	79
2.5.4.1. Sviluppo delle leggi e loro strumenti	79
2.5.4.2. Curva-s	79
2.5.4.3. Costruzione di una rete di problemi e analisi della sua struttura	79
2.5.5. Esempi	79
2.5.6 Autovalutazione	81
2.5.7 Bibliografia	81
2.6 La legge di transizione al super-system	82
2.6.1. Definizione	82
2.6.2. Teoria (particolari)	82
2.6.3. Modello	82
2.6.4. Esempio	83
2.6.5. Esempio: altoparlante	84
2.6.7 Auto-valutazione	87
2.6.8 Bibliografia	87
2.7 La legge di transizione dal macro al micro livello	88
2.7.1. Definizione	88
2.7.2. Teoria (Particolari)	88
2.7.3. Modello	89
2.7.4 Strumenti (come usarli)	90
2.7.5. Esempi	91
2.7.6. Auto-valutazione	92
2.7.7 Bibliografia	92
2.8 La legge di incremento delle relazioni su-field	93
2.8.1. Definizione	94
2.8.2. Teoria (particolari)	94
2.8.3. Modello	94
2.8.4. Strumenti (come usarli)	95
2.8.5. Esempi	95
2.8.6. Auto-valutazione	98
2.8.7 Bibliografia	99
<b>3. Breve recensione dell'algoritmo di Altshuller per la risoluzione inventiva dei problemi (ARIZ) illustrata con l'analisi di un problema reale</b>	101
3.0 ARIZ creazione e sviluppo	101
3.0.1 Risolvere un problema: breve recensione delle principali fasi di un lavoro basato su ARIZ	103
3.1 Primo stadio: costruzione del modello di un problema ed uso degli standard	104
3.1.1 Soluzioni inventive	104
3.1.2 Seconda fase: analisi delle risorse disponibili	105
3.1.3 Terza fase: costruire un'ipotesi di soluzione soddisfacente attraverso l'analisi dell'IFR e delle contraddizioni fisiche relative alla specifiche risorse	105
3.1.4 Quarta fase: mobilitare le risorse	106
3.1.5 Quinta fase: uso della raccolta di conoscenza di TRIZ	106
3.1.6 Sesta fase: cambiare e/o correggere la descrizione iniziale del problema	106

3.1.7 Settima fase: valutazione della soluzione ottenuta	106
3.1.8 Ottava fase: espandere il raggio d'azione dell'applicazione e standardizzare la soluzione creativa	107
3.1.9 Nona fase: riflessione sul lavoro eseguito	107
<b>3.2 Lista degli step di ARIZ</b>	<b>108</b>
3.2.1 Parte 1: Analisi di un problema e creazione di un modello	110
3.2.2 Parte 2: Analisi del modello del problema	122
3.2.3 Parte 3: determinare il risultato finale ideale (Ideal Final Result – IFR) e le contraddizioni fisiche che impediscono di raggiungerlo	127
<b>4 Analisi su-field e soluzioni standard: nozioni base e regole</b>	<b>139</b>
4.1 – Analisi su-field e soluzioni standard: nozioni base e regole	139
4.1.1 – Elementi di un sistema tecnico minimo	142
4.1.1.1 – Tipi di field e relativa simbologia	143
4.1.1.2 – Tipi di interazioni e simbologia relative	146
4.1.2 – Modello di un sistema tecnico minimo	151
4.1.2.1 – Rappresentazione grafica di un modello su-field	152
4.2 - Soluzioni standard	155
4.2.1 – Struttura di una soluzione standard	157
4.2.1.1 – Trasformazione di un sistema su-field	160
4.2.2 – Classificazione delle soluzioni standard	164
Classe 1: migliorare le interazioni e d eliminare gli effetti negativi	166
Classe 1.1: Sintesi e miglioramento di un su-field	166
Standard 1-1-1: sintesi di un sistema substance-field	167
Standard 1-1-2: migliorare le interazioni con l'introduzione di additivi degli oggetti	170
Standard 1-1-3: migliorare le interazioni introducendo additivi nel sistema	173
Standard 1-1-4: uso dell'ambiente per migliorare le interazioni	176
Standard 1-1-5: modifica dell'ambiente per migliorare le interazioni	179
Standard 1-1-6: fornire il minimo effetto di un'azione	182
Standard 1-1-7: fornire il massimo effetto di un'azione	185
Standard 1-1-8: fornire un effetto selettivo	187
Standard 1-1-8-1: fornire un effetto selettivo con un field massimo e una sostanza protettiva	188
Standard 1-1-8-2: fornire un effetto selettivo con un field minimo e una sostanza attiva	191
Classe 1-2: eliminazione di un'interazione dannosa	194
Standard 1-2-1 - eliminazione di un'interazione dannosa con una sostanza esterna	195
Standard 1-2-2 - eliminazione dell'interazione dannosa con la modifica di una sostanza esistente	197
Standard 1-2-3 - eliminazione dell'effetto negativo di un field	200
Standard 1-2-4 - eliminazione di un effetto negativo con un nuovo field	202
Standard 2.1.1 - sintesi di una catena dei sistemi substance-field	205
Standard 2.1.2 - sintesi di un doppio sistema substance-field	208
Standard 2.2.2 - aumentare il grado di segmentazione dei componenti di una sostanza	211
Standard 2.2.3 - transizione ad un oggetto poroso	213
Standard 2.2.4 - incremento del grado di dinamizzazione di un sistema	215

Standard 3.1.1 - composizione di un bi- e poly-system	218
Standard 3.1.2 - sviluppo di link all'interno di bi- e poly-system	220
Standard 3.1.3 - aumento della differenza tra i componenti di un sistema	221
Standard 3.1.4 - integrazione dei diversi componenti in uno unico	222
Standard 3.1.5 - distribuire proprietà incompatibili tra il sistema e le sue parti	224
Standard 3.2.1 - transizione al micro livello	226
Standard 5.1.1.1- introduzione di sostanze in un sistema sotto condizioni limitate	227
<b>5 Tecniche per risolvere le contraddizioni/ risorse/ effetti</b>	<b>229</b>
<b>5.1 Definizione di contraddizione</b>	<b>229</b>
<b>5.1.1 Tipi di contraddizione</b>	<b>229</b>
5.1.1.1 Contraddizione amministrativa	230
5.1.1.2 Contraddizione tecnica	230
5.1.1.3 Contraddizione fisica	231
5.1.1.4 TRIZ e le contraddizioni fisiche e tecniche	232
<b>5.1.2 Modello di contraddizione OTSM</b>	<b>233</b>
<b>5.2 Tecniche per risolvere le contraddizioni tecniche</b>	<b>236</b>
<b>5.2.1 I 40 principi inventivi</b>	<b>236</b>
<b>5.2.2 La matrice di Altshuller / matrice delle contraddizioni</b>	<b>241</b>
5.2.2.1 Il progetto della matrice di Altshuller	241
5.2.2.2 I 39 parametri tecnici	242
5.2.2.3 Uso della matrice di Altshuller	243
<b>5.3 Tecniche per la risoluzione di contraddizioni fisiche</b>	<b>249</b>
<b>5.3.1 I quattro principi di separazione</b>	<b>249</b>
5.3.1.1 Separazione nel tempo	251
5.3.1.2 Separazione nello spazio	253
5.3.1.3 Separazione su condizione / in relazione	255
5.3.1.4 Separazione del livello del sistema / attraverso la transizione a sub o a supersistema	256
<b>5.3.2 Soddisfazione &amp; bypass (ri-progetto)</b>	<b>257</b>
<b>5.4 Effetti</b>	<b>258</b>
<b>5.5 Risorse di sostanza e campo</b>	<b>261</b>
<b>5.6 Allegati</b>	<b>264</b>
<b>5.6.1. I 40 principi inventivi</b>	<b>264</b>
<b>5.6.2. – I 39 parametri tecnici / caratteristiche</b>	<b>269</b>
<b>5.6.3. – The altshuller matrix = la matrice di Altshuller</b>	<b>272</b>
<b>5.6.4. – Effects – effetti</b>	<b>276</b>
<b>5.6.5. – Substance-and-field resources – risorse di sostanza e di campo</b>	<b>281</b>

## Guida all'utilizzo del kit didattico TETRIS

### Premessa

Il presente manuale è uno dei risultati del Progetto TETRIS, un'iniziativa finanziata dal Programma Lifelong Learning Programme della Commissione Europea con i seguenti obiettivi:

- Identificare le necessità formative delle scuole secondarie di secondo grado, delle università e dell'industria in diversi paesi europei interessati all'introduzione di TRIZ (la *Teoria per la Soluzione dei Problemi Inventivi*) nei rispettivi curricula e programmi formativi;
- Attrarre gli studenti delle scuole secondarie di secondo grado allo studio di metodi e strumenti per migliorare la loro creatività e supportare le loro capacità di problem solving con una metodologia sistematica;
- Definire un modello formativo adatto ad affrontare le richieste eterogenee di formazione al TRIZ;
- Produrre e validare materiali formativi adattabili alle eterogenee situazioni specifiche che si possano utilizzare in una grande varietà di contesti differenti.

La struttura del manuale è stata studiata perché possa garantire la massima adattabilità alla gamma variegata di requisiti richiesti dai discenti di TRIZ. Una parte selezionata dell'insieme di conoscenze disponibili di TRIZ è stata, pertanto, suddivisa in sezioni indipendenti, in maniera che sia possibile assemblarle secondo necessità e contesti specifici di insegnanti, studenti, di chi si accosta per la prima volta come di chi già conosce la metodologia.

Pertanto, lettori diversi possono scegliere differenti sottoinsiemi di capitoli e paragrafi, come descritto di seguito.

Il volume è suddiviso in 5 capitoli relativi ai seguenti argomenti:

1. Introduzione (i)
2. Leggi di Evoluzione dei sistemi tecnici ingegneristici
3. Algoritmo per la Soluzione Inventiva dei Problemi
4. Analisi Su-Field e Sistema degli Standard Inventivi
5. Strumenti e principi per la risoluzione delle contraddizioni

Inoltre il manuale è accompagnato da un'appendice contenente una serie di problemi inventivi esemplificativi, completi di soluzioni e di animazioni.

### Struttura dei capitoli

Ciascun capitolo è legato ad un argomento specifico, come meglio descritto più sotto.

I capitoli, poi, sono suddivisi in paragrafi che trattano in dettaglio ulteriori sotto-argomenti.

A titolo di esempio, i lettori interessati ad una panoramica generale della base di conoscenze di TRIZ si possono limitare alla lettura delle prime sezioni di ciascun paragrafo, evidenziata con l'inserimento di una linea rossa a bordo pagina.

Chi volesse, invece, approfondire un argomento specifico, può studiare il relativo capitolo e tralasciare il resto del manuale.

Qualunque sia il livello di dettaglio di un dato argomento, il relativo paragrafo è suddiviso nelle seguenti sotto-sezioni:

- Definizione: breve definizione dell'Argomento selezionato (di seguito "A");
- Teoria: aspetti teorici correlati ad A;
- Modello: modello concettuale e rappresentazione grafica di A;
- Metodo/strumento: istruzioni operative su come utilizzare/implementare A;
- Esempio: applicazione esemplificativa di A;
- Auto-valutazione: esercizi atti a stabilire il livello di comprensione di A del lettore in questione;
- Riferimenti: letture ulteriori su A;

## Argomenti trattati nei capitoli del manuale e prospettiva d'azione correlata

### Capitolo 1: Introduzione (i)

- Il primo paragrafo introduce gli insegnanti ed i lettori adulti al TRIZ, fornendo spiegazioni sulla logica che impronta il testo e sui relativi risultati attesi;
- Il secondo paragrafo è un'introduzione dedicata agli studenti, con l'obiettivo di motivare i lettori più giovani allo studio del TRIZ;
- Il terzo paragrafo introduce alcuni concetti di riferimento a supporto della comprensione che possono risultare utili per affrontare i capitoli successivi;

### Capitolo 2: Leggi di Evoluzione dei sistemi tecnici ingegneristici

- L'osservazione della storia dei sistemi tecnici ha dimostrato che qualunque artefatto umano si evolve seguendo percorsi riproducibili, a prescindere dall'obiettivo specifico di tali trasformazioni.
- In altre parole, i Sistemi Tecnici si evolvono secondo leggi oggettive che non dipendono dal campo di applicazione o dalla funzione che si suppone debba fornire il sistema tecnico. Queste leggi governano lo sviluppo dei sistemi tecnici in maniera similare a quanto le leggi naturali fanno con lo sviluppo dei sistemi biologici. La conoscenza della genetica permette di prevedere le caratteristiche di un organismo vivente, proprio come le Leggi di Evoluzione dei sistemi tecnici ingegneristici permettono di anticipare i futuri sviluppi dei sistemi tecnici.
- Il secondo capitolo descrive le 8 leggi generali dell'evoluzione dei sistemi tecnici, che possono essere utilizzate per analizzare il livello di maturità di un determinato sistema tecnico e/o guidare lo sviluppo delle soluzioni inventive con un approccio efficacemente focalizzato.

### Capitolo 3: Algoritmo per la Soluzione Inventiva dei Problemi

- L'evoluzione di un sistema comporta la soluzione di contraddizioni, ovvero dei conflitti tra un sistema ed il suo ambiente o tra gli elementi costitutivi del sistema stesso. Secondo la ricerca di TRIZ, le soluzioni inventive che portano un contributo maggiormente significativo allo sviluppo di un sistema tecnico non risolvono le necessità contrapposte proponendo una soluzione compromissoria. Il superamento delle contraddizioni è pertanto la forza propulsiva alla base dell'evoluzione tecnica e la loro identificazione costituisce il primo passo di qualunque processo inventivo.
- Il terzo capitolo introduce il lettore all'approccio TRIZ per l'analisi e la riformulazione di un problema sotto forma di coppie conflittuali di parametri (in termini TRIZ 'contraddizioni'); l'algoritmo a passi consecutivi incorpora la logica TRIZ e la sua pratica incrementa progressivamente le capacità individuali di problem-solving.

### Capitolo 4: Analisi Su-Field e Sistema degli Standard Inventivi

- Le Soluzioni Inventive Standard (a volte definite per brevità semplicemente 'Standard') sono un sistema di 76 modelli di sintesi e trasformazioni dei sistemi tecnici in accordo con le Leggi di Evoluzione dei sistemi tecnici ingegneristici. Insieme alla banca dati degli Effetti Scientifici e dei Principi Inventivi, esse costituiscono la base di conoscenze del TRIZ Classico.
- Il quarto capitolo descrive nel dettaglio l'approccio che segue il modello Substance-field, lo strumento TRIZ standard per creare un modello a partire dalle soluzioni problematiche; quindi viene presentata una selezione di soluzioni inventive standard con lo scopo di costituire un elenco di riferimento delle tecniche risolutive.

### Capitolo 5: Strumenti e principi per la risoluzione delle contraddizioni

- Qualunque problema inventivo andrebbe analizzato secondo la logica ARIZ e, una volta che le contraddizioni fisiche che stanno alla base sono state identificate e la soluzione ideale delineata, un nuovo concetto può venire generato attraverso i Principi di Separazione.

- Il quinto capitolo descrive i principi del TRIZ, fornendo le indicazioni necessarie per superare le contraddizioni di un problema all'interno di una rappresentazione che utilizza un modello ARIZ.
- Appendice: Raccolta di esempi
- L'Appendice contiene una gamma di problemi inventivi esemplificativi, con una descrizione dettagliata di tutte le fasi consecutive del processo risolutivo, fino a che si genera una possibile soluzione.

## Contenuto delle animazioni

I materiali didattici del Progetto TETRIS includono anche un set di cinque animazioni che si possono utilizzare sia per attrarre allo studio del TRIZ, sia come supporto alla spiegazione dei modelli fondamentali del TRIZ (gli insegnanti possono interrompere le animazioni al momento opportuno per descrivere in maggior dettaglio i concetti alla base delle brevi storie). Il contenuto delle animazioni viene brevemente riassunto di seguito:

### Animazione 1: Storia del TRIZ

- La breve storia mostra le origini del TRIZ come teoria sviluppata attraverso un'estesa attività sperimentale (fig. 1), proprio come è il caso di altre scienze ben affermate.
- L'animazione introduce anche l'esistenza di leggi che descrivono l'evoluzione dei sistemi ingegneristici.



Fig. 1: Animazione 1: Storia del TRIZ

### Animazioni 2-4: Nina a scuola/all'università/al lavoro

- Le storie rappresentano Nina a diverse età; l'obiettivo principale delle storie è mostrare come un approccio sistematico alla risoluzione dei problemi possa essere di supporto alla generazione di soluzioni efficaci in qualunque situazione, nella vita di ogni giorno in ambito privato, a scuola, al lavoro. I tre problemi proposti in queste animazioni sono affrontati tutti attraverso gli stessi principi inventivi per mostrare che lo stesso modello risolutivo si può efficacemente applicare ad una vasta gamma di situazioni problematiche.
- Queste animazioni costituiscono anche un supporto pratico per assistere gli insegnanti nell'introduzione di alcuni principi fondamentali del TRIZ, come descritto in dettaglio di seguito.
- L'Animazione 2 presenta il concetto di contraddizione (fig. 2) e sottolinea l'importanza di rifiutare qualunque soluzione di compromesso attraverso la formulazione del Risultato Maggiormente Desiderabile.

# tETRIS

- L'Animazione 2 introduce anche il Modello a Tenaglia (fig. 3): per identificare le contraddizioni sottostanti è necessario paragonare il Risultato Maggiormente Desiderabile con le risorse attualmente disponibili. Il TRIZ insegna che l'identificazione delle contraddizioni è un passo cruciale per generare le soluzioni inventive.

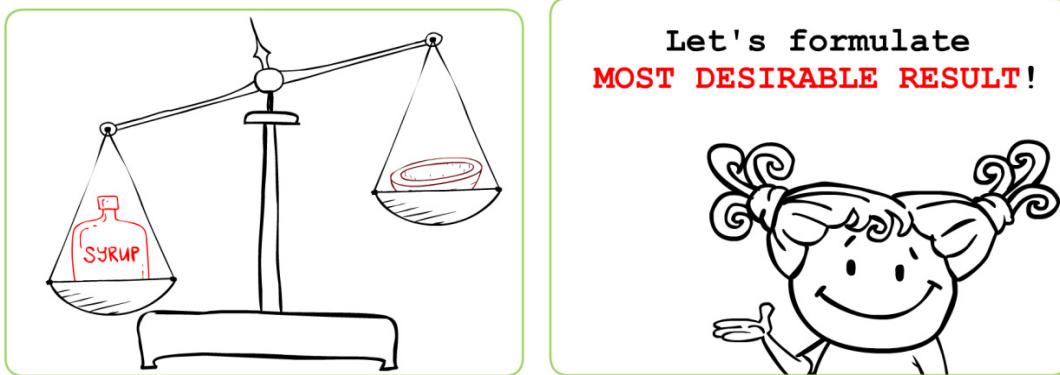


Fig. 2: Animazione 2 – Il concetto di contraddizione e la formulazione del Risultato Maggiormente Desiderabile

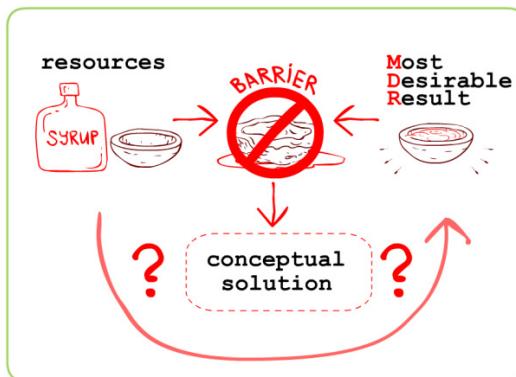


Fig. 3: Animazione 2 – Il Modello a Tenaglia: una comparazione tra la situazione attuale ed il Risultato Maggiormente Desiderabile permette di identificare gli ostacoli presenti sotto forma di contraddizioni.

- L'Animazione 3 aggiunge ulteriori dettagli ai concetti introdotti nel primo episodio che riguarda Nina; per evitare l'inerzia psicologica si suggerisce di intensificare le contraddizioni. La conseguenza di ciò è che si possono portare a termine modificazioni radicali adottando prospettive differenti ( fig. 4).

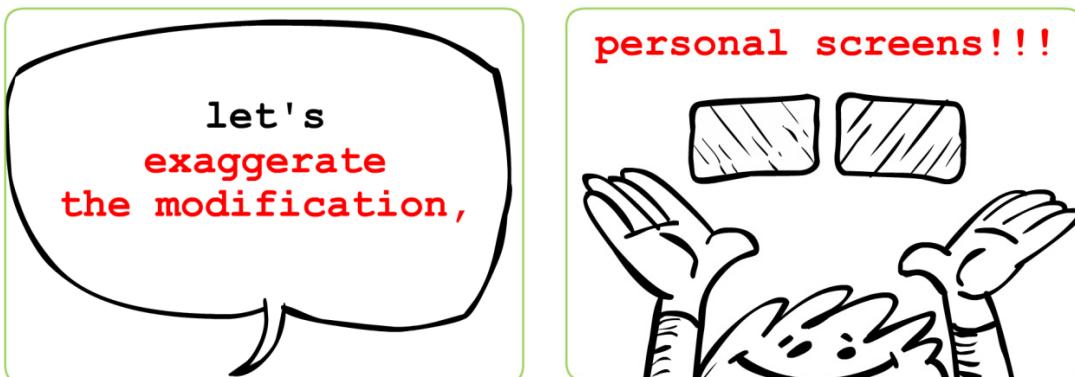
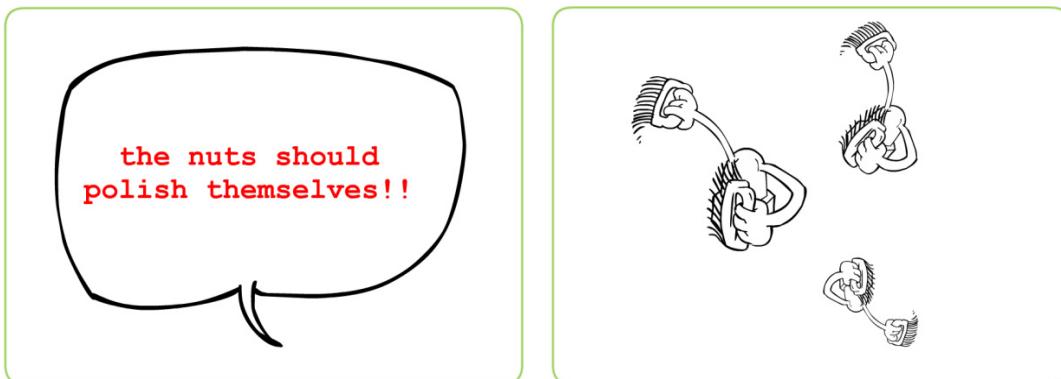


Fig. 4: Animazione 3 – L'esasperazione delle contraddizioni permette di superare l'inerzia psicologica.

- L'Animazione 4 sottolinea un'altra caratteristica estremamente importante della formulazione del Risultato Maggiormente Desiderabile: il processo di ideazione suggerisce che

la formulazione ideale di un concetto è quella che prevede che l'oggetto di una funzione provveda autonomamente alla funzione stessa, come strumento per ridurre il consumo di risorse ed evitare effetti nocivi (fig. 5).

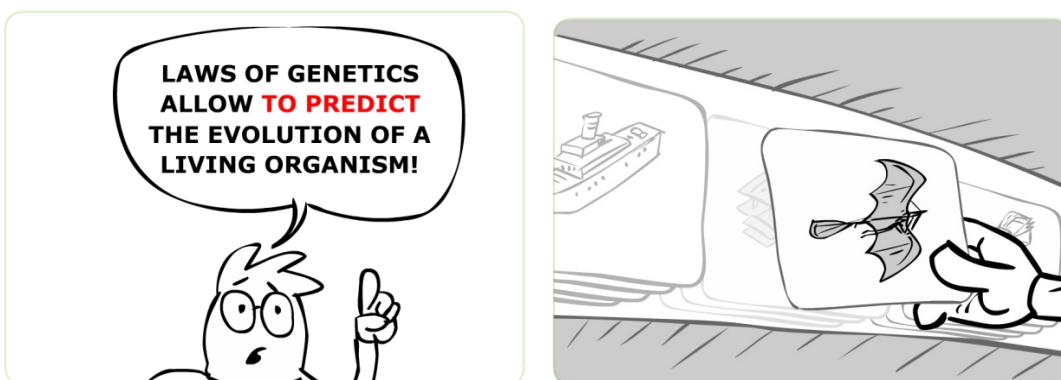
- L'Animazione 4 fornisce anche una lista estesa di prodotti che si possono associare ai principi inventivi adottati da Nina per la risoluzione dei problemi descritti nelle brevi storie.



*Fig. 5: Animazione 4 – Il processo di ideazione aiuta a superare l'inerzia psicologica ed indirizza verso la soluzione più economicamente conveniente e maggiormente efficace.*

#### Animazione 5: Teoria per la soluzione dei problemi inventivi

- L'ultima animazione riassume il concetto introdotto nelle animazioni precedenti ed introduce ulteriori elementi della base di conoscenze del TRIZ.
- La prima parte prosegue l'analogia tra il TRIZ ed altre scienze già proposta nella prima animazione; proprio come la genetica permette di prevedere l'evoluzione di un organismo vivente, il TRIZ aiuta ad anticipare l'evoluzione di un sistema tecnico (fig. 6).
- L'animazione può anche essere di supporto agli insegnanti nell'introduzione dell'Operatore di sistema (fig. 7) così come anche del Modello di Su-Field e degli Standard Inventivi (fig. 8).



*Fig. 6: Animazione 5 – Il processo di ideazione aiuta a superare l'inerzia psicologica ed indirizza verso la soluzione più economicamente conveniente e maggiormente efficace.*

# TETRIS

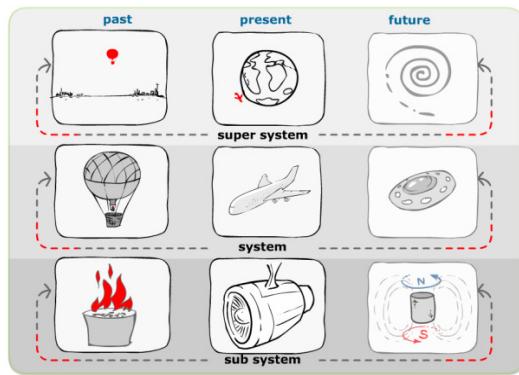


Fig. 7: Animazione 5 – Operatore di Sistema: l'approccio TRIZ al metodo di sistematizzazione del pensiero.

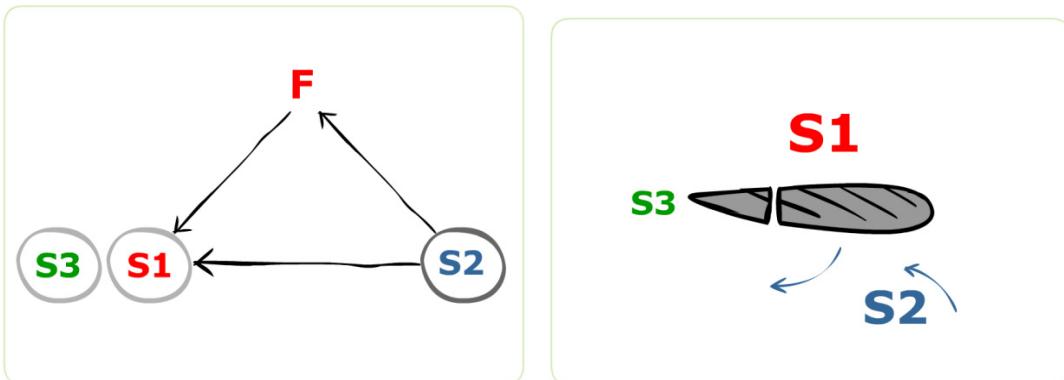


Fig. 8: Animazione – Modello Su-Field e Soluzioni Inventive Standard.

## Proiezioni future del Progetto TETRIS

Il Progetto TETRIS costituisce il primo tentativo di creare materiali didattici unificati e disponibili in diverse versioni linguistiche da utilizzarsi da parte di insegnanti, studenti, formatori, professionisti e lettori interessati all'argomento come valida alternativa ai materiali attualmente disponibili sul TRIZ, che si presentano in forma frammentaria e disomogenea.

Vale la pena di notare che tutti i materiali si possono liberamente copiare e distribuire, salvo l'obbligo di mantenere l'indicazione relativa al copyright. Ciò si riferisce anche all'utilizzo parziale del manuale.

Il team del Progetto TETRIS non ha inteso sviluppare una gamma di materiali tale da coprire integralmente la base di conoscenze del TRIZ Classico, pertanto i materiali didattici si possono migliorare ed ulteriormente ampliare. Coloro che volessero contribuire alla traduzione in altre lingue oppure al miglioramento o all'integrazione dei presenti materiali didattici sono invitati a contattare il coordinatore del progetto.

## 1 Introduzione ai fondamenti di TRIZ Classico

### 1.0. Perchè è necessario conoscere le basi delle teorie applicate?

Spesso può capitare di imbattersi nella seguente affermazione: “Siamo degli esperti, non abbiamo bisogno di nessuna teoria...”; questa posizione è però comprensibile soltanto in parte. In situazioni relativamente semplici infatti è possibile avere successo selezionando semplicemente le varie versioni e scegliendo tra queste quelle che forniscono un funzionamento soddisfacente e aiutano a raggiungere alcuni obiettivi.

D’altro canto, è anche vero che non di rado siamo inconsapevoli del fatto che gli strumenti che usiamo ogni giorno nelle nostre attività professionali si fondano spesso su certi modelli e assunzioni teoriche. Thomas Kuhn descrive molte realtà simili nel suo famoso libro “*Structure of Scientific Revolutions*”. Kuhn mostra che spesso nella storia della scienza le teorie e i loro strumenti sono stati creati sulla base di premesse non interamente realizzate (studiate) né definite distintamente; l’autore chiama queste premesse teoriche di base “paradigmi”. Realizzare e migliorare queste premesse porta a seri cambiamenti nelle nozioni scientifiche e a creare strumenti nuovi e più efficienti.

Potremmo per un attimo immaginare che il duomo di Firenze o la cattedrale di Notre-Dame de Paris siano stati costruiti senza l’uso della teoria, esclusivamente sfruttando il metodo “sbaglia e correggi”... O ancora potremmo immaginare lo stesso approccio per la produzione di auto. Immaginiamo allora per un attimo che alla divisione progettazione della Mercedes lavorino solo degli “empirici” che rinunciano alla teoria, quindi alla matematica, alla fisica, alle leggi di prevenzione degli incidenti... e creino auto soltanto col metodo “sbaglia e correggi”. Di quanti anni o meglio di quanti secoli avrebbero bisogno per creare un nuovo modello di auto?

Sono occorsi diversi secoli solo di ricerca, esperimenti e generalizzazioni teoriche perché le auto moderne, gli aeroplani, l’elettronica, il cinema, gli strumenti musicali fossero resi possibili. Tutto questo lavoro ha portato alla comparsa di regole per gli empirici, che hanno aumentato significativamente la produttività del lavoro creativo. Ciò che sorprende è che le persone che usano queste regole spesso rinunciano alla possibilità di crearne di simili per gli inventori che danno e daranno origine alle innovazioni in ogni sfera delle attività umane – tecnologia, economia, arte...

Anche la poesia, la musica e l’architettura hanno le loro regole – generalizzazioni teoriche. Proprio queste regole, soluzioni tipiche, vengono studiate dai futuri professionisti. Ad esempio, oggi ogni scolaro può risolvere equazioni quadratiche e disegnare in prospettiva lineare mentre non molto tempo fa queste cose venivano considerate molto creative e non formalizzabili attraverso regole.

Nel 1991, in occasione della fiera mondiale EXPO-91 a Plovdiv in Bulgaria, avemmo la fortuna di incontrare un violinista di nome Johann. Durante la fiera mostrammo la prima versione della “Inventive Machine”, un software realizzato per supportare la risoluzione dei problemi ingegneristici: era il primo software al mondo basato sulla ricerca TRIZ creato dal nostro laboratorio. “Inventive Machine” aiutava davvero gli ingegneri nel loro lavoro di ogni giorno, ed è proprio questo prodotto software ad aver reso il TRIZ così popolare nel mondo.

Il violinista si avvicinò al nostro stand e chiese perché la nostra compagnia che aveva inventato questo software si chiamava “Invention Machine Laboratory”. Durante la conversazione divenne chiaro che Johann era uno specialista non solo di musica ma anche di quella scienza dei computer chiamata Intelligenza Artificiale e che aveva fatto in musica lo stesso lavoro che aveva fatto G.S. Altshuller nella tecnologia. Johann aveva infatti identificato e definito chiaramente i principi della creatività nella musica di qualunque genere, li aveva integrati in un sistema e aveva sviluppato così un software appropriato. Tale software permetteva a ciascun utilizzatore di introdurre una sequenza di note, indicare i parametri del pezzo di musica desiderata al computer e infine, dopo aver compiuto i settaggi di routine, ascoltarsi la musica creata. Così voi, come co-autori del vostro computer, potete ascoltare ed ottenere pezzi di musica e migliorarla a vostro piacimento. Johann ha inventato insomma un semplice linguaggio che permette anche a chi non ha potuto studiare strumenti musicali e non conosce neanche le note, di usare questo sistema.

La compagnia di Johann fu chiamata “Computer Music Laboratory” e al suo software attribuito il nome di “Composer”. Ci consegnò dunque una cassetta con registrati dei pezzi di musica creati con l’uso del software da diverse persone. E includevano variazioni su temi musicali popolari nei generi più disparati così come melodie quasi del tutto nuove. E’ notevole che anche a molti nostri amici, compreso qualche musicista professionista, piace ascoltare questa musica... In seguito abbiamo letto di esperimenti in cui venivano comparati pezzi composti dall'uomo e pezzi composti dal computer: è stato chiesto ad un auditorium di musicologi di ascoltare i pezzi di musica e indovinare se erano stati composti da uomo o computer. Come risultato, musicisti professionisti non hanno indovinato...

Possiamo trarre un’importante conclusione da questi episodi ed esempi. L’attività creativa non è qualcosa di immutabile, stagnante. Ciò che ieri sembrava lavoro creativo, oggi è visto come routine. E ciò che ieri sembrava un sogno irraggiungibile richiedendo un immenso sforzo creativo, è stato realizzato oggi dalla nuova generazione di inventori, impiegando nuove tecnologie professionali.

### 1.0.1 Il concetto di creazione simile al concetto di Orizzonte

Oggi quell’albero all’orizzonte sembra essere il punto più lontano della Terra. Domani, dopo che saremo arrivati a quell’albero e ci saremo riposati alla sua ombra, vedremo che l’orizzonte (il punto più lontano della Terra) si è spostato e un paesaggio nuovo e ancora più bello si è aperto di fronte a noi...

Lo stesso sta accadendo per il lavoro creativo. Oggi, molti musicisti e compositori stanno già usando software come quello inventato molti anni fa dal violinista Johann. In egual modo molti ingegneri stanno usando alcuni strumenti del TRIZ nel loro lavoro giornaliero e stanno risolvendo problemi che sono rimasti irrisolti per anni nella realizzazione delle macchine, nella nanotecnologia, nella microelettronica...

Un’interessante tendenza si è manifestata grazie all’esempio di un grande numero di persone occupate nello studio professionale del TRIZ Classico. Inizialmente, hanno frequentato corsi TRIZ per la necessità di creare invenzioni per proteggere le loro dissertazioni o per risolvere problemi complicati all’interno di progetti a cui prendevano parte. Col tempo, qualcuno di queste persone ha tuttavia iniziato a insegnare TRIZ alla propria organizzazione, migliorandone le competenze sul TRIZ. I problemi che in precedenza sembravano creativi iniziarono così ad essere visti come routine e molto spesso i loro obiettivi iniziarono a diventare sempre più complessi. La loro energia creativa ha trovato la via d’uscita attraverso il raggiungimento di tali obiettivi...

Allo stato attuale, gli esperti di pubblicità “tradizionali” entrano in competizione con una parte di colleghi armati della conoscenza delle applicazioni TRIZ nel campo pubblicitario. E inventare un prodotto pubblicitario che aiuti ad aumentare significativamente le vendite dei prodotti



e servizi ai vostri clienti non è per niente un lavoro creativo semplice. Inoltre la competizione è particolarmente forte nel settore pubblicitario e i risultati del lavoro sono anche molto semplici da determinare: un grande volume di vendite significa che la campagna pubblicitaria è stata ben progettata e sviluppata.

Igor Vikentiev, uno dei nostri colleghi di TRIZ avanzato, si è impegnato nello sviluppo della Teoria Pubblicitaria ed ha creato metodi efficaci per le applicazioni pratiche, scrivendo un libro intitolato “Advertising Principles”. Il libro è stato ripubblicato molte volte ed oggi si trova sulla scrivania di molti specialisti del settore della pubblicità.

E' naturale che il libro sia stato largamente criticato dalla concorrenza, i pubblicitari tradizionali, che insistono sul fatto che creare un prodotto pubblicitario attraverso dei metodi è impossibile, che un pubblicitario deve essere sempre e solo alle prese con la composizione di prodotti pubblicitari nuovi ed originali... Tuttavia, il risultato desiderato non sempre viene raggiunto. Questo è il motivo per cui la nuova generazione di pubblicitari e professionisti acquista il libro e partecipa agli workshops di Vikentiev: il fatto è che il suo approccio aumenta significativamente la probabilità di ottenere un risultato positivo, il che significa una probabilità maggiore di condurre una campagna pubblicitaria molto efficace entro un lasso di tempo prefissato. L'uso del metodo fondato sul TRIZ per la creazione delle campagne pubblicitarie assicura una generazione di buoni risultati ed aiuta a vincere nella competizione con coloro che sostengono che il TRIZ non sia una teoria molto valida ed efficace.

Elena Novitskaya è una designer professionista. Ha rivisitato in modo inventivo i 40 principi TRIZ e li usa intensamente nel suo lavoro; ha una vasta gamma di clienti. Bisogna dire che i 40 principi di Altshuller sono lo strumento TRIZ più popolare al mondo, ma poche persone sanno che nel 1986 G.S. Altshuller espresse rammarico riguardo agli anni spesi a scoprire e integrare questi principi e li rimosse dall'arsenale degli strumenti TRIZ.

La grande competenza in TRIZ significa che uno specialista conosce le fondamenta teoriche e può utilizzarle come strumento applicato; aiuta così la sua compagnia ad ottenere un profitto costante e grandi risultati nel campo delle innovazioni, ne incrementa le possibilità di successo anche quando sottoposta ad una forte concorrenza.

Perché siamo così interessati ad esporvi esempi riguardanti nostri colleghi del settore della pubblicità, che porta ad applicazioni di elementi TRIZ in campi non tecnici?

Perché il fatto è che Igor Vikentiev non è assolutamente uno specialista pubblicitario! Quando l'economia dell'URSS collassò e molti ingegneri persero il loro lavoro, molti di quelli che conoscevano il TRIZ iniziarono ad usare i suoi strumenti per risolvere problemi legati all'organizzazione del business pubblicitario in quelle nicchie di prodotti e servizi in cui stava emergendo un nuovo mercato del lavoro.

Il fatto è che una conoscenza approfondita dei principi fondamentali del TRIZ Classico assicura non solo un'effettiva applicazione dei suoi strumenti, ma permette di svilupparne di nuovi, adatti ai bisogni specifici, creati secondo le necessità.

Se gli esperti creano i loro strumenti attraverso il metodo del “sbaglia e correggi”, senza alcuna generalizzazione teorica, di fronte ad una situazione in cui il loro strumento non funziona hanno bisogno di ricominciare dal principio.

Se, al contrario, la generalizzazione teorica è stata fatta, spesso facilita fortemente la creazione di nuovi strumenti per nuove applicazioni e correzioni dei principi teorici esistenti. Il TRIZ Classico ed i suoi strumenti sono stati creati nello stesso modo, attraverso lo studio dell'esperienza accumulata da molte generazioni di inventori.

Così, possiamo trarre la conclusione che le teorie scientifiche applicate aumentano significativamente la probabilità di ottenere un risultato desiderato a basso costo e con una qualità migliore del prodotto o servizio ottenuto. Tali teorie possono fungere anche da base per la creazione di nuovi strumenti per le applicazioni pratiche di tutti i giorni. Questi strumenti sono studiati dai futuri specialisti nel corso della loro formazione professionale.

# tETRIS

Il guaio è che tutti i professionisti, la futura concorrenza, impara gli stessi strumenti durante la formazione professionale. Questo riduce considerevolmente i vantaggi competitivi di specialisti e compagnie. Ad oggi, per vincere una lotta con la concorrenza, bisogna sviluppare e migliorare la capacità di aumentare l'efficacia del lavoro così come risolvere i cosiddetti problemi creativi. Tutti i professionisti hanno imparato a risolvere i problemi con i metodi standard: senz'altro non tutti loro sono in grado di lavorare con problemi non standard. Tuttavia, è solo un lavoro finalizzato a definire e risolvere problemi non standard che offre vantaggi competitivi tangibili. Ed è proprio dove la profonda conoscenza del TRIZ Classico viene in soccorso. Utilizzando una buona teoria applicata non cerchiamo una soluzione al problema attraverso il metodo "sbaglia e correggi", ma lo facciamo sistematicamente, creando, passo dopo passo, una soluzione alla rispettiva situazione specifica.

La conoscenza della teoria per la costruzione dei vari strumenti aumenta il livello della preparazione professionale e tiene di conto delle modifiche effettive degli strumenti esistenti o la creazione di nuovi quando necessario. Ecco perché sempre più università in tutto il mondo stanno prendendo in considerazione la possibilità di introdurre seriamente il TRIZ Classico e corsi OTSM nei loro curricula accademici. Una buona teoria applicata diventa la soluzione di problemi complessi, non standard, aprendo in tal modo nuove prospettive per un lavoro con un grado creativo maggiore e per problemi più difficoltosi. Gli orizzonti della creazione sono stati ampliati, offrendo nuove opportunità per un lavoro creativo efficiente.



Il concetto di creazione è simile a quello di orizzonte e le teorie applicate sono come automobili che ci permettono di raggiungere più velocemente nuovi orizzonti, (che potremmo raggiungere anche a piedi) e ripartire così verso altri, ancora più interessanti nuovi orizzonti della creazione.



## 1.1 Introduzione per gli insegnanti e le aziende

*Viviamo in un mondo che cambia rapidamente.  
La velocità delle trasformazioni e la comparsa  
di novità aumentano a dismisura. Non è facile  
orientarsi in questo mondo. La conoscenza  
diventa rapidamente obsoleta e superata da quella nuova.  
La situazione mondiale e locale sta cambiando,  
come pure le condizioni economiche. Le culture  
si integrano. Oggi, non più come una volta,  
non è sufficiente padroneggiare una singola materia,  
imparare l'utilizzo di soluzioni standard valide per tutta la vita...*

**Nikolaj Komenko, 2008**

TRIZ ha suscitato molte discussioni fin dal momento della sua comparsa nel 1946-1949. All'inizio si è presentato come un metodo per inventare. In quel tempo, si riteneva impossibile poter creare con un metodo; si considerava l'abilità di inventare come un dono della natura. Si era in grado di inventare solo se dotati di questo dono, e impossibilitati a farlo qualora il dono non fosse stato concesso. Tuttavia, nel 1949 fu creato e testato il metodo anche su problemi molto complessi. Le soluzioni ottenute con l'utilizzo di questo metodo vinsero il primo premio ad un concorso di inventori. Inoltre, fu testato su altri problemi raggiungendo ottimi risultati. Gli autori di questo metodo scrissero una lettera a Stalin raccontando i risultati raggiunti, ma al posto di elogi e di incoraggiamenti, gli autori - Genrikh Altshuller e Raphael Shapiro - furono arrestati e condannati a 25 anni di GULAG. Altshuller espiò la sua condanna nel Circolo Polare Artico, lavorando nella miniera di Vorkuta, mentre Shapiro fu mandato nel sud dell'Asia Centrale vicino a Karaganda.

Poco dopo la morte di Stalin, gli autori tornarono in libertà. Shapiro abbandonò lo sviluppo della ricerca mentre Altshuller continuò il suo lavoro sul metodo iniziandone la diffusione tra i tecnici e gli ingegneri. Il metodo fu gradualmente migliorato e trasformato in un ALGORITMO, che con il corso del tempo prese il nome di Algoritmo per la Risoluzione Inventiva dei Problemi (ARIZ).

Col tempo iniziò a cambiare l'opinione che la gente aveva sul METODO per inventare, ovviamente in senso positivo. Il metodo dimostrava la sua efficacia; iniziò ad essere studiato e usato da un numero crescente di utenti ottenendo risultati eccellenti. Anche gli scettici cambiarono la loro opinione e iniziarono ad accettare l'idea dell'esistenza di un metodo per inventare, senza però arrivare a credere in un vero ALGORITMO!

Ciò nonostante, lo sviluppo di ARIZ continuò, e sempre più spesso venivano organizzati corsi per coloro che avessero voluto impararlo approfonditamente. Ciò favorì uno sviluppo più rapido di ARIZ. I partecipanti ai corsi ARIZ venivano a contatto diretto con l'autore, manifestandogli le loro difficoltà nel risolvere problemi. Altshuller applicò ARIZ ai problemi analizzati dai suoi collaboratori, andando alla ricerca dei punti deboli dell'algoritmo e creandone nuove versioni. Il suffisso presente vicino ad ARIZ indica l'anno di pubblicazione e quindi la versione: ARIZ-64, ARIZ-74, ARIZ-77, ecc.

I seminari diventavano sempre più popolari e frequenti favorendo ulteriori sviluppi della teoria con pubblicazioni diverse, a volte, anche nel corso dello stesso anno. Per questo in alcune versioni accanto all'anno di pubblicazione è stata aggiunta anche una lettera che indica una diversa

versione pubblicata nello stesso anno: ARIZ-82 A, ARIZ-82 B, ARIZ-82 C, ARIZ-82 D.

Ogni nuova versione veniva testata su problemi di prova dallo stesso Altshuller prima di iniziare la distribuzione. L'insieme di questi problemi di prova cresceva costantemente, includendo anche quei problemi che erano stati impossibili da risolvere con le precedenti versioni di ARIZ. Iniziarono ad emergere scuole per "inventori", nelle quali ad insegnare non era più solamente Altshuller ma anche alcuni dei suoi collaboratori che avevano ricevuto direttamente i suoi insegnamenti. A metà degli anni '80 esistevano circa 300 scuole per inventori con diversi livelli di istruzione e di durate differenti.

Man mano che il tempo passava, hanno trovato conferme le ipotesi proposte da Altshuller e da Shapiro nel loro primo articolo sui fondamenti del metodo inventivo per la creazione, scritto poco dopo la loro liberazione dai GULAG e pubblicato nel 1956. Sono stati impiegati più di trent'anni per verificare quelle ipotesi, e durante questo tempo sono nate nuove idee e altri fondamenti teorici che sono alla base di ARIZ. Tutti questi miglioramenti sono stati integrati in una singola teoria composta da tanti strumenti per l'uso quotidiano in ambito ingegneristico che a partire dalla metà degli anni '70 ha preso il nome di Teoria per la Risoluzione Inventiva dei Problemi (TRIZ).

Col tempo l'opinione pubblica si convinse della possibilità di creare un ALGORITMO inventivo, ma ancora negò la probabilità dell'esistenza di una teoria inventiva più articolata. Alla fine degli anni 80, primi anni 90, fu finalmente riconosciuta la possibilità che Teoria Inventiva potesse esistere ma purtroppo non fu riconosciuto TRIZ come una teoria. Lo studio svolto da G.S. Altshuller e I.M. Vertkin sulla storia delle innovazioni che hanno cambiato il mondo dimostrò che il ritardo nel riconoscere l'innovazione è una caratteristica peculiare di tutti i casi di introduzione di un alto livello di innovazione: come ad esempio nel campo dell'aviazione, delle ferrovie, dei viaggi nello spazio e molti altri. Al giorno d'oggi il fatto di non riconoscere TRIZ come un sistema efficace a livello pratico e ben impostato è dovuto a molti fattori, il più grande dei quali è la mancanza di informazioni disponibili ed affidabili sui primi lavori svolti da Altshuller stesso.

Parte della popolarità guadagnata fino ad oggi è stata ottenuta semplificando e abbreviando gli strumenti più semplici di TRIZ Classico. Solitamente nei corsi TRIZ non vengono considerate né i fondamenti teorici della teoria di Altshuller né tantomeno lo strumento più importante e basilare che è ARIZ. Le informazioni su TRIZ Classico sono mescolate con certe versioni migliorate di "TRIZ moderno". Molte di queste versioni sono lontane da ciò che può essere chiamato una teoria inventiva da poter applicare. I giudizi su TRIZ sono molto spesso basati sulla conoscenza di queste ultime versioni piuttosto che su quelle originali. È interessante notare che nel 1985, durante la prima presentazione della ricerca sulla storia dell'innovazione delle personalità creative del presente e del passato, Altshuller stesso predisse che gli eventi avrebbero preso questo corso dopo la sua morte. La ricerca svolta dimostrò che esistono delle regolarità precise di eventi che accompagnano l'introduzione di nuove idee sia a livello della piccola azienda sia ad un livello più generale.

Nel frattempo a metà degli anni 80 inizia nuova fase di sviluppo e di diffusione di TRIZ. Questo sviluppo ha richiesto la creazione di ulteriori fondamenti che stanno alla base di tre nuove teorie.

La prima teoria ha a che fare con l'evoluzione dei sistemi migliorati dal lavoro di persone creative. Altshuller chiamò questa la Teoria dell'Evoluzione dei Sistemi Tecnici (l'acronimo russo è TRTS). A causa di circostanze storiche Altshuller limitò alla sua ricerca e quindi anche il nome della teoria esclusivamente a sistemi tecnici. Dopo di lui studiosi come Boris Zlotin, Alla Zussman, Igor Vikentiev, Vyacheslav Yefremov, Igor Kondakov, Yury Salamatov, Igor Vertkin,

Natalya e Alexander Narbut si sono occupati dello sviluppo di TRTS. Il loro lavoro ha gettato le basi per le recenti versioni degli strumenti di TRIZ Classico.

Tutti i sistemi “creati” sono stati sviluppati da persone – inventori, creatori – e il capire da dove venissero le persone che hanno cambiato il mondo e come hanno gestito l’introduzione delle loro idee malgrado la resistenza di chi li circondava di vita ad una nuova ricerca. G.S. Altshuller e I.M. Vertkin hanno analizzato le biografie di circa 1000 di queste personalità i cui nomi fanno parte della storia dell’umanità. È emerso che le biografie di persone diverse vissute in diversi periodi storici e in diverse regioni del mondo hanno alcune caratteristiche in comune. Molti di loro hanno dovuto affrontare problemi simili e prima di arrivare alle loro invenzioni. È importante notare che problemi simili non avvengono solamente nella vita di ingegneri, ma anche in quella di pittori, medici, ricercatori, economisti (si veda per esempio la storia della Federal Express). I risultati sono stati presentati sotto forma di schema commerciale: “Circostanze Esterne contro Persone Creative”. È una collezione di problemi che raccoglie quelli affrontati dalle Persone Creative, senza tener conto della loro professione, del tempo o del luogo in cui sono vissuti. Questo lavoro di ricerca ha costituito le basi di una seconda teoria che necessita di ulteriori sviluppi. Gli autori hanno chiamato questa la Teoria dello Sviluppo delle Personalità Creative (il cui acronimo russo è TRTL).

L’evoluzione di TRIZ Classico ha dimostrato che i suoi strumenti teorici e pratici possono essere applicati non solo per i sistemi tecnici. Questa ipotesi nacque già nelle prime fasi dello sviluppo di TRIZ. Comunque, la conferma pratica ha richiesto diversi decenni di applicazione per mano di molte persone impegnate in attività di ricerca in diversi campi come ad esempio la fisica, la botanica, la chimica, la finanza, l’economia, il sociale, la pubblicità e molti altri.

Molti dei collaboratori di Altshuller hanno iniziato ad applicare TRIZ per risolvere diversi tipi di problemi compresi quelli che possono nascere nella vita privata. Si è detto molti, ma non tutti. Nacque quindi una domanda su perché alcuni credono di poter applicare TRIZ in varie situazioni e altri no. I corsi TRIZ iniziarono ad essere seguiti non solo ingegneri ma anche da altri professionisti come ad esempio esperti pubblicitari, economisti o ricercatori. Banche, Borse, organizzazioni governative iniziarono ad usufruire dei servizi forniti da specialisti TRIZ. Nacque quindi una seconda domanda connessa alla prima: come è possibile insegnare a queste persone l’effettiva utilità degli strumenti di TRIZ Classico nei loro particolari campi? Mentre cercava una risposta a queste domande Altshuller ebbe una nuova idea che lanciò le basi per la teoria chiamata la Teoria Generale del Pensiero Potente (OTSM). Iniziò lo sviluppo di queste idee nella metà degli anni 70. A metà degli anni ‘80 fu coinvolto anche Nikolai Khomenko nella ricerca e nello sviluppo di OTSM.

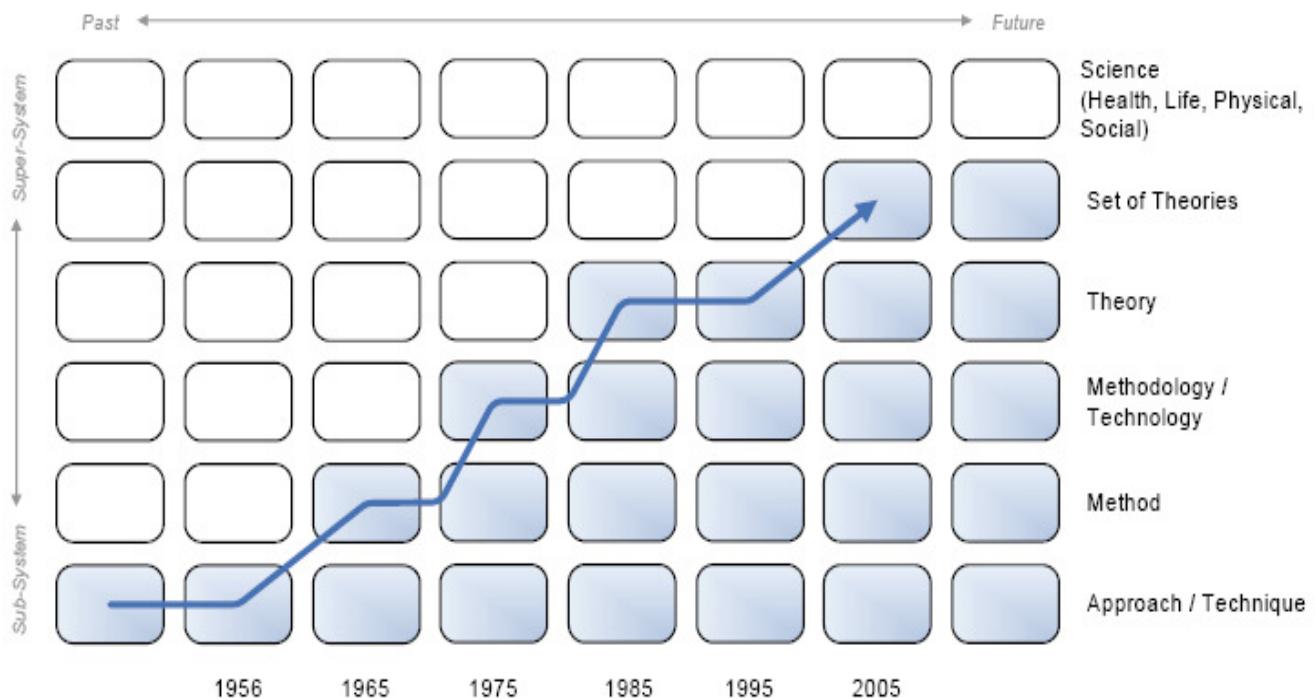
Dalla metà degli anni ‘80 sempre più persone hanno accettato l’idea dell’esistenza di una Teoria Inventiva. Ciò nonostante, però, sia l’idea dello sviluppo di una Teoria Generale del Pensiero Potente (OTSM) o di una Teoria dello Sviluppo delle Personalità Creative (TRTL) incontrarono molte resistenze persino nell’ambiente degli specialisti TRIZ.

L’evoluzione di OTSM diede il via a nuovi ulteriori sviluppi delle idee iniziali di Altshuller, e spinse verso la creazione di una teoria relativamente articolata del pensiero potente. Questa teoria gettò le basi per la nascita di strumenti da utilizzare con problemi complicati e interdisciplinari, che contengono decine o centinaia di sotto-problemi provenienti da diverse aree specifiche di conoscenza, come: gestire lo sviluppo sostenibile di una regione con centinaia di migliaia o anche milioni di abitanti; avviare una società basata esclusivamente sull’innovazione; creare centri di ricerca capaci di trasformare idee pionieristiche in soluzioni ecologicamente corrette ed economicamente vantaggiose per la società, e così via lo.

OTSM fornisce all'utente strumenti per potersi interfacciare con vari generi di conoscenza. Aiuta ad assimilare efficacemente le conoscenze provenienti da aree differenti comprese quelle delle nuove attività umane. È per questo che un gruppo di ricercatori dell'ex Unione Sovietica hanno scelto OTSM come base per lo sviluppo di nuovi strumenti pedagogici capaci di migliorare l'efficacia della sistema educativo nell'insegnamento dell'approccio ai problemi sia rivolgendosi agli adulti che ai bambini. Per esempio, uno di questi strumenti è l'approccio di Alexander Sokol volto all'insegnamento simultaneo di più lingue straniere e delle basi di OTSM-TRIZ. Questo approccio, chiamato Approccio Pensante, è basato sull'idea che la lingua è uno degli strumenti utilizzati per risolvere i problemi essenziali dell'uomo, e per padroneggiare e fare il miglior uso di questo strumento può essere vantaggioso conoscere almeno le regole generali di base del problem solving.

Torniamo indietro alla storia di TRIZ Classico e vediamo quali trasformazioni ha subito durante la sua evoluzione (vedi Fig. 1).

All'inizio è nato un METODO composto da solo pochi di passi. Poi iniziò a svilupparsi un metodo complementare. Nel corso del suo sviluppo questo metodo aggiuntivo iniziò ad integrarsi in un sistema, in un ALGORITMO, in grado di aumentare la sua efficacia: ARIZ. La sua conseguente evoluzione ha portato alla definizione di una TEORIA scientifica applicata – TRIZ. L'evoluzione poi della teoria ha dimostrato la necessità dello sviluppo di altre teorie come base per un nuovo TRIZ.



*Fig. 1. Evoluzione di TRIZ Classico*

Altshuller pensò che questo sistema di teorie avesse bisogno di un nuovo nome che in realtà però ancora non è stato assegnato. Di conseguenza ancora rientra sotto il nome di TRIZ Classico e ciò causa delle incomprensioni nel parlare con chi è interessato a TRIZ ma non conosce approfonditamente la sua storia. La diffusione mondiale di TRIZ Classico ha dato il via alla nascita di molte sue varianti. Generalmente queste sono molto semplificate e ridotte rispetto all'originale.

Alcuni dei rami sviluppatisi da TRIZ Classico ha prodotto risultati interessanti. Uno di questi è I-TRIZ con un utile metodo chiamato Evoluzione Diretta (Directed Evolution). Gli autori principali di questo approccio sono Boris Zlotin e Alla Zusman. L'analisi di questo e degli altri metodi sviluppati non fanno parte però del nostro attuale scopo formativo.

TRIZ Classico ha dimostrato ripetutamente la sua efficacia. TRIZ e i suoi strumenti sono stati utilizzati per risolvere vari tipi di problemi partendo da quelli relativamente semplici (tecnici) per finire con quelli più complessi come ad esempio nel campo del sociale.

Chi inizia a conoscere TRIZ prima o poi si meraviglia della sua efficacia. Nel prossimo paragrafo tenteremo di approfondire questo discorso. Per capire meglio come e perché funziona, è necessario approfondire alcuni aspetti di TRIZ Classico. Anche chi avesse una conoscenza molto superficiale di TRIZ e dei suoni aspetti teorici riuscirebbe a risolvere molti problemi che si trovasse a dover affrontare sia professionalmente che nella vita privata. Questo è ciò che rende affascinante TRIZ Classico e OTSM a chi si occupa di aspetti educativi.

Per oltre 25 anni gli elementi degli strumenti di OTSM-TRIZ sono stati utilizzati nel settore dell'educazione e della pedagogia. Sono stati creati appositamente anche nei metodi speciali da poter utilizzare a tali scopi. Con questi metodi è possibile iniziare a sviluppare delle abilità creative anche i bambini di due o tre anni garantendo dei risultati positivi. La maggior parte degli strumenti pedagogici di OTSM-TRIZ sono rappresentati sotto forma di giochi e di vari tipi di attività creative. Alcuni di questi bambini che hanno iniziato ad assimilare un pensiero creativo basato su OTSM-TRIZ sono ormai cresciuti e hanno a loro volta ormai dei figli. È interessante notare che anche loro, ormai genitori, giocano con i propri figli utilizzando i metodi nuovi e moderni o creandone personalmente.

Questo è un fatto da sottolineare: un alto livello di comprensione di OTSM-TRIZ non solo migliora l'efficienza dell'applicazione degli strumenti esistente per la risoluzione di complicati problemi non standard, ma permette inoltre di creare gli strumenti necessari, in maniera autonoma, qualora quelli già esistenti non aiutino sufficientemente a superare alcuni problemi.

L'attuale OTSM-TRIZ infatti è un insieme di strumenti uniti con un set di regole in un sistema ordinato. Queste regole compongono i fondamenti teorici di OTSM-TRIZ che devono essere assimilati e compresi perfettamente sia per gli aspetti educativi che per la risoluzione di problemi. Questo è il motivo per il quale stiamo iniziando con la parte teorica. Non bisogna avere fretta né paura della parola "teoria" perché gli aspetti teorici di TRIZ Classico di OTSM sono in realtà degli strumenti pratici ad un più alto livello di generalizzazione; sono da utilizzare, infatti, quando gli strumenti più classici smettono di funzionare.

Viviamo in un mondo che cambia rapidamente. La velocità delle trasformazioni e la comparsa di novità aumentano a dismisura. Non è facile orientarsi in questo mondo. La conoscenza diventa rapidamente obsoleta e superata da quella nuova. La situazione mondiale e locale sta cambiando, come pure le condizioni economiche. Le culture si integrano. Oggi, non più come una volta, non è sufficiente padroneggiare una singola materia, imparare l'utilizzo di soluzioni standard valide per tutta la vita... Nuove teorie e nuove strumenti di lavoro nascono di continuo anche all'interno della stessa materia. È difficile prevedere come sarà in modo tra qualche decina d'anni. Qualcuno dice che questo problema può essere risolto imparando a vivere a lungo. Per risolvere nel miglior modo possibile questo problema tentiamo di utilizzare uno degli strumenti di TRIZ Classico: portiamo, cioè, la situazione problematica al limite dell'assurdità. Questo metodo permette di identificare le radici del problema lasciando da parte per una volta l'analisi approfondita dei particolari.

Immaginiamo di aver creato il corso migliore e più avanzato possibile, e che stiamo iniziando ad insegnarlo ad un gruppo di studenti. Dopo un certo periodo, questi studenti arrivano alla laurea. Ma non appena abbandonano il loro percorso di studi appare loro subito chiaro che anche la teoria più avanzata appresa durante gli studi ed diventata ormai obsoleta da un punto di vista pratico. La vita è cambiata durante gli anni di studio e richiede nuove teorie e capacità.

La situazione è molto interessante e molti studiosi dell'educazione sono arrivati ad un punto morto! Cosa possono insegnare ai loro studenti in questo mondo dai cambiamenti così veloci se le conoscenze trasmessa diventano superate nel breve periodo di un corso di studi?

“Il Terzo Millennio” è il titolo di un romanzo incompiuto di Altshuller, che descrive una scuola immaginaria dove non vengono formati degli specialisti di qualche settore, ma professionisti universali capaci di ricavare la conoscenza necessaria per risolvere qualsiasi situazione...

Anche i problemi stanno cambiando. Le soluzioni tipiche adottate dai professionisti stanno diventando via via meno utilizzate. Cosa si può fare?

Pensiamo che le idee proposte da Altshuller nel suo romanzo immaginario meritano la nostra attenzione. Dobbiamo insegnare ai nostri figli come vivere in un mondo del quale noi stessi conosciamo molto poco. Non possiamo munirli di strumenti per risolvere problemi che non conosciamo. Ciò che possiamo fare è insegnar loro a crearsi da soli gli strumenti necessari a risolvere efficacemente questo genere di problemi. Ciò è dimostrato dall'esperienza pratica di TRIZ Classico e di OTSM. Probabilmente non è abbastanza. Né TRIZ Classico né OTSM si possono sostituire ad una conoscenza specifica in un determinato settore. Comunque, riteniamo che l'abilità di saper affrontare situazioni problematiche è una delle materie fondamentali del sistema educativo del futuro...

Dobbiamo iniziare subito a creare questo futuro!

## 1.2 Introduzione alla TRIZ per studenti

Al giorno d'oggi è difficile trovare qualcuno che non abbia mai giocato con un videogioco almeno una volta nella sua vita. Esiste una grande varietà di videogiochi, diversi l'uno dall'altro per i loro schemi, per la loro grafica, per i suoni... ma tutti PUNTANO alla vittoria nel mondo virtuale.

Ma com'è possibile risolvere situazioni problematiche reali e diventare vincitori nella vita reale?

In questo nostro libro tratteremo questi argomenti. Le sensazioni fisiche ed emotive di un giocatore d'azzardo, la meraviglia che nasce dal risultato di nuove scoperte, il trionfo della vittoria diventeranno sempre più familiari perché tutto inizia da un gioco ma la vita reale chiede degli sforzi considerevoli...

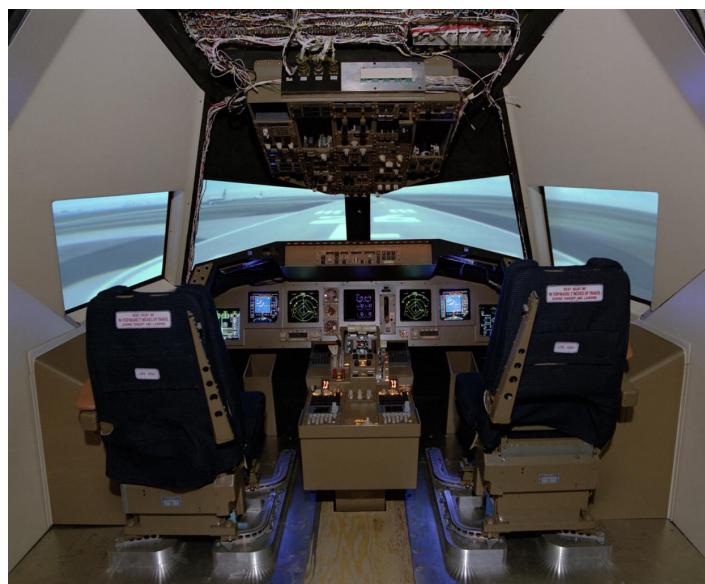
*... L'Impero Romano, il centro di Roma, il Colosseo. Il figlio glorioso appare in mezzo ai tribuni. Hai solo una piccola spada da combattimento e una lanterna, uno scudo nell'altra mano e con la spalla senti quella del tuo compagno anche lui nello stretto spazio della battaglia. Tutto si anima con la semplice pressione di un tasto. I tribuni urlano eccitati! Dozzine di migliaia di mani si alzano in aria. Dall'altra parte dell'arena le bighe veloci e combattive del nemico alzano nuvole di polvere. Ma la tua squadra sa come rovesciare queste odiose macchine da guerra per giungere alla vittoria contro l'odiato nemico!*



(fonte: *The Ancient City: Life in Classical Athens and Rome* di Peter Connolly e Hazel Dodge)

Naturalmente, è solo un gioco ...

*... I moderni aerei supersonici a reazione. Hai in mano il controllo di una di queste macchine potentissime. Il rombo del motore che schiaccia il sedile facendo sentire fisicamente la sua accelerazione. Le luci della pista di decollo lampeggiano e piano piano il panorama diventa una meravigliosa veduta della Terra dall'alto. L'orizzonte è colorato con toni pastello e sopra di te puoi vedere l'oscurità dello spazio senza fine. Ti stai trovando faccia a faccia con questo miracoloso uccello d'acciaio. Con dei semplici movimenti delle dita ha il*



(fonte NASA Photo ID: EL-1997-00146 AND Alternate ID: L96-924)



*pieno controllo: virate, picchiate, risalite. Ti senti un eroe. Persino i piloti professionisti che realmente conducono aerei si meravigliano di questi meravigliosi simulatori.*

Probabilmente è solo un gioco ...

*I moderni giochi di ruolo (RPG). Non stai giocando al computer da solo e neanche con una coppia di tuoi amici... Ma migliaia o addirittura milioni di altri giocatori sono coinvolti nella stessa partita! La loro presenza può essere sentita fisicamente come la spalla del commilitone nell'arena del Colosseo. In aggiunta ai suoni pompati al massimo stanno via via sempre migliorando anche gli aspetti grafici e gli effetti speciali del gioco interattivo. Lo svolgimento del gioco dipende giocatori e dalle loro si devono trovare soluzioni adatte e non tipiche anche in queste condizioni. Le trame possono essere tra le più diverse: ambiente familiare, viaggi, politica, vita sociale, ...*

È ancora un gioco?

Questi esempi sono collegati dalla sorprendente sensazione della realtà, il potere della ragione contro quello del computer, dalla possibilità di apprendere nuove capacità e nuovi strumenti che andranno a far parte della nostra esperienza.

Non è affatto necessario che i giochi, le trame e le immagini appena illustrate coincidano con i nostri favoriti. Ciò che conta è capire correttamente il cuore del gioco.

Questo mondo così sbalorditivo, svariato è incostante richiede durante il suo sviluppo la conoscenza di nuovi strumenti, di nuovi modelli, della gestione delle nuove capacità.

Nel medioevo solo pochi scienziati sapevano addizionare, sottrarre, moltiplicare, dividere quantità che superassero il numero delle dita delle mani:

$$\text{XLIX} * \text{XLI} = ?$$

Il motivo di tutto questo non è nella presenza o dell'assenza di intelligenza ma nella capacità di saper risolvere problemi non standard. Il sistema di calcolo romano era lungo, scomodo e persino difficile per operazioni fuori dalla norma. Con l'invenzione dei numeri arabi e del sistema decimale lo studio dell'aritmetica divenne tutto molto più semplice. Al giorno d'oggi tutti possono studiarlo, basta volerlo. Esiste anche un approccio metodologico che aiuta a trovare una corretta direzione di soluzione nell'affrontare problemi inventivi, cioè non standard. Al giorno d'oggi, al pari dell'aritmetica, tutti possono studiarlo, basta volerlo.

La possibilità di parallelizzare i calcoli ha reso il computer ancora più efficaci ...

Lo strumento, la conoscenza di base e i modelli all'interno dei quali si colloca lo strumento stesso giocano a questo punto un ruolo fondamentale.

Il libro è scritto con lo scopo di condividere la nostra conoscenza di TRIZ e per insegnare come utilizzare gli strumenti TRIZ per risolvere problemi non standard. Nelle prossime pagine daremo una scorsa generale ad alcune domande di base.

### Che cosa?

Questo libro parla di TRIZ - una teoria per la soluzione di problemi non standard. Questa tecnica fornisce le basi per la creazione di strumenti risolutivi per problemi non standard. Differisce dalle altre teorie per la sua universalità - quest'approccio può essere utilizzato in qualsiasi settore sebbene non possa sostituirsi alla conoscenza specifica di quell'ambito. Allo stesso tempo può essere considerata anche un'applicazione pratica in quanto fornisce delle regole concrete da utilizzare durante la soluzione di un problema.

Cos'è un problema non standard?

Prendiamo ad esempio il seguente quesito proposto cinquant'anni fa e risolto con l'aiuto di TRIZ dal suo inventore, G.S. Altshuller:

*È necessario sviluppare una tuta termicamente protettiva e ignifuga. Deve assicurare una protezione alle alte temperature (100 °C) quando ci si trova in mezzo ad un incendio e contenere un sistema per la respirazione per evitare di inalare gas velenosi sprigionatisi con la combustione. Materiali capaci di resistere alte temperature sono già stati inventati come pure dei sistemi integrati per la respirazione. Quindi cos'è che causa il problema?*

*Il fatto è questo: è quasi impossibile lavorare indossando questa tuta protettiva in quanto è equipaggiata con due sistemi che la appesantiscono: il sistema per la respirazione e quello per la protezione dal calore. C'è da tenere in mente che a volte può essere necessario l'utilizzo di altre apparecchiature o portare fuori dall'incendio persone ferite prendendole in braccio. Come è possibile diminuire il peso dell'equipaggiamento?*



*(fonte: Photo Contest Entry, color, Mar. 1981, "Air Force Fire Fighters" VANDENBERG AIR FORCE BASE, CALIFORNIA (CA) UNITED STATES OF AMERICA (USA), autore AIRMAN MELODY A. WEISS)*

Se il problema fosse riformulato in accordo con uno degli strumenti di TRIZ, si potrebbe immaginare come risolverlo:

*se il sistema per la respirazione fosse escluso, la tuta protettiva sarebbe più leggera ma diventerebbe impossibile respirare e quindi svolgere le operazioni. Se si escludesse, invece, il sistema per la protezione dal calore sarebbe possibile aggiungere alla tuta il sistema per respirazione. Ma come si riuscirebbe a mantenere l'isolamento termico? È necessario creare una tuta termicamente isolante che fornisca sia l'aria necessaria per respirare sia la protezione dal calore, utilizzando le tecnologie e i materiali esistenti.*

Il quesito rimane un problema non standard fino a che non si conosce il metodo per la sua soluzione.

Per risolvere questo problema è stato applicato uno degli strumenti TRIZ: è necessario cambiare e combinare due sistemi in modo tale da mantenere i vantaggi apportati da ciascuno dei due ma in modo da far scomparire gli effetti negativi di entrambi.



Applicare questa regola generale al problema specifico della tuta protettiva può portare ad una descrizione generale della soluzione: è necessario combinare i due sub-systemi in un unico sistema in grado di diminuire il peso della tuta protettiva.

È stato suggerito di utilizzare ossigeno liquido per il sistema dell'isolamento termico portandolo alla temperatura di -183 °C. L'ossigeno liquido nel passaggio al suo stato gassoso assorbe calore dall'esterno raffreddando in questo modo la tuta; l'ossigeno gassoso formatosi può essere utilizzato per la respirazione. Come risultato, non solo è stato ridotto il peso complessivo della tuta, ma è stato anche aumentato il comfort del pompiere che può rimanere più a lungo nelle zone operative. In realtà questa soluzione ha portato anche un beneficio ulteriore: permette infatti di operare anche in zone in cui la temperatura raggiunge i 500 °C.



Sembra la soluzione migliore possibile, non è vero?

L'idea principale di TRIZ afferma che il mondo evolve secondo delle leggi oggettive, che possono essere studiate e realizzate praticamente. Il processo creativo non può e non deve essere un'eccezione in quanto se ne conoscono le regole che gli stanno alla base.

Come lettore, leggendo quest'introduzione puoi far subito conoscenza con TRIZ. Puoi vedere le animazioni che riflettono il cuore della storia di questa teoria e andare più a fondo leggendo e studiando il materiale educativo. Sta a te decidere!

La tua conoscenza potrà essere trasformata in capacità e in successi quando toccherai con mano l'efficacia di questo metodo. Potrei rendertene conto inizialmente risolvendo alcuni esercizi o durante le lezioni e perfino nell'esperienza della vita di tutti i giorni. Con i tuoi sforzi non solo sarai in grado di cambiare lo svolgimento del gioco come descritto prima, ma anche il corso della tua vita.

### **Chi?**

Qualsiasi sia la tua età o la tua professione, sicuramente ti sarai reso conto che viviamo in un mondo pieno di problemi e che passiamo molto del nostro tempo a cercare di risolverli. Il libro è scritto con l'aiuto del programma *Lifelong Learning* ed è indirizzato a persone di tutte le età e di tutte le professioni. Potrei leggerlo da solo o con l'aiuto di un insegnante; speriamo questo sia il punto di partenza per uno studio più approfondito di TRIZ e dei suoi strumenti.

### **Dove?**

La versione cartacea di questo libro sarà diffusa in tutti paesi partner del progetto in diverse lingue: inglese, francese, tedesco italiano e lituano. Potrai stampare questo libro o leggerlo direttamente dal sito. Potrai trovare informazioni su conferenze, seminari, libri, riviste e forum. Non è importante quale sia la tua conoscenza iniziale di TRIZ. È molto più importante il risultato che potrei raggiungere. Alcune delle aziende che hanno ottenuto dei risultati pratici con l'utilizzo di TRIZ sono: *ABB, Ford, Boeing, General Motors, Samsung, Chrysler, LG, Eastman Kodak, Peugeot-Citroen, Exxon, Siemens, Procter & Gamble, Digital Equipment, Xerox, Hewlett Packard, Motorola e molte altre...*

### **Quando?**

Se non nei 5 minuti liberi per iniziare la tua conoscenza di TRIZ, potrei farlo durante le lezioni, nel tempo passato sui mezzi pubblici o nelle sale d'attesa del dottore. Potresti suggerire un'interessante quesito durante una festa con i tuoi amici: questo animerà la tua festa e dimostrerà come la ricerca caotica di una risposta soddisfacente differisca dalla soluzione ottimale che tu sarai capace invece di raggiungere.

### **Perché?**

**per migliorare la qualità della vita:** per raggiungere successi professionali, migliorare la tua posizione sociale o perché no, per avere gratificazioni economiche.

**Per diventare speciale:** per guardare il mondo da un altro punto di vista, per non farsi spaventare da ciò che non si conosce, per trovare una soluzione da poter confrontare con chi non è in grado di ottenerne nessuna.

**Per avere delle grandi soddisfazioni** dal vedere che l'impossibile diventa possibile, per aiutare o per rendere qualcuno felice. Rimarrai soddisfatto anche nell'acquisire capacità persino dove non hai nessuna competenza.

Ci piacerebbe vederti all'opera, tra le persone che non solo ricercano soluzioni a domande difficili ma che sono anche alla ricerca di se stessi. Caro lettore non perdere tempo! Ti auguriamo un successo strepitoso!!!

## 1.3 TETRIS<sup>1</sup> OTSM-TRIZ    Glossario: Soluzione



### 1.3.1 Problema

#### 1.3.1.1 Problema Tipico.

##### Definizione:

Un problema tipico è un problema caratteristico di alcuni campi dell'attività umana, per il quale sono note soluzioni tipiche.



##### Teoria:

Una delle Sub-Function di ARIZ di Altshuller (ARIZ 85-C) è la trasformazione della descrizione di un problema non tipico in uno tipico di cui se ne conosce la soluzione. Quindi è possibile usare le soluzioni tipiche di TRIZ o/e quelle provenienti dai settori in cui questo genere di problemi sono più frequenti e ben conosciuti.

#### 1.3.1.2 Problemi non tipici (vedi: situazione (problema) innovativa).

Ai margini dei problemi non tipici di OTSM-TRIZ.

#### 1.3.1.3 Situazione innovativa (problematica, inventiva)

##### Definizione:

Una situazione innovativa è una situazione che vorremmo cambiare ma nella quale, per qualche ragione, le soluzioni tipiche già conosciute non possono essere di aiuto.



##### Teoria:

Alcune situazioni innovative si presentano a causa di fenomeni indesiderati che devono essere eliminati o ridotti. Più generalmente si può considerare una situazione innovativa una situazione insoddisfacente in quanto: vorremmo cambiare qualcosa ma ciò non è possibile per alcune ragioni oppure perché i cambiamenti che vorremmo fare conducono a conflitti tra alcuni componenti presenti nella situazione problematica. A volte una situazione innovativa si presenta quando vorremmo spiegare alcuni fenomeni sconosciuti che avvengono in natura, ricerche scientifiche, processi manifatturieri o economici di un'organizzazione ecc. Qualsiasi tipo di contraddizione tra un fenomeno naturale e una conoscenza scientifica può essere considerata come una situazione innovativa: è necessario pensare ad un nuovo modello capace di risolvere le contraddizioni tra i fenomeni della vita reale e le attuali teorie scientifiche.

Ancora più in generale: qualsiasi tipo di insoddisfazione derivante dallo stato attuale di un certo sistema che non è possibile cambiare all'interno degli stereotipi moderni e per mezzo di soluzioni tipiche può essere considerata come una situazione innovativa.

### 1.3.2 Soluzione

#### 1.3.2.1 Soluzione Tipica

##### Definizione:

Si definisce come una delle soluzioni già note di un problema tipico presentato in forma generale. È il metodo risolutivo utilizzato da molti professionisti che le apprendono sia durante la loro educazione professionale sia durante l'esperienza lavorativa.



Per una situazione specifica possono essere adattate anche soluzioni generali. Quindi soluzioni tipiche diventano soluzioni implementate (vedi: Soluzioni Implementate).

<sup>1</sup> All'inizio degli anni '80 un numero via via sempre più grande di persone ha iniziato ad utilizzare TRIZ non solo per risolvere problemi ingegneristici, ma anche per altri tipi di problemi perfino nella vita privata. Per questo motivo Altshuller iniziò a scrivere nei suoi articoli che TRIZ doveva essere trasformato nella Teoria Generale del Pensiero Potente. OTSM è l'acronimo russo dato dallo stesso Altshuller alla teoria. A seguito della ricerca effettuata sotto la sua supervisione, nel luglio del 1997 Altshuller concesse a Nikolai Khomenko il permesso di utilizzare il nome OTSM per la sua ricerca. Ciò fu permesso sotto la condizione che si dovesse narrare la storia ogni qualvolta si utilizzasse il nome; questo è il motivo della presenza della nota.

## 1.3.2.2 Soluzione Non Tipica

### Definizione:



È una soluzione che è sconosciuta anche ai professionisti che lavorano alla Situazione Problematica (innovativa). Per maggiori dettagli si veda: Situazione Innovativa (problematica).

## 1.3.2.3 Direzioni di soluzione

### Definizione:



Nella struttura del processo di problem solving di OTSM-TRIZ (vedi: OTSM-TRIZ Modello Di un Processo di Problem Solving) è possibile distinguere diverse direzioni di analisi di un problema non tipico. Le direzioni di soluzione mostrano come nasce una soluzione implementata a partire da una descrizione iniziale di una Situazione Innovativa non tipica (vedi: Situazione Innovativa).

### Teoria:

Il sistema di base di molte direzioni di soluzione è stato sviluppato con scopi educativi, ma si è anche dimostrato utile per evitare incomprensioni tra i membri di un team di problem solving o tra un consulente OTSM-TRIZ e i suoi clienti.

Ora verrà approfondita una direzione di analisi di una situazione problematica - quella della costruzione di una soluzione usata in pratica - sotto specifiche condizioni.

Qui di seguito verranno elencati i requisiti necessari per poter applicare la direzione di soluzione che, secondo la nostra opinione, è la più importante in termini del processo di problem solving OTSM-TRIZ:

La direzione (o linea) deve essere coordinata con l'intero insieme di linee di analisi della situazione problematica e di sintesi della soluzione sulla base dei modelli di TRIZ Classico proposti da Altshuller [G. ALTSCHULLER : Process of Solving an Inventive Problem: Fundamental Stages and Mechanisms. April 6, 1975. (<http://www.trizminsk.org/c/126002.htm>)].

La linea non deve dipendere dagli strumenti utilizzati per l'analisi in modo da rendere flessibile il suo uso con diversi strumenti di problem solving.

La linea non deve dipendere dalle aree di conoscenza pertinente con il problema in modo da essere universale e indipendente dal tema affrontato.

La linea deve essere semplice e comprensibile dagli esperti del problema anche senza una specifica conoscenza delle tecniche di problem solving, in modo da poter coinvolgere team di esperti in settori vicini a quello del problema e per poter comunicare con un linguaggio concreto.

### Modello:

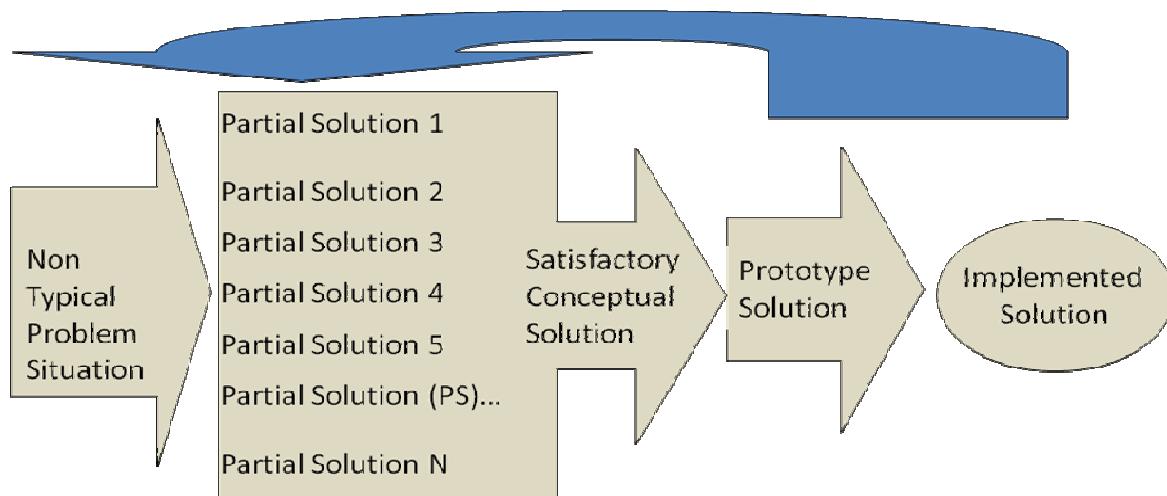


FIGURA 1. DIREZIONI DI SOLUZIONE DI OTSM-TRIZ.

## Teoria:

Durante il processo di problem solving OTSM-TRIZ si utilizzano soluzioni tipiche di un certo campo di conoscenza specifico o soluzioni e tecniche tipiche di TRIZ per ottenere Soluzioni Concettuali Parziali (PS) o Soluzioni Parziali (vedi: *Soluzioni Concettuali Parziali*). Ogni Soluzione Parziale può essere rappresentata come un sistema ipotetico. Questi sistemi ipotetici (PS) possono essere fatti convergere seguendo le regole di TRIZ per la convergenza dei sistemi e produrre così nuove soluzioni parziali. Una volta ottenuta una Soluzione Soddisfacente (vedi: *Soluzioni Soddisfacenti*) si può passare dalla fase delle soluzioni concettuali a quella di implementazione e sviluppare Soluzioni Prototipali e Implementate (vedi: *Soluzioni Prototipali e Soluzioni Implementate*).

Nel corso dell'implementazione di una buona soluzione concettuale (Fase dei Prototipi e delle Soluzioni Implementate) possono nascere nuove situazioni problematiche. Si può applicare quindi il processo di problem solving OTSM-TRIZ per correggere quelle soluzioni concettuali affette dai nuovi problemi. Il processo può essere iterato fino a quando la soluzione concettuale non sia stata implementata con una qualità soddisfacente.

Molti professionisti, che si trovano a dover risolvere un problema, hanno la convinzione che maggiore è il numero di idee generate nel corso dell'analisi del problema migliore sarà il risultato finale. Ma allo stesso tempo dovrà essere usata soltanto una di quelle soluzioni generate. Potremmo considerare questa soluzione (che potrà essere rappresentata da oggetti materiali specifici, da specifiche azioni o da una teoria da applicare) il fine ultimo del processo di problem solving e chiamarla Soluzione Implementata.

In altri termini generare un alto numero di soluzioni concettuali è da considerarsi una perdita di tempo e di risorse che dovrebbe essere evitata per aumentare l'efficienza del processo di innovazione.

Anche un'idea ovvia ma fuori dal comune è spesso vista come novità persino nell'ambiente dei problem solver professionisti. Allo stesso tempo, chi lavora regolarmente con l'analisi dei problemi e con il problem solving sa che mentre si procede con l'analisi possono nascere molte idee risolutive. Spesso queste idee sono confuse, non supportate da una conoscenza adeguata, oppure possono avere numerosi svantaggi pur avendo nello stesso tempo effetti positivi per la risoluzione del problema specifico. Queste idee, descritte nella forma di un insieme di proprietà positive e negative secondo lo schema di OTSM-TRIZ, sono chiamate Soluzioni Concettuali Parziali o Soluzioni Parziali (PS).

Tuttavia, nel corso dell'iter verso la soluzione del problema, queste Soluzioni Parziali si integrano gradualmente l'una con le altre formando un profilo più delineato di un'ulteriore Soluzione Implementata. Questo tipo di soluzioni, formate da un sistema di Soluzioni Concettuali Parziali, vengono chiamate Soluzioni Concettuali Converse (CCS).

Le differenze tra una Soluzione Concettuale Conversa e una Soluzione Concettuale Parziale consistono in:

- Le Soluzioni Concettuali Converse sono più concrete e più vicine alla realtà diversamente dalle Soluzioni Concettuali Parziali che sono vaghe e frammentate rispetto alle soluzioni usate realmente;
- Le Soluzioni Concettuali Converse sono create in modo tale che le proprietà positive delle varie PS siano sommate producendo un effetto sinergico mentre le proprietà negative delle stesse vengano ridotte o addirittura eliminate;
- Le Soluzioni Concettuali Converse sono valutate non solo per il loro effetto positivo ma anche per gli svantaggi e per gli effetti negativi a cui potrebbero dar vita con la loro realizzazione. Per rilevare eventuali effetti indesiderati vengono effettuate delle simulazioni al computer o degli sforzi mentali per ciascuna delle CCS;
- Le Soluzioni Concettuali Converse contengono le Soluzioni Concettuali Parziali come elementi costitutivi. Inoltre alcune CCS possono godere delle capacità delle pro-

prietà di elementi appartenenti ad altre CCS.

Come risultato di un'integrazione di una CCS con un'altra CCS e con una PS si può verificare la presenza di effetti indesiderati e di proprietà negative, ma l'effetto negativo complessivo sarà comunque minore rispetto alla proprietà positive apportate, in modo da rendere la soluzione accettabile. Ciò giustifica il fatto di chiamare la nuova soluzione ottenuta come Soluzione Concettuale Soddisfacente.

Le caratteristiche di una Soluzione Concettuale Soddisfacente comparata con una Soluzione Concettuale Conversa sono:

- gli effetti positivi superano largamente quelli negativi, a tal punto che in alcune condizioni particolari si possono considerare completamente annullati;
- mentre il numero delle PS e delle CCS può essere molto alto, il numero dei Soluzioni Concettuali Soddisfacenti raramente supera le 5 o 6 unità (possono arrivare a 10-20 considerando tutte le varianti);
- la descrizione di una Soluzione Concettuale Soddisfacente è più specifica e definita rispetto alle PS e alle CCS, a tal punto che è possibile definire i materiali o di componenti necessari e iniziare lo sviluppo per la realizzazione di prototipi.

Tutto ciò appena descritto deve essere ben chiaro nella mente del problem solver. Le idee generate devono essere controllate con esperimenti mentali, disegni, o simulazioni al computer. A volte, per validare alcune PS o ICS sono necessari esperimenti in scala reale per poter selezionare o scartare alcune di esse in base alla loro efficienza. Le Soluzioni Concettuali Soddisfacenti selezionate e validate con la realizzazione di un prototipo fisico o numerico sono chiamate Soluzioni Prototipate.

Se in alcuni casi sono state sufficienti alcune prove teoriche, per la verifica e per la validazione di Soluzioni Prototipate sono necessari esperimenti in scala reale che tengano conto della fisica del sistema. Inizia cioè il passaggio che porta l'idea alla sua realizzazione, come ad esempio: studio di meccanismi di strutture per problemi ingegneristici, organizzazione di gruppi di persone, eventi, previsioni per problemi della sfera economica.

Anche se nella fase di implementazione si ha a che fare con l'embodiment materiale delle idee, possono nascere nuovi problemi che richiedono per la loro risoluzione esperimenti mentali, analisi approfondite, e la generazione di ulteriori Soluzioni Concettuali. In altre parole, è necessario applicare ancora una volta il meccanismo di problem solving che ha portato ad ottenere le Soluzioni Concettuali selezionate per la fase prototipale.

Dopo aver condotto il test, aver risolto tutti i problemi e aver preso la decisione di passare dal prototipo alla fase di implementazione potrebbero nascere nuovi problemi caratteristici di questa precisa fase. Possiamo quindi usare di nuovo lo stesso processo per ottenere nuove soluzioni concettuali, da usare per arrivare a soluzioni utilizzabili per la realizzazione di ulteriori prototipi.

È quindi possibile descrivere in forma generale il processo che indica come affrontare il problema a partire dalla situazione iniziale fino ad arrivare alla soluzione praticamente poi realizzata. Questo è composto da tre fasi:

1. studi e simulazioni intellettuali della situazione problematica per l'ottenimento di soluzioni concettuali;
2. simulazioni in scala reale e controlli sperimentali delle soluzioni concettuali ottenute in modo da ottenere un prototipo fisico testato della soluzione concettuale;
3. implementazione del prototipo finale e suo uso pratico.

Questo è solo uno degli schermi più generali di OTSM-TRIZ; esso presenta i diversi approcci al processo di trasformazione della Descrizione della Situazione Problematica Iniziale alla rea-

lizzazione della Soluzione Implementata (materiale o non materiale).

Questo schema viene chiamato Direzione di Soluzione:

- Descrizione della Situazione Problematica Iniziale – senza una soluzione accettabile;
- Soluzione Concettuale (Soluzioni Concettuali Parziali, Converse e Soddisfacenti) - descrizione di una soluzione accettata per la prototipazione o per l'implementazione;
- Soluzione Prototipata – il prototipo è stato e accettato per l'implementazione;
- Soluzione Implementata – il risultato atteso testato e accettato.

La Descrizione della Situazione Problematica Iniziale è solitamente vaga. Non risulta sempre chiaro quali siano gli scopi e quali mezzi possono essere utilizzati. C'è solo una descrizione di alcuni Effetti Indesiderati, o di qualcosa che va eliminato o cambiato.

La Soluzione Implementata è un prodotto specifico che elimina la situazione problematica iniziale. Il problema può essere di varia natura:

- materiale, per esempio apparecchi elettronici, macchine meccaniche o edifici;
- non materiale, per esempio teorie e metodologie, sensazioni nel valutare un quadro o un'altra opera d'arte;
- azioni già svolte per l'ottenimento di un determinato scopo;
- una combinazione di questi.

L'approccio OTSM-TRIZ è un valido aiuto nel passaggio dalla Descrizione della Situazione Problematica Iniziale ad una Soluzione Concettuale. Questo è il suo scopo finale e la sua funzione del processo di problem solving. Allo stesso tempo, però, poiché alcuni problemi nascono sia nel passaggio alla Soluzione Prototipata, o nel passaggio alla Soluzione Implementata, si può dire che l'approccio OTSM-TRIZ è applicabile in qualsiasi fase del processo di problem solving – dalla Descrizione della Situazione Innovativa (Problematica) Iniziale alla Soluzione Implementata. Un po' come la matematica: essa viene usata sia per stimare e valutare alcuni concetti iniziali, sia per i calcoli necessari alla realizzazione di prototipi, sia per i calcoli necessari nel passaggio dal prototipo alla Soluzione Implementata. Come nel caso della matematica, l'approccio OTSM-TRIZ può essere usato in tutti i generi di problemi specifici dovuti a fenomeni indesiderati o situazioni insoddisfacenti per ottenere soluzioni concettuali riguardanti come questi fenomeni possono essere diminuiti (eliminati) o come con le situazioni indesiderate possono essere modificate.

Classificazione dei tipi principali di soluzioni usate nello schema dell'approccio OTSM-TRIZ all'analisi della situazione problematica:

1. **Descrizione della Situazione Problematica Iniziale** - descrizione di un qualcosa di indesiderato senza una soluzione accettabile per la sua eliminazione;
2. **Soluzione concettuale** - descrizione di una soluzione accettata per la fase di prototipazione e di implementazione.
  - 2.1 **Soluzione Concettuale Parziale** - risultato della fase di analisi del processo di problem solving
  - 2.2 **Soluzione Concettuale Conversa** - risultato della fase di sintesi del processo di problem solving
  - 2.3 **Soluzione Concettuale Soddisfacente** o semplicemente **Soluzione Concettuale** – è una **Soluzione Conversa** che ha passato il test degli esperimenti mentali o delle simulazioni al computer ed è stata accettata per la fase prototipale o di implementazione
3. **Soluzione Prototipale** - prototipo testato e accettato per l'implementazione
4. **Soluzione Implementata** - risultato del processo di problem solving che è stato testato e accettato

## 1.3.3 Modelli per la rappresentazione degli Elementi di una Situazione (Problematica) Innovativa

### 1.3.3.1 ENV Model

#### Teoria:

Il modello ENV basato su OTSM è uno dei due più importanti modelli per la comprensione di entrambe le teorie, TRIZ Classico e OTSM, e dei loro strumenti per un problem solving efficiente.

Ma cosa l'ENV model? Per cosa è stato introdotto e come il suo modello teorico può essere usato per le necessità pratiche di tutti i giorni?

#### Definizione:



ENV sta per: *Elemento - Nome* di una proprietà - *Valore* della proprietà.

#### Teoria:

L'ENV model è utilizzato per formalizzare la descrizione degli elementi appartenenti ad una situazione problematica da analizzare. Questa è una delle funzioni sia del System Operator (SO) di TRIZ Classico (vedi: System Operator) sia del System Operator Avanzato (ASO) e sviluppato nel corso del passaggio da TRIZ Classico a OTSM. Il System Operator di TRIZ Classico è un componente del System Operator Avanzato che a sua volta è incluso nell'ENV model di OTSM.

L'uso dell'ENV model può semplificare la comprensione di molte sfumature di TRIZ Classico e dell'utilizzo pratico di alcuni strumenti. Inoltre, rende il processo educativo più logico e trasparente. Tutte le classificazioni che si possono applicare nel contesto del processo di problem solving basato su OTSM-TRIZ sono fondate sulle ENV model. Può essere utile anche quando nasce la necessità di integrare alcuni strumenti di TRIZ Classico o di OTSM con altri strumenti per il lavoro intellettuale, come il Sei Sigma, il metodo di Taguchi, QFD, vari tool per il planning strategico per la gestione dei progetti, vari sistemi computerizzati per la gestione della conoscenza, Neurolinguistic Programming (NLP) e molti altri. Questa è un'ulteriore ragione per la quale questo modello è presente in OTSM-TRIZ: la semplificazione dell'integrazione di OTSM-TRIZ con altri strumenti complementari per l'attività intellettuale.

Le tre funzioni principali dell'ENV Model di OTSM sono:

- La descrizione degli elementi coinvolti nella situazione innovativa.
- Semplificare l'educazione rendendo trasparenti i collegamenti tra i modelli teorici e gli strumenti pratici di OTSM-TRIZ.
- Semplificare l'integrazione di TRIZ Classico e dei suoi strumenti con altri complementari creati a supporto dell'attività intellettuale.

I tre componenti principali del ENV model sono:

- l'elemento
- il parametro
- il valore.

#### Esempio:



Nella vita di tutti giorni siamo soliti utilizzare una versione semplificata del ENV model (Figura 2: il modello “Element-Feature”). Se proviamo a descrivere una “mela” a qualcuno che non l'ha mai vista prima o proviamo a spiegare ad uno straniero significato della parola “mela”, potremmo dire: è un frutto, duro abbastanza, che può essere verde, giallo o rosso, tipicamente abbastanza dolce ma non troppo, sferico o ovale, cresce sugli alberi, ecc. In molti casi questo è sufficiente per un'efficace comunicazione e per la descrizione di un oggetto reale o immaginario. Questo modello è chiamato Element – Property.

**Modello:**

Name of an element and list of its features.

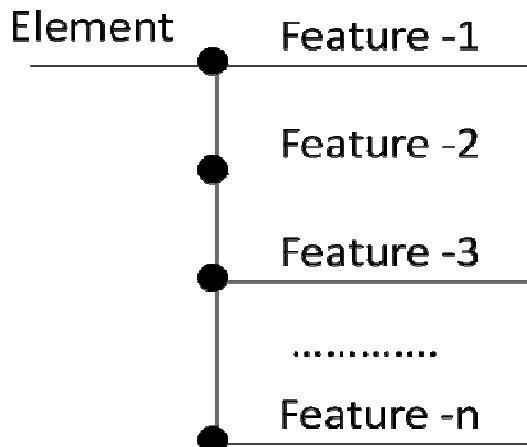


FIGURA 2: MODELLO “ELEMENT-FEATURE”.

**Teoria:**

Comunque, per il superamento dell'inerzia psicologica e per risolvere facendo innovazione una situazione problematica in maniera efficiente è preferibile utilizzare un modello più dettagliato nel quale la proprietà è divisa nel suo Nome e nel suo Valore. Da notare che in OTSM-TRIZ *proprietà* è sinonimo di: parametro, variabile, proprietà, caratteristica, ecc. In altre parole è sinonimo di tutto ciò che è possibile usare per descrivere un certo Elemento che può essere presentato attraverso il suo nome e una serie dei suoi valori.

**Modello:**

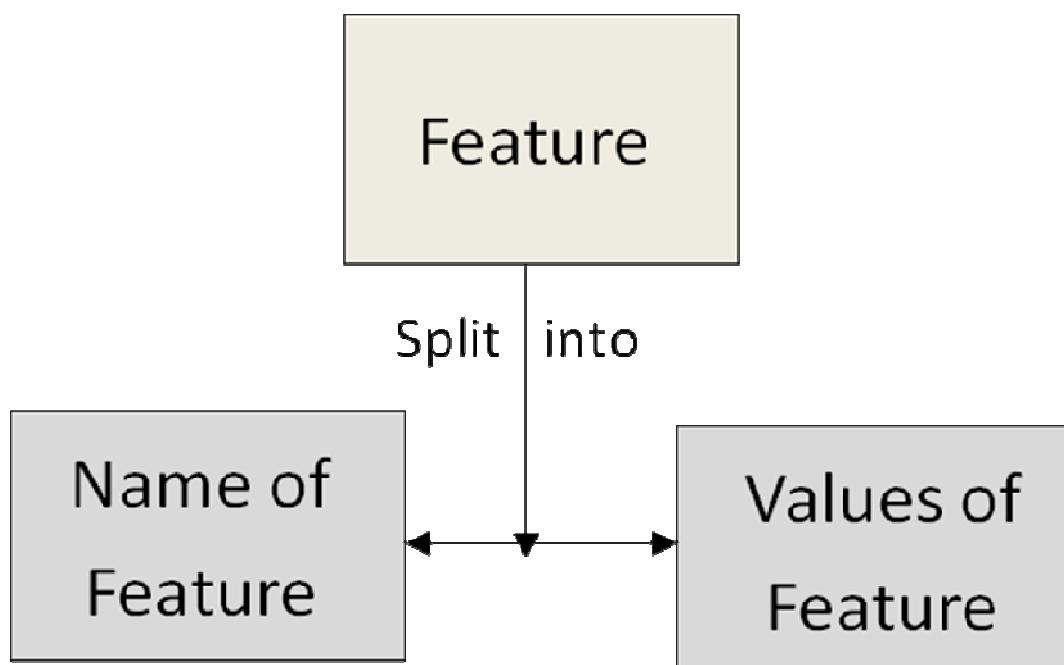


FIGURA 3: PROPRIETÀ DI UN ELEMENTO DIVISA IN NOME DELLA PROPRIETÀ E VALORE DELLA PROPRIETÀ

**Esempio:**



Elemento: una Mela - può essere descritta con un set di parametri: tipo di vegetale, durezza, colore, grado di dolcezza, forma, tipo di pianta su cui cresce, ecc.

Ciascuno di questi parametri può avere un valore specifico: il tipo di vegetale ha il valore - frutta; la durezza ha il valore - dura abbastanza; il colore può assumere diversi valori - verde, giallo, rosso; il grado di dolcezza ha il valore - dolce abbastanza ma non troppo; il parametro forma ha il valore - sferico o ovale; tipo di pianta su cui cresce - sugli alberi.

## Model: Element - Name – Value (ENV)

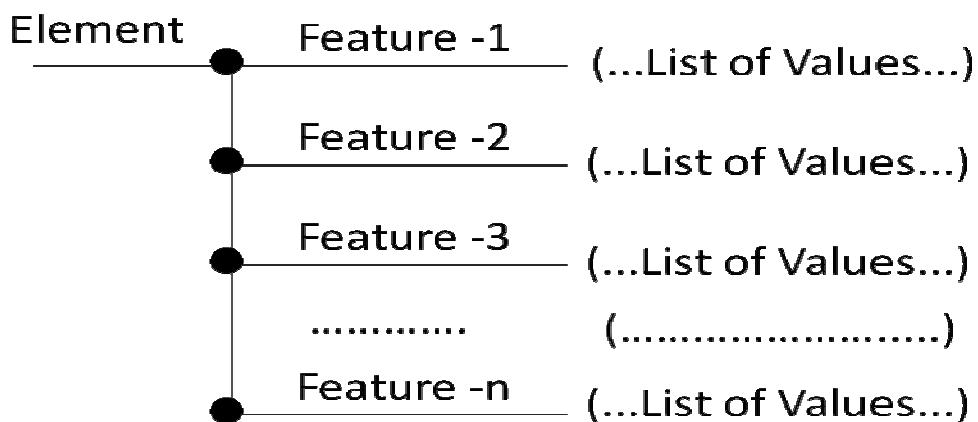


FIGURE 4: GENERAL MODEL: “ELEMENT-NAME-VALUE” (ENV)

**Teoria:**

Ciascuno dei parametri utilizzati per descrivere un certo oggetto deve poter assumere altri valori nella descrizione di elementi diversi. In altre parole quando si dice che la proprietà “colore” di una “mela” può assumere i valori “rosso, giallo e verde”, si fornisce un’informazione utile solo se altri oggetti del mondo possono assumere colori differenti (per esempio viola, arancione, blu, ecc.).

L’ENV model deve essere visto come uno spazio multidimensionale di parametri. Questa visione dell’ENV model porta molti vantaggi utili per incrementare il livello di formalizzazione nel corso della risoluzione di problemi complessi e interdisciplinari.

Il concetto di contraddizione di TRIZ Classico mostra esattamente quali parametri di quali elementi possono assumere diversi valori, e le Regole Di Convergenza introdotte in TRIZ Classico da Igor Vertkin [Igor Vertkin. Механизмы свертывания технических систем.] possono aiutare a trasferire queste caratteristiche ad altri componenti di un sistema al fine di aumentarne la sua idealità.

Usare l’ENV model per insegnare TRIZ Classico può aumentare la chiarezza espositiva, aiutando a capire cosa hanno in comune gli elementi presenti nel sistema e come è possibile invece distinguere gli uni dagli altri.

Infine, ma non in ordine d’importanza, la nozione di Elemento come quella di Parametro e di Valore non sono qualcosa di assoluto ma di relativo. In alcuni casi specifici il colore rosso può essere trattato come elemento da migliorare in termini delle sue caratteristiche: ad esempio la sua diffusione sulla superficie colorata (possibili valori: uniforme, a macchia, a righe, a cerchi) o la sua saturazione (possibili valori: saturazione altra, media, bassa, saturazione simile ad un tramonto o simile ad una rosa rossa, ecc.). Questo relativismo è basato sull’Assioma Della Si-

tuazione Specifica di TRIZ Classico e permette di utilizzare quest'assioma teorico come un utile strumento pratico per il superamento dell'inerzia psicologica per generare Soluzioni Concretuali Soddisfacenti.

Per TRIZ Classico il modello appena descritto di ENV model rappresenta un ottimo strumento. Per applicazioni più avanzate con problemi più complessi è necessario studiare, invece, la Struttura Frattale di un ENV model.

### 1.3.3.2 Elemento (componente)

(Vedi anche: ENV model)

#### Definizione:

Nel contesto di OTSM-TRIZ si considera elemento tutto ciò che può essere pensato. Non è importante che sia materiale o immateriale, se possiamo toccarlo o sentirlo attraverso i nostri sensi direttamente o indirettamente, se appartiene alla nostra immaginazione o se appartiene al mondo delle favole.



#### Esempio:

Esempi del mondo reale: degli alberi, un prato, gli uomini, gli animali, dei sistemi tecnici. Esempi di modelli usati o ancora in uso per la rappresentazione scientifica del Mondo: la teoria del Flogisto, Teoria della Relatività, Leggi Oggettive della Natura, Matematica, ecc.

### 1.3.3.3 Parametro (variabile, sinonimi: proprietà, feature, caratteristica, ecc.)

(Vedi anche: ENV model)

#### Definizione:

Nel contesto di OTSM-TRIZ un parametro appartiene sempre ad un Elemento e può assumere almeno due valori diversi.



#### Esempio:

Elemento: Colore

Parametro: Saturazione

Il parametro può assumere valori diversi: rosso come un tramonto estivo, rosso come una rosa rossa, rosso come un pomodoro, rosso come un fenicottero.



Elemento: Affermazione

Parametro: Veridicità

Il parametro può assumere due valori: Vero e Falso.

Allo stesso tempo però anche la Verità è un elemento che può essere caratterizzato da un set di parametri. Per esempio: parametro "grado di verità": completamente vero, parzialmente vero, assolutamente falso. Parametro "tempo in cui qualcosa può essere vero o falso": la teoria del Flogisto è stata considerata vera finché non fu sviluppata la Teoria della Termodinamica, e oggi il Flogisto considerato falso.

### 1.3.3.4 Valore

(Vedi anche: ENV model)

#### Teoria:

Ogni parametro (variabile) connesso ad un certo elemento può assumere un insieme limitato di valori tra i possibili valori che possono essere associati a quel parametro (a cominciare da almeno due valori diversi fino ad un set infinito di valori).

### 1.3.3.5 System Operator (schema multi schermo del pensiero potente)

#### Teoria:

Il System Operator (SO) o, come lo chiamò Altshuller *Schema Multi Schermo del Pensiero Potente*, mostra il modello del pensiero potente nel corso del processo di problem solving (Figura 5: System Operator o Schema Multi Schermo Del Pensiero Potente di TRIZ Classico). L'apprendimento di questo modello e soprattutto delle capacità di utilizzarlo sono state il cuore del programma educativo di Altshuller. Proprio per questo motivo è stato codificato ARIZ. Altshuller ha spesso sottolineato che ARIZ non è altro che uno schema multi schermo presentato sotto forma di linee guida per l'analisi di una situazione problematica. Ciò significa che lo scopo di ARIZ è l'insegnamento nel modo più efficiente per utilizzare System Operator nel problem solving.

#### Modello:

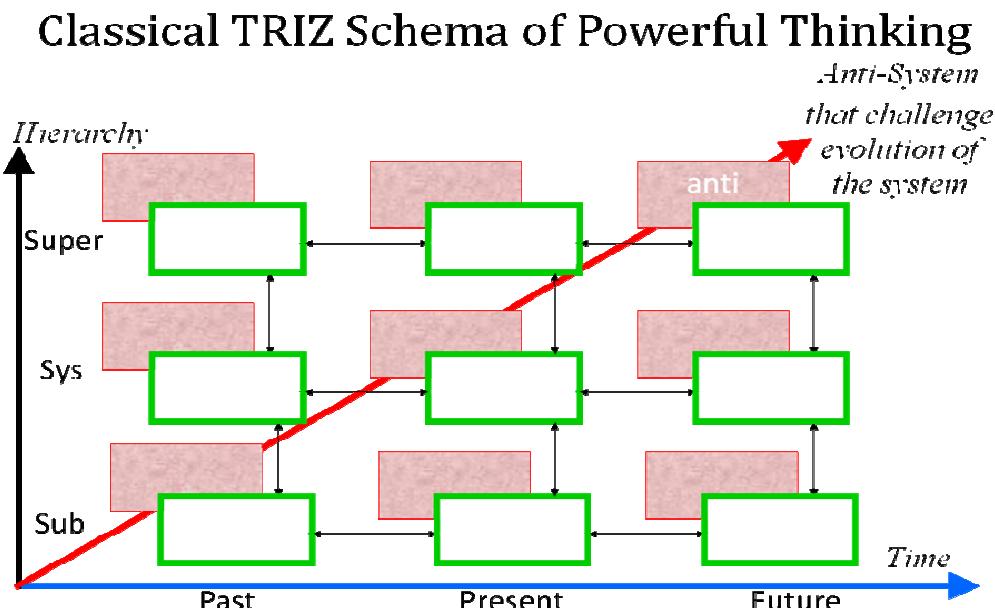


FIGURA 5: SYSTEM OPERATOR O SCHEMA MULTI SCHERMO DEL PENSIERO POTENTE DI TRIZ CLASSICO

#### Teoria:

il System Operator può essere visto come uno spazio parametrico tridimensionale:

- Dimensione Gerarchica del Sistema: per qualsiasi elemento preso in considerazione (System) è sempre possibile considerare sia le parti che lo compongono (Subsystem) che l'ambiente a cui appartiene (Supersystem);
- Dimensione Temporale: qualsiasi sia l'istante temporale preso in considerazione nell'analisi o nella descrizione (Presente) deve essere considerato come una fase di una sequenza temporale, quindi con un Passato e un Futuro;
- Dimensione dell'anti System: per qualsiasi proprietà dell'elemento presa in considerazione, questa dimensione suggerisce di considerare il valore opposto della stessa proprietà (anti proprietà); in questo senso, la combinazione di più anti proprietà caratterizza un anti System.

Per praticità è utile considerare ciascuna di queste tre come composizione di diverse dimensioni. Per esempio, spesso ci si trova a lavorare in una situazione in cui un Elemento appartiene a più di una gerarchia di sistemi. In una automobile l'airbag appartiene al cruscotto o alle portiere o al volante ma allo stesso tempo appartiene anche al sistema di sicurezza della macchina.

Un altro esempio: in relazione alla situazione specifica si può considerare la dimensione temporale come un tempo storico (se stiamo studiando l'evoluzione di un certo sistema), come il

tempo di processo (mentre si analizza la catena di eventi, anche con le loro relazioni causa-effetto), con il ciclo di vista di un elemento di un sistema, o in termini di velocità e di accelerazione qualora queste variabili siano rilevanti per la situazione specifica.

Il System Operator può essere usato come strumento a sé stante con diverse funzioni all'interno del processo di problem solving. Per esempio, durante le fasi preliminari, durante la ricerca di problemi alternativi la cui soluzione permette di ottenere lo stesso scopo, una visione multi schermo aiuta a trovare soluzioni che non soltanto vanno a prevenire la causa del problema ma che cercano effetti di compensazione o di mitigazione, o per cambiare la scala dello spazio delle soluzioni per evitare inerzie psicologiche. Inoltre, durante la fase di ricerca delle risorse, il System Operator aiuta a focalizzare l'attenzione su tutti gli aspetti rilevanti del sistema e del suo ambiente, andando ad analizzare qualsiasi fase temporale a qualsiasi livello di dettaglio con un approccio sistematico.

L'utilizzo di ARIZ aiuta a capire quale dimensione temporale dello schema multi schermo sia più opportuno usare. Invece per un utilizzo diretto del System Operator, ad esempio per la ricerca dell'analisi delle risorse come indicato al passo 2.3 di ARIZ-85 C o per l'individuazione della giusta situazione iniziale, è necessario distinguere tra System Operator per Elemento e System Operator per Sistema. Qual è la differenza?

Per usare il SO in un contesto di System bisogna prima di tutto formulare esplicitamente e con chiarezza la Funzione Principale del sistema da considerare. Non appena si identifica la Funzione sarà anche automaticamente identificato il Prodotto del system. Sulla base del Prodotto della Funzione si possono identificare quindi anche i vari Subsystem: il Tool, la Trasmissione, il Motore e l'Unità di Controllo dei sistemi tecnici.

Nel corso dell'evoluzione di TRIZ Classico Altshuller arrivò alla conclusione che in un System Operator possono essere introdotte ulteriori dimensioni. Nonostante ciò non riuscì a trovare una rappresentazione grafica per rappresentare le varie dimensioni aggiunte al System Operator classico.

### 1.3.3.6 Modelli OTSM-TRIZ del processo di Problem Solving

#### Introduzione:

L'approccio al problem solving di OTSM-TRIZ può essere rappresentato con un certo numero di modelli diversi che ne chiariscono la sua struttura e le sue peculiarità.

Insieme all'ENV model, i modelli descritti in seguito rappresentano il concetto che sta alla base di tutti gli strumenti di TRIZ Classico e di OTSM-TRIZ.

Uno dei primi passi verso il miglioramento del processo di problem solving ha riguardato il cambiamento del classico e stereotipico concetto che ancora oggi è comune a molti Metodi di Problem Solving Creativo: la necessità di generare il maggior numero possibile di idee diverse per poi selezionare la migliore come soluzione al problema specifico. Genrich Altshuller formulò ed esagerò la contraddizione che nasce da questo paradigma: maggiore è la varietà delle soluzioni generate e maggiore sarà il tempo necessario per individuare le soluzioni che soddisfano il problema inventivo specifico. A partire da questa contraddizione nasce il Fine Ultimo di TRIZ Classico: la creazione cioè di un metodo di problem solving in grado di generare un'unica soluzione in grado però di essere soddisfacente per la situazione problematica (innovativa) specifica.

È necessario specificare che tutti modelli descritti di seguito hanno avuto lo scopo di orientare verso lo sviluppo di strumenti ben precisi. Comunque i modelli stessi possono essere usati direttamente come strumenti.

### 1.3.3.7 Modello a “Funnel” (imbuto) di un processo di problem solving basato su TRIZ

#### Teoria:

In linea con il risultato finale o Ultimate Goal di un metodo capace di generare un'unica soluzione come output del processo stesso, nasce la prima idea generale di processo di problem solving: di Modello a Imbuto (Funnel). Un input largo all'inizio del processo di problem solving che rappresenta i dati raccolti dall'analisi della situazione iniziale, è un'output stretto che rappresenta invece la soluzione soddisfacente. Il processo di problem solving deve essere racchiuso all'interno di questo imbuto in modo tale da evitare al problem solver l'utilizzo del trial & error. C'è da dire che ancora questo modello non è stato completato al 100% anche se sono stati portati dei grandi miglioramenti sia da Altshuller prima che dei suoi collaboratori poi. Nel corso dell'evoluzione di TRIZ Classico e della sua transizione verso OTSM il modello a “Funnel” appare come mostrato in Figura 6.

#### Modello:

### “Funnel” Model of a problem solving Process

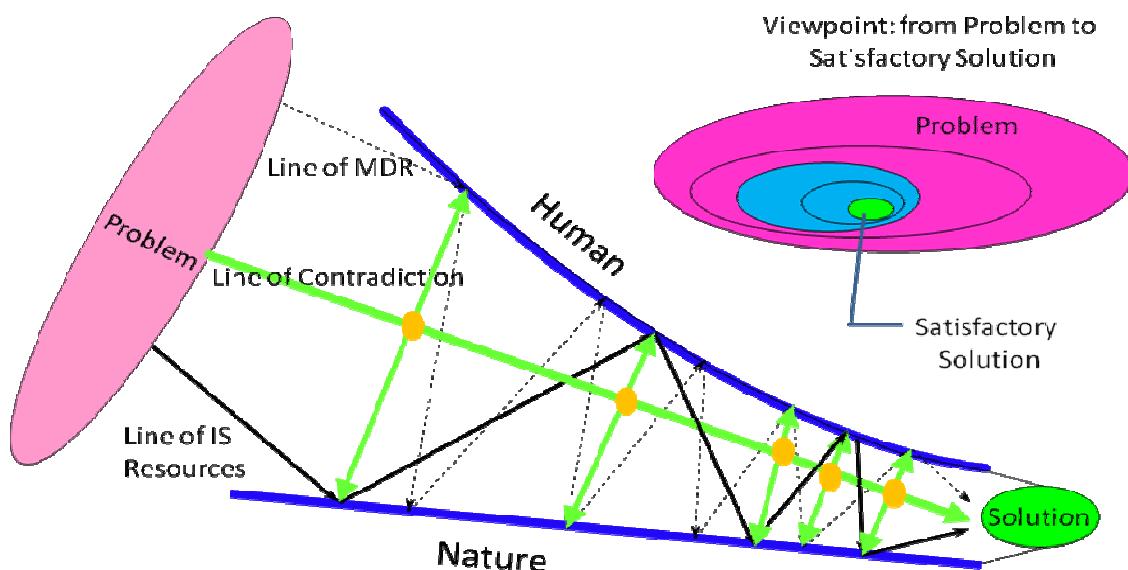


FIGURA 6: MODELLO A “FUNNEL” DEL PROCESSO DI PROBLEM SOLVING

Il modello a “Funnel” viene oggi usato essenzialmente per scopi didattici per spiegare cosa succede nella mente dell'esperto OTSM-TRIZ nel corso di un processo di problem solving.

Si potrebbe dire che ogni fase del processo e ogni singolo strumento specifico spingono nel tunnel dell'imbuto il problem solver insieme al suo problema in un modo, ciascuno in una maniera caratteristica.

Quindi, quando si impara TRIZ bisogna prestare attenzione alla domanda: “In quale modo lo strumento che sto utilizzando segue i limiti imposti dal Funnel Model? Com'è possibile ridurre l'area dell'analisi in modo da evitare tentativi alla trial & error e ottenere una soluzione soddisfacente andando alla ricerca della radice del problema ed eliminandola?”.

In altri termini il processo di problem solving deve essere inteso come la costruzione dell'identikit della soluzione: ogni step deve essere finalizzato alla definizione di possibili Valori di alcune Proprietà caratteristiche degli Elementi del sistema che costituisce la soluzione al problema di partenza. Inoltre, sta anche a significare che il problem solver non deve assolutamente provare ad indovinare la soluzione finale quando ancora il processo sta progredendo: tutti gli “indizi” devono essere sistematicamente raccolti in modo da restringere il più possibile il dominio delle possibili soluzioni.

### 1.3.3.8 Modello a “Tenaglia” (“Tongs” Model) del moderno OTSM-TRIZ

#### **Teoria:**

Storicamente questo è stato il primo modello pratico del processo di problem solving proposto ed implementato all'inizio dell'evoluzione di TRIZ (vedi Figura 7: Modello a “Tenaglia” semplificato del Processo di problem solving basato su TRIZ).

Il Modello a Tenaglia suggerisce di evitare la generazione di possibili soluzioni partendo direttamente dalla Situazione Iniziale. Il primo passo deve essere l'identificazione e la precisa descrizione del Risultato Più Atteso (MDR, Most Desirable Result); quindi, il confronto tra la situazione di partenza unita alle risorse disponibili e l'MDR porta all'identificazione di quelle barriere che impediscono il raggiungimento dell'MDR stesso. Secondo la teoria TRIZ qualsiasi barriera può essere descritta e modellata in termini di contraddizione. La soluzione concettuale dovrà perciò essere considerata come il mezzo per superare le contraddizioni che stanno alla base del sistema attuale.

#### **Modello:**

I cerchi gialli sulla Linea delle Contraddizioni di fig. 6 possono essere visti come il Modello a Tenaglia. Lo stesso si può dire per i cerchi rossi nella parte sinistra in salita del Modello a Collina di fig. 8. (Vedi Figura 8: “Modello” a Collina del Processo di Problem Solving basato su TRIZ).

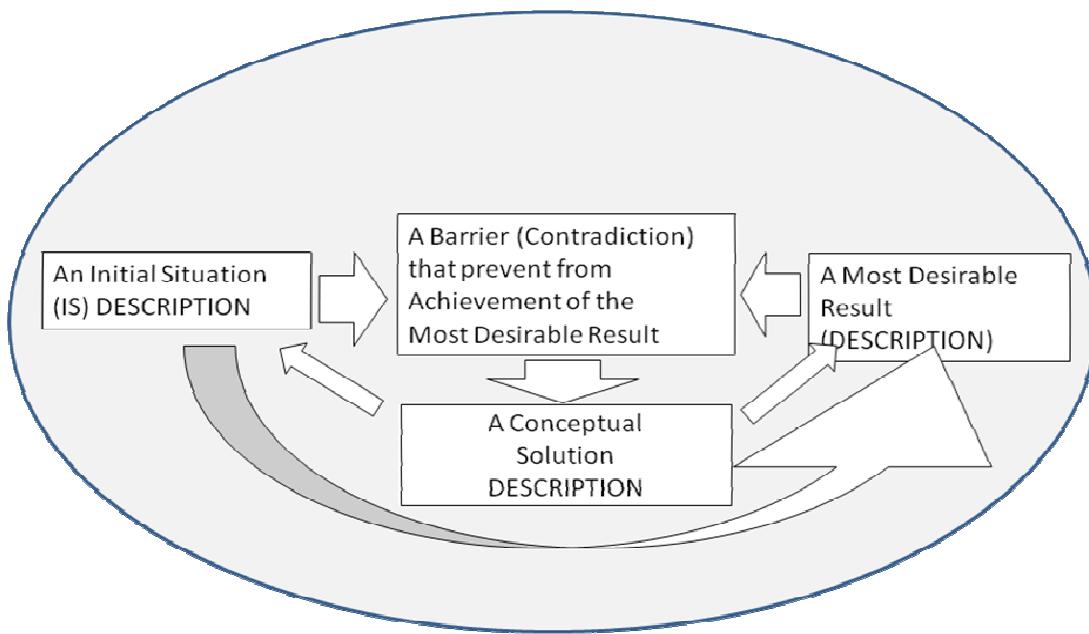


FIGURA 7: MODELLO A TENAGLIA SEMPLIFICATO DEL PROCESSO DI PROBLEMSOLVING BASATO SU TRIZ

### 1.3.3.9 Modello a “Collina” (“Hill” Model) di TRIZ Classico

#### **Introduzione:**

A metà degli anni 70 Altshuller propose un nuovo modello per il processo di problem solving. Questo nuovo modello ha fatto da linea guida per tutte le successive modifiche che ARIZ fino all'ultima versione, ARIZ-85-C. Ha preso il nome in Modello a “Collina” di un processo di problem solving. Il modello a “Tenaglia” appare nel modello a “Collina” nella parte in salita della stessa come uno dei suoi componenti.

#### **Teoria:**

Il Modello a Collina afferma che la prima parte di un processo di problem solving consiste in una generalizzazione del problema attraverso un processo di astrazione con lo scopo di trasformare un problema non tipico in un modello standard di problema. I modelli di problema sono

principalmente di due tipi in accordo con la teoria TRIZ: o è presente un'interazione insoddisfacente tra due elementi del sistema (cioè una funzione insufficiente o dannosa identificata tramite un modello Su-Field) o una contraddizione.

Dopo la costruzione del modello generale di problema, gli strumenti TRIZ portano all'identificazione del modello di soluzione che deve essere ricontestualizzato e ricondotto alla situazione specifica tenendo conto delle risorse disponibili (parte destra della collina).

Il Modello a Collina non solo aiuta ad usare in maniera più efficace di Modello a Tenaglia, ma introduce anche un'importante novità nel processo di problem solving: la transizione tra due differenti livelli di astrazione. All'inizio del processo di problem solving è necessario riformulare il problema più volte secondo le regole del modello a tenaglia, andando contemporaneamente ad aumentare il livello di generalizzazione. Questo processo di astrazione porta ad una più generale descrizione del problema rendendo più facile trovare analogie dirette tra due problemi che sembrerebbero molto diversi.

### **Esempio:**



Prendiamo ad esempio due problemi molto popolari del moderno mondo TRIZ: il problema dell'aliscafo rovinato per l'effetto della cavitazione in acqua e quello sulla protezione degli alberi di aranci dalle scimmie. All'inizio queste due situazioni sembrano completamente diverse. Ma dopo l'uso del modello a collina, quindi dopo l'astrazione dalla situazione specifica, si ottiene lo stesso modello di problema per entrambe le situazioni innovative iniziali: due oggetti e un'interazione dannosa tra di essi. Il sistema delle soluzioni standard inventive di Altshuller propone in questo caso l'uso di un mediatore che altro non è che la modifica di una delle due sostanze già presenti o una loro miscela. Questa è stata una delle più grandi modifiche portate da ARIZ prima di arrivare a ARIZ 85-C: generalizzare la descrizione della situazione iniziale per poi utilizzare le soluzioni tipiche di TRIZ o qualsiasi altro tipo di soluzione disponibile. In altre parole ciò significa trasformare un problema non tipico in uno tipico dalla ben nota soluzione. Ciò aumenta notevolmente l'efficienza degli strumenti basati su TRIZ Classico. Nonostante ciò nascono nuove classi di problemi: i problemi che non possono essere trasformati in problemi tipici. Quale può essere un modello efficace per questo genere di problemi? Nasce come risposta a questa domanda ARIZ 85-C. Questa versione di ARIZ dà il via ad una nuova *curva a S* degli strumenti basati su TRIZ Classico portando un nuovo modello di processo di problem solving che appare nel corso della transizione classico a OTSM: il modello Problem Flow di OTSM.



*Autore: de Bentzer Ulbrahe (fonte www.wikipedia.org)*

## Modello:

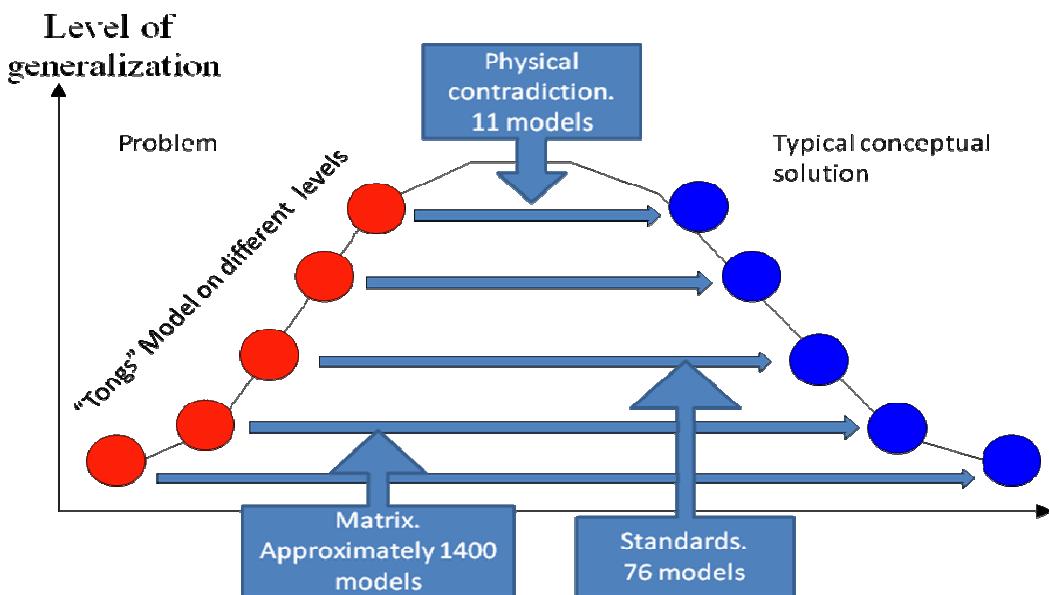


FIGURE 8: "HILL" MODEL OF A TRIZ BASED PROBLEM SOLVING PROCESS

### 1.3.3.10 Modello delle contraddizioni

#### Introduzione:

Si consideri ora un problema legato alla progettazione, le cui specifiche sono caratterizzate da due parametri di valutazione chiamati EPI ed EPII. Un punto in figura 10 sinistra rappresenta una delle possibili soluzioni a questo problema. Queste soluzioni sono mappate con un insieme di alternative tecniche le cui caratteristiche sono ben note ai progettisti. Queste soluzioni cioè sono descritte attraverso un insieme di parametri di disegno o di progetto. I parametri di valutazione sono funzioni di questi parametri di progetto. Si indichino con EPI-dp e EPII-dp l'insieme dei parametri che influenzano il valore rispettivamente di EPI e EPII. EPI-dp e EPII-dp sono definiti da un set di alternative tecniche.

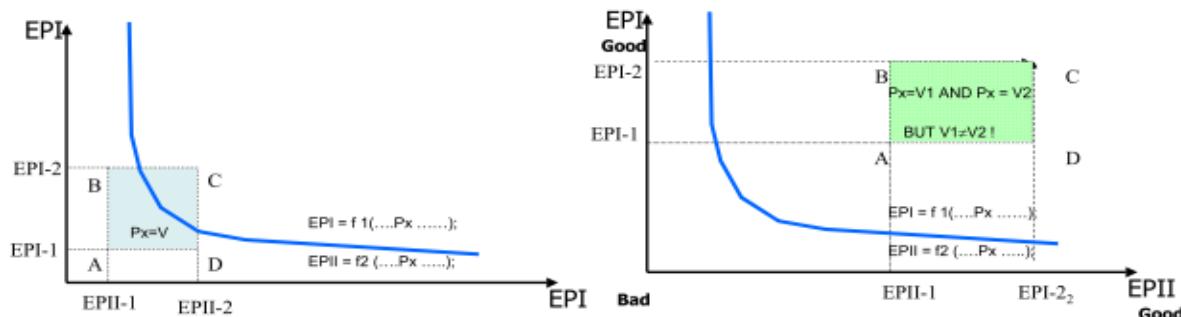


FIGURE 9: A SINISTRA "CONDIZIONE DI OTTIMIZZAZIONE", A DESTRA "CONDIZIONE DI INNOVAZIONE"

Nel primo caso i valori obiettivo per i parametri di specifica EPI e EPII devono cadere all'interno rispettivamente dei range [EPI-1, EPI-2], [EPII-1, EPII-2]. Perciò una soluzione soddisfa le specifiche quando EPI e EPII definiscono un punto all'interno del rettangolo ABCD di figura 10 sinistra. Se non esistono parametri di progetto comuni tra due parametri di valutazione (i.e.:  $EPI-dp \cap EPII-dp = \emptyset$ ), si considerano indipendenti e non sussiste nessun tipo di problema per il raggiungimento di un qualsiasi punto all'interno del rettangolo ABCD. Ma se esiste almeno un parametro di progetto in grado di influenzare contemporaneamente entrambi i parametri di va-

lutazione EPI e EPII, sono da considerarsi dipendenti. Questa relazione di dipendenza crea un vincolo, rappresentato da una curva in figura 10 sinistra, all'area delle possibili soluzioni nello spazio di valutazione. Quando una curva di relazione tra i due parametri si sovrappone all'area di soddisfazione come in figura 10 sinistra, la ricerca di una soluzione può essere considerata come un problema di ottimizzazione. In questo esempio il parametro di progetto comune è chiamato Px ed ogni valore V di Px definisce un punto della curva. Il problema si trasforma quindi nel trovare il valore di Px che permette ai parametri di valutazione EPI e EPII di soddisfare contemporaneamente le specifiche richieste.

Si consideri ora una seconda situazione rappresentata in figura 10 destra: l'unica differenza con il caso precedente è che l'area obiettivo per i parametri di valutazione non è più sovrapposta all'area delle possibili soluzioni definite dai parametri di progetto. La relazione tra i parametri di valutazione dovuta a soluzioni tecniche e alle leggi naturali è rimasta la stessa. Perciò non è possibile raggiungere una soluzione utilizzando questo modello di relazione tra i parametri di valutazione, ed è quindi necessario un nuovo modello con il quale la nuova curva di relazione permetta di possedere sovrapporre allo spazio degli obiettivi. Per il raggiungimento di questa sovrapposizione esistono due tipi di approccio da eseguire in sinergia. Il primo consiste nel cambiare i valori obiettivo mantenendo sia l'insieme delle alternative tecniche che la struttura del sistema. Il secondo, invece, consiste nel cambiare il set delle alternative tecniche e della struttura del sistema espandendo la conoscenza e andando alla ricerca di soluzioni inventive chiamate in linguaggio TRIZ soluzioni non tipiche. Si generano in questo modo, come output del processo, nuove curve di relazione tra i due parametri di valutazione. Se queste nuove curve si sovrappongono all'area degli obiettivi il problema si trasforma di nuovo in un caso di ottimizzazione.

## Teoria:

Gli esempi precedenti mostrano come la relazione tra i Parametri di Valutazione può essere generalizzata e definita come segue: se due parametri di valutazione sono connessi significa che condividono almeno un parametro di progetto. Questo parametro va ricercato in modo da sviluppare nuove alternative tecniche e una nuova struttura del sistema. Perciò nel nostro esempio il fatto che EPI e EPII siano collegati significa che esiste almeno un parametro Px da cui dipendono. Il motivo per il quale i parametri non riescono a soddisfare le specifiche della struttura attuale del modello è il seguente: il parametro Px, al fine di soddisfare una coppia di specifiche (EPI,EPII), dovrebbe assumere contemporaneamente due valori, V1 e V2, che si escludono invece a vicenda. La situazione che si è creata può essere descritta attraverso tre possibili alternative chiamate TC1, TC2 e PC.

TC1: quando il valore di EPII soddisfa le specifiche ma EPI ha un valore basso.

TC2: quando il valore di EPI soddisfa le specifiche ma EPII ha un valore basso.

PC: quando Px vale V1 è soddisfatta TC1, mentre quando Px vale V2 è soddisfatta TC2.

L'alternativa legata a PC rappresenta la scelta tra due possibili valori "opposti" o non contemporaneamente acquisibili del parametro Px che portano alla comparsa di TC1 e di TC2, entrambi non soddisfacenti dal punto di vista delle specifiche di progetto.

Il sistema delle contraddizioni di TRIZ Classico ha per l'appunto tre tipi di contraddizioni (amministrativa, tecnica e fisica): TC1 e TC2 sono chiamate *contraddizioni tecniche* (una contraddizione tra due parametri di valutazione di un sistema) mentre la contraddizione di fondo PC corrisponde al concetto di *contraddizione fisica*.

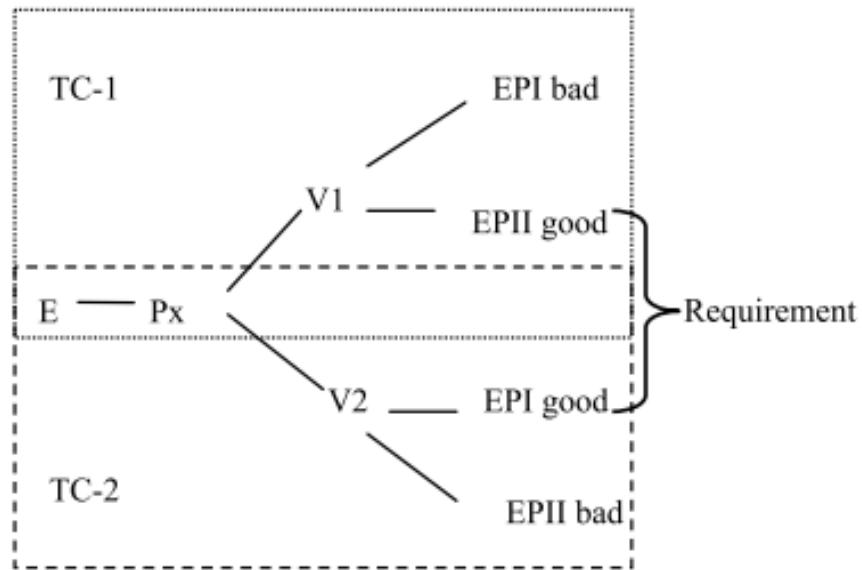


FIGURE 10: SCHEMA DI BASE DELLE CONTRADDIZIONI SECONDO OTSM-TRIZ



## 2 Laws of Engineering System Evolution

### 2.0 Introduzione

Sapete perché le persone talvolta risolvono i loro problemi nel modo sbagliato? Sapete perché non solo scolari e studenti, ma anche disegnatori e ingegneri, direttori e scrittori, presidenti e anche re possono risolvere nel modo sbagliato i loro problemi? Probabilmente ricorderete sia qualche esempio di soluzioni errate così come qualche esempio di soluzioni creative. Per trovare la risposta ad una questione così delicata vi proponiamo un viaggio di trentatré secondi in compagnia di Antoine de Saint Exupéry e del Piccolo Principe su un asteroide, il № 325 per l'esattezza, con l'intento di visitare un re...

Il Re regnava su tutto – sul suo piccolo pianeta, sugli altri pianeti e sulle stelle... E tutto gli obbediva. Un tale potere meravigliò il Piccolo Principe! E così chiese al Re di ordinare al Sole di coricarsi, perché gli piaceva tantissimo ammirare il tramonto.

«Ordinerò al Sole di tramontare» rispose il Re «ma, innanzitutto, aspetterò che le condizioni siano favorevoli perché la sapienza di un re include attente considerazioni».

«E quando le condizioni saranno favorevoli?» chiese il Piccolo Principe.

«Ehm! Ehm!» rispose il Re. E prima di dire altro consultò un grosso calendario «Ehm! Ehm! Saranno verso... sarà circa questa sera verso le diciannove e quaranta. E vedrai come sarò ubbidito a puntino!»

Non si dovrebbe certo dubitare che il Sole tramonti alle diciannove e quaranta perché è una legge della natura. Ed il Re è stato veramente astuto perché si comporta rispettando le leggi della natura senza infrangerle.

Il nostro mondo è composto di paradossi. E il più sorprendente di essi riguarda il fatto che le persone cercano continuamente collegamenti tra i vari processi e fenomeni. E anche lì dove questi collegamenti non ci sono! Tuttavia quest'ultima non è un'affermazione assoluta, perché può anche accadere che arrivi un nuovo ricercatore e trovi questo collegamento, che pensavamo impossibile.

Le leggi, vale a dire le interrelazioni dei processi e dei fenomeni della natura, costituiscono le basi di conoscenza del mondo che ci circonda e sono importanti non solo nelle diverse branche della scienza, ma anche nella nostra vita di tutti i giorni. Possiamo illustrare questo concetto con un semplice esempio: qualsiasi automobilista sa che se la strada è bagnata dopo la pioggia, la lunghezza della frenata aumenterà considerevolmente. Per quale scopo siamo interessati a conoscere le leggi della natura? Perché per una persona interessata ad un'attività intelligente e significativa è necessario guardare costantemente al futuro. O almeno, tentare di fare anche un solo passo in avanti. Ricordiamoci che anche quando passeggiamo semplicemente per strada, inconsciamente stiamo cercando uno spazio per il prossimo passo. Più difficoltosa è la strada, più attenzione richiederà. In egual modo, più il sistema è complesso, maggiori saranno gli sforzi necessari per la previsione della sua evoluzione. E soltanto se abbiamo definito le leggi in base alle quali i sistemi si evolvono è possibile stabilire con certezza il prossimo passo evolutivo di questo o di un altro sistema.

## 2.0.1 Il ruolo delle Leggi nel TRIZ

### 2.0.1.1 Le Leggi nella scienza

Ogni scienza diventa scienza in senso pieno soltanto quando inizia a descrivere il mondo sulla base delle leggi che sono state scoperte attraverso di essa. L'astronomia ad esempio diventa una scienza quando scopre le leggi del movimento dei pianeti; l'alchimia diventa chimica quando scopre le leggi di interazione e trasformazione delle sostanze.

TRIZ è la scienza che studia i processi sul confine di due mondi: la persona e la tecnologia. La sua sfera di studio include sia il pensiero di una persona sia le leggi di evoluzione dei sistemi tecnici. Ogni teoria ha un carattere fondamentale ma sviluppa anche i suoi strumenti di applicazione: TRIZ sviluppa strumenti per la soluzione creativa dei problemi, modi per restringere i campi di ricerca, metodi di gestione consci di processi inconsci. Uno dei tipici errori nell'insegnamento e nell'apprendimento del TRIZ consiste nello studiare questa scienza come un altro soggetto al pari della fisica, l'astronomia o la chimica. Il nocciolo dello studio di queste scienze è il mondo che ci circonda, i fenomeni naturali, mentre nel TRIZ la maggiore attenzione dovrebbe essere rivolta ai processi del pensiero.

### 2.0.1.2 Le leggi nel TRIZ

Le leggi di evoluzione dei sistemi tecnici sono state pubblicate per la prima volta da G. S. Altshuller nel suo libro *Creativity as an Exact Science: the Theory of the Solution of Inventive Problems* nel 1979:

1. La legge della completezza delle parti di un sistema
2. La legge della condutività dell'energia
3. La legge del coordinamento dei ritmi tra le parti del sistema
4. La legge di incremento del grado di idealità del sistema
5. La legge della non uniformità di sviluppo delle parti del sistema
6. La legge di transizione al super-system
7. La legge di transizione dal macro al micro livello
8. La legge di incremento del grado S-field

Se vogliamo parlare di TRIZ come un sistema, è importante dire che è molto armonico: gli strumenti inclusi nella sua struttura permettono infatti il buon funzionamento di tale sistema. Essi sono interconnessi e la base è formata dalle Leggi di Evoluzione dei sistemi tecnici.

Le leggi sono suddivise in tre gruppi: "leggi della statica" (1-3), "leggi della cinematica" (4-6), "leggi della dinamica" (7,8); inutile dire che in tale suddivisione è presente una certa analogia con la meccanica (nella sezione della fisica). Considerando la "life line" di sviluppo di un sistema tecnico, questi tre gruppi osservano l'andamento della Curva-S (*S-shaped curve*). Le leggi della statica sono quindi caratteristiche della fase iniziale (o "infanzia") del sistema tecnico; le leggi della cinematica della fase di sviluppo (o "crescita") del sistema tecnico; le leggi della dinamica della fase finale (o "maturità") sviluppo e passaggio al sub-system.

Il sistema tecnico si sviluppa e si modifica; in egual modo si modificherà il modello del sistema tecnico. Le nuove supposizioni risulteranno così formulate secondo la situazione reale, concreta, al fine di costruire un modello migliore. Così, ad esempio, finché si calcola la velocità in volo di un aereo da un luogo ad un altro, l'aereo viene rappresentato come un punto materiale. Ma, quando si deve definire la velocità minima necessaria per volare, dobbiamo prendere in esame una situazione completamente diversa, con altre leggi fisiche: la nostra attenzione si concentrerà ovviamente sulla forza di sollevamento (di "Lift"), il cui valore definisce le ali dell'aereo e anche il suo peso. Durante i calcoli per la velocità massima ammissibile per un atterraggio in sicurezza, dovremo trattare con oggetti ancora diversi. E' quindi molto importante

definire l'obiettivo e scegliere un modello appropriato.

### **2.0.1.3 Le caratteristiche delle leggi d'evoluzione di un sistema tecnico nelle sue diverse fasi di sviluppo**

Nella fase di infanzia, durante la creazione del nuovo sistema tecnico, il sistema stesso viene studiato come un “oggetto in se stesso”. I processi più importanti ed essenziali per la sua capacità di sopravvivenza si trovano all'interno del sistema. In questo caso, è possibile fare delle ipotesi di lavoro in merito al sistema che può essere studiato separatamente dai sistemi tecnici che lo circondano. Possono essere risolte ed affrontate le seguenti domande per il nostro sistema: « Esistere o non esistere? », «Che tipo di struttura dovrebbe essere utilizzata?». Dall'analogia con la meccanica: in meccanica, le leggi della statica studiano le condizioni di equilibrio di un corpo materiale a cui vengono applicate delle forze.

Nella fase di crescita del sistema tecnico vengono studiati i processi d'evoluzione dello stesso, ma indipendentemente dai fattori fisici e tecnici che definiscono tale sviluppo. I processi che definiscono lo sviluppo si trovano infatti ancora all'interno del sistema tecnico, ma l'aspetto principale non è più la sopravvivenza del sistema tecnico quanto il movimento, lo sviluppo, il raggiungimento di un certo livello in confronto ad altri sistemi tecnici. In tale fase lo scopo essenziale è il raggiungimento dei valori massimi dei parametri chiave del sistema tecnico. Questi parametri chiave comprendono la velocità di un aereo, la capacità di trasporto di un'auto, il numero di operazioni per secondo di un computer...

Nella fase di maturità le leggi di transizione verso nuovi sistemi vengono in primo piano. In realtà le risorse di sviluppo dei sistemi tecnici sono completamente esaurite: il sistema esistente viene studiato in un ambiente di altri sistemi tecnici. La domanda principale è adesso: «Come poter incoraggiarne lo sviluppo in un ambiente esistente?», mentre contemporaneamente viene esaminato sotto l'influenza di fattori fisici e tecnici concreti.

### **2.0.1.4 Definizione di Leggi di evoluzione dei sistemi tecnici nel presente libro di testo**

Il sistema delle Leggi di evoluzione dei sistemi tecnici...è esso stesso in evoluzione: i lavori di molti ricercatori e sviluppatori hanno specificato ed ampliato gli strumenti di applicazione delle leggi. Lasciateci quindi menzionare i nomi di alcuni ricercatori di questo settore: Altshuller G.S., Zlotin B.L., Petrov V.M., Litvin S.S., Vertkin I.M., Fey V.R., Lubomirski A.L., Salamatov Y.P., Kondrakov I.M. e molti altri.

Nel TRIZ esistono diversi sistemi di Leggi di Evoluzione, con le proprie caratteristiche, specifiche e ipotesi; una ricerca approfondita viene condotta continuamente in ciascuno di questi sistemi. Esistono anche posizioni discutibili in alcune pubblicazioni, ma questa è la conseguenza del processo di ricerca e sviluppo. Tutti questi sistemi appoggiano comunque sul sistema di Leggi classico di G.S. Altshuller; quindi, ecco perché noi studiamo proprio questo sistema, e ci atterremo esclusivamente ad esso nel materiale fornito; in sostanza, tale scelta è determinata dalle finalità educative del materiale.

Tali leggi sono dunque otto, ciascuna delle quali descritta in un capitolo separato. E' possibile iniziare con la lettura introduttiva da qualsiasi di essi, anche se è più logico ed efficace studiare il materiale in successione, iniziando dal primo capitolo.

Ogni capitolo contiene le seguenti sezioni: Definizioni, Teoria, Modello, Strumenti e include anche domande per autoverifica. Al termine di ogni capitolo viene poi fornita la lista della letteratura di riferimento (abbiamo cercato di non usare ulteriori esempi da altri libri ed articoli che si occupano di TRIZ). Un gran numero di schemi, immagini e foto sono inoltre utilizzati nei testi col fine di illustrare il materiale via via presentato.

Vi auguriamo una lettura piacevole ed utile e soprattutto soluzioni creative!

## 2.1: La legge della completezza delle parti di un sistema

Nel *Musée des Arts et Métiers* di Parigi, sopra alla grande scalinata, è sospesa una macchina volante costruita dall'inventore francese Clément Ader. Nel 1890 questa macchina volante è riuscita a compiere un breve volo staccandosi di qualche centimetro da terra. Questo oggi può farci sorridere, ma in quel momento è stato veramente un grande passo avanti.

La macchina di Ader può essere vista come un aeroplano? Come è stata tecnicamente possibile la sua realizzazione in quegli anni? Chi e quale paese produsse il primo veicolo aeronautico? Quali errori ha fatto il primo aviatore?

Citiamo il professore americano, Samuel Langley, che si è occupato per molto tempo di teoria dell'aviazione. Quando gli fu chiesto perché i primi aviatori avevano accumulato così tanti fallimenti, rispose "Forse, perché l'uomo si è avvicinato alla questione partendo dalla fine ed ha provato a costruire macchine volanti prima di aver imparato le leggi su cui si basa il volo".

Prima di provare a rispondere alle domande appena poste, e non solo riguardo le macchine volanti, ma qualsiasi altro sistema tecnico, è necessario conoscere ed essere in grado di applicare le Leggi di Evoluzione dei Sistemi tecnici. Inizieremo con la Legge della completezza delle parti di un sistema.

### 2.1.1. Definizione



Condizione necessaria per l'esistenza di un sistema tecnico è la presenza dei quattro elementi fondamentali e della minima energia per il loro funzionamento.

G. S. Altshuller. *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (Trans. A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), p. 223.

La conseguenza:

Perchè un sistema tecnico sia controllabile è necessario che almeno una delle sue parti sia controllabile. "Essere controllabile" significa cambiare le proprie proprietà in base alle richieste dell'elemento di controllo.

G. S. Altshuller. *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (Trans. A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), p. 224.

La Legge della completezza delle parti di un sistema appartiene alla più ampia categoria delle Leggi della "statica", che sono quelle leggi che definiscono la parte iniziale della vita dei sistemi tecnici.

Tuttavia, è importante capire che la legge non si riferisce solo ai sistemi tecnici degli albori della tecnologia come un arco, un'ascia di pietra o una catapulta, perché qualunque sistema tecnico si modifica durante la sua evoluzione. Molto spesso si assiste infatti a una sostituzione totale di una o più parti fondamentali del sistema tecnico: nel momento in cui queste parti ven-



Prototipo dell'Avion III de [fr:Clément Ader](#). *Musée des Arts et Métiers*, Parigi (Fonente, [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org) , Photo et photo-montage © [Roby](#))

gono cambiate, compare in effetti un nuovo sistema e la legge della completezza delle parti del sistema è applicabile a questo come a qualunque sistema tecnico nuovo.

## 2.1.2. Teoria

### Particolari

Ogni sistema tecnico è costituito da alcune parti: esaminando il sistema tecnico possiamo sempre distinguere queste parti. Così ad esempio una penna sarà costituita dal contenitore, pennino, serbatoio dell'inchiostro e dal cappuccio nella parte finale. Utilizziamo tale descrizione per poter meglio illustrare il sistema tecnico ed avere una migliore comprensione del principio di funzionamento di tale sistema; la concezione di un sistema come costituito dalle sue parti è un modello del sistema dato dai componenti del suo sub-system. Vi sono molti modelli di sistemi.

Ad esempio, l'immagine di un aereo o di un'automobile, lo schema elettronico di un telefono, una descrizione di cosa è un computer, una scheda tecnica di un paio d'occhiali, tutti questi sono tipi di modelli di sistemi tecnici.

Il **modello** che viene utilizzato in questa legge determina gli elementi principali di *qualsiasi* sistema tecnico dal punto di vista del suo funzionamento e della sua evoluzione nel tempo. Il fine principale di tale modello è semplicemente il suo uso durante la soluzione di un problema. Questo modello è costruito con obiettivi definiti (come ad esempio la fotografia di un dispositivo fornisce una vista generale attraverso il suo aspetto o il disegno di un componente ne descrive le sue parti). Il modello sarà buono se permetterà di raggiungere gli obiettivi preposti e le risposte alle domande date (come ad esempio un altro tipo di modello, il modello aerodinamico di un'auto, sarà buono se porterà a risolvere il problema della diminuzione di resistenza all'impatto con l'aria).

Lo scopo del modello utilizzato in questa legge è quello di generalizzare tutti i sistemi tecnici e mostrare così le peculiarità più generali del sistema tecnico in esame. Per costruire e valutare il modello che tra breve presenteremo, introduciamo un altro concetto.

La **capacità di lavoro minimo** delle parti del sistema è una proprietà delle parti di partecipare al lavoro di squadra che ha lo scopo di svolgere la funzione principale del sistema tecnico. Il criterio di prestazione della funzione è il cambiamento dei valori dei parametri dell'elemento (durante la descrizione della funzione in termini di OTSM – modello ENV).

Il cambiamento minimo ammissibile del valore di un parametro è stabilito dalle richieste dell'utilizzatore del sistema tecnico dato. [Una descrizione più approfondita dell'algoritmo che definisce la funzione è riportata nella sezione 1.4 di questo capitolo: Strumenti → *Come determinare correttamente la funzione del sistema tecnico*]

Prendiamo ad esempio la funzione di un'auto, che può essere modellata come segue: cambiare la posizione (N= Nome della Proprietà) di una persona (E= Elemento) dalla casa (V1= Valore 1) al luogo di lavoro (V2= valore 2). Se un nuovo tipo di auto può trasportare una persona solo di qualche metro (cambiando comunque la posizione di una persona, quindi svolgendo la funzione), ovviamente non sarà sufficiente per l'utilizzatore: difficilmente qualcuno comprerà un'auto come questa. Tuttavia potrebbe tranquillamente soddisfare il designer e magari semplificare una determinata fase dello sviluppo dell'auto.

Diversamente, il sistema tecnico dato possiede le condizioni minime necessarie alla sua capacità di sopravvivenza. Contiene le parti fondamentali in accordo con il **modello a 4-elementi** (o *modello del minimo sistema tecnico*). E queste parti possiedono all'interno della sua struttura

una energia minima di funzionamento.

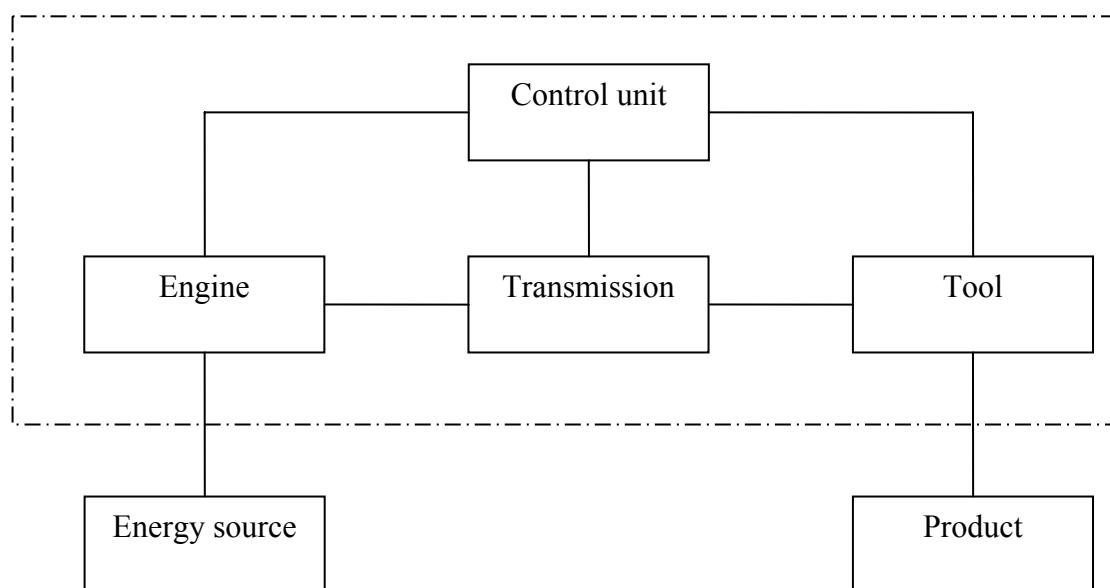
## Gli errori tipici

Spesso il collegamento tra la legge e la sua conseguenza, ovvero la controllabilità, sembra non essere così ovvio, ma è fondamentale capire tale passaggio. La controllabilità è concepita come la possibilità di modificare un parametro o il valore di un parametro di un sistema tecnico e delle sue parti durante il tempo operativo. Ciascuna parte del sistema tecnico lavora in un “organismo” ed è utilizzata col fine di compiere la funzione generale. E’ corretto anche dire il contrario: se non è possibile far funzionare qualsiasi parte principale del sistema, l’intero sistema non può funzionare (ad esempio, non possiamo cambiare il valore dei parametri di una delle parti con l’idea di cambiare i parametri dell’intero sistema).

### 2.1.3. Modello

Il **modello a 4-elementi** (o *del minimo sistema tecnico*) include le parti principali del sistema tecnico: il motore (Engine o Supply), la trasmissione (Transmission), lo strumento (Tool), l’unità di controllo (Control). (Le parti principali del sistema tecnico sono separate nello schema sotto riportato da una linea tratteggiata).

In generale, la sorgente di energia e l’oggetto non formano nessuna parte del sistema tecnico. Ad esempio l’acqua di un fiume, che porta le ruote di un mulino in rotazione, o il vento, che mette in rotazione le pale di un aerogeneratore. Tuttavia, vi sono casi in cui la *Sorgente di Energia* è inclusa all’interno del sistema, come ad esempio le «batterie» in una torcia elettrica. Il motore e la sorgente di energia sono spesso la stessa cosa, ma non sempre. Procediamo considerando più in dettaglio il modello a 4-elementi e iniziando prima di tutto con la definizione di funzione di un sistema tecnico.



*Fig. 1.3. Le parti principali di un sistema tecnico*

## 2.1.4. Strumenti (come usarli)

### 2.1.4.1. Come determinare correttamente la funzione del sistema tecnico

La funzione del sistema tecnico dovrebbe essere definita *prima* di utilizzare la Legge della completezza delle parti di un sistema e la sua definizione è un passaggio molto importante. La funzione è lo scopo dell'esistenza del sistema o, in altre parole, con quale fine utilizziamo il sistema. Quando non abbiamo un'idea chiara sulla funzione, non possiamo definire la composizione del sistema secondo il modello a 4-elementi: in questo caso, non conoscendone appunto la funzione, non ha assolutamente senso parlare di sistema.



#### Qualche annotazione preliminare

\*) Un sistema tecnico può essere utilizzato per svolgere diverse funzioni, quindi può tranquillamente essere rappresentato attraverso più modelli a 4-elementi al fine di soddisfare le diverse funzioni.



\*\*) Va sottolineato che una situazione analoga può verificarsi durante l'analisi mediante schema multi-schermo. Se la funzione non è definita infatti, non sarà possibile definire in maniera appropriata e coerente il supersystem ed arriveremo pertanto ad un "non senso" durante l'analisi. Se non conosciamo la funzione di un sistema tecnico, non è possibile esaminare la struttura di tale sistema secondo la teoria OTSM-TRIZ.



#### La struttura del sistema

Che cosa intendiamo per struttura del sistema? Essa è l'unione dei componenti del sistema e il complesso delle interconnessioni nel sistema: Queste determinano la peculiarità del sistema stesso che determina la sua capacità di compiere la «funzione», che costituisce l'obiettivo ultimo, la motivazione dell'esistenza del sistema.



Ma altri fenomeni, che non hanno funzioni, non definiscono i componenti del sistema, anche se si trovano all'interno di esso. D'altro canto elementi collocati molto lontano dal sistema e che non hanno alcuna relazione con esso, spesso, una volta definita la funzione, si scoprono far parte del sistema. Per essere più precisi, se definiamo correttamente una funzione, spesso accade che si dia luogo ad una nuova visione del sistema tecnico e si scoprono interconnessioni non individuate in precedenza e questo è uno degli obiettivi principali dell'analisi. In altre parole, con la funzione definita formiamo il modello del minimo sistema tecnico.

#### L'algoritmo della funzione definibile

L'algoritmo della funzione definibile si compone di tre fasi:



1.(Modello di Funzione nel linguaggio comune). Una persona spiega a parole cosa desidera ottenere dal sistema in esame; solitamente gli studenti completano velocemente questa fase e passano rapidamente alla seconda. Tuttavia ci sono anche altrettanti casi in cui non è facile raggiungere un accordo sulla descrizione verbale della funzione. Con lo scopo di raggiungere tale accordo, abbiamo bisogno della seconda fase.

2.(Verb-Noun model – Value Analysis model). E' questo il modello del Codice Universale Semantico (USC) e il modello della Value Analysis. In pratica spesso accade che compaiano molti verbi durante l'analisi della funzione del sistema tecnico; questo è caratteristico in special modo dei sistemi complessi. Un «nome» descrive solitamente un prodotto, che verrà modificato; il «verbo» caratterizzerà il modo in cui tale prodotto verrà modificato. Tale approccio è un ottimo aiuto per l'analisi funzionale, ed è molto meglio utilizzare questo approccio che applicare il modello "orale" usando il linguaggio universale. Tuttavia possono presentarsi i seguenti problemi: primo, l'esistenza dei verbi-sinonimi (ciascuno di essi provoca la sua propria associazione mentale e l'inerzia psicologica sembra impedire la risoluzione del problema); secon-

do, la nostra esperienza mostra che in molti casi questo modello (Verb-Noun model – Value Analysis model) porta ad un punto morto o può portare nella direzione errata.

3. Modello ENV dei Quattro verbi – OTSM ENV model della Descrizione Funzionale. Il modello ENV (dove E sta per “Element”, N sta per “Nome del parametro” e V sta per “Valore del parametro”) permette di compiere un’analisi più profonda e descrivere la funzione di un sistema tecnico più dettagliatamente. Vi sono anche margini di sviluppo e miglioramento per questo modello e risulta migliore del Verb-Noun Model. Dovremo usare quattro verbi specifici e descrivere la funzione utilizzando lo OTSM – ENV Model.

I. Prima di tutto, dovremo definire l’«Elemento». Nella seconda fase abbiamo infatti definito il “verbo” e il “nome”. Il nome è un elemento o, per essere più precisi, il prodotto. Se abbiamo bisogno di un altro elemento durante il passaggio alla terza fase, questo significa che lo abbiamo definito in maniera errata. In questo caso è necessario ritornare alla seconda fase ed eseguire nuovamente il Verb-Noun model.

Un verbo descrive il cambiamento di qualcosa, mentre la funzione è il cambiamento di qualcosa. Esistono quattro tipi di verbi, quattro tipi di modifica, di cambiamento di qualcosa: «cambiare», «diminuire», «aumentare» (tali sono le varietà di cambiamento, ma talvolta è importante specificare tale cambiamento), e il quarto tipo verbale - «mantenere». Quando parliamo di controllo/gestione in particolare abbiamo senz’altro bisogno di «cambiare»; per essere precisi, usiamo un doppio cambiamento – diminuire e aumentare.

II. Cosa cambiamo in particolare? Cosa significa «modificare l’elemento E»? Significa cambiare un certo parametro di questo elemento – N, “Nome del parametro”.

III. Come modifichiamo questo parametro? Modificando il significato del parametro: “il Valore del Parametro”. Durante la descrizione del modello dovremo indicare: «il cambiamento del valore del parametro N dell’elemento E dal valore V1 al valore V2». Prendiamo ad esempio il cambiamento del valore di un prodotto semi-lavorato: le materie prime cambiano il valore del prodotto. Abbiamo almeno un parametro.

Note:

\*) In realtà è necessario sottolineare che una funzione compie il cambiamento di un parametro. Se abbiamo molti parametri significa che abbiamo molte funzioni, e questo porta alla conclusione che abbiamo molti sistemi intrecciati.

Ecco perché, esiste anche il quarto tipo di verbo: «mantenere», non cambiare. In realtà, è un trucco puramente psicologico che sfruttiamo durante l’apprendimento. È spesso più facile per uno studente usare il verbo «mantenere» piuttosto che «non cambiare»: citiamo a riguardo un tipico esempio didattico – quale è la funzione di una bottiglia? Mantenere l’acqua. Secondo la definizione, la funzione rappresenta un qualche tipo di cambiamento. Il verbo “mantenere” serve da indicatore di qualche processo più profondo, che dobbiamo comprendere. Se diciamo «mantenere» dovremmo riflettere sul seguente passaggio, cioè che cosa dovremmo cambiare al fine di «mantenere» (per prevenire cambiamenti indesiderati e «mantenere» lo stato corrente).

Continuiamo a sviluppare l’esempio proposto al fine di definire la funzione del sistema tecnico e capire **cosa deve essere cambiato**. Per capire meglio la situazione descritta, dovremo fare un

piccolo esperimento mentale – togliere l’oggetto. C’è una bottiglia d’acqua sul tavolo. Il nostro scopo è quello di definire la funzione della bottiglia. Mentalmente, toglieremo via la bottiglia (ma non l’acqua!). Cosa accadrà? Che l’acqua fluirà via...Perché? Perché le forze di gravità influiscono su questo processo. Pertanto, la funzione della bottiglia è compensare, cambiare e correggere l’influenza delle forze di gravità. La sua funzione è prevenire e modificare il flusso d’acqua.

Questo algoritmo permette di eseguire una analisi più profonda, formulare la funzione in modo più preciso e definire le parti del sistema.

## Esempio

Consideriamo adesso la tradizionale applicazione dell’auto per il trasporto di persone e beni e applichiamoci l’algoritmo introdotto.



## Primo step

### (Modello di Funzione nel linguaggio comune)

La prima fase è il modello in linguaggio comune della funzione: le auto vengono solitamente utilizzate per trasportare persone e beni da un luogo ad un altro. In questo contesto non considereremo altre funzioni dell’auto, quali ad esempio riparare dalla pioggia, misurare la distanza tra due punti, fungere da magazzino per vecchi oggetti e le sue molte altre funzioni (questo argomento è più appropriato per il corso di sviluppo dell’immaginazione creativa).

## Secondo step

Un oggetto, un prodotto: una persona. La funzione: trasferire una persona, trasportarla.

## Terzo step

La terza fase è l’ENV model, dove, ricordiamo: E sta per “Element”, N sta per “Nome del parametro” e V sta per “Valore del parametro”.

Usando l’esempio dell’auto: E – l’elemento: una persona; N – il nome del parametro: l’ubicazione della persona; V il valore del parametro: V1 – da casa; V2 – al lavoro.

La funzione dell’auto perciò risulta formulata in questo modo: cambiare l’ubicazione (N) della persona (E) da casa (V1) al lavoro (V2).

## 2.1.4.2.Come determinare correttamente le parti di un sistema tecnico

### Nota preliminare

Un tipico errore è cercare di definire le parti principali del sistema secondo il modello a 4-elementi prima di aver definito le funzioni del sistema. In questo caso l’analisi del sistema tecnico che definisce le sue parti principali rappresenta un punto di vista soggettivo: “A me sembra così, lo vedo in questo modo”. Quindi, dando per assodato che abbiamo definito la funzione, passiamo alla determinazione delle parti di un sistema, analizzandole singolarmente.

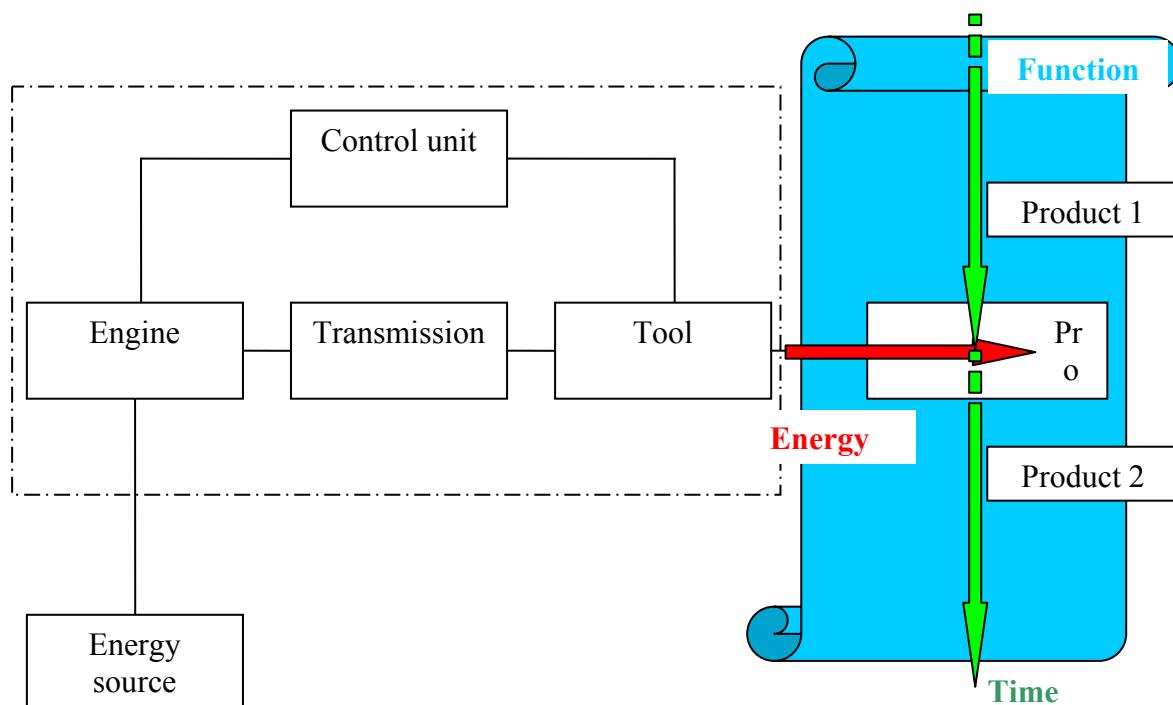
### Il Prodotto

Quando definiamo la funzione, definiremo automaticamente il Prodotto, l’entità che viene modificata nel processo di realizzazione della funzione Lo strumento è la parte del sistema che interagisce con il prodotto. Ad esempio: l’utensile del tornio, non il tornio in sé, la lama del coltello, non il coltello in sé. Abbiamo bisogno di qualche tipo di energia per realizzare la funzione (il cambiamento dell’oggetto materiale): ecco perché necessitiamo di un motore. Il motore è la parte del sistema che trasforma un tipo di energia accessibile in una forma necessaria per lo strumento al fine di realizzare la funzione. La trasmissione include parti del sistema che tra-

sformano il tipo di energia accessibile per lo strumento dal motore.

\*) Nella vita di tutti i giorni utilizziamo il concetto di «prodotto» con il significato di prodotto finito, un oggetto pronto ad essere usato. Dal punto di vista comune, le verdure crude cotte in acqua bollente per un po' di tempo sono prodotti finiti, che possono essere mangiati. I modelli più efficaci proposti in OTSM-TRIZ vengono utilizzati per l'analisi delle situazioni con lo scopo di risolvere un problema. Ciò che noi chiamiamo Prodotto non è quindi un prodotto finito, ma la trasformazione di un prodotto semilavorato (Prodotto 1) in un prodotto pronto ad essere usato (Prodotto 2) in un altro sistema o essere utilizzato dalle persone. In questo caso particolare, esaminiamo il Prodotto in termini di schema multi-schermo, lungo l'asse del tempo. Il prodotto 1 mostra le sue qualità prima del cambiamento e il prodotto 2 dopo il cambiamento.

Il Prodotto 1 esiste nel momento iniziale. Sotto l'influenza del Tool (Strumento), otteniamo un altro Prodotto durante il completamento della Funzione. E, come risultato del processo, otteniamo il Prodotto 2, pronto per essere usato. Così, nello schema multi-schermo abbiamo almeno tre schermi sull'asse del tempo. Tutti i tre schemi sono inclusi nel “Prodotto” il cui obiettivo è quello di soddisfare la funzione. Durante la realizzazione della funzione, il prodotto intermedio passo dopo passo si trasforma nel prodotto pronto ad essere usato in un altro sistema o essere utilizzato dalle persone.



*Fig. 1.4. Trasformazione del Prodotto 1 in Prodotto 2*

### L'errore tipico

Di solito tutti sono in grado di dare una definizione di schema multi-schermo; tuttavia, nella pratica, quando esaminiamo il Prodotto risulta molto più difficile da comprendere e utilizzare, perché è necessario vedere il tutto in sviluppo, in movimento.

### Il Tool

Se avviene il cambiamento di qualcosa, almeno un parametro cambierà il proprio valore. Se ad

esempio abbiamo il sistema materiale di solito dovremmo cambiare l'oggetto materiale per cambiare il valore del parametro; anche se cambiamo la posizione di un oggetto, è comunque richiesta dell'energia. Esiste qualcosa che produce questo cambiamento. Chiamiamo questo qualcosa Tool (Strumento). Il Tool è qualcosa che coopera direttamente con il Prodotto; nell'esempio dell'auto il Prodotto è la persona ed è necessario modificare l'ubicazione del prodotto. Che cosa modifica tale ubicazione? Non l'auto, ma la parte che coopera direttamente con il Prodotto: il sedile.

G.S. Altshuller fornisce il classico esempio: il Tool non è il tornio, ma l'utensile del tornio. Così, quando tagli una mela con un coltello, il Tool non è il coltello ma la sua lama. Questa è una sfumatura molto importante.

## L'Engine

Definito il Tool, ritorniamo alla questione che riguarda l'energia. Abbiamo bisogno di spendere energia per cambiare un qualunque parametro dell'oggetto materiale, di conseguenza è necessario comprendere che tipo di energia dovremo spendere (che tipo di energia è coinvolta durante la realizzazione della Funzione?).

Dobbiamo considerare non solo la presenza di un passaggio di energia, ma anche una catena di trasformazioni di vari tipi di energie.

Nell'esempio dell'automobile è necessario trasportare una persona da un punto ad un altro: questo è un moto lineare. Se spendiamo energia cinetica per questo scopo, dovremmo riceverla da qualche parte avendo evidentemente bisogno di energia cinetica lineare per il trasporto. Dovremmo trovare il luogo in cui l'energia cinetica lineare appare in un'auto e come questa raggiunge il Tool. E' quindi necessario definire l'Engine (non un motore fisico di un'auto, ma la definizione di «Engine» in accordo con la classificazione del modello a 4-elementi).

\*) Facciamo notare che il motore di un'auto potrebbe essere un motore a vapore, un motore a combustione interna, un motore diesel, un motore di Stirling, un convertitore meccanico sulla base di una molla o della gomma; un jet, un volano (come nei giocattoli dei bambini) e molte altre cose.

\*\*) Nel precedente paragrafo abbiamo parlato di una parte dell'auto che chiamiamo motore nella nostra vita di tutti i giorni. Cosa può essere un Engine in un'auto tradizionale in termini del modello a 4-elementi prendendo in esame le diverse situazioni? Non è necessariamente il motore dell'auto. Per esempio, dei barili riempiti d'aria, chiamati anche «galleggianti», possono essere il Motore quando sono usati per svolgere la funzione “sollevare l'auto infossata dal letto del fiume verso la superficie”.

Quando parliamo di «Engine» secondo l'approccio OTSM per la risoluzione del problema, parliamo dell'ultimo convertitore di energia da qualche forma (l'energia primaria dalla “fonte di energia”) ad una accessibile da parte del sistema tecnico dato. Questa energia è trasformata mediante uno o più passaggi di trasformazione nel tipo di energia necessaria per il «Tool». Esiste una catena di trasformazioni e noi scegliamo l'ultima di queste, come risultato della quale riceviamo energia necessaria alla realizzazione della funzione. Il confine del minimo sistema tecnico si posiziona così dove avviene la trasmissione di energia da un tipo in un altro tipo, necessario per il Tool al fine di realizzare la funzione. Questo momento riveste una grande importanza per l'analisi della situazione, quando è necessario trovare una spiegazione a quegli effetti dubbi ed indesiderati.

## La Transmission

La Transmission include tutti gli elementi (sub-system) del sistema attraverso i quali l'energia

è trasformata senza alcun cambiamento della sua tipologia. L'energia viene così trasformata dall'Engine (motore) al Tool (strumento). E' giusto ricordare che l'analisi di questo processo è molto importante nella ricerca delle cause di effetti ancora non chiari.

L'algoritmo schematico che definisce i componenti del minimo sistema tecnico è rappresentato di seguito:

1. Funzione. Algoritmo OTSM.
2. Product.
3. Tool.
4. Engine.
5. Transmission.

#### **2.1.4.3 Come stimare la capacità di lavoro delle parti del sistema tecnico**

1. Presenza delle quattro parti del sistema.
2. Capacità di lavoro di ogni parte fuori dal sistema
3. Capacità di lavoro di ogni parte come parte del sistema

Valutazione conformemente alle altre leggi d'evoluzione dei sistemi tecnici.

#### **2.1.4.4 Come stimare il funzionamento delle parti del sistema tecnico**

1. Presenza del controllo – Abbiamo parti controllate nel sistema?
  2. Qual è il grado di controllabilità degli altri tre elementi? (Per stimare se svolgono il loro compito bene o male).
- Quali parametri di gestione abbiamo?

#### **2.1.5. Esempio (Problema-Soluzione)**

Consideriamo adesso la seguente funzione di un'auto sulla base del motore a combustione: "Muovere se stesso da un posto ad un altro".

*Poniamoci la domanda: sotto quali condizioni l'auto non soddisferà la propria funzione, non si muoverà né trasporterà se stessa, persone e beni?*

E' possibile nel caso in cui una delle parti del modello a 4-elementi sia assente: «Engine», «Transmission», «Tool», o «Control». Questo cosa significa? Analizziamo caso per caso.

#### **Esempio: Incapacità dell'«Engine»**

Facciamo un esempio in cui «Engine» è assente o inattivo: per esempio, sulla Luna. La questione è che l'ossigeno dell'aria, che non è presente sulla Luna, è necessario per il funzionamento del motore a combustione interna. La causa dell'incapacità dell'«Engine» è l'assenza di una delle parti della «Fonte d'Energia»: carburante + ossigeno dell'aria. Descriviamo un esempio affine: abbiamo bisogno di carburante non puro per il motore, ma un mix di combustibile e ossigeno dell'aria in certe proporzioni. Necessiteremo quindi di gocce molto piccole di combustibile nell'aria, carburante cioè che viene nebulizzato grazie a una delle unità dell'«Engine»: il carburatore. Infatti è cosa nota che il motore non funzionerà se riempiamo il cilindro di carburante.

Se cambiamo la qualità del combustibile in modo che la nebulizzazione non possa avvenire, come risultato il combustibile non potrà bruciare e il motore non trasformerà l'energia chimica del combustibile in energia meccanica attraverso il moto dei pistoni. In un film poliziesco l'eroe versa dello zucchero nel serbatoio dell'auto per annullare le chances del suo inseguitore di guidare l'auto e poterla catturare. Lo "sciropo di carburante" ha infatti proprietà diverse, ad esempio una viscosità molto maggiore. In questo caso il combustibile necessario per la combustione non è disponibile – non potrà essere nebulizzato, il motore non partirà, l'auto non potrà essere guidata (Ovviamente consigliamo di non ripetere l'esperimento, visto che può distruggere completamente il motore!).

Note:

E' molto importante analizzare l'intera filiera di trasformazione dell'energia, il funzionamento



del sistema tecnico e la sua struttura in dettaglio al fine di analizzare il sistema stesso e risolvere il problema.

### **Esempio: Incapacità della «Transmission»**

L'auto non può realizzare la funzione formulata nel caso di assenza o inattività della «Transmission». La «Transmission» è la parte di un sistema tecnico che trasforma l'energia del tipo dato dall'«Engine» con lo scopo di fornirla al «Tool». Nel caso di un'auto con motore a combustione interna, parliamo di energia meccanica (rotazioni). Come risultato della combustione del combustibile nei cilindri in un motore tradizionale si ha però un moto alternato dei pistoni. Se vogliamo semplicemente trasferire questo movimento (come quello "avanti indietro" di un'altalena) alle ruote, l'auto non si muoverà. E' quindi necessario che avvenga la trasformazione di un tipo di energia meccanica in un altro e di conseguenza il movimento dei pistoni porterà alla rotazione delle ruote. A tal fine si trovano infatti un gran numero di meccanismi in un'auto: albero motore, ingranaggi, giunti...



### **Esempio: Incapacità del «Tool»**

L'auto non può realizzare la funzione formulata, "Muovere se stessa da un posto ad un altro", se il «Tool» (lo strumento) è assente o rotto o inattivo. La ruota sostiene l'auto sulla superficie stradale. Una ruota ad esempio non può partire sopra un manto stradale scivoloso: è necessario avere attrito tra la ruota e la strada per portare l'auto in movimento. L'auto standard, che è parzialmente capace di galleggiare sull'acqua, non può muoversi in un fiume o in un lago. In questo caso necessitiamo di un altro dispositivo, per esempio ruote speciali con lame o propulsori come quelli di una nave.



Nella foto sottostante è illustrata "Amphicar": i suoi Tools durante i movimenti sull'acqua (in accordo con il modello a 4-elementi) sono due piccole eliche.

### **2.1.5.4. Esempio: Incapacità del «Control»**

L'auto non può realizzare la funzione neanche se è assente o rotto o inattivo il «Control» (il Sistema di Controllo). Il «Control» comprende normalmente sterzo, freni, specchietto retrovisore. Ma in primo luogo è necessario fornire il lavoro dell'«Engine». Non è sufficiente riempire di carburante nebulizzato i cilindri, vi dovrebbe essere trasportato in un istante preciso, né prima né dopo. E' necessario accenderlo o meglio accendere una scintilla in quel momento, quando il carburante nebulizzato viene erogato nel cilindro. E' necessario poi rilasciare i gas esausti formati nel cilindro. In molti casi tutto ciò è "programmato" nel sistema operativo del motore, ma anche il conducente può controllare alcune operazioni.



### **2.1.6. Autovalutazione**

#### **Domande, compiti**

1. Che differenza c'è tra il sistema tecnico e altri oggetti tecnici?
2. Quali parti sono incluse nella composizione del modello a 4-elementi di un sistema tecnico?
3. Come potremmo definire la «legge della completezza delle parti di un sistema»? Quale condizione è necessaria per l'esistenza di un sistema tecnico controllato?



#### **Sommario**

Possiamo immaginare qualsiasi sistema tecnico come un modello costituito da quattro parti principali – Engine, Transmission, Tool e Control.

Il sistema tecnico sarà operativo se includerà queste quattro parti minime operative.

## 2.1.7 Bibliografia



1. Altshuller, G. S., *Creativity As an Exact Science. Theory of Inventive Problem Solving* (Russian) (Sovetskoye Radio, Moscow, 1979), p. 123.
2. Altshuller, G. S., *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (trans. A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), pp. 223-224.
3. Salamatov, J., “System of development of creativity laws”. In *Chance of Adventure* (Russian), Copiler A. B. Selutsky (Petrozavodsk, Karelia, 1991), pp. 62-67.
4. Khomenko, N., *Handbook for Advanced Master in Innovative Design course*. (Strasbourg, 2003–2009).
5. Khomenko, N., “The law of completeness of parts of the system with OTCM-TRIZ interpretation” (Russian) (manuscript, Karlsruhe, 9 July 2008).

## 2.2 Legge della “conduttività dell’energia” di un sistema

In Germania, secondo il codice della strada, un ciclista che si muove di notte deve essere sempre dotato di un fanale di testa e uno di coda sulla bicicletta. Di regola la sorgente di energia di questi sistemi **dovrebbe essere necessariamente una dinamo**, invece di batterie, accumulatori o in special modo batterie solari. Perché? Sappiamo che molte regole e leggi, come dicono gli avvocati, «sono scritte con il sangue». Per essere più precisi, in esse è concentrata una lunga esperienza di molte persone, anche esperienze negative, e modi di superamento delle situazioni problematiche. Per dirla diversamente, nelle leggi si trovano delle raccomandazioni riguardo la loro applicazione e il costo per errori possibili.

Ma ritorniamo alla bicicletta o, per meglio dire, al sistema di segnalazione e di illuminazione. Ricordiamo che sulla bicicletta il dispositivo d’illuminazione stradale diventa il più importante nelle ore notturne. Una fonte di energia per la bicicletta è la forza muscolare della persona; durante il movimento della bicicletta è sempre presente energia meccanica che la dinamo trasforma in energia elettrica. Tale fonte è di più facile realizzazione che con l’uso di batterie o accumulatori e non dipende dalla smemoratezza del ciclista. (Senza dubbi questo sistema tecnico ha qualche mancanza, ma ci soffermeremo su questi problemi e sul modo di risolverli più dettagliatamente in altre sezioni).

### 2.2.1. Definizione

La legge della “conduttività dell’energia” di un sistema: condizione necessaria per l’esistenza di un sistema tecnico è il libero passaggio di energia dall’engine al tool del sistema.

Altshuller, G. S. (1984). *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (A. Williams, Trans.): Gordon and Breach Science Publishers.), p. 225.



Il corollario alla seconda Legge è altrettanto significativo: E’ necessario assicurare la condutività di energia tra una parte e gli organi di controllo al fine di controllare tale parte del sistema tecnico.

Altshuller, G. S. (1984). *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (A. Williams, Trans.): Gordon and Breach Science Publishers.), p. 226-227.

Anche questa legge si riferisce alla categoria “Statica” ovvero quel gruppo di leggi che definiscono l’inizio della vita dei sistemi tecnici.

### 2.2.2. Teoria

#### 2.2.2.1. Il passaggio di energia come parametro di stima del sistema tecnico

La prima condizione per la viabilità (ovvero la capacità di sopravvivenza) del sistema tecnico è descritta dalla Legge della completezza delle parti di un sistema: presenza e minima energia per il funzionamento delle parti principali del sistema (che, ricordiamo, prendono il nome di: Engine, Transmission, Tool e Control).

La viabilità è considerata una caratteristica qualitativa che include un certo numero di parametri di stima.

L’abilità di un sistema tecnico di realizzare la funzione, essere gestito, coesistere, cooperare e anche competere con gli altri TS (Sistemi Tecnici) dipende da molti parametri di valutazione (definiti per ogni sistema tecnico): velocità, affidabilità, costi, casi di utilizzo etc... Nel processo di sviluppo concreto del sistema tecnico la definizione di “viabilità” si estende: essa viene integrato con nuovi parametri di valutazione.

Pertanto, ulteriori criteri (parametri di valutazione) sono necessari per l'evoluzione del sistema tecnico nei vari processi di: aumento dei requisiti da parte dell'utilizzatore, aumento della prestazione della funzione eseguita, sviluppo del sistema tecnico, inasprimento dell'ambiente competitivo...

Tornando all'esempio illustrato all'inizio del capitolo, trarremo le conclusioni su queste basi. Che significato ha l'affermazione: "mantenimento della minima energia per il funzionamento del sistema tecnico mediante il passaggio di energia attraverso tutte le parti del TS" e perché è necessaria oltre alla presenza delle parti principali del sistema tecnico: Engine, Transmission, Tool e Control?

Per il sistema tecnico di illuminazione in esame l'Engine "batterie" è estraneo dal punto di vista del passaggio e della trasformazione di energia meccanica: batterie, accumulatori possono essere usati come "sorgente" e "motore" addizionali del TS ma non sono necessari.

Il passaggio di energia è prodotto dalla fonte di energia (forza muscolare della persona), attraversa l'Engine, è trasmessa al Tool e oltre – fino al Prodotto (organi di senso della persona, l'occhio).

### 2.2.2.2. Gli errori tipici

Per capire e comprendere l'essenza della legge, è necessario leggere attentamente le definizioni, la teoria, gli esempi. E non avere fretta: le nuove idee vengono riconosciute con difficoltà non solo dalla nostra società e dal mondo, ma anche dalla nostra testa.

Il passaggio di energia è importante innanzitutto non per il sistema tecnico, ma per l'utilizzatore di tale sistema. Si presti attenzione alle parole nella definizione: «condizioni minime per la viabilità». Per essere più precisi, l'abilità di un sistema tecnico è descritta qui, cioè la sua capacità di realizzare la funzione.

### 2.2.2.3. Esempio.

#### Filo rosso (spiegazione della teoria)

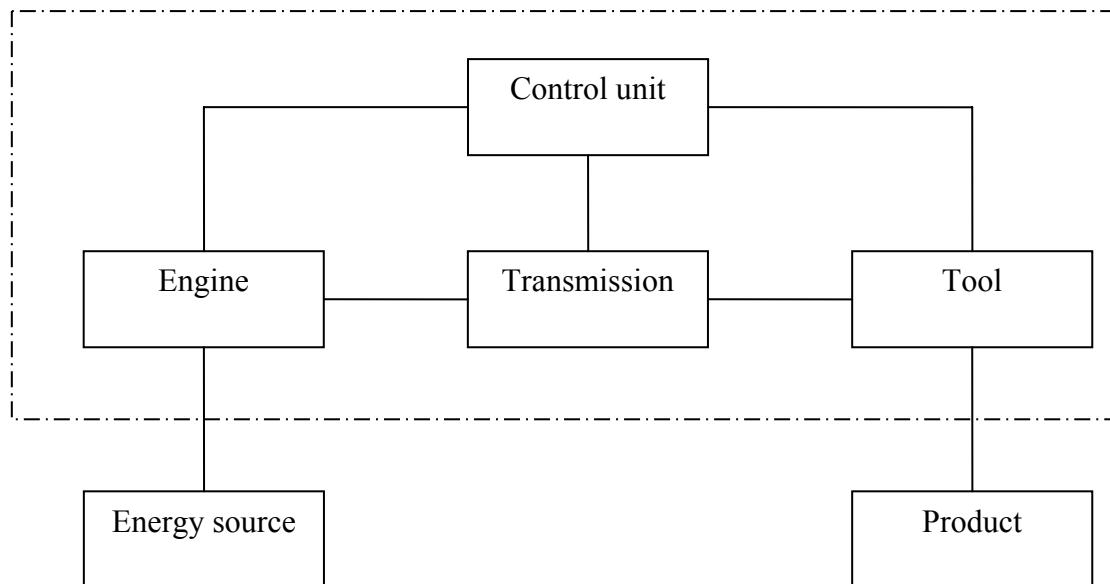


A partire dal 1776, seguendo l'ordine del Ministero della Marina inglese, gli operai delle fabbriche della flotta militare iniziarono, durante la produzione di corde, ad intrecciare quest'ultime con un filo rosso. Il filo era intrecciato in modo da non poter essere rimosso neanche da un piccolo pezzo di corda. Qual era lo scopo di questa azione? In tal modo erano stati risolti due importanti problemi! Partendo dal primo, nel processo di utilizzo le corde si consumavano e i successivi utilizzi diventavano pericolosi ad uno spessore definito: il filo rosso era stato intrecciato in modo che la riduzione dello spessore della corda al di sotto di una certa dimensione potesse essere segnalata. Il secondo problema riguardava il furto delle corde dalle fabbriche per uso personale: essendoci un filo rosso in ogni pezzo di corda era semplice smascherare i criminali.

Questo esempio dà una buona visione della Legge della «conduttività dell'energia»: per mantenere la viabilità minima del sistema l'energia dovrebbe passare come "un filo rosso" attraverso tutte le parti del TS.

## 2.2.3. Modello

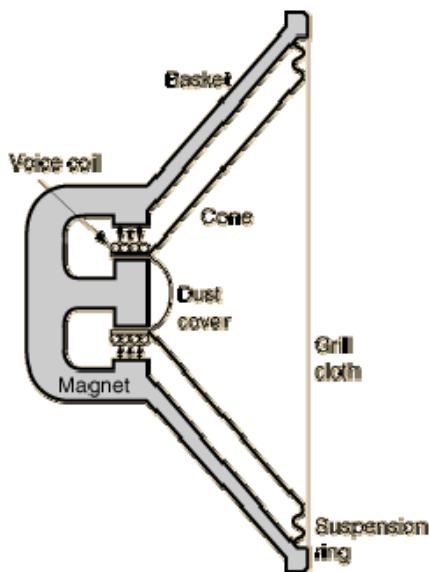
### 2.2.3.1. Lo schema a 4-elementi



*Fig. 2.1. Le parti principali del sistema tecnico*

### 2.2.3.2. Esempio

#### L'altoparlante di Sokolov – condutività d'energia



Per la bobina dell'altoparlante si usava generalmente un filo di rame, avvolto a formare uno strato. Tuttavia nei primi anni di sviluppo e di applicazioni di massa degli altoparlanti i magneti non possedevano sufficiente forza magnetica per generare la pressione sonora necessaria all'uscita dell'altoparlante. (Nota: la pressione del suono dipende dalla forza della corrente in un conduttore e dalle forze del campo magnetico. L'orecchio umano percepisce la pressione sonora come l'intensità acustica di quel suono; questa dipendenza ha un carattere complesso, che non affronteremo in questa sede).

*Figura 2.2. Sezione trasversale di un altoparlante*

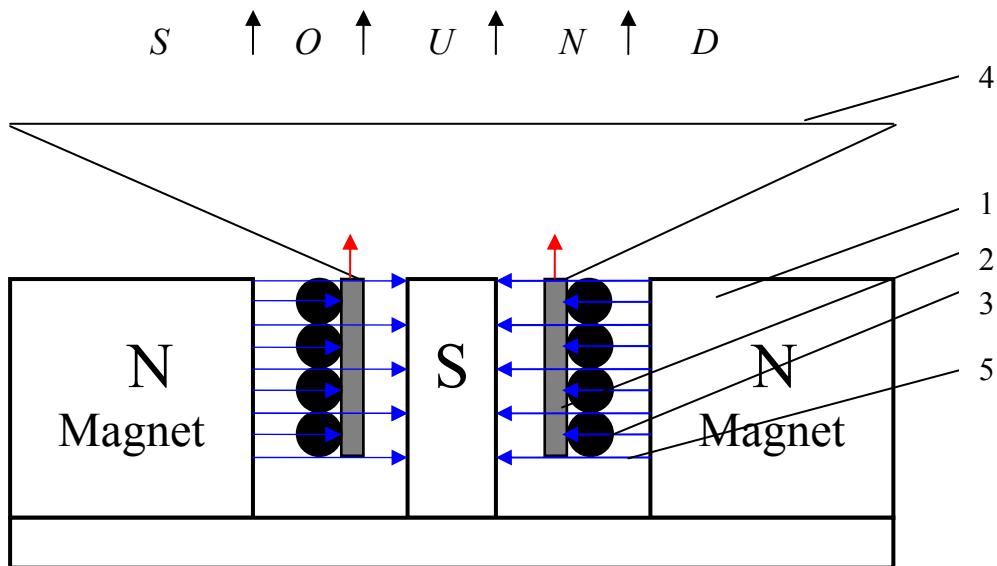


Figure 2.3. Sezione trasversale di un altoparlante con evidenziato il circuito magnetico.

La figura rappresenta:

- 1 – magnete
- 2 – Sostegno della bobina
- 3 – avvolgimenti della bobina
- 4 – diffusore
- 5 – linee di forza di un campo magnetico

Sono presenti tre ostacoli alle linee di forza del campo magnetico, sono posizionati tra i due poli del magnete e ne indeboliscono il campo. Questi ostacoli sono: un intervallo d'aria; una carcassa di materiale isolante per la bobina; il filo di rame. Più piccolo è l'intervallo d'aria e più è sottile la carcassa della bobina, più piccole appariranno le perdite nella catena magnetica: il campo magnetico risulterà così più forte (questo comporta che la pressione sonora e l'intensità acustica saranno più forti).

Per quanto riguarda il filo di rame, ricordiamo che un conduttore metallico genera perdite in un campo magnetico.

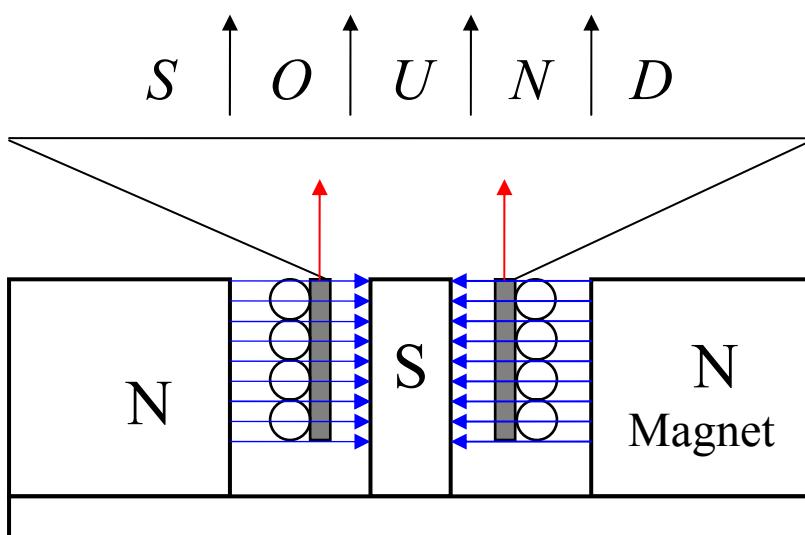
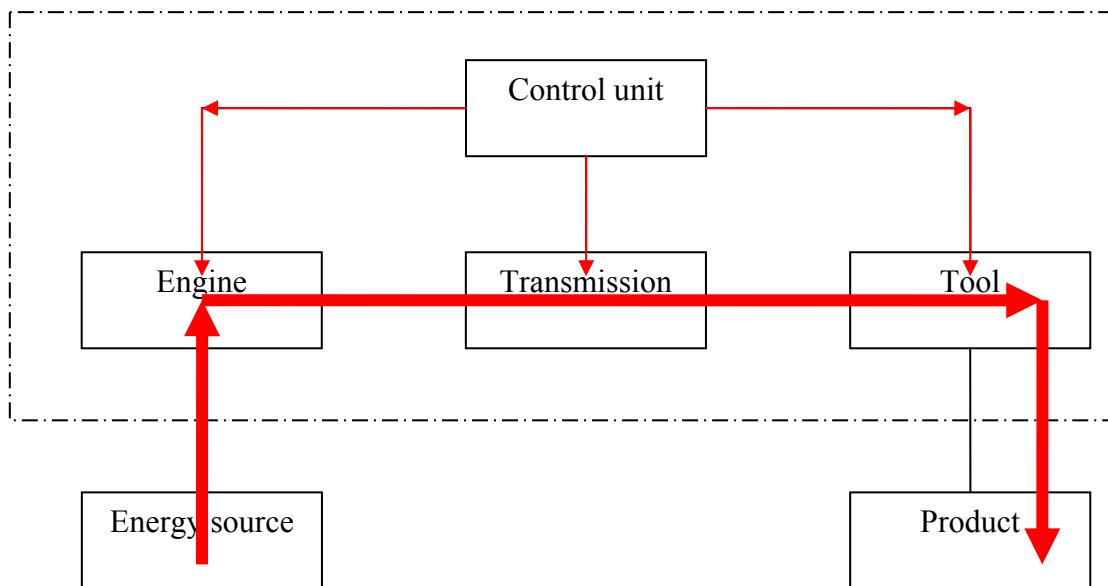


Figure. 2.4. Sezione trasversale di un altoparlante con evidenziato il circuito magnetico.

La figura illustra le modifiche apportate: al posto di un filo di rame viene utilizzato un filo di materiale ferromagnetico, ad esempio l'acciaio.

L'inventore, Sokolov, ha brevettato nel 1936 un altoparlante in cui la parte di avvolgimento viene realizzata da un materiale ferromagnetico proprio per aumentare l'efficienza. Il materiale ferromagnetico conduce bene il campo magnetico senza generare perdite nel circuito magnetico.

### 2.2.3.3. La conduttività dell'energia del modello a 4-elementi



*Figure. 2.5. Conduttività dell'energia del modello a 4-elementi*

#### La conseguenza della controllabilità

«E' necessario assicurare la conduttività di energia tra la parte e gli organi di controllo, al fine di controllare tale parte del sistema tecnico». Che cosa significa? Come dovremmo utilizzare questa affermazione?

E' necessario costruire il modello a 4-elementi del TS.

Analizzare se è presente un passaggio di energia tra le parti del sistema tecnico.

Analizzare se c'è un passaggio di energia tra le parti del sistema tecnico e l'unità di controllo.

Stabilire quali sono i **campi** utilizzati per la gestione del sistema ed analizzare la necessità e la possibilità di sostituire i campi mal gestiti con campi gestiti, controllati in modo migliore, secondo il seguente ordine: gravitazionale – meccanico – termico – magnetico – elettrico – elettromagnetico.

#### Il problema inverso – interrompere la conduttività d'energia

Durante la risoluzione di alcuni problemi è richiesta un'azione inversa. E' necessario **non** permettere un passaggio di energia col fine di prevenire un'influenza negativa del sistema tecnico sul prodotto. In questo caso è necessario (come di consueto, quindi come nel caso non invertito) definire in primo luogo la funzione.



## 2.2.3.4. Esempio

### Interruttore di sicurezza di una pressa

In alcune fabbriche vengono utilizzate forbici meccaniche avviate a mano o presse meccaniche (una parte dell'attrezzatura utilizzata per far gravare del peso su qualcosa, al fine di renderlo piatto o forzare del liquido fuori da esso): l'operatore posiziona manualmente il materiale semi-lavorato nella zona di processamento e poi accende la pressa. Possono verificarsi situazioni pericolose perché nel momento dell'accensione della pressa la mano dell'operatore può trovarsi in una zona di pericolo. Come prevenire l'accensione della pressa nel caso in cui la mano sia in una zona di pericolo?

Rappresenteremo nello schema del TS quale azione pericolosa dovrebbe essere prevenuta (fig 2.6).

E' quindi necessario migliorare la controllabilità della pressa: la pressa non dovrebbe poter essere accesa se una mano si trova in una zona di pericolo. Così, la funzione del nuovo sistema tecnico sarà «accendere la pressa solo nel caso in cui nessuna mano dell'operatore si trova in una zona di pericolo».

L'operazione di una pressa è completata in questo caso se accade che l'accensione della stessa non è permessa nel momento in cui la mano dell'operatore è presente in una zona di pericolo. Per dirlo diversamente, il meccanismo nel problema descritto è incontrollabile perché lavora anche nel caso in cui almeno una mano si trova in una zona di pericolo. Nello schema (fig 2.6) non ci sono comunicazioni di energia – frecce rosse – in una catena operativa tra il Control e le altre parti del sistema. L'unicità di questa situazione è spiegata dal fatto che ci sono alcuni momenti pericolosi, quando il primo operatore posiziona un semilavorato nella zona di processamento usando una mano, mentre il secondo operatore accende la pressa. E' quindi necessario distruggere, interrompere il passaggio di energia in qualunque parte della catena nel momento in cui una mano compare nella zona di pericolo.

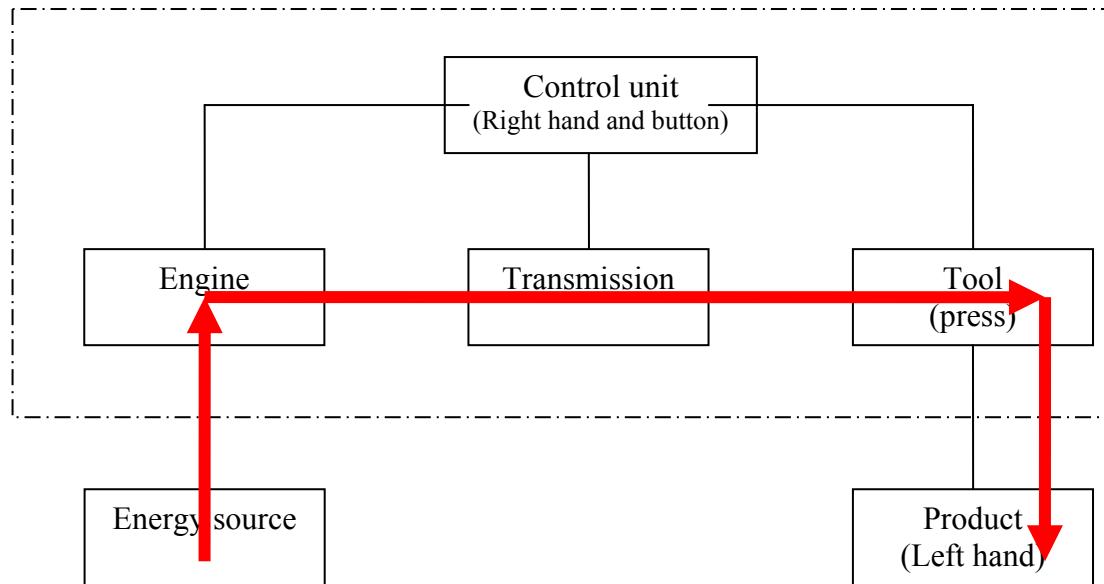
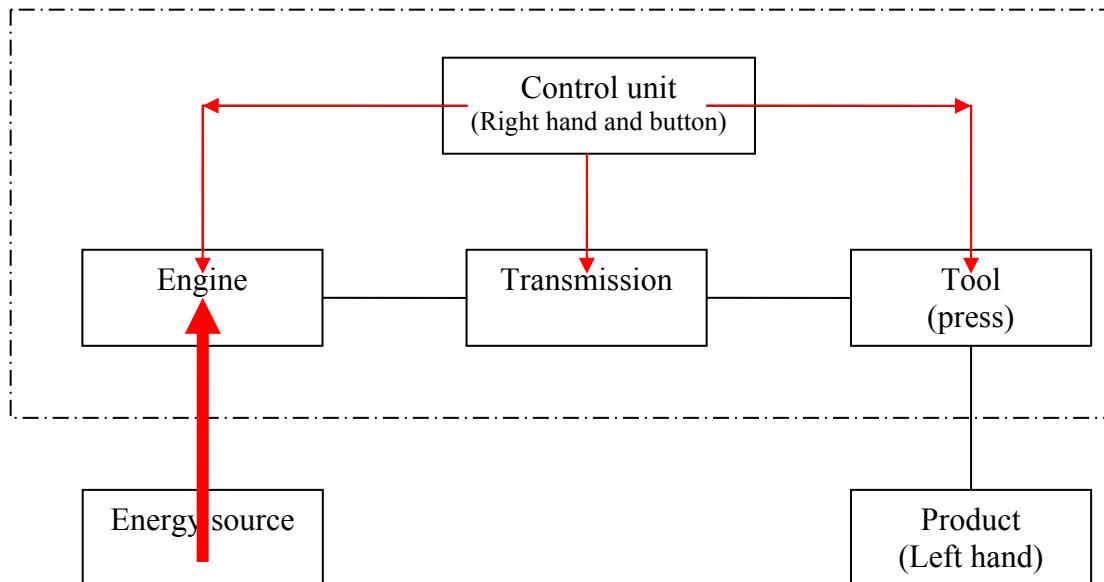


Figura 2.6.

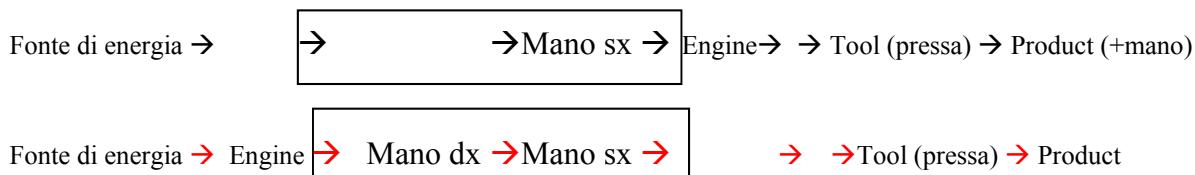
La soluzione si basa sulla necessità di utilizzare entrambe le mani per l'accensione della presa: e' possibile accendere la presa soltanto quando l'operatore preme simultaneamente due bottoni con entrambe le mani. Nonostante la sua semplicità, tale compito non è stato risolto in modo ottimale per molti anni: diversi sensori che segnalavano la presenza di una mano in una

zona di pericolo hanno funzionato in modo inaffidabile. Adesso la necessità di un controllo a due mani nei meccanismi pericolosi è scritta negli standard europei EN574 "Sicurezza delle macchine" ed è per questo che esistono numerosi dispositivi di interruttori a due mani; ci sono aspetti funzionali che vengono applicati da tutte le case produttrici di questi macchinari.



*Figura 2.7.*

I cambiamenti sono riportati nel seguente schema secondo la decisione di azionare una pressa con due mani. Il dispositivo di controllo accende la pressa solo quando due bottoni sono premuti contemporaneamente da due mani. Il passaggio di energia attraverso il sistema e poi fino al prodotto viene quindi interrotto nel caso in cui una mano appaia insieme al prodotto processato nella zona pericolosa.



### Esempio

#### Protezione contro la scansione elettronica

Mostreremo un ulteriore esempio illustrando un caso in cui risulta necessario interrompere la condutività d'energia del sistema.



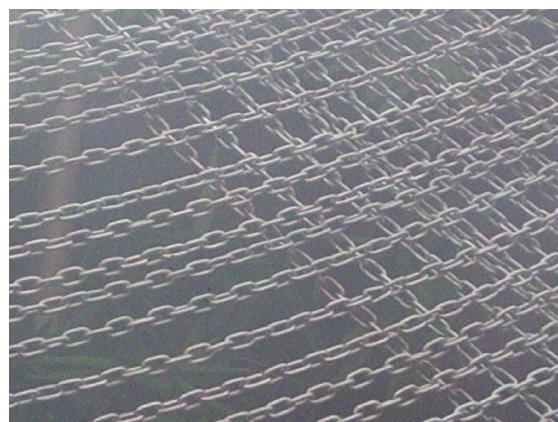
La bellezza delle pareti esterne e delle finestre degli edifici influenza grandemente il business delle moderne banche e dei casinò.

Tuttavia in questi edifici sono anche largamente utilizzati dispositivi elettronici, le cui attività (vari codici, passwords ecc) possono essere facilmente analizzate, scannerizzate dall'esterno utilizzando i radio-segnali emessi. Il presupposto di base dovrebbe quindi essere l'impenetrabilità per le onde elettromagnetiche al fine di evitare questi problemi, tenendo conto delle condizioni di sicurezza. E' anche vero che chiudere tutte le finestre con pannelli di metallo non è molto bello per un esterno: cosa potrebbe essere fatto?

Spesso è possibile vedere delle graziose tende alle finestre delle banche locali, fatte di catene di metallo (Foto 2.8; 2.9). Per quale scopo vengono utilizzate?



*Fig. 2.8.  
La foto mostra le tende di un famoso casinò europeo*



*Fig. 2.9.  
La foto mostra la struttura della tenda (l'immagine è ingrandita)*

### Il modello della macchina negativa

Per risolvere problemi simili è utilizzato il modello della “**macchina negativa**”. La questione è che mentre si ha a che fare con problemi pratici si ha spesso l’imposizione dell’elemento nocivo sull’effetto positivo (efficienza). Il modello della “macchina negativa” è creato col fine di definire correttamente le parti di un sistema che causano questa influenza dannosa, e porta alla selezione degli elementi che possono essere cambiati.

La costruzione logica di una “macchina negativa” è la stessa di un sistema tecnico ordinario, iniziamo quindi l’analisi con la formulazione della funzione “negativa” che ci disturba. La Funzione negativa è “individuare e catturare i segnali emessi dai dispositivi elettronici posizionati in ambienti chiusi”.

Product: un segnale

Tool: un dispositivo di scannerizzazione

Transmission: spazio al chiuso e all’aperto, un edificio, una finestra che si trova tra i dispositivi elettronici e lo scanner.

Engine: Dispositivo elettronico

### Il sistema tecnico utile

La Funzione: Comunicare una buona impressione dell’impresa (un casinò, una banca) con la propria immagine.

Product: L’occhio di una persona

Tool: Onde elettromagnetiche nel campo del visibile.

Transmission: **Il volume interno di un edificio, una finestra, le tende. E l’ambiente che è visibile da una finestra e raggiunge l’occhio di un osservatore.**

Engine: Riflessione della luce solare o di una luce artificiale da parte dei muri interni e delle superfici degli oggetti che si trovano all’interno.

La fonte di energia: Luce solare o illuminazione artificiale.

### Il sistema tecnico negativo

La Funzione: Leggere dall’esterno i dati dei dispositivi elettronici che si trovano all’interno.

Product: Radiazione dei dispositivi elettronici

Tool: Uno scanner posto all'esterno

Transmission: Volume interno di un locale, di un muro, una finestra, le tende. E l'ambiente tra la finestra e lo scanner elettronico

Engine: Dispositivo elettronico

Fonte di energia: Rete elettrica

Se i due modelli di sistemi tecnici, utile e negativo, sono rappresentati graficamente, è facile notare che la parte generale della Transmission coincide per entrambi i sistemi.



#### **2.2.4. Strumenti (come usarli)**

Con quale scopo possiamo applicare gli strumenti? Per:

Soluzione di problemi pratici: creazione della «macchina utile»;

Soluzione di problemi pratici: distruzione della «macchina negativa»;

L'analisi del sistema tecnico secondo la Legge – una stima dei vantaggi competitivi del sistema tecnico (TS); stima delle parti deboli del TS.

Un elemento costitutivo che preveda lo sviluppo del sistema tecnico: quale parte del sistema tecnico o quali parametri del sistema tecnico causano le maggiori difficoltà durante il funzionamento?

Come usarli?

1. Conduttività energetica – Esempi: 2.2, 2.5, 2.6.

2. Controllo – Esempi: 2.5, 2.6.

Interruzione della conduttività energetica – Esempi: una pressa; le tende 2.4, 2.5.



#### **2.2.5. Esempio (Problema-Soluzione)**

##### **Previsioni per il «controllo» dell'auto**

Immaginiamo di vivere nel 1901 e lavorare per la famosa casa “Mercedes”. E' necessario fornire una previsione di mercato riguardo la domanda di auto nel mondo per i prossimi 25 anni; sarà quindi necessario definire correttamente i fattori che limitano la crescita del consumo del prodotto.

Secondo voi quale è stato uno dei deterrenti per l'aumento della distribuzione e vendita delle auto dal punto di vista del livello di sviluppo del sistema tecnico “auto”?

Il costo dell'auto?

La velocità dell'auto?

I risparmi del motore?

Il livello di inquinamento dei gas combusti?

La complessità della guida?

Sì, in particolare la guida era difficile e spesso pericolosa: le prime auto coinvolgevano solo gli sportivi e molti proprietari d'auto assumevano autisti (che avevano bisogno di esercitarsi alla guida per molto tempo).

Immaginiamoci che ci venga offerto di andare a guidare ad una velocità di 50 Km/h in un'auto instabile, senza le pareti laterali, parabrezza, tergilustrini con una complessa serie di meccanismi, freni deboli e pneumatici inaffidabili. La postazione del conducente era dotata di così tante maniglie e leve di controllo che l'abilità ad usarle velocemente richiedeva molto allenamento. Ci sono state a lungo tre leve per i freni: sull'albero di trasmissione, sulle ruote posteriori e sul cosiddetto “puntone a goccia”, un nocciolo appuntito che si abbassava sulla strada con un movimento di sollevamento finché i freni non iniziavano a trattenere l'auto (un prototipo del

moderno freno a mano). Il progettista non si preoccupò se la leva era comodamente raggiungibile o se era conveniente usarla. La leva fu infatti installata là dove era stata richiesta dal progetto, richiedendo in tal modo al guidatore di dimostrare improbabili abilità da acrobata.

Come applicare la Legge «Conduttività dell'energia tra le parti di un sistema» per migliorare le capacità di guida? Senz'altro in accordo con la seconda conseguenza di questa legge «E' necessario assicurare la conduttività di energia tra la parte e gli organi di controllo al fine di controllare tale parte del sistema tecnico». L'assenza di tali comunicazioni tra le parti porta ad una guida difficile ed inaffidabile, richiedendo al conducente una lunga e particolare preparazione. In altre parole, tali assenze hanno limitato lo sviluppo del sistema tecnico e la quantità di auto prodotte. Per le case produttrici questo significò perdita di profitto...

Conoscere le leggi d'evoluzione dei sistemi tecnici è utile ed importante non solo per gli ingegneri ma anche per i ricercatori di mercato; la loro mancanza di conoscenza o la loro ignoranza può portare infatti a delle previsioni che ci possono far sorridere:

*"La domanda mondiale di autovetture non sarà mai superiore a un milione - principalmente a causa di una limitazione del numero di autisti".*

Market Research Study, Mercedes Benz, 1901.

**Wehnert, Timon**, European energy futures 2030 : technology and social visions from the European energy Delphi survey / Timon Wehnert .... - Berlin ; Heidelberg : Springer Berlin, 2007. (page 53).

Fortunatamente, i direttori e i progettisti delle case automobilistiche non ascoltarono le previsioni ed hanno migliorato l'auto, rendendone più semplice il funzionamento...

## Esempio

### La gestione di un'impresa

Il problema operativo di un'auto più veloce apparirà una sciocchezza in confronto al problema della gestione di un'impresa. La legge della «Conduttività dell'energia» tuttavia si applica bene anche in questo caso. Noti consulenti che si occupano di gestione di società (Josef O'Connor, Ian McDermott) forniscono nel loro libro un esempio di un'innovazione fallimentare all'interno di una società:

Una compagnia invitò alcuni esperti (non gli autori del libro) per migliorare il lavoro del proprio settore di contabilità amministrativa. Grazie alle indicazioni ricevute la divisione iniziò a lavorare in modo più efficace. Tuttavia, per questo scopo richiese molte più informazioni dagli altri reparti della società, ad esempio dalla divisione marketing. Il carico di lavoro supplementare concernente il trasferimento dati indebolì la divisione marketing distogliendo gli impiegati dal loro lavoro di routine. Come risultato di tale innovazione, l'impresa ebbe difficoltà con la produzione standard e con la vendita dei prodotti per molto tempo...

Come risultato dell'approccio descritto, la «conduttività dell'energia» nella struttura dell'impresa è stata interrotta, rendendo quest'ultima in un certo modo incontrollabile.

Come risultato dell'innovazione introdotta, il reparto di contabilità amministrativa ha compromesso la «conduttività dell'energia» della divisione marketing e questo significa che ha compromesso la «conduttività dell'energia» dell'intero sistema, ovvero di tutta l'impresa.

## 2.2.6. Auto-valutazione

### Sommario

Abbiamo bisogno di passaggio di energia attraverso tutte le parti del sistema (Legge della «Conduttività dell'energia») perché il sistema tecnico funzioni ad un livello minimo, oltre alla presenza di tutte le parti del sistema tecnico (Legge della «Completezza delle parti di un siste-

ma»).

E' necessario fornire conduttività di energia tra la parte e l'unità di controllo al fine di controllare tale parte del sistema tecnico.



## Domande:

1. Quali parti sono incluse nel modello a 4-elementi di un sistema tecnico?
  2. Quali sono le condizioni minime per il funzionamento di un sistema tecnico (secondo la legge della Completezza delle parti di un sistema)?
  3. Quali sono le condizioni minime per il funzionamento di un sistema tecnico (secondo la legge di Conduttività d'energia tra le parti di un sistema)?
  4. Specificare i nomi delle parti che sono incluse nel modello a 4-elementi del sistema tecnico: Transmission, Energy source, Engine, Product, Tool, Su-Field, Ambiente, Control...
  5. (\*) Specificare i nomi degli elementi del modello a 4-elementi del sistema tecnico: Transmission, Energy source, Engine, Product, Tool, Su-Field, Ambiente, Control...
- (\*) Che cosa manca alla dinamo col meccanismo di trasmissione sulla ruota di una bicicletta dal nostro punto di vista? (Dal punto di vista cioè delle Leggi d'evoluzione dei sistemi tecnici)

La dinamo tradizionale (il generatore elettrico) è installato come una fonte di energia elettrica per i dispositivi di illuminazione della bicicletta. L'energia di rotazione è trasferita alla dinamo attraverso la ruota; per questo scopo la dinamo ha un gommino montato sull'albero del generatore.



Fig. 2.10.



Fig. 2.11.



Fig. 2.12.

La foto mostra la dinamo tradizionale istallata sulla bicicletta.

## Esercizi



Comporre il modello a 4-elementi del sistema tecnico per l'illuminazione stradale su una bicicletta. Il sistema tecnico consiste di una luce di testa (con una lampadina, vetro e riflettore), linee di alimentazione (fili), il telaio (che serve come un conduttore), l'interruttore, il generatore di corrente elettrica (la dinamo) e la ruota in movimento.

(\*) Quale è la funzione principale di un'auto, secondo voi? Qual è il "Tool", la "Transmission", "Engine", "Energy source", "Control" in un'auto secondo il modello a 4-elementi?

La prima bicicletta. Alcuni modelli delle prime biciclette non avevano freni né il manubrio come dispositivi per operazioni sulla ruota anteriore quali il movimento di rotazione. Costruire il modello a 4-elementi di una bicicletta come mezzo di trasporto e sottolineare in esso la conduttività d'energia: sia il passaggio di energia tra le parti, che il passaggio d'energia tra le parti del sistema tecnico e l'unità di controllo.

## Compiti



Le figure 2.2 e 2.3 illustrano lo spaccato del circuito magnetico di un altoparlante. Per esempio, i magneti più potenti sono utilizzati nei grandi altoparlanti per concerti: per l'ulteriore aumento di prestazioni, è auspicabile una diminuzione delle perdite nel circuito magnetico, ottenuto a spese del contenitore della bobina. Inoltre, poiché negli altoparlanti potenti la bobina è attraversata da una corrente di grande intensità, si trova sottoposta ad un forte surriscaldamento e può fondersi: in tali condizioni diventa molto importante soffiare aria sulla bobina da molteplici direzioni per raffreddarla. La bobina tuttavia è composta anche da materiale elettricamente isolante, che funge anche da isolante termico, impedendone il raffreddamento. Che cosa fare?

Suggerimento-1: Esaminare il sistema tecnico dal punto di vista della legge presentata «conduttività dell'energia» come mostrato nell'Esempio 2.3.

Suggerimento-2: dobbiamo formulare la contraddizione «Il contenitore della bobina dovrebbe essere usato per\*\*\*; il contenitore della bobina non dovrebbe essere usato per\*\*\*».

Il record di velocità di un'auto. L'auto con il motore a reazione «Blue Flame» diventò nel 1970 la prima auto ad aver superato i 1000 km/h. Quest'auto raggiunse la velocità di 1001,452 Km/h sulla superficie completamente piatta di un lago salato estinto nello Stato dello Utah, sotto il controllo del pilota Gari Gabelich. Uno dei problemi con cui i progettisti si sono dovuti interfaciare: come attuare la frenatura di questa auto?

### 2.2.7 Bibliografia



1. **Altshuller, G. S.** Creativity as an exact science. — M.: Soviet Radio, 1979. (Russian), Pages 124-125.
2. **Altshuller, G. S.** (1984). *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (A. Williams, Trans.): Gordon and Breach Science Publishers.). Pages: 225-227.
3. **Salamatov J.**,System of development of creativity laws. /In book: «Chance of adventure»/ Copiler. A.B. Selutsky. – Petrozavodsk: Karelia. 1991. (Russian). – Pages 68-75.
4. **Wehnert, Timon.** European energy futures 2030: technology and social visions from the European energy Delphi survey / Timon Wehnert - Berlin; Heidelberg: Springer Berlin, 2007.
5. **Josef O'Connor, Ian McDermott.** The Art of Systems Thinking: Essential Skills for Creativity and Problem Solving. HarperCollins Publishers Ltd., 1997.



Vedi anche:

2.5 Legge della non uniformità di sviluppo delle parti del sistema

## 2.3: La legge del coordinamento dei ritmi tra le parti del sistema

Salimmo al primo piano usando una vasta scala a chiocciola per spostarci dalla hall agli uffici di una nota banca europea. Questa scala ricordava le scale a chiocciola viste molte volte in castelli e fortezze medievali...Che somiglianza hanno?

Gli abitanti di una fortezza dovevano proteggere ogni mattone della stessa, ogni scalino della scala, ogni corridoio del castello. Queste scale, che potevano diventare un ostacolo per i nemici percorrendole dal basso verso l'alto, nella loro forma si avvolgono da sinistra verso destra, se viste dal basso verso l'alto. Il punto è che un soldato che saliva le scale e combatteva con una spada nella mano destra (e la percentuale di tali soldati era del 90%), doveva esporre il lato sinistro del petto, dove si trova il cuore. Un soldato, che proteggeva il passaggio su una scala e che si trovava al di sopra degli avversari, aveva invece una grande probabilità di ottenere la vittoria perché il lato sinistro del petto era coperto dalla mano sinistra e dal muro centrale...e tutto questo grazie semplicemente al verso di avvolgimento di una scala.



### 2.3.1. Definizione

Condizione essenziale per la viabilità di un sistema tecnico è il coordinamento dei ritmi (frequenze di vibrazione, alternanza) di tutte le parti del sistema.

Altshuller, G. S. (1984). *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (A. Williams, Trans.): Gordon and Breach Science Publishers.), p. 227



### 2.3.2. Teoria (Particolari)

Nella prima e nella seconda legge sono descritte due condizioni per la viabilità (capacità di sopravvivenza) minima di un sistema tecnico:

1. Presenza e minima energia per il funzionamento delle parti principali del sistema tecnico (Engine, Transmission, Tool, Control).
2. Il passaggio di energia in tutte le parti del sistema tecnico.

La terza legge introduce un'ulteriore condizione, un ulteriore parametro di valutazione del TS: il coordinamento dei **ritmi** delle parti del sistema tecnico. Il tipico errore durante l'analisi del sistema tecnico secondo le Leggi dell'Evoluzione è che l'utilizzatore inizia tale analisi senza una formulazione appropriata della funzione svolta dal sistema tecnico in esame. E' sempre bene evitare questo errore, ed in particolare per la terza legge: a seconda della funzione infatti è richiesto in alcuni casi di coordinare i ritmi delle parti del sistema, in altri di discordarli.

I parametri di controllo del sistema tecnico possono essere: frequenza, alternanza, una direzione, la velocità, una fase, la sequenza, la porosità ed altri.

Nell'esempio all'inizio del capitolo, il coordinamento tra la direzione del movimento su una scala e la direzione del movimento delle mani durante una battaglia risulta essere positiva per il

difensore e contemporaneamente una discordanza di questi parametri per l'attaccante. Per dirla diversamente, la scelta della discordanza e del coordinamento dipende dalla funzione che desideriamo realizzare.

L'incongruenza dei ritmi tra le parti del sistema tecnico è una delle ragioni della non uniformità di sviluppo del sistema tecnico (oltre ad altri motivi esterni: il verificarsi di nuove richieste di chi usa il sistema tecnico, interazione con altri sistemi tecnici ecc). La descrizione dettagliata della Legge della «Non-uniformità di sviluppo delle parti del sistema» è riportata nel capitolo 2.5.

### 2.3.3. Modello

Per l'analisi del sistema tecnico riguardante il coordinamento dei ritmi delle parti del sistema viene utilizzato il modello a 4-elementi. Durante l'analisi dei parametri è necessario porre attenzione non solo alla presenza delle parti principali del sistema e alla condutività di energia tra di esse, ma anche ai parametri di questa condutività – fluttuazioni, alternanze ecc

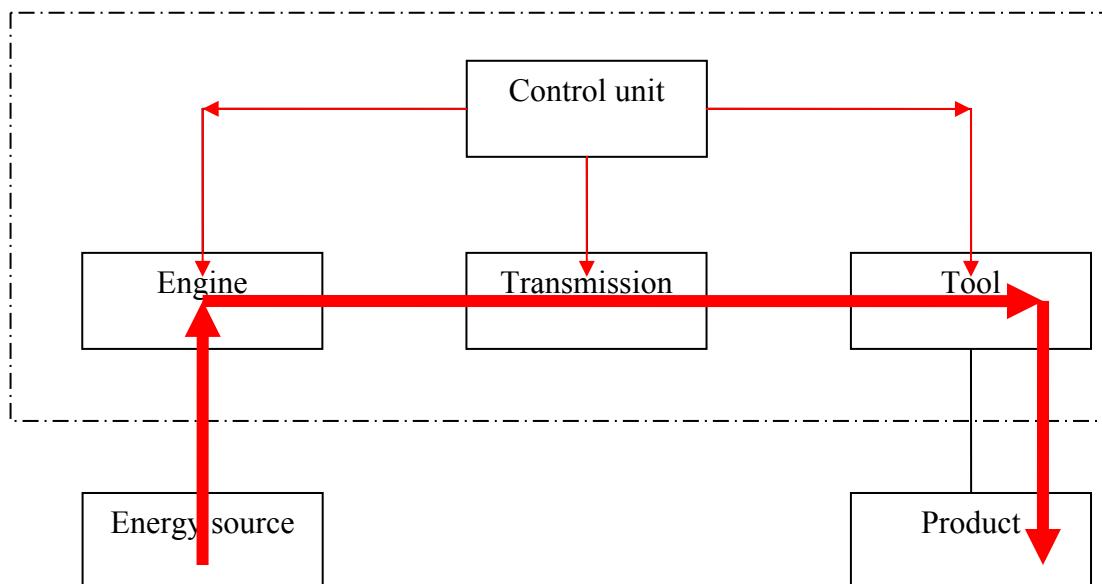


Fig. 3.1.

### 2.3.4. Strumenti (Come usarli)

Con quale scopo applicarli? Per:

- soluzione di problemi pratici: problemi di cambiamento;
- soluzione di problemi pratici: problemi di misurazione;
- analisi del sistema tecnico secondo la Legge – una stima dei vantaggi competitivi del sistema tecnico; identificazione delle parti deboli del sistema tecnico.
- un componente per lo sviluppo della capacità d'analisi del TS: quale parte (o parti) del sistema tecnico non sono coordinate ritmicamente?

Come applicarli?

Analisi del sistema tecnico alla luce delle parti principali del sistema stesso usando il modello a 4-elementi, la definizione – quali parti del sistema fungono da Fonte di Energia,



Engine, Transmission, Tool, Control?

Analizzare il sistema tecnico alla luce delle contraddizioni tra i parametri delle varie parti del sistema.

Usare il modello della «macchina negativa» per l'analisi. E' necessario porre attenzione principalmente ai parametri riguardanti la conduttività dell'energia.

Con quale scopo applicarli? Per:

soluzione di compiti pratici: una ricerca di cause degli effetti indesiderati;

soluzione di compiti pratici: rimozione della cause degli effetti indesiderati;

l'analisi di un sistema tecnico secondo la Legge – stima dei vantaggi competitivi; identificazione delle parti deboli del sistema tecnico;

previsione di sviluppo; uno degli approcci viene utilizzato per prevedere lo sviluppo del sistema tecnico: la presenza del coordinamento e discordanza tra le parti del sistema tecnico.

Come applicarli?

1. Cercare e rimuovere le cause degli effetti indesiderati: la presenza della discordanza e l'organizzazione delle condizioni per il coordinamento – Esempi 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5.

2. Cercare e rimuovere le cause degli effetti indesiderati: la presenza della discordanza e l'organizzazione delle condizioni per la discordanza – Esempi 2.3, 2.4, 3.3

#### 2.3.4.1. Esempio

##### Giochi Paralimpici

Il seguente problema sorse ai Giochi “Paralimpici”, organizzati per i diversamente abili, durante una gara di corsa sulla lunga distanza per persone con totale assenza di vista e udito. Ogni atleta dei Giochi “Paralimpici” ha un assistente: le loro mani sono collegate da un nastro sottile. In questo modo non ci sono problemi concernenti una falsa direzione: ogni assistente conduce in modo affidabile lo sportivo che gli è stato affidato: Gli sportivi correvarono tuttavia con incertezza, senza la sensazione dell'atmosfera competitiva. Come trasferire l'atmosfera della presenza dei fans, le loro emozioni e il tifo a degli sportivi senza vista e udito?!



Il commentatore della competizione risolse questo problema in qualche secondo, avendo notato una corsa incerta degli sportivi dei Giochi “Paralimpici”: si indirizzò agli spettatori con una richiesta... (con quale richiesta – lo vedremo dopo una piccola spiegazione teorica).

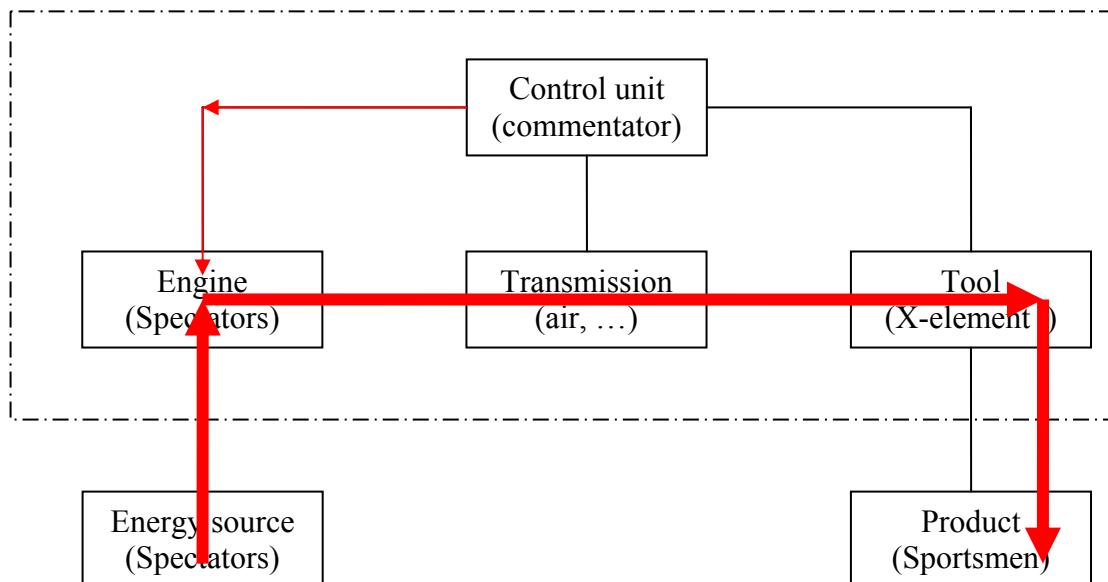
Le soluzioni tradizionali:

l'assistente dello sportivo dovrebbe tirare la corda per rappresentare gli applausi;  
dare un ricevitore con un anello vibrante ad ogni sportivo dei Giochi “Paraolimpici” e dare il trasmettitore al commentatore;  
non disputare questo tipo di competizioni...

Note:

- I Giochi “Paraolimpici”- sono una competizione sportiva internazionale per diversamente abili; essi si svolgono tradizionalmente dopo i Giochi Olimpici e dal 1992 anche nella stessa città. Questa pratica è fissata dall'accordo del 2001 tra “International Olympic Committee” e “International Paralympic Committee”. I Giochi Paraolimpici estivi si svolgono dal 1960 e i Giochi Paraolimpici invernali dal 1976. Il nome “Paraolimpico” è formato dal prefisso greco « para » - « vicino, come tutti gli altri»; e vuol significare corrispondenza, uguaglianza delle competizioni Paraolimpiche con i Giochi Olimpici.

Cerchiamo dunque di risolvere questo problema. E' necessario creare il canale di «conduttività dell'energia» tra gli spettatori e gli sportivi. Inizieremo con la definizione della funzione. **Function**. Abbiamo detto che lo sportivo dovrebbe ricevere il sostegno degli spettatori: ogni tipo di energia potrebbe essere usata come vettore di questa informazione. Così, la funzione del sistema tecnico è: trasferire l'informazione dagli spettatori agli sportivi con totale assenza di vista e



udito.

*Fig. 3.2.*

**Engine** – gli spettatori

**Trasmission** – una serie di oggetti che circondano lo sportivo, tra il suo corpo e gli spettatori.

**Tool** – ciò che circonda direttamente lo sportivo. Secondo le condizioni della competizione l'assistente dello sportivo non dovrebbe aiutarlo se non a mantenersi nella direzione giusta, sulla sua traiettoria. Nessun mezzo tecnico è ammesso (vari ricevitori, dispositivi di rilevazione, ecc). Altre risorse dall'ambiente: aria, la copertura della pista.

**Product** – nel nostro caso lo sportivo dei Giochi Paralimpici

Un campo meccanico (acustico) e un campo elettromagnetico di lunghezze d'onda del visibile sono accessibili allo sportivo con udito e vista; solo la percezione tattile (un campo meccanico forte) è accessibile invece a sportivi senza udito né vista. Le esclamazioni dei tifosi non sono infatti udibili dagli sportivi: e' necessario rinforzare questa influenza. E se le azioni degli spettatori fossero coordinate?

Il commentatore sportivo chiese infatti agli spettatori di applaudire ritmicamente e lui stesso dava il ritmo. Gli applausi degli spettatori diventarono così ritmici e coordinati, le fluttuazioni dell'aria si rinforzarono attraverso la risonanza e raggiunsero così l'oggetto – gli sportivi sentirono il saluto amichevole degli spettatori attraverso la pelle. (Le persone senza vista né udito hanno la sensibilità tattile aumentata. Da una parte è la compensazione dell'organismo, dall'altra l'abilità rinforzata attraverso l'esperienza).



Nota: si compari la soluzione ricevuta con le soluzioni tradizionali presentate poc'anzi, che vengono di solito proposte nel primo minuto di analisi del problema.



### 2.3.5. Esempio (Problema-Soluzione)

#### Esempio

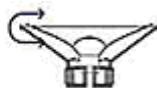
Al fine di aumentare la potenza degli altoparlanti, spesso sono uniti in coppia o in gruppi e posizionati in configurazioni speciali. In questo caso tutti gli altoparlanti nel gruppo devono essere connessi in fase! Questo cosa significa? Quando viene fornito un segnale sugli avvolgimenti delle bobine audio, tutti i diffusori di tutti gli altoparlanti dovrebbero muoversi in un'unica direzione e non in direzioni opposte.

*Fig. 3.3. Altoparlante*



#### Esempio

Nel disegno è rappresentato un frammento di storia dell'evoluzione degli altoparlanti. In realtà, la testa dell'altoparlante senza alcuna registrazione riproduce molto male le basse frequenze: la ragione è il cortocircuito acustico. La pressione sonora non è creata prima del diffusore, in quanto l'altoparlante pompa l'aria dalla parete anteriore del diffusore alla parete posteriore, che

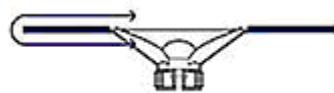


si muove già nella direzione opposta al momento della formazione di un'onda dalla parete anteriore. Così, un'onda estingue un'altra secondo i termini del modello a 4-elementi. (Il movimento di un diffusore e dell'aria che da lui è mossa non sono

coordinati per la realizzazione della funzione «creare vibrazioni nell'aria »).

*Fig. 3.4.*

Per evitare che ciò accada, nel corso dell'evoluzione dell'altoparlante, lo stesso venne installato in uno "scudo sonoro". È una tavola le cui dimensioni sono calcolate in modo tale che la distanza più breve tra la parete esterna del diffusore e la parete retrostante sia uguale alla metà della lunghezza dell'onda sonora secondo la frequenza calcolata. In questo modo si raggiunse il coordinamento dei ritmi, delle fluttuazioni delle parti del sistema tecnico «Altoparlante». (In questo caso, i movimenti della massa d'aria causati dal moto diretto e di ritorno del diffusore non si sopprimono a vicenda, ma al contrario si sommano al fine di aumentare la potenza delle vibrazioni).



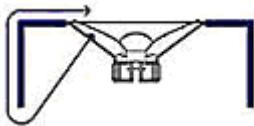
\* È una questione di Transmission, delle sue varie parti in termini di modello a 4-elementi.

\* Considerare l'interazione del sistema tecnico utile e di quello

«negativo»

*Fig. 3.5.*

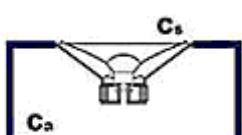
Tuttavia, in questo caso, sorse il seguente problema: le dimensioni dello scudo sonoro non permettevano di applicare questa soluzione nei dispositivi domestici. Le dimensioni dello scudo infatti sarebbero dovute essere 3x3 metri, per evitare il cortocircuito acustico con frequenze di 50 Hz. Per essere più precisi, queste dimensioni dovrebbero corrispondere a quelle di metà lunghezza d'onda di questa frequenza. In definitiva lo schermo dovrebbe essere grande proprio per evitare il cortocircuito acustico e lo schermo dovrebbe non essere grande affinché l'altoparlante possa essere installato nei dispositivi domestici. (In questo caso le dimensioni dello scudo sonoro non coincidono con quelle del dispositivo domestico – radio, registratore, ecc). È necessario specificare i parametri «dimensione dello schermo sonoro» e «dimensione del dispositivo domestico» al fine di risolvere il problema. La contraddizione fu risolta utilizzando la



costruzione tridimensionale della struttura: lo scudo sonoro assunse la forma di un box aperto, fig. 3.6. (Oggi è possibile vedere ricevitori radio del secolo scorso di dimensioni di 1x0,7x0,5 metri solo nei musei). Tuttavia, con l'avvento dei dispositivi semi-conduttori – transistors e i dispositivi alla loro base – le taglie delle apparecchiature diminuirono di dieci o più volte.

*Fig. 3.6.*

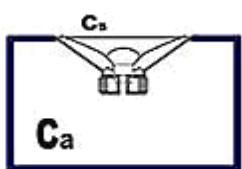
Come passo successivo il box è stato chiuso interamente al fine di prevenire completamente il corto-circuito acustico in un piccolo volume (fig. 3.7). Tuttavia, è sorto un ulteriore problema: le basse frequenze iniziavano infatti ad essere riprodotte male. Se il volume d'aria non resisteva alle fluttuazioni di un diffusore dinamico in un box aperto, il box chiuso è diventato simile



ad una molla. La frequenza di risonanza dinamica è aumentata, a scapito però dell'elasticità del volume d'aria nel box. (In questo caso, le vibrazioni del volume d'aria del box non coincidono con le vibrazioni del diffusore. Per essere più precisi, il volume d'aria interno al box e il cono dell'altoparlante non coincidono secondo il parametro «elasticità»).

*Fig. 3.7.*

E' risultato così necessario produrre box di grandi dimensioni perché l'elasticità dell'aria fosse molto più bassa dell'elasticità degli stessi mezzi di supporto. Questa soluzione ci permette di



specificare il volume d'aria interno al box e il diffusore in termini di parametro «elasticità». Tuttavia, questa soluzione porta ad una discordanza tra le dimensioni del box dell'altoparlante e quelle della costruzione. La direzione dello sviluppo dell'Hi-Fi (High Fidelity – High Fidelity of reproduction) ha generato altoparlanti

di dimensioni enormi. Il più complicato e il più grande altoparlante stereo al mondo (il cui volume è di circa 50000 litri) appartiene alla ditta americana *Wilson Audio* e occupa il volume di una stanza di 20 metri quadrati.

*Fig. 3.8.*

Durante la storia semplificata dello sviluppo della progettazione dell'acustica degli altoparlanti si è illustrato l'approccio alla soluzione di un solo problema – la riproduzione qualitativa delle basse frequenze – i bassi: il coordinamento dei ritmi delle parti del sistema tecnico è il meccanismo base delle decisioni individuate.

Come risolvere la contraddizione «il volume dell'altoparlante dovrebbe essere grande per diminuire la frequenza di risonanza dinamica; il volume dell'altoparlante dovrebbe essere piccolo per poterlo utilizzare nei locali»? A questa domanda troveremo risposta in un esempio del capitolo 6 «Legge di transizione al super-system (cioè al sistema al livello superiore)».



### Esempio

Nel secolo scorso, in molti paesi, le chiamate d'emergenza (vigili del fuoco, polizia, pronto soccorso...) venivano fatte utilizzando numeri telefonici diversi. Dopo aver capito che tale discordanza portava a perdite di tempo, furono offerte chiamate di emergenza utilizzando un numero di telefono unico.

Il tempo di arrivo dei servizi di emergenza si ridusse notevolmente. Tuttavia, in alcuni casi, è molto importante che tutti i servizi lavorino insieme: il lavoro di tutti i servizi dovrebbe essere coordinato ed essi non dovrebbero disturbarsi l'un l'altro. Ad esempio i vigili del fuoco che arrivano prima dei medici e della polizia non sono capaci di fornire il primo soccorso ai feriti o raccogliere le prove disponibili; polizia o medici che arrivano per primi non sono in grado di

fermare l'avanzata del fuoco e di raggiungere i feriti... E' quindi molto importante fornire il coordinamento degli arrivi di tutti i servizi.

La nuova soluzione a questo problema comparve in Sud Corea: essi vollero coordinare le chiamate d'emergenza e gli arrivi di tutti e tre i servizi sui luoghi degli incidenti. Così, automobili e personale di questi servizi sono stati posizionati in un unico edificio, da dove possono partire tutti insieme.

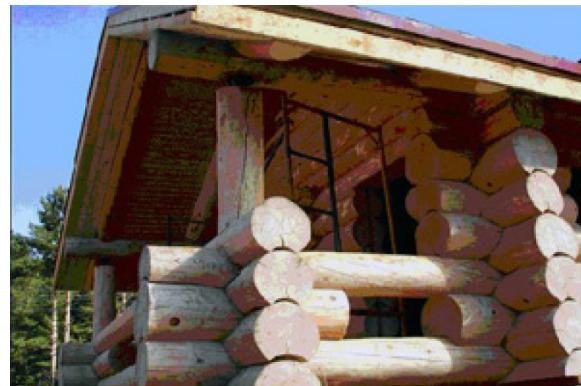


### Esempio

In molti paesi nordici il materiale tradizionale per la costruzione delle case sono i tronchi; i tronchi sono stati usati per l'edilizia per secoli e tale metodo è ancora usato in Finlandia, Svezia, Russia e in molte altre nazioni.

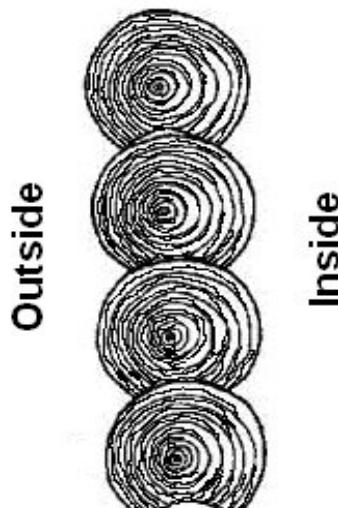


*Fig. 3.9. Cottage realizzato con tronchi  
(source Kon Corporation, <http://www.dom.kon.ru/>)*



*Fig. 3.10. I blocchi finali dei tronchi  
(source: [www.lesoryb.ru](http://www.lesoryb.ru))*

Tronchi sviluppati in direzione longitudinale sono stati posizionati in modo che il lato del tronco che era stato orientato a nord durante la vita dell'albero fosse disposto verso l'esterno durante la costruzione dell'edificio: gli anelli annuali sul lato nord sono infatti più sottili, il legno di questo lato più denso, possiede una struttura più piccola ed ha un comportamento più stabile nel tempo rispetto al condizionamento dei fattori naturali (sole e umidità).



*Fig. 3.11. Orientazione dei tronchi*



*Fig. 3.12 I capi dei tronchi  
(source: [www.lesoryb.ru](http://www.lesoryb.ru))*

Così, la naturale struttura del tronco è stata utilizzata nella costruzione della casa secondo fattori naturali, con lo scopo di migliorarne la qualità.

## 2.3.6. Auto-valutazione

### Sommario

Il coordinamento dei ritmi delle parti del sistema è necessario perché il sistema tecnico sia viabile (ovvero capace di sopravvivere), oltre alla presenza delle parti principali del sistema e il passaggio d'energia tra queste.



### Domande:



1. Quali parti sono incluse nel modello a 4-elementi di un sistema tecnico?
  2. Quali sono le condizioni minime per il funzionamento di un sistema tecnico (secondo la legge della Completezza delle parti di un sistema)?
  3. Quali sono le condizioni minime per il funzionamento di un sistema tecnico (secondo la legge di Conduttività d'energia tra le parti di un sistema)?
- Quali sono le condizioni minime per il funzionamento di un sistema tecnico (secondo la legge di Coordinamento dei ritmi delle parti di un sistema)?



### Esercizi

I paraurti in un'auto sono finalizzati ad ammortizzare la forza di un colpo conseguenza di una collisione con un ostacolo o con un'altra macchina. Analizzare se i parametri di un paraurti sono coordinati con i valori dei parametri dei paraurti di un'altra auto.



### Compiti

Protezione dei farmaci dalla portata dei bambini. E' noto che i bambini sono molto curiosi e spesso tentano di aprire e di assaggiare le cose che trovano; ci sono però cose che non possono essere date ai bambini. Ad esempio, i farmaci devono sempre essere sufficientemente protetti dall'apertura da parte loro. Analizzare il sistema tecnico di un «contenitore per i farmaci con un coperchio svitabile» in termini di passaggio di energia. Come interrompere questo collegamento di energia, vista come il tentativo di aprire il contenitore da parte dei bambini?



## 2.3.7 Bibliografia

1. Altshuller, G. S. Creativity as an exact science. — M.: Soviet Radio, 1979. (Russian), Page 125.
2. Altshuller, G. S. (1984). *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (A. Williams, Trans.): Gordon and Breach Science Publishers.). Page: 227.
3. Salamatov J., System of development of creativity laws. /In book: «Chance of adventure»/ Copiler. A.B. Selutsky. – Petrozavodsk: Karelia. 1991. (Russian). – Pages 75-97.

## 2.4 La legge di incremento del grado di idealità del sistema

I trasporti pubblici sono nati più di 100 anni fa e insieme ad essi ovviamente i biglietti di viaggio. E' possibile solo immaginare quante tonnellate di carta saranno state utilizzate per questo sistema tecnico dalla vita così breve...

Annunci del tipo «il nuovo servizio di mobile ticketing, il biglietto che ciascuno può acquistare usando il proprio cellulare» sono apparsi recentemente nel sito di Trenitalia, oltre che in molte altre realtà di trasporto pubblico in tutto il mondo: l'acquisto viene fatto direttamente attraverso un messaggio SMS alla compagnia di trasporto. E l'SMS diventa il biglietto di viaggio: non è più presente il biglietto tradizionale, ma la funzione del sistema tecnico «biglietto di viaggio» è comunque soddisfatta. In questo caso, la funzione del biglietto è svolta dal telefono cellulare e dalle sue dotazioni.

Abbiamo fatto l'esempio del caso estremo, dove il sistema tecnico non solo modifica i suoi parametri verso un livello più alto, ma scompare anche, "si dissolve" in un altro sistema tecnico, trasferendo ad esso la funzione. Una soluzione analoga è nota ormai da tempo anche negli acquisti quotidiani: il bancomat. Come si comporta la legge di incremento del grado di Idealità dei sistemi, quali sono le sue caratteristiche, i suoi strumenti? Nel seguente capitolo affronteremo tutto questo.

### 2.4.1. Definizione

Lo sviluppo di tutti i sistemi procede verso l'incremento del grado di Idealità.

Altshuller, G. S. (1984). *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (A. Williams, Trans.): Gordon and Breach Science Publishers.), p. 227-228.



### 2.4.2. Teoria (Particolari)

Utilizziamo descrizioni **idealizzate** di soggetti reali, processi e fenomeni con l'aiuto di modelli nelle branche più diverse della scienza. Nei modelli i dettagli più piccoli e insignificanti vengono omessi, non vengono rappresentati per sottolineare gli aspetti principali. Per esempio, non abbiamo bisogno della documentazione tecnica completa della Torre Eiffel per rappresentare uno dei simboli di Parigi. Talvolta è già sufficiente disegnare la sagoma della torre tracciando qualche linea su un foglio.

I concetti idealizzati sono utilizzati non solo nei modelli, ma in varie teorie e branche della scienza (fisica, matematica, geometria ecc).

Per esempio: «un punto infinitamente distante», «la macchina termica ideale», «un gas ideale», «dimensioni infinitesime» e molti altri concetti.

Consideriamo in dettaglio una serie di definizioni fondamentali utilizzate in TRIZ e collegate al concetto di Idealità.

#### La definizione fondamentale di Idealità

Nella nostra pratica quotidiana avremmo sempre bisogno di un punto di riferimento "all'infinito", che è irraggiungibile nella realtà, ma può servire come standard per il confronto, al fine di valutare il sistema tecnico reale o la soluzione del problema.

E' possibile spiegare il concetto di Idealità introducendo una frazione: il rapporto tra il massimo effetto (beneficio) (E) e il minimo costo (C).

$$I = E/C$$

Nel caso generale più il risultato che otterremo sarà significativo a fronte di costi più bassi pos-

sibili, più avremo raggiunto un’Idealità maggiore.

Considereremo invece adesso due casi particolari: 1. Incremento di Idealità con i costi fissi e attraverso l’aumento dei Benefici. 2. Incremento d’Idealità sulla base di benefici fissi attraverso una riduzione dei costi.

Quando abbiamo i fattori di costo fissati (economici, sociali, ecologici ecc), il concetto di Idealità riflette il raggiungimento del massimo risultato possibile. Per esempio, il raggiungimento di un ulteriore beneficio, che non era stato previsto in precedenza. La causa dell’incremento di Idealità è spesso il miglioramento dei parametri in un’altra area; di conseguenza, durante la soluzione di un problema tecnico, gli indicatori economici, ecologici, sociali possono essere senz’altro migliorati.

Ottenere il risultato desiderato usando fattori di costo minimi. L’ideale ovviamente è avere zero fattori di costo. (vedi «Sistema Ideale»)

## Il Sistema Ideale

Si definisce Sistema Ideale il sistema che svolge la funzione senza alcuna spesa, cioè utilizzando zero fattori di costo (economico, sociale, ecologico o altri aspetti).

## La soluzione ideale

La Soluzione Ideale non è mai realizzabile fino in fondo e viene utilizzata come punto di riferimento per la valutazione delle soluzioni ottenute.

La soluzione ideale è una soluzione che non crea alcun effetto negativo, a prescindere da quanto si estendano i limiti del System Operator (In ottica Multi Schermo: la quantità degli schermi dello Schema tende all’infinito su tutti gli assi).

## L’uso dello schema Multi-schermo

Di solito, durante la valutazione di una soluzione, ne stimiamo i potenziali effetti negativi analizzando una situazione concreta mediante l’utilizzo dello schema multi-schermo.

Lo schema multi-schermo, che rappresenta una situazione problematica concreta, ha di norma una quantità limitata di schermi. Innanzitutto, perché la quantità di schermi è limitata dai nostri stereotipi (inerzia psicologica); in secondo luogo per le richieste, le esigenze, i bisogni di una situazione concreta, che contiene molti fattori soggettivi.

Il concetto di **soluzione ideale**, che abbiamo descritto pocanzi, viene rappresentato per aumentare il livello di oggettività di una valutazione della soluzione individuata. Tenendo conto della definizione di soluzione ideale, dovremmo evitare al massimo la nostra tendenza ad usare stereotipi e valutare la soluzione raggiunta da diversi punti di vista, che scaturisce da tutte le categorie di persone potenzialmente interessate, in un intervallo di tempo illimitato.

## Il miglior risultato desiderabile (MDR) della soluzione di un problema

Il Massimo Risultato finale Desiderabile (MDR) è il massimo scopo raggiunto o il sistema degli scopi che vorremmo raggiungere come risultato della soluzione del problema (MDR – Most Desirable Result).

Anche se abbiamo la sensazione che ci siano dei limiti di fattibilità nel problema che stiamo affrontando, dobbiamo immaginare di avere una “bacchetta magica” che ci aiuta ad ottenere i risultati impossibili.

L’MDR è definito integrando il concetto di **Sistema Ideale** e di risultato finale ideale (vedi in seguito **IFR**, Ideal Final Result), col fine di avvicinarsi il più possibile alla soluzione ideale.

E’ necessario fare una distinzione tra l’MDR e la Soluzione Ideale. L’MDR è una soluzione che è rappresentata come un ideale entro i limiti degli stereotipi di una situazione concreta, in un intervallo di tempo, in un certo spazio, con certe risorse, cioè in accordo con il terzo postulato della teoria TRIZ classica (postulato della “situazione specifica”).

Il massimo risultato desiderabile finale (MDR) è un concetto di media che si trova tra l'IFR (Ideal Final Result) e il Sistema Ideale, da una parte, e la Soluzione Ideale dall'altra.

L'IFR è formulato per una contraddizione concreta che è inclusa nella descrizione del problema concreto. Il sistema ideale è una descrizione di uno dei sistemi coinvolti in questo problema concreto. L'MDR è un'integrazione delle nostre visualizzazioni riguardo l'IFR e il sistema ideale nel problema concreto. Queste visualizzazioni vengono modificate e dettagliate nel corso della soluzione del problema.

### La nota

E' necessario notare che nelle prime fasi di sviluppo del TRIZ non esistevano praticamente distinzioni tra Sistema Ideale, IFR (Ideal Final Result) e Soluzione Ideale, ma nel corso dell'evoluzione del TRIZ, è sorta la necessità di dividere questi concetti. Pertanto, in OTSM-TRIZ, l'IFR e il Sistema Ideale sono i mattoni per la costruzione dell'immagine dell'MDR. E la Soluzione Ideale è utilizzata per valutare le soluzioni ottenute.

Un'ulteriore funzione della Soluzione Ideale è quella di fungere da strumento per il superamento dell'inerzia psicologica. Quando abbiamo ottenuto una soluzione vicina o coincidente con l'MDR, dovremmo provare a cercare parti dello schema multi-schermo dove questa soluzione crea o può creare un effetto negativo. Dobbiamo individuare quelle parti del System Operator (lo schema Multi-schermo) che non sono state prese in considerazione durante la costruzione dell'immagine dell'MDR. In altre parole, il modello di una Soluzione Ideale ci aiuta a uscire dai limiti designati da una situazione problematica iniziale e nella cui struttura è stata definita l'immagine dell'MDR e guardare alla situazione problematica con gli occhi di osservatori che sono posti fuori dalle nostre considerazioni sul problema definito, e che reagiranno comunque alla nostra soluzione.

### L'IFR (The Ideal Final Result)

Secondo le regole di ARIZ-85-B riguardo l'IFR, questo è formulato come la contraddizione concreta in cui sono accuratamente definite le due richieste incompatibili, che dovrebbero essere combinate come risultato della soluzione contraddittoria. L'IFR definisce lo scopo e i criteri di valutazione dell'efficienza della contraddizione risolvibile: più la nostra soluzione è vicina all'IFR meglio è. Così, l'IFR funge da punto di riferimento nel corso del lavoro su un problema. Ecco perché nel corso dell'evoluzione dell'ARIZ, l'IFR è stato sviluppato da uno scalino ad un sistema di scalini che G.S. Altshuller chiamava «Il pacchetto dell'IFR»: IFR-1; IFR rafforzato; IFR-2.

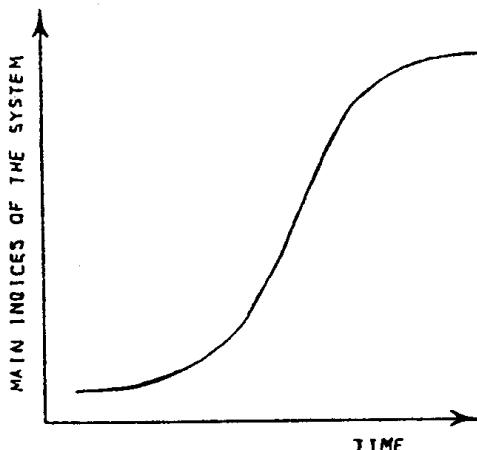
Nelle tecnologie OTSM (delle «Contraddizioni») il pacchetto dell'IFR è stato allargato con step ulteriori: IFR-2 suddiviso in «IFR-2 parziale» e «IFR-2 completo»

Ciascuno degli IFR-2 parziali si abbina all'IFR Rafforzato ed è anche definito dopo le corrispondenti formulazioni della contraddizione fisica (nell'OTSM – la Contraddizione dei parametri) al macro-livello e al micro-livello. Così, ogni IFR Rafforzato egualgia almeno due IFR-2 parziali: nel macro- e nel micro-livello

Ogni IFR-2 parziale è un elemento del mosaico, che disegna l'IFR-2 Completo.

### 2.4.3. Modello

La vita del sistema tecnico (così come di altri sistemi, ad esempio sistemi biologici) può essere illustrata con la rappresentazione della dipendenza dei parametri principali del sistema dal tempo. Tale modello del sistema tecnico con la forma di una curva-S è largamente usato nell'OTSM-TRIZ. La curva-S mostra chiaramente come i parametri principali (velocità, capacità, produttività ecc) del sistema tecnico vengono modificati durante la sua vita. Ogni sistema ha le sue proprie peculiarità, il suo "ritratto" della curva-S, ma c'è qualcosa che accomuna ogni "ritratto", che è caratteristico di tutti i sistemi: tali segmenti sono: 1 - «Infanzia», 2 -



Durante l'evoluzione del sistema tecnico i suoi parametri principali aumentano, il sistema diventa migliore, più ideale. E' necessario costruire lo schema del cambiamento nel tempo di uno degli indicatori principali del sistema, usando i brevetti trovati e altre risorse concernenti lo sviluppo previsto del TS analizzato. Inoltre, si usa la curva-S ottenuta per trarre conclusioni riguardo lo stadio di sviluppo in cui si trova il sistema tecnico.

*Fig. 4.1 Curva-S*

Ci sono diverse fasi di incremento dell'Idealità:

miglioramento dei parametri del sistema (aree 1-2) con aumento dei costi;

miglioramento dei parametri del sistema (aree 1-2) con i costi invariati;

miglioramento dei parametri del sistema (la comparsa di nuove funzioni) con aumento dei costi;

miglioramento dei parametri del sistema (la comparsa di nuove funzioni) con i costi invariati;

miglioramento dei parametri del sistema con riduzione dei costi;

miglioramento dei parametri del sistema (la comparsa di nuove funzioni) con riduzione dei costi;

La notevole diminuzione delle spese – affrontate per sostenere l'esistenza del sistema e la comparsa di nuove funzioni, e che estendono in maniera significativa l'applicazione del sistema – avviene attraverso la completa scomparsa del sistema tecnico (per esempio, dal suo collegamento con un altro sistema o la sua transizione verso il sub-system, con trasferimento delle sue funzioni principali al nuovo sistema).

#### 2.4.4. Strumenti – Come usarli

*Strumenti utilizzati per raggiungere la soluzione corretta: Leggi strumentali* – la Legge della completezza delle parti del sistema; la Legge della “conduttività dell'energia”; la Legge del coordinamento dei ritmi delle parti del sistema.

Fasi di incremento dell'Idealità	Metodi per il conseguimento
Miglioramento dei parametri di un sistema con incremento dei costi	L'uso intenso delle risorse. Metodi ingegnerizzati di progettazione strutturale
miglioramento dei parametri del sistema con i costi invariati;	Tecnologie per il risparmio delle risorse; soluzioni ottimali; soluzioni standard per il risparmio delle risorse
Comparsa di nuove funzioni con aumento dei costi;	Metodi ingegnerizzati di progettazione; Value Analysis (con un aumento delle spese non significativo)
Comparsa di nuove funzioni con i costi invariati	Metodi ingegnerizzati di progettazione; Value Analysis
Miglioramento dei parametri del sistema con una diminuzione dei costi	Value Analysis, OTSM-TRIZ
Comparsa di nuove funzioni con una diminuzione dei costi	Value Analysis, OTSM-TRIZ
Significativa diminuzione dei costi per sostenere l'esistenza del sistema e la comparsa di nuove funzioni del sistema.	Value Analysis, OTSM-TRIZ;

## 2.4.5. Esempi

### Esempio

I marinai hanno usato per molto tempo le stelle del cielo per l'orientamento in mare; sappiamo che nessun marinaio ha mai raggiunto una stella. Tuttavia, pensiamo quante navi hanno trovato il porto senza perdere la rotta e quante vite umane sono state salvate grazie a questa forma di orientamento.



L'ideale non è raggiungibile, ma con il solo orientamento verso di esso, siamo in grado procedere nella giusta direzione.



### Esempio

La zattera per il trasporto dei tronchi è un sistema ideale (si ricorda che per sistemi e soluzioni reali possiamo parlare di Idealità solo a livello di comparazione, perché la soluzione ideale è per definizione irraggiungibile). Così, possiamo asserire che una zattera fatta col proprio carico – tronchi trasportati, è una soluzione più ideale rispetto ad una nave per il trasporto del legname.



Ma il mondo è intessuto di contraddizioni: possiamo notare che i tronchi trasportati su una nave rimangono asciutti rispetto a quelli trasportati con la zattera. Quindi, un altro parametro – l'integrità del carico – ha un valore molto piccolo. Sorge così un nuovo problema...



### Esempio

Ogni kilogrammo di carico in una navicella in orbita attorno alla Terra ha un valore immenso, e non è un'esagerazione: per portare un kilogrammo di carico nell'orbita della Terra, è necessario spendere risorse e mezzi comparabili con il costo di un kilo d'oro.

Alla fine del XX secolo è stato proposto di realizzare elementi per l'arredamento interno della cabina della navicella con generi alimentari pressati. In caso di emergenza, quando saranno finite le scorte alimentari, sarà così possibile usare parti di una poltrona o di un muro interno della nave come cibo.

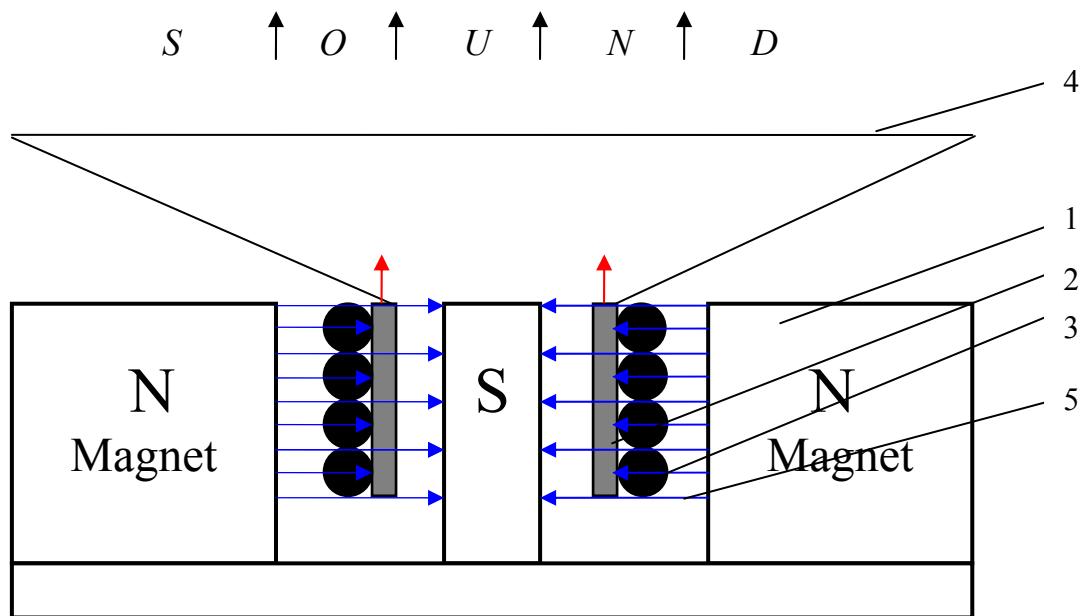


### Esempio

Restando in ambito spaziale, è necessario avere una sufficiente fornitura di carburante durante i viaggi spaziali. Come fornire movimento alla nave senza combustibile? La traiettoria delle navicelle spaziali è calcolata in modo che sia sfruttata la spinta gravitazionale dei vari pianeti. Il combustibile non c'è, ma la funzione «muovere la navicella da un punto dello spazio ad un altro» viene egualmente eseguita.

## Esempio

Qui la quarta figura illustra la sezione del circuito magnetico di un altoparlante.



La figura include:

- 1 – Magnete
- 2 – Sostegno bobina
- 3 – Avvolgimenti della bobina
- 4 – Diffusore
- 5 – Linee di forza del campo magnetico

La bobina con il conduttore, che è posizionato nel campo magnetico, sono l’”Engine”, il convertitore di energia dei campi elettrico e magnetico in fluttuazioni meccaniche del diffusore e poi dell’aria.

In precedenza (capitolo 2, esempio 2.2, il compito alla fine del paragrafo), abbiamo già analizzato il circuito magnetico di un altoparlante.

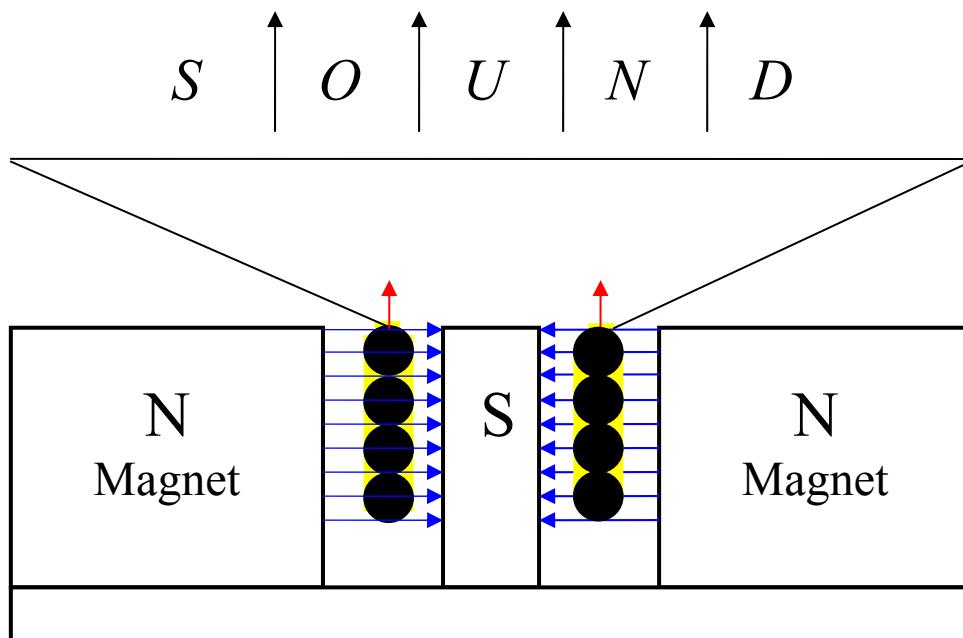
Di solito la bobina di un altoparlante è avvolta su uno speciale sostegno di cartone o plastica ed è installata tra i magneti. Qual è la funzione del sostegno della bobina? Esso mantiene le bobine del conduttore al centro della catena magnetica dell’altoparlante, tra i poli dei magneti. Secondo le regole riportate in precedenza (vedi Capitolo 1 “La Legge della completezza delle parti del sistema” → “Come determinare correttamente la funzione di un sistema tecnico”) specificheremo la formulazione: «compensare l’azione delle forze elastiche degli avvolgimenti della bobina e delle forze di gravità col cambiamento della posizione della bobina».

Tuttavia, il sostegno della bobina porta ad effetti indesiderati. Innanzitutto, comporta perdite di flusso magnetico. Esso occupa un piccolo spazio definito nell’apertura tra i magneti. E quanto più è grande la distanza tra i magneti, tanto più debole sarà il flusso magnetico, e quindi la capacità di un altoparlante sarà minore.

In secondo luogo, l’effetto più indesiderato è il peggioramento del raffreddamento del conduttore della bobina. Negli altoparlanti potenti, una corrente elevata attraversa la bobina, che è fortemente riscaldata e può fondersi. In queste condizioni è importante raffreddare la turbina con aria soffiata da diverse direzioni al fine di raffreddarla. Ma nel caso della bobina realizzata con

materiale elettricamente isolante, questo funge anche da isolante termico, impedendone il raffreddamento.

Quale è il sostegno ideale per la bobina? E' il sostegno che soddisfa la funzione specifica ma non è presente e le spese per la sua fabbricazione tendono a zero. In altre parole, il sostegno che non è presente, ma la funzione viene realizzata.



Le bobine senza sostegno sono state create fissando gli avvolgimenti con un composto colloso speciale. E' necessario notare che nel sistema precedente il prototipo del composto esisteva già – gli avvolgimenti della bobina erano ricoperti con una vernice per raggiungere un'alta resistenza e per proteggere la superficie contro danneggiamenti meccanici – ma la sua resistenza era insufficiente a fissare gli avvolgimenti della bobina nelle condizioni dettate dall'assenza della sua struttura. Inoltre, il problema degli effetti positivi e negativi, prodotti dalla struttura della bobina, non furono discussi né descritti e quindi, di conseguenza, furono risolti solo molto tempo dopo.

### Esempio

La dinamo su una bicicletta è installata di solito come dispositivo separato e l'energia meccanica di rotazione della ruota è trasferita alla dinamo attraverso il contatto del gommino della stessa con la superficie della ruota. Per il raggiungimento di parametri più alti di un sistema di illuminazione di una bicicletta (potere d'illuminazione e quindi capacità della lampadina e quindi capacità elettrica) è necessaria una dinamo con più potenza. Il contatto meccanico tra la superficie della ruota e il gommino della dinamo è basato sull'attrito e trasferisce la sua forza alla dinamo con grande sforzo. Lo sviluppo del sistema di illuminazione e del sistema d'allarme della bicicletta è stato limitato dalla costruzione di dinamo basate sul trasferimento dell'energia meccanica attraverso l'attrito di contatto diretto tra dinamo e superficie della ruota.



Negli ultimi modelli di biciclette sono presenti dinamo installate nell'asse della ruota posteriore: l'asse della ruota con i magneti posizionati al suo interno funge contemporaneamente anche da rotore della dinamo. La transmission, il gommino tra la dinamo e la superficie della ruota è scomparso perché superfluo. Le perdite per attrito per il trasferimento dell'energia meccanica sono scomparse con esso. In tali casi, affermiamo che il sistema è diventato più ideale.

## 2.4.6. Auto-valutazione

### Sommario

Le peculiarità dell'esistenza dei sistemi tecnici in una fase del loro sviluppo (nella seconda e nella terza fase della curva-S) sono descritte dalla quarta Legge: lo sviluppo di tutti i sistemi si sposta nella direzione dell'incremento dell'Idealità. Include molti meccanismi diversi ed è formato da varie fasi. Per primo, include l'incremento dei parametri chiave, poi la diminuzione dei costi per la realizzazione della funzione e la comparsa di nuove funzioni e infine, nella fase finale, la connessione con un altro sistema ed il trasferimento della funzione a questo sistema o il compimento di funzioni di un altro sistema.

### Domande:



1. Come definiamo il concetto di Idealità?
2. Come definiamo il concetto di Sistema Ideale?
3. Quale è la soluzione Ideale?
4. Quale è la differenza tra MDR e IFR?
5. Come possiamo definire il concetto di Ideal Final Result?



### 2.4.7 Bibliografia

1. Altshuller, G. S. *Creativity as an exact science*. — M.: Soviet Radio, 1979. (Russian), Page 126.
2. Altshuller, G. S. (1984). *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (A. Williams, Trans.): Gordon and Breach Science Publishers.). Pages: 227-228.
3. Salamatov J., System of development of creativity laws. /In book: «Chance of adventure»/ Copiler. A.B. Selutsky. – Petrozavodsk: Karelia. 1991. (Russian). – Pages 138-168.
4. Khomenko N., “The law of the completeness of parts of the system” with OTCM-TRIZ interpretation. Karlsruhe, 2008. (Russian, manuscript, 09.07.2008)
5. Khomenko N., “The law of increasing of the degree of Ideality of the system” with OTCM-TRIZ interpretation. Karlsruhe, 2008. (Russian, manuscript, 18.07.2008)



Vedi anche:

2.7 La legge di transizione dal macro al micro livello

## 2.5 La legge della non uniformità di sviluppo delle parti del sistema

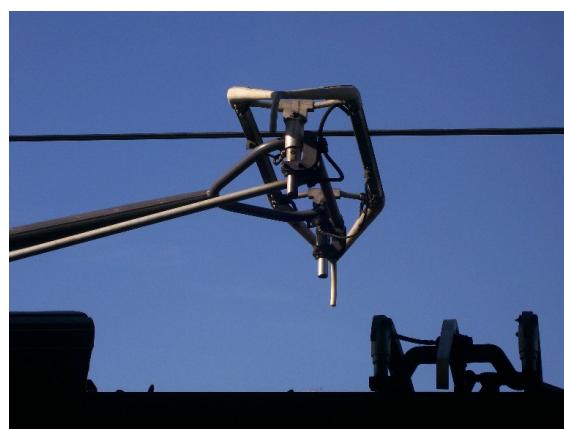
Ipotizziamo di spostarci con un nuovo treno TGV ad alta velocità, che viaggia per l'Europa a 350 Km/h...una velocità impressionante. Domandiamoci quale può essere stato il problema più difficile per la costruzione di un treno come questo: un motore più potente? La costruzione di nuove ferrovie? Un sistema di frenatura più avanzato? Sì, in parte anche questo. Tuttavia, secondo i progettisti, la sfida più grande è stata...il contatto elettrico.

In un treno TGV il contatto elettrico ha una grande somiglianza esterna con quello dei treni comuni...(in questo contesto non approfondiremo però le soluzioni tecnologiche applicate sui TGV).

Segnaliamo tuttavia le questioni più importanti che possiamo evincere da questo esempio: durante la vita di ogni sistema tecnico (TS) le sue parti subiscono uno sviluppo non uniforme. Innanzitutto, in ogni periodo di tempo le parti del TS hanno un livello di sviluppo diverso. In secondo luogo, i cambiamenti nelle parti del sistema non avvengono uniformemente, ma con l'effetto valanga. E' sempre presente una parte che frena il TS dai suoi ulteriori avanzamenti e dall'incremento dei suoi parametri principali: è questa parte (il «collo di bottiglia», la «strozzatura») che dà luogo a forti contraddizioni. Pertanto, è di grande importanza identificarla.



*Fig. 5.1 Nuovo treno ad alta velocità TGV*



*Fig. 5.2. Contatto elettrico di un TGV*

Nella storia dello sviluppo dei treni ci sono stati vari fattori che hanno agito come forza frenante nel raggiungimento di parametri necessari (velocità, lunghezza e peso del treno, spazi di frenata...). La potenza di un motore a vapore ad esempio è cresciuta gradualmente finché non è entrata in conflitto con la qualità del binario ferroviario; qualche anno più tardi i successi tecnologici nel campo della metallurgia hanno permesso di creare rotaie per la produzione di massa più durature, più lunghe e meno costose. Come risultato, la tecnologia ferroviaria è stata responsabile della qualità del binario e di tutta la rete; i treni sono diventati più veloci, trasportate più merci e connesse città remote...ma i motori non erano più in grado di fornire la potenza necessaria per raggiungere la velocità che i nuovi binari potevano consentire.

L'ultimo «passo avanti» per una macchina a vapore è stato il passaggio alla realizzazione di

una maggiore potenza, con un prezioso combustibile: al posto del carbone sono stati utilizzati prodotti petroliferi. Sicuramente anche il motore è stato modificato (necessità di una maggiore pressione del vapore per produrre più energia); a tal fine, è stato richiesto un motore più resistente (e più pesante!). Un ulteriore incremento dei parametri principali del treno è stato reso possibile con la transizione verso un nuovo tipo di motore, vale a dire il motore elettrico.



Così per la soluzione di problemi pratici e previsione dello sviluppo tecnico è veramente importante definire correttamente la «strozzatura» nelle parti di un TS. Inoltre, è necessario identificare le contraddizioni esistenti e indirizzare gli sforzi per un miglioramento continuo esattamente verso le parti individuate.

## 2.5.1. Definizione



Lo sviluppo delle parti di un sistema procede in modo non uniforme; più il sistema è complesso, più non uniforme sarà lo sviluppo delle sue parti.

Altshuller, G. S. (1984). *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (A. Williams, Trans.): Gordon and Breach Science Publishers.), p. 229.

## 2.5.2. Teoria (Particolari)

La legge appartiene al gruppo «Cinematica», vale a dire per i sistemi tecnici avanzati che si trovano nella seconda e terza fase di sviluppo (vedi le fasi della Curva-S).

Sappiamo che nella fase di nascita di un nuovo sistema tecnico, lo stesso deve contenere almeno le parti principali, per una capacità minima di lavoro; inoltre, deve esserci conduttività di energia tra le parti del TS così come tra le parti e il controllo; il ritmo tra queste parti deve poi essere coordinato per lo sviluppo del TS e il miglioramento dei suoi parametri. Tutto ciò riguarda i sistemi tecnici che sono nel primo stadio di sviluppo (vedi curva-S).

Con lo sviluppo, le parti di un TS subiscono modifiche in base alla richiesta di cambiamento dell'uomo e dell'ambiente. Il TS include parti con livello di sviluppo differente nelle varie fasi della sua vita: queste incongruenze possono essere descritte con l'aiuto delle contraddizioni; in special modo, le contraddizioni più forti sorgono nella parte «più debole» del sistema, nel «collo di bottiglia».

Una delle ragioni della non uniformità di sviluppo delle parti del sistema è la ristrettezza di risorse: in primo luogo sono risorse materiali e di tempo per lo sviluppo, implementazione ed ingresso nel mercato. Inoltre, restrizioni sostanziali in questa fase sono solitamente introdotte da risorse disponibili dei metodi di risoluzione.

### L'errore tipico:

Molto spesso lo sviluppo di un TS inizia con...una semplice modifica ad una parte del sistema. In particolare, è tipico per il superamento dei problemi legati a compiti complessi del sistema ed è localizzato nella parte più debole. Una delle ragioni di questo fenomeno sono le possibilità limitate dei tradizionali metodi di risoluzione dei problemi.

L'erroneità di questo approccio è brillantemente evidenziata dalla seguente barzelletta:

*Un signore sta cercando qualcosa sul marciapiedi, sotto ad un lampione. Il dialogo si svolge tra un poliziotto ed il signore.*

*Signore, posso aiutarla?*

*Sì, ho perso le chiavi del mio appartamento!*

*Ricordate il posto in cui potreste averle perse?*

*Certamente, laggiù, vicino alla mia auto (indicando un'auto più in là)*

*E perché le state cercando qui, sotto un lampione?  
Ma perché è più illuminato!*

Sorridiamo di questo signore, ma spesso agiamo nello stesso modo mentre lavoriamo al miglioramento dei sistemi tecnici...

E solo quando abbiamo esaurito completamente tutte le risorse per lo sviluppo delle parti del sistema, torniamo indietro alla nostra «strozzatura».

Se continuiamo l'illustrazione dell'esempio con lo sviluppo di un TS «treno», noteremo quanto segue: per far avanzare un TS, è importante formulare correttamente la funzione. Questo significa anche definire i limiti di variazione del TS; nel caso di un treno TGV, a suo tempo i limiti furono stabiliti in modo tale che le modifiche non riguardassero il principio «ruota-rotaia». Ma è esattamente la parte «ruota-rotaia» del sistema «treno» che rappresenta un «collo di bottiglia».

### Osservazione:

La prossima fase di sviluppo del treno è un treno su piastre elettromagnetiche. Nella costruzione di tale treno si compie la transizione dalla coppia “ruota-rotaia” (macro livello) all’interazione elettromagnetica (micro livello). Anche il contatto elettrico ha subito qualche modifica: non ci sono più contatti strisciati “linea aerea – strisciante”; la funzione di trasmissione dell’energia è realizzata attraverso il campo elettromagnetico.

(Informazioni più dettagliate riguardo la prossima fase di sviluppo del treno e riguardo la legge di sviluppo dei sistemi tecnici che sta alla base di questa fase può essere trovata nel Capitolo 2.7, Esempio 7.5)

### 2.5.3. Modello

#### La Curva-S

La vita del sistema tecnico (così come di altri sistemi, ad esempio sistemi biologici) può essere illustrata con la rappresentazione della dipendenza dei parametri principali del sistema dal tempo; tale modello del sistema tecnico con la forma di una curva-S è largamente usato nell’OTSM-TRIZ. La curva-S mostra chiaramente come i parametri principali (velocità, capacità, produttività ecc) del sistema tecnico vengono modificati durante la sua vita. Ogni sistema ha le sue proprie peculiarità, il suo “ritratto” della curva-S, ma c’è qualcosa che accomuna ogni “ritratto”, che è caratteristico di tutti i sistemi. Tali segmenti sono: «Infanzia», «Crescita», «Maturità».

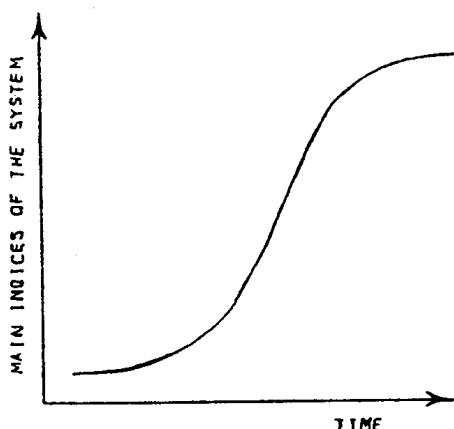
Va sottolineato che lo sviluppo dell’intero TS si verifica in modo non uniforme a causa dello sviluppo non uniforme delle sue parti.

Nell’«Infanzia» un sistema tecnico si sviluppa lentamente. Di regola, questa fase dello sviluppo coincide con la fase di «Maturità» o «Anzianità» del sistema suo predecessore (Fig. 5.4). Un nuovo sistema è ancora debole; i suoi parametri principali possono essere peggiori dei parametri del vecchio sistema: vi è mancanza di risorse per lo sviluppo di un sistema giovane (ma un nuovo principio di funzionamento ha un significato potenziale).

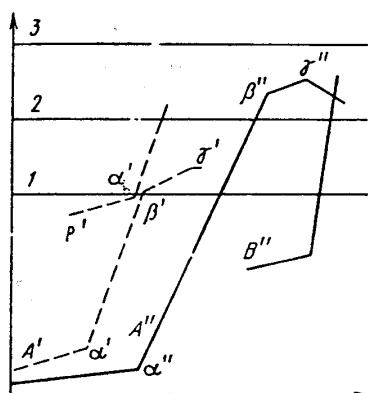
L’esistenza di sistemi vecchi frena la comparsa di giovani competitori. E solo dopo che un vecchio sistema se ne è andato, può iniziare un rapido sviluppo di un nuovo sistema (il punto di flesso **a**); si arriva poi alla fase di crescita (Segmento 2).

Da un certo momento in poi (il punto di flesso **b**), lo sviluppo del sistema comincia a diminuire e la fase “Maturità” ha inizio. Un TS nuovo, giovane è pronto a fare la sua comparsa. Dopo il punto **g** il TS è rimpiazzato da uno nuovo o mantiene le condizioni raggiunte per molto tempo (ad esempio la bicicletta).

Linee d'evoluzione del sistema



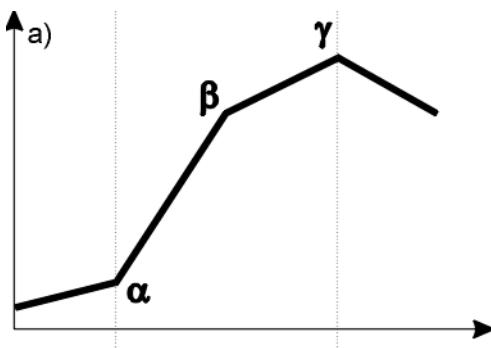
*Fig. 5.3. Curva-S (Vedi: G. S. Altshuller, *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (trans. A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), p. 205-216).*



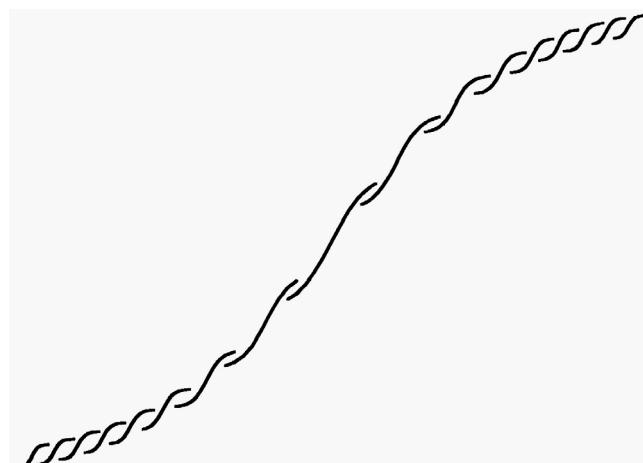
*Fig. 5.4.*

(Vedi: **Altshuller, G. S.**, *Creativity as an Exact Science. Theory of Inventive Problem Solving* (Russian) (Moscow, Sovetskoye Radio, 1979), p. 113-119).

Nel corso del suo sviluppo, un TS è soggetto a continui cambiamenti: i materiali vengono cambiati, alcune parti vengono rimpiazzate da altre più evolute. La life-line di un sistema tecnico specifico può presentarsi nella forma di un gran numero di curve-S (vedi figura 5.6).



*Fig. 5.5. Performance – Utilizzazione*



*Fig. 5.6. Curva-S, composta da altre curve-S che rappresentano i sub-systems. L'asse orizzontale rappresenta il tempo.*

Lo sviluppo di un TS si verifica in modo non uniforme, per molti aspetti. Molti di questi sono evidenziati di seguito:

- TS ha velocità di sviluppo diverse nelle varie fasi della sua vita.
- Sub-systems, parti di un TS hanno livelli di sviluppo diversi in qualunque momento della vita del TS.
- I sub-systems hanno durate di vita diverse.
- Le velocità di sviluppo di TS non sono uguali neanche all'interno di una singola fase della sua vita
- E' possibile una rinascita temporale di vecchi sub-systems, che erano stati esclusi in precedenza, sotto nuove condizioni.

#### **2.5.4. Strumenti (come usarli)**

##### **2.5.4.1. Sviluppo delle leggi e loro strumenti**

E' necessario:



Costruire un modello del TS costituito da quattro elementi (vedi Capitolo 1)

Analizzare il TS per la capacità di condurre energia (vedi Capitolo 2) così come per il coordinamento (o discordanza, in base alla funzione da noi richiesta) il ritmo del sistema (vedi Capitolo 3)

Comparare l'intero sistema ed ogni sua parte con il Sistema Ideale (vedi Capitolo 4).

Durante l'analisi preliminare, vengono definite le contraddizioni che caratterizzano le varie parti del TS: è necessario valutare quale contraddizione è la più limitante; per esempio, in termini di numero di effetti indesiderati e di contraddizioni (nel contesto della prestazione della funzione da noi scelta).

##### **2.5.4.2. Curva-S**

Mentre risolviamo compiti pratici e lavoriamo alla previsione di sviluppo dei TS, è cruciale costruire correttamente il "ritratto" del TS analizzato: è importante conoscere le riserve di sviluppo (capacità potenziali di sviluppo) del TS dato. E' quindi necessario costruire un grafico delle variazioni nel tempo di uno degli indicatori di sistema principali, usando database brevettuali ed altre fonti riguardo il precedente sviluppo del sistema tecnico analizzato. Inoltre, le conclusioni in merito alla fase di sviluppo in cui il TS si trova attualmente vengono visualizzate usando la curva-S.

##### **2.5.4.3. Costruzione di una rete di problemi e analisi della sua struttura**

Durante la descrizione dello stato attuale delle cose per quanto riguarda il TS analizzato, viene costruita una rete di problemi. La rete di problemi include i problemi e le loro parziali soluzioni sia le loro interconnessioni. La struttura di una rete di problemi dà informazioni riguardo lo sviluppo ineguale sia dell'intero sistema che del "collo di bottiglia".

#### **2.5.5. Esempi**

##### **Esempio**

Ascoltare musica è sempre stata una cosa molto popolare. A metà del secolo scorso, le attrezature per la riproduzione del suono videro un ulteriore sviluppo; in particolar modo furono intensamente sviluppati amplificatori elettronici. Secondo noi, la ragione di questo fenomeno risiede nelle grandi disponibilità di risorse, ad esempio l'elettronica di base. Nell'arco di qualche decade del secolo scorso infatti il mondo è stato testimone di due generazioni di elettronica: le valvole sono state rimpiazzate dai transistors; ai transistors sono succeduti i microcircuiti integrati. Queste ed altre tecnologie moderne hanno consentito il miglioramento della qualità



del suono, incrementato la produzione di massa e diminuito i prezzi.

Gli altoparlanti non sono però progrediti così celermente: i loro parametri principali sono andati in conflitto con i bisogni delle persone di avere una riproduzione del suono qualitativamente maggiore, da un lato, e con le possibilità dell'elettronica dall'altra. Gli apparecchi per il trasporto del suono (grammofoni, nastri di registrazione, segnali radio ecc) così come gli amplificatori elettronici hanno permesso di aumentare la qualità del suono; gli altoparlanti hanno invece rappresentato la "strozzatura", frenando lo sviluppo totale dei dispositivi per la riproduzione del suono.

Tornando alla metà del secolo scorso, venivano prodotti amplificatori per la riproduzioni audio con distorsioni uguali o minori allo 0.5% e con una potenza di 50 W, un parametro molto buono...ma un altoparlante connesso a tale amplificatore aumentava la distorsione di 10-20 volte! Tuttavia, gli amplificatori hanno continuato a progredire, grazie allo sviluppo dell'elettronica. Giornali scientifici e ingegneristici, stand espositivi e negozi hanno ricevuto nuovi modelli di dispositivi elettronici, le cui grandi potenzialità sono rimaste praticamente inutilizzate senza il miglioramento degli altoparlanti.

La "strozzatura" dell'altoparlante è la sospensione flessibile responsabile della riproduzione della multi-frequenza. A quel tempo è stato "estratto" quasi tutto il possibile dai materiali disponibili. Inoltre, un ulteriore incremento della sua flessibilità ha portato ad una contraddizione...Per risolvere questa contraddizione, è necessaria una transizione ad un nuovo sistema.

(Per la soluzione, vedi Capitolo 6: La Legge della transizione al super-system – esempio 6.13)

## Esempio



Esaminate con molta attenzione la crescita di qualsiasi pianta nel terreno. Come regola, essa ha due grandi foglie: queste non sono larghe proporzionalmente rispetto al seme stesso né allo stelo della pianta; sotto terra, la situazione con il sistema di radici è la stessa. La ragione è che i bisogni vitali della pianta, che hanno la priorità su tutto nelle prime fasi di vita, sono energia solare e sostanze nutritive. Nel corso della crescita, altre parti della pianta incrementeranno la velocità di crescita e le dimensioni e proporzioni rispetto a quelle iniziali.

## Esempio



La sagoma di un bimbo può essere riconosciuta molto bene anche su un disegno di un bambino stesso: un corpo umano con una testa sproporzionalmente grande, braccia e gambe corte. Il corpo umano infatti non si sviluppa uniformemente: nei primi 10 anni di vita un essere umano fa esperienza del 70% della crescita e nei primi 3 anni di vita un essere umano riceve il 70% delle informazioni acquisite.

## Esempio



Lo sviluppo dei sistemi sociali ha un carattere non uniforme. Anatole France, il grande scrittore e editore francese, notava molto astutamente: "Nel lento e ben coordinato progresso del genere umano, l'inizio delle carovana era già entrata nei luminosi campi della scienza, quando la coda era in ritardo tra le pesanti nebbie delle superstizioni, in una terra buia, piena di spiriti e fantasmi. Sì, avete ragione, cittadini, se volete andare in testa alla carovana!"

## 2.5.6. Auto-valutazione

### Sommario

Il TS, sviluppandosi nel tempo, subisce alcuni cambiamenti, alcuni sub-systems sono rimpiazzati da altri, che sotto certe condizioni risultano più efficienti; anche le condizioni esterne e le richieste umane cambiano. Questi cambiamenti si accumulano e durante l'uso pratico e il mi-



glioramento da parte dell'uomo generano nuovi conflitti tra le parti del sistema e/o di altri sistemi, fornendo così nuove possibilità di sviluppo.

Tale sviluppo non avviene però uniformemente nel tempo: alcune parti del sistema hanno i parametri migliori, altre si comportano come freno allo sviluppo generale del sistema. Inoltre, i parametri principali stessi (che provvedono allo svolgimento delle funzioni del TS) sono soggetti ad un cambiamento **non uniforme** nel tempo.

### Domande:

1. Come è espressa la non uniformità di sviluppo delle parti di un sistema tecnico?
2. Per quale fase di sviluppo del sistema tecnico è più caratteristica questa legge?
3. E' possibile prevedere la posizione del punto **a**) sulla curva del sistema tecnico dato solo sulla base delle potenzialità del TS stesso, senza prendere in considerazione lo stato dei TS precedenti?
4. In che modo la complessità di un sistema tecnico influisce sulla non uniformità del suo sviluppo?
  
1. Con lo sviluppo, le parti di un TS subiscono delle modifiche secondo le richieste di cambiamento degli utilizzatori e dell'ambiente. Un TS include parti componenti con un livello di sviluppo diverso nelle varie fasi della sua vita; tali incongruenze possono essere descritte con l'aiuto delle contraddizioni. In special modo, forti contraddizioni sorgono nella parte "più debole", nella "strozzatura" del sistema (vedi Sezione 5.2, Teoria (Dettagli)).
2. Questa legge appartiene al gruppo "Cinematica", cioè TS avanzati che sono nella seconda e terza fase dello sviluppo (vedi curva-S) (vedi Sezione 5.2 Teoria (Dettagli))
3. L'esistenza di sistemi vecchi frena la comparsa di giovani competitori. E solo dopo che un vecchio sistema se ne è andato, può iniziare un rapido sviluppo di un nuovo sistema ( il punto di flesso **a**). Si arriva poi alla fase di maturità (Segmento 2) (curva-S).
4. Lo sviluppo delle parti di un sistema tecnico procede non uniformemente; più complesso è il sistema, più non uniforme sarà lo sviluppo delle sue parti.

### 2.5.6 Bibliografia

1. Altshuller, G. S., *Creativity as an Exact Science. Theory of Inventive Problem Solving* (Russian) (Sovetskoye Radio, Moscow, 1979), p. 126.
2. Altshuller, G. S., *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (trans. A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), p. 229.
3. Salamatov, J., "System of development of creativity laws". In *Chance of Adventure* (Russian), Copiler A. B. Selutsky (Petrozavodsk, Karelia, 1991), pp. 110-112.
4. Modis, T., "Fractal aspects of natural growth", *Technological Forecasting and Social Change* (1994) 47(1), pp. 63-73.



## 2.6 La Legge di transizione al super-system

Vedi anche:

2.5 La legge della non uniformità di sviluppo delle parti del sistema

Se vi è mai capitato di bere una tazza di thè o caffè bollente, diciamo ad una temperatura di 65° C, difficilmente crederete al fatto seguente:

Un articolo su *Science* del 2007 riportava di un tipo di erba resistente al calore che cresce vicino alle sorgenti geotermiche del Parco Nazionale di Yellowstone (USA): l'erba cresce comodamente sul terreno ad una temperatura di 65°C! La ricerca dei biologi ha portato alla scoperta di un raro esempio in natura di tripla simbiosi: una pianta, un fungo e un virus, uniti al fine di resistere alle alte temperature. In natura ci sono molti casi di simbiosi, dove piante o gruppi di organismi favoriscono e si sostengono gli uni gli altri al fine di sopravvivere.

Il fenomeno della simbiosi, la combinazione di vari sistemi, è conosciuto anche nella tecnologia. Certamente, un passaggio diretto del fenomeno dato dal sistema biologico a quello tecnico non sarebbe corretto, tuttavia, è interessante analizzare qualche regolarità riscontrata in generale.

### 2.6.1. Definizione



Avendo esaurito tutte le possibilità di sviluppo, un sistema viene incluso in un super-system come una delle sue parti; facendo questo ha luogo un ulteriore sviluppo a livello di super-system

G. S. Altshuller, *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (trans. A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), p. 229.

### 2.6.2. Teoria (Particolari)

Questa legge appartiene alla categoria della “cinematica”, cioè le leggi applicabili su TS che si trova nella seconda e terza fase di sviluppo (vedi la curva-S).

Uno dei modi per l’ulteriore sviluppo di un sistema che si trova nei punti **b** o **g** sulla curva-S (vedi Fig.6.2.) è infatti l’unificazione dei sistemi. Tale unificazione può verificarsi anche precedentemente, nel segmento 2, prima che sia raggiunto il punto **b**. Tale unificazione è possibile nei casi in cui vi sia almeno un parametro che non soddisfa l’utilizzatore; inoltre, è necessario realizzare una funzione con lo scopo di modificare questo parametro; parti di un altro sistema possono fungere da risorse per lo sviluppo.

Nella letteratura TRIZ è descritta una tipica sequenza di evoluzione della linea “mono-bi-poli”. Il sistema iniziale si raggruppa insieme ad un sistema dello stesso tipo, di tipo simile, di tipo diverso o insieme a un sistema invertito (con il significato della funzione opposta); il carattere di unificazione dipende dal tipo di funzione richiesta. Una delle condizioni principali di unificazione dal punto di vista TRIZ è la nascita di una nuova qualità.

### 2.6.3. Modello

*Curva-S*

E’ necessario costruire un grafico che rappresenti le variazioni nel tempo di uno degli indicatori di sistema principali usando database brevettuali ed altre fonti riguardo il precedente sviluppo del sistema analizzato. Inoltre, con l’aiuto della curva-S, possiamo trarre le conclusioni in merito alla fase di sviluppo in cui il TS si trova attualmente.

Se il risultato dell'analisi mostra che il TS è vicino al punto **b** o al punto **g** ed è presente un'ulteriore necessità di incrementare i parametri principali, è necessario definire un nuovo sistema tecnico che deve cambiarne uno esistente. Un tale cambiamento di sistema è il passaggio di un TS esistente alla composizione di un sistema nuovo, più evoluto.

Una combinazione di sistemi può aver luogo in qualsiasi fase di sviluppo. E' sempre necessario definire la funzione richiesta del sistema.

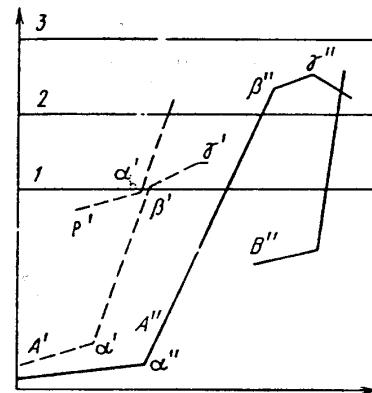


Fig. 6.2

#### 2.6.4. Esempi

##### Esempio

Combinando due coltelli, l'uomo ha inventato un nuovo strumento per il taglio: le forbici.

*Strumenti per la soluzione:* Strumenti dati dalle leggi – Legge della completezza delle parti del sistema, legge della condutività dell'energia, legge del coordinamento dei ritmi.



##### Esempio

Solo mettendo alcune matite dello stesso tipo su un tavolo, non otteniamo certo un nuovo sistema o una nuova qualità. Tuttavia, possiamo cambiare uno dei parametri, il tempo di scrittura: senza dover appuntare la matita, rimpiazzando una matita spuntata con una nuova con cui poter scrivere. Così, realizziamo una nuova funzione. Normalmente, quando mettiamo più matite con punte di diverse lunghezze sul tavolo di fronte a noi, possiamo cambiare uno dei parametri, il periodo di scrittura, senza un tempo aggiuntivo per l'appuntatura della matita (la sostituzione di una matita con un'altra è senz'altro più rapida dell'appuntatura della stessa). E questo significa che possiamo realizzare una nuova funzione: scrivere su un foglio di carta senza pause per l'appuntatura della matita.

*Strumenti di soluzione:* transizione da un mono-system a un poli-system con caratteristiche dello stesso tipo.



##### Esempio

Un altro modo di combinare gli strumenti di scrittura è stato usato da Leonardo da Vinci, che creò un dispositivo per la produzione di copie. Due matite furono vincolate agli estremi di un attrezzo con una forma ad "Y" lungo una normale penna. Mentre scriveva con questa matita doppia, l'autore produceva due copie del documento contemporaneamente (Tuttavia, doveva scrivere su strisce di carta la cui larghezza era limitata dallo spazio tra i rami della "Y").

*Strumenti di soluzione:* transizione da mono-system a bi-system con caratteristiche dello stesso tipo.



##### Esempio

Come è già stato sottolineato, sistemi con caratteristiche leggermente diverse possono essere raggruppati insieme. Nel TRIZ sono chiamati "sistemi con caratteristiche adattate". Per scrivere con una maggiore comodità con matite di colori diversi, vengono combinate in un unico sistema due matite, una rossa ed una blu.

*Strumenti di soluzione:* transizione da un mono-system a un bi-system con caratteristiche simili.



## Esempio



Possono essere raggruppati anche sistemi con caratteristiche inverse. Una funzione, “lasciare un segno su una superficie”, può combinarsi con una funzione inversa “rimuovere un segno da una superficie”. Questa può essere una combinazione di una matita e di una gomma, o di una penna con il bianchetto.

*Strumenti di soluzione:* transizione da mono-system a bi-system con caratteristiche inverse.

## Esempio



Più sistemi possono essere raggruppati insieme in un unico sistema. Un esempio di tale sistema è una penna con diverse punte di colori differenti.

*Strumenti di soluzione:* transizione da mono-system a poli-system con caratteristiche simili, convoluzione

## Esempio



L’ulteriore sviluppo di un sistema che è entrato in un altro sistema ha luogo a livello dell’intero sistema. Come un sistema si sviluppa, cresce il grado di idealità. Uno dei modi di tale processo è l’esclusione dal sistema delle parti “doppioni” tra di sé. Così, è rimasto solo un involucro esterno comune quando si sono raggruppate insieme più matite di colori diversi in un unico strumento di scrittura, perché il singolo involucro di ogni matita risultava superfluo. Nel OTSM-TRIZ tale operazione è chiamata “**convoluzione**”.

*Strumenti di soluzione:* convoluzione

## Esempio



L’ulteriore sviluppo del sistema può aver luogo con la rotazione degli strumenti di scrittura. Così, per disegnare linee di spessore diverso è necessario avere un set di alcune mine o pennini in un’unica struttura. La matita da carpentieri ha la mina a sezione quadrata: tale matita può fare sia linee fini, quando si usa un angolo della mina, sia linee dal tratto grosso, quando si usa un lato della mina.

*Strumenti di soluzione:* convoluzione, effetto geometrico

## Esempio



A suo tempo è stato suggerito un evidenziatore con una sezione della mina o del pennino a forma di ellisse: tale evidenziatore può essere usato per disegnare linee di spessori diversi, dal diametro minore al diametro maggiore dell’ellisse. Di conseguenza, lo spessore della linea può essere modificato senza staccare l’evidenziatore dal foglio: è sufficiente ruotarlo attorno al proprio asse.

*Strumenti di soluzione:* convoluzione, effetto geometrico

## 2.6.5. Esempio: altoparlante



### Esempio

Vengono piazzati due o tre altoparlanti nella struttura di un dispositivo per la riproduzione del suono al fine di ampliare la gamma di frequenze riproducibili. Uno degli altoparlanti riproduce molto bene le basse frequenze (i bassi), ma male le alte frequenze. Un altro altoparlante, al contrario, trasferisce peggio le basse frequenze ma riproduce molto bene le alte. Tuttavia, la soluzione di piazzare più altoparlanti nella struttura di un dispositivo per la riproduzione del suono ha uno svantaggio sostanziale: richiede molto spazio e volume addizionale. Dispositivi equipaggiati con due o tre altoparlanti hanno infatti dimensioni considerevoli.

L’inventore Shifman suggerì un altoparlante che combinasse al suo inter-

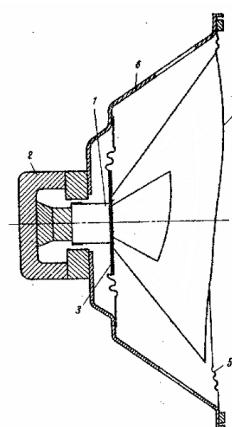


Fig. 6.3



no due dispositivi diversi; altoparlanti di bassa e alta frequenza. E' dotato di un unico magnete e un'unica struttura, ma due bobine e due diffusori. I diffusori sono posizionati concentricamente, cioè un diffusore si trova all'interno dell'altro. In TRIZ tale soluzione è chiamata bi-system.

### Esempio

Ognuno degli altoparlanti che costituiscono il bi-system dell'esempio precedente ha la propria gamma di frequenze. Possiamo procedere seguendo la regola "mono-bi-polì" e posizionare coassialmente non due ma tre diffusori in una struttura unica. In questo caso tuttavia la costruzione dell'intero dispositivo, nonché la sua realizzazione tecnica, sarà molto complessa: si tratta di un lavoro piuttosto complicato realizzare separatamente e poi posizionare coassialmente sia diversi diffusori a cono che diverse bobine.

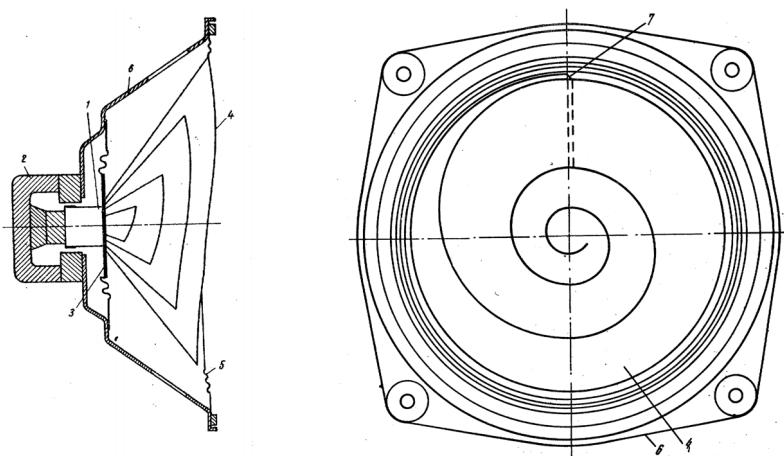


Fig. 6.4.

L'inventore G. I. Gelfenstein elaborò un altoparlante con tre o quattro diffusori ed una bobina, e il numero di diffusori può essere pure aumentato. Il diffusore è realizzato infatti con la forma di una spirale di Archimede, con il numero di giri di spirale richiesto e una sola bobina. Ogni giro di spirale funge da diffusore-trasmettitore del suono, esiste in sé e contemporaneamente costituisce un unico sistema. Ogni diffusore / giro di spirale ha una propria massa ed elasticità e ciò significa che ha le sue frequenze caratteristiche.

Quando un segnale elettrico di una certa frequenza viene trasmesso alla bobina, i diffusori-giri di spirale che corrispondono a quella frequenza secondo le loro caratteristiche inizieranno a vibrare. In altre parole, i diffusori si attivano alla frequenza di attivazione della bobina DA SOLI. Così, quando passano delle basse frequenze (i bassi), l'intero diffusore costituito da alcuni giri di spirale inizierà a vibrare come un unico sistema; a frequenze più alte del segnale, un minor numero di giri di spirale saranno portati in vibrazione; alle alte frequenze infine solo la parte centrale dei giri di spirale emetterà il suono, la parte rimanente del diffusore non risponderà a frequenze "non familiari" e resterà ferma.

Nel TRIZ una tale soluzione, che combina più sistemi dello stesso tipo, è chiamata poli-system "convoluto".



### Esempio

Un altoparlante può essere raggruppato non solo con altri altoparlanti, come descritto negli esempi precedenti, ma anche con il "vuoto". Tuttavia, il vuoto è un concetto ingannevole, perché l'aria ha una massa e quindi una propria elasticità.

Un altoparlante è uno dei sub-system di molti dispositivi per la riproduzione del suono: si può trovare in ricevitori radio, registratori, TV ecc. La struttura di ognuno di questi dispositivi ha un suo proprio volume.

La prima fase della combinazione con un super-system, cioè con la struttura del dispositivo, è una semplice combinazione meccanica. La struttura combina e comprende tutti i sub-system: parte meccanica, dispositivo elettrico e sistema acustico.

La seconda fase è dove il volume d'aria lavora per l'amplificatore ma non è regolato con esso. La terza fase è stata aggiustare il volume d'aria di un sistema acustico, con l'altoparlante, al fine di raggiungere alti valori dei parametri principali (per dettagli maggiori vedere l'esempio che segue).

## Esempio



Per ampliare la gamma di frequenze riproducibili, gli altoparlanti sono stati piazzati in dei box chiusi di grande volume, cioè le casse a colonna. Tale soluzione tecnica rende possibile ridurre sostanzialmente il limite inferiore della gamma del riproducibile e migliorare quindi la riproduzione dei bassi. Tuttavia, ci porta ad un'altra contraddizione: "le dimensioni di una cassa a colonna devono essere abbastanza grandi per ridurre le frequenze di risonanza di un sistema acustico; le dimensioni di una cassa a colonna devono essere abbastanza piccole per poter essere posizionata normalmente in una stanza". Questo è sì un problema di ingombri, tuttavia, come è già stato evidenziato, il problema principale sono sempre le distorsioni non lineari introdotte dal sistema vibrante dell'altoparlante. Prendiamo in esame la situazione descritta in modo molto semplificato: per capire la complessa natura della situazione in cui si trovarono i tecnici del suono, dovremmo infatti descriverla sotto forma di rete di problemi. Ciononostante, l'inventore Vilchur scelse intuitivamente la contraddizione principale, seguendo questo ragionamento: il sistema vibrante della cassa a colonna, cioè il piatto centrale e la scanalatura, non è altro che una molla; ogni molla con ampiezza di vibrazioni sufficienti, è un elemento non lineare responsabile delle distorsioni del suono; così, "è necessario avere una molla per realizzare le vibrazioni; è necessario non avere una molla per escludere le distorsioni non lineari".

Nota:

L'esempio è molto interessante perché mostra alcune leggi:

La legge di transizione al micro-livello: sostituzione di una molla meccanica con una "di aria";

La legge dell'aumento dell'idealità: una molla d'aria è più ideale ed ha una non linearità minore di una meccanica.

La legge di transizione al super-system: combinazione dell'altoparlante con il volume d'aria interno alla cassa a colonna.

La legge del coordinamento dei ritmi: il coordinamento della frequenza di risonanza dell'altoparlante con il volume d'aria della cassa.

IFR (Ideal Final Result): Non è presente il sistema "molla vibrante", ma la funzione di realizzare le vibrazioni resta.

Vilchur rimpiazzò la parte del sistema vibrante dell'altoparlante, cioè la sospensione meccanica, con una "molla d'aria". L'altoparlante, migliorato, aveva un sistema di vibrazioni molto leggero, con la massima frequenza di risonanza possibile. Tuttavia, non funzionava correttamente quando veniva separato dalla cassa a colonna. La sua sospensione (un piatto centrale e la scanalatura) era così leggera che richiedeva infatti un supporto addizionale per essere capace di mantenere una posizione normale. Tale supporto, cioè la molla principale, è stato il volume d'aria interno alla cassa a colonna. Essendo piazzato nella cassa a colonna, tale altoparlante ha creato un nuovo TS insieme alla cassa, cioè un sistema vibrante con le caratteristiche desiderate: una bassa frequenza di risonanza e una grande ampiezza di vibrazioni (e pressione sonora).

## 2.6.7 Auto-valutazione



### 2.6.7.1. Sommario

La legge di transizione al super-system riguarda un TS che ha esaurito tutte le sue possibilità di sviluppo. Sotto queste condizioni, il passaggio successivo dello sviluppo di un sistema è la propria transizione ad un super-system come una delle sue parti. L'ulteriore esistenza e sviluppo del sistema ha luogo al livello del super-system.

### 2.6.7.2. Domande:

1. Come è espressa la legge di transizione ad un super-system?
  2. Per quale fase di sviluppo dei sistemi tecnici è più caratteristica questa legge?
- Fare qualche esempio che descriva la legge di transizione.



## 2.6.8 Bibliografia

1. Altshuller, G. S., *Creativity as an Exact Science. Theory of Inventive Problem Solving* (Russian) (Sovetskoye Radio, Moscow, 1979), p. 126.
2. Altshuller, G. S., *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (trans. A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), p. 229.
3. Salamatov, J., "System of development of creativity laws". In *Chance of Adventure* (Russian), Copiler A. B. Selutsky (Petrozavodsk, Karelia, 1991), pp. 124-138.
4. Márquez, Luis M., Regina S. Redman, Russell J. Rodriguez, and Marilyn J. Roossinck, "A virus in a fungus in a plant: Three-way symbiosis required for thermal tolerance", *Science* (2007) 315: pp. 513–515.
5. Chubinsky, G., *Net of Paladins* (Russian) (Veche, Moscow, 2008), p. 448.

## 2.7 La legge di transizione dal macro al micro livello

Quali sono i motivi per cui si verificano i terremoti sulla Terra? Nel mondo scientifico domina una teoria, la quale spiega l'origine dei terremoti come risultato della collisione delle placche tettoniche. Secondo la teoria della tettonica delle placche, la superficie della Terra (la crosta terrestre) è divisa approssimativamente in 20 pezzi separati, chiamati "placche"; il loro spessore è di circa 70 chilometri. Sotto l'influenza di processi che avvengono all'interno del pianeta, le placche si muovono; tali movimenti sono insignificanti, ma causano pressioni meccaniche veramente alte sulla crosta terrestre e come conseguenza si verificano i terremoti.

Tuttavia, dopo attente valutazioni in campo sismico, sono state fatte le seguenti osservazioni:

Osservazione 1: Quando si verifica qualche terremoto, le placche tettoniche non collidono tra di loro ma si allontanano in direzioni diverse.

Osservazione 2: Secondo i risultati delle analisi di alcune onde sismiche, la conclusione stabilita è che la singola placca tettonica si muove in direzioni opposte, mentre è noto da altre osservazioni che essa rappresenta un insieme unificato e non è costituita da parti più piccole.

Osservazione 3: gli ipocentri di alcuni terremoti non si trovano nel luogo in cui avviene la collisione delle placche tettoniche – e neanche ai loro estremi – ma proprio all'interno delle placche.

La via più facile per risolvere il problema è spazzare via le osservazioni contraddittorie ed asserrire che sono stati fatti errori nei calcoli e nelle osservazioni... In realtà è un segnale che la teoria si sta avvicinando al suo limite, oltre il quale non avrà più validità: è il segnale per creare una nuova teoria.

I macro-oggetti (placche tettoniche) nella vecchia teoria sono considerati essere dei "Tool" dei terremoti. Un certo numero di ricercatori ha suggerito un'ipotesi diversa, riguardo la possibilità di generazione di terremoti come risultato di complesse interazioni di oscillazioni nella struttura della Terra: onde meccaniche. Secondo la nuova teoria, i micro-oggetti possono fungere da "Tool" che causano terremoti; questi micro-oggetti sono oscillazioni di particelle della crosta terrestre descritte da vari tipi di onde. Sulla base delle osservazioni contraddittorie e in termini di ipotesi suggerite, si è sviluppata una nuova teoria: la teoria delle onde spiega le cause dei terremoti. Il particolare tipo di oscillazione meccanica è già stato determinato: onde stazionarie, che sono responsabili dei terremoti senza la necessità di collisione delle placche tettoniche. Il modello europeo di onde che affronta la struttura della Terra è già stato sviluppato e il modello globale sarà sviluppato in questa prospettiva.

Possiamo trarre molte conclusioni da questa sorprendente teoria: una di queste è che gli strumenti dei sistemi tecnici si sono spostati dal macro al micro livello nel corso della sua evoluzione. Questo spesso si riferisce alla nostra visione del mondo: modelli di processi e fenomeni diversi. Un essere umano si avvicina al meccanismo della Natura nel corso dell'apprendimento.

### 2.7.1. Definizione



Lo sviluppo di organi di lavoro ("Tools") procede inizialmente al macro e poi al micro livello. G. S. Altshuller, *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (trans. A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), p. 230.



### 2.7.2. Teoria (Particolari)

Nella maggior parte dei moderni sistemi tecnici, il dispositivo di lavoro (Tool) è "pezzi di ferro", parti magari con la forma di micro-oggetti che spesso ricordano le mani dell'essere umano.

Il Tool di solito cambia per primo, come risultato della nuova necessità di realizzare la nuova funzione. Come regola, il meccanismo della Legge della transizione dal macro al micro livello può essere usato per risolvere le contraddizioni del Tool. Così, nella transizione del Tool al micro livello, lo spazio ed il volume occupato dal Tool e dal sistema tecnico diminuisce, la sua efficienza aumenta, così come la sua multifunzionalità.

Questa transizione è spesso eseguita con un nuovo principio di lavoro, un nuovo effetto geometrico, chimico, fisico o attraverso il fenomeno. Per questa ragione la pratica dell'applicazione della legge è strettamente collegata con altri strumenti e tecnologie OTSM-TRIZ: ARIZ, Standards, Metodi, Schema Multischemma ed altri.

### 2.7.3. Modello

I modelli che illustrano la legge di transizione dal macro al micro livello includono i seguenti elementi:

- schema multi-schermo
- curva –S
- la linea di sviluppo “mono-bi-polì”
- la lista dei campi di interazione utilizzati nel sistema tecnico
- un trend di segmentazione
- altri

Cerchiamo di illustrare uno di loro: il trend di segmentazione.

Nel corso dell'evoluzione di una parte del TS compaiono le seguenti fasi di sviluppo:

1. un sistema monolitico
2. un sistema con un giunto
3. una costruzione flessibile
4. particelle; piccole particelle (particelle fini); materiali granulari:
5. aggregazioni molecolari, molecole, atomi, ioni
6. particelle elementari
7. un campo

Questo modello di sviluppo possiede un carattere generalizzato. Le sue fasi di sviluppo sono state illustrate in modo molto sintetico: se necessario è possibile esaminare questo trend, questa “Linea” con dettaglio maggiore. Per esempio, la fase “Sistema con un giunto” può essere sviluppata in alcune sotto-fasi: “sistema con un giunto”, “sistema con due giunti” ecc.

La logica di questa applicazione richiede la transizione obbligatoria ed incondizionata del sistema alla successiva fase di sviluppo secondo il trend di segmentazione: la principale condizione di necessità di transizione è l'esigenza di svolgere una nuova funzione, da un lato, e l'impossibilità di realizzarla con il sistema tecnico attuale, dall'altra. Per essere più precisi, è la presenza di un problema, una contraddizione tecnica e amministrativa. I mezzi che forniscono la fattibilità di tale transizione sono l'individuazione della contraddizione fisica e la scelta del modo in cui verrà superata, che corrisponde appunto ad una delle transizioni del trend di segmentazione. E' molto importante sapere e tenere costantemente in mente il trend di segmentazione, ma d'altro canto non dovrebbe mai essere applicato meccanicamente: e' importante analizzare il sistema tecnico, l'evoluzione del suo sviluppo, i problemi che ne derivano. E' necessario poi definire correttamente la funzione richiesta dal TS e solo dopo tutto questo applicare il trend di segmentazione e altri strumenti del OTSM-TRIZ.

Un lemma: per il sistema tecnico (TS) o per le sue parti esisterà almeno una funzione che il TS dato non è in grado di compiere. E' necessario cambiare il TS o le sue parti secondo una delle transizioni del trend di segmentazione.

(Nota: un lemma è un'assunzione applicata senza una prova, data la sua ovvietà)

## 2.7.4 Strumenti (Come usarli)

Nella fase di porsi un problema:

Durante le applicazioni pratiche della Legge data, è necessario definire lo stadio di sviluppo in cui si trova un Tool del sistema (corpo che lavora), per valutare se vi sia un limite al suo sviluppo e se ci sono sistemi alternativi che hanno la struttura micro livello.

Nella fase di soluzione di un problema:

Durante la ricerca della soluzione del problema, è necessario fare attenzione agli effetti fisici, chimici, geometrici ed ai fenomeni che danno la possibilità di transizione al micro livello.

La Legge di transizione dal macro al micro livello spesso lavora insieme ad altre leggi. Per esempio, la legge della condutività dell'energia tra le parti del sistema; la legge del coordinamento dei ritmi tra le parti del sistema; la legge di incremento del Su-Field. I criteri che sono stati avanzati dalle leggi di condutività dell'energia e di coordinamento dei ritmi possono essere raggiunti con il completamento del passaggio dal macro al micro livello. E i meccanismi della legge di incremento del Su-Field possono fungere da metodo di transizione dal macro al micro livello.

Nell'esempio seguente è descritto un trend di segmentazione di un sub-system "ruota" come mezzo di trasporto.

### 1. Un sistema monolitico

Una ruota monolitica realizzata con materiali quali una pietra o la sezione di un tronco d'albero.

### 2. Un sistema con un giunto

Viene apportato un giunto al centro per completare la funzione di far rotolare la ruota.

### 3. Una costruzione flessibile

Una ruota con rivestimento in gomma (superficie);  
Cambiamento della parte di massa solida della ruota in raggi;  
Un cingolo come quello usato sul trattore;  
Un ingranaggio flessibile (che si adatta all'andamento del terreno)

### 4. Particelle; piccole particelle; materiali granulari:

Una ruota con una camera d'aria;  
Un motore jet ad acqua;  
Un motore a magneti;

### 5. Aggregazioni molecolari; molecole; atomi; ioni:

Flusso d'aria ("cuscino d'aria");  
Motore a ioni (questa idea è descritta nella letteratura fantascientifica)

### 6. Particelle elementari:

La "vela solare" (altra idea descritta in letteratura fantascientifica)

### 7. Un campo

Il cuscino magnetico (levitazione magnetica, come utilizzata dal treno Transrapid e dal MAGLEV)

## 2.7.5. Esempi

### Esempio

Consideriamo brevemente alcuni esempi dalla storia della registrazione e memorizzazione del suono per la sua successiva riproduzione.



I primi dispositivi tecnici per questo scopo sono stati: un suggestivo orologio con varie melodie; il piano meccanico; un organetto. Va notato che questi in realtà non comportano la registrazione del suono ma la sua programmabilità. I vettori delle informazioni sonore in tali sistemi sono una serie di denti, cavità, sporgenze su un albero rotante o una ruota. Inoltre sono presenti anche corde, placche vibranti ecc, necessarie per la riproduzione di suoni che sono “registrati” in questo modo. Le dimensioni di tutti questi elementi per la registrazione e riproduzione del suono variano da pochi millimetri (orologio da polso) ad alcuni centimetri, fino a una decina, in un orologio a pendolo. Le dimensioni di un elemento di memorizzazione del suono variano così da 0.1 mm a 10 cm.

### Esempio

La vera e propria registrazione del suono è iniziata in realtà con l'invenzione del fonografo, di Thomas Edison: le fluttuazioni meccaniche di un suono lasciano una traccia su una piastra di cera rotante. Questa “traccia” del suono è stata trasferita poi su metallo e infine su plastica vinilica. L'elemento che conserva il suono registrato è la traccia variabile del suono (il solco) creato dal suono stesso; le dimensioni di questo elemento variano in millimetri. Le dimensioni dell'elemento per l'immagazzinamento del suono sono così diminuite molto rispetto ai denti, cavità, corde ecc.



La taglia dell'elemento è adesso 0.01 mm – 0.1 mm

### Esempio

Con la transizione alla registrazione del suono per via magnetica sono comparsi nuovi sistemi tecnici, i nastri registratori. Nei primi sistemi magnetici la registrazione avveniva su un sottile filo di metallo, per poi passare su un nastro di plastica ricoperto di polvere ferromagnetica. In questi casi le particelle magnetiche e campi magnetici sono diventati il vettore delle fluttuazioni sonore, le cui dimensioni variano tra 1-10 micron. Le dimensioni dell'elemento che immagazzina le fluttuazioni del suono sono quindi diminuite più volte: la taglia di un elemento per l'immagazzinamento è adesso 0.001 mm – 0.01 mm (1-10 micron)



### Esempio

Oggi giorno dischi ottici, dischi magnetici e ed elementi a stato solido (cristalli) fungono da vettore di dati e sono usati anche per la registrazione del suono. Le aperture verso i dischi ottici, laser, stoccaggio dati in dispositivi magnetici, nanostrutture nei chips elettronici sono utilizzate in questi sistemi come elemento di immagazzinamento. Le dimensioni di tali elementi sono quindi diminuite di molte volte ancora rispetto all'esempio precedente; le dimensioni di un elemento per l'immagazzinamento sono adesso di frazioni di micron.



Abbiamo intenzionalmente esaminato l'evoluzione dello sviluppo dei mezzi di registrazione e conservazione del suono semplicisticamente, tralasciando molti dettagli e descrivendo solo la tecnologia in generale. L'obiettivo di questo esame è infatti quello di mostrare la transizione di elementi di memorizzazione delle informazioni dal macro al micro-livello.

### Esempio

Che cosa impedisce l'ulteriore aumento della velocità dei treni? I problemi si verificano nel contatto tra ruote e rotaie quando un treno si muove a velocità elevatissime.



La fase di sviluppo successiva è quindi il treno a levitazione magnetica invece delle usuali ruo-

te. Nella costruzione del treno si effettua così la transizione dalla coppia “ruota binario” all’interazione elettromagnetica. Questo tipo di transizione ha risolto alcuni problemi: agevolezza di movimento, diminuzione del rumore, trasmissione di energia dalla sorgente al motore del treno. Anche il trasferimento della corrente ha subito cambiamenti: non sono presenti contatti strisciati “linea aerea – strisciante”; anche la funzione di trasmissione dell’energia è effettuata dai mezzi del campo.



*Fig. 7.2. Treno “Transrapid”*



*Fig. 7.3. Indicatore della velocità per i passeggeri*

## 2.7.6. Auto-valutazione

### Sommario

Il Tool di molti TS è un macro oggetto. Il suo sviluppo avviene in primo luogo al macro livello. Successivamente, dopo che le risorse per il suo sviluppo sono esaurite, il Tool viene trasferito al micro livello.

### Domande:

1. Come possiamo definire la transizione dal macro al micro livello?
2. Quali sono le condizioni principali di cambiamento del Tool e della sua transizione dal macro al micro livello?

Fare alcuni esempi di transizione dal macro al micro livello



## 2.7.7 Bibliografia

1. Altshuller, G. S., *Creativity as an Exact Science. Theory of Inventive Problem Solving* (Russian) (Sovetskoye Radio, Moscow, 1979), p. 126-127.
2. Altshuller, G. S., *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (trans. A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), p. 230.
3. Salamatov, J., “System of development of creativity laws”. In *Chance of Adventure* (Russian), Copiler A. B. Selutsky (Petrozavodsk, Karelia, 1991), pp. 112-124.





Vedi anche:

2.4 La legge di incremento del grado di idealità del sistema

## 2.8 La Legge di incremento delle relazioni Su-Field

Abbiamo davanti una bellissima foto di un lupo: uno sguardo attento e prudente nei suoi occhi intelligenti, zanne terribili in una smorfia predatrice e muscoli tesi prima del salto decisivo... ma è piuttosto l'ingegno e l'inventiva che attrae maggiormente di questi animali. Possiamo tracciare molte analogie e paralleli nell'evoluzione dei sistemi biologici e tecnici, esiste anche una scienza chiamata bionica che studia le possibilità di applicazione di soluzioni biologiche in campo tecnologico.

Non siamo interessati alle soluzioni ma prima di tutto ai metodi delle soluzioni.

E qui abbiamo un problema...

Anche un bambino sa che il lupo mangia carne fresca e non si lava certamente i denti. Quelli che sono andati ad osservare un lupo allo zoo sanno che dalla bocca dell'animale esce infatti un odore forte e sgradevole. Tuttavia è il suo odore, l'odore è naturale per lui e funge anche da "biglietto da visita" quando incontra e comunica con gli altri lupi. Ma questo odore lo può anche disturbare: spesso il lupo attacca la sua preda di nascosto, con un agguato; egli striscia verso la preda dal lato sottovento, così che il vento soffia dalla preda verso il lupo e non il contrario. Così facendo, il lupo annusa l'animale da cacciare e l'odore del lupo è invece portato via, nella direzione opposta.

Ma come agirebbe un lupo in mancanza di vento, o quando la distanza dalla preda è molto breve? Questo problema, se ci pensiamo un attimo, è particolarmente marcato in inverno. Gli odori si diffondono agevolmente dal respiro caldo del lupo nell'aria e non vi sono neppure piante in fiore o altri eventi naturali che possono mascherare l'odore: tutto è appassito finché la primavera non giungerà di nuovo. Ma il lupo, ovviamente, si trova sempre nella situazione di dover tendere agguati. Non si lava i denti, né conosce consapevolmente il modo per risolvere il problema dell'odore. Egli è tuttavia guidato da un potente istinto vecchio di secoli e secoli, l'esperienza e la conoscenza dei suoi antenati e la sua mente ed esperienza personale (molto spesso il prezzo dell'ignoranza e dell'inoservanza di qualche regola è la sua vita stessa, o la vita della sua prole).

Ecco perché, prima di un salto decisivo sulla preda, un lupo in un agguato invernale prende un boccone di...neve! La neve riduce la temperatura della bocca del lupo e quindi l'evaporazione della parte umida, cioè il suo odore, per un po' di tempo. Inoltre, questo filtro naturale formato da un mucchio di molti, piccoli cristalli di neve fornisce una superficie di contatto estesa e mantiene bassi gli odori. Infine, la neve si scioglie nella bocca del lupo e l'acqua porta via con sé gli odori, senza dar loro la possibilità di diffondersi nell'aria. Se il momento più conveniente per attaccare la preda si sposta nel tempo, il lupo prende bocconi di neve, ancora e ancora...

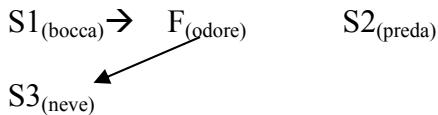
Che cosa è cambiato nella struttura del sistema? Per motivi di brevità forniamo solo una formula Su-Field della parte del sistema in conflitto "lupo-preda", prima e dopo avere introdotto il cambiamento "neve in bocca per eliminare l'odore". Per una spiegazione più dettagliata dello strumento si veda il Capitolo 2.4



Problema:

$$S1_{(bocca)} \rightarrow F_{(odore)} \rightarrow S2_{(preda)}$$

Soluzione:



## 2.8.1. Definizione



Lo sviluppo dei sistemi tecnici procede in modo da incrementare il grado Su-Field  
G. S. Altshuller, *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (trans. A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984),

## 2.8.2. Teoria (Particolari)

Sappiamo già che le parti di un sistema tecnico (TS) si sviluppano non uniformemente nel corso dell'evoluzione del sistema: in certi momenti dello sviluppo, una delle parti del TS diventa più complessa. Ma questa complessità, questo sviluppo può essere spiegato logicamente.



Quella parte del sistema tecnico subisce lo sviluppo (nel caso particolare: diventa complessa), che comprende un conflitto, contraddizioni fisiche e tecniche. In modo corrispondente, un modello Su-Field riflette esattamente questa situazione: in questo caso possiamo dire riguardo la direzione di sviluppo del TS che riflette nel modello Su-Field la direzione di incremento del grado Su-Field.

Per descrivere un semplice strumento del sistema tecnico, è sufficiente un Su-Field composto da due o tre elementi. Come regola, tutti i TS nella fase di creazione sono un prodotto, che è processato con strumenti manuali; sono strumenti di lavoro semplici, come una lancia, un coltello e così via. Gradualmente, gli svantaggi di questo sistema tecnico vengono a galla, compaiono nuovi bisogni e compaiono nuove soluzioni concernenti il cambiamento del TS iniziale mirato a soddisfare tali nuovi bisogni. Nel corso delle modifiche del TS iniziale, il TS rivela nuovi sub-systems, con i loro svantaggi, che richiedono soluzioni in relazione ai loro miglioramenti.

Per analizzare ed identificare i problemi e i modi per risolverli, è necessario mostrare chiaramente la struttura del sistema tecnico, la zona di conflitto, cioè la "strozzatura", "il collo di bottiglia", così come i cambiamenti che hanno luogo in questa struttura con lo sviluppo del TS. Questo diventa possibile con l'uso di un modello Su-Field.

## 2.8.3. Modello

Un sistema tecnico può essere descritto come un Su-Field. Questo modello consiste in campi e sostanze principali del TS e le loro interconnessioni. Non tutti i campi e sostanze presenti in un sistema tecnico vengono inclusi nel modello, ma solo quelli che lavorano direttamente per ottenere la funzione del TS.

$$S1 \rightarrow F \rightarrow S2$$

Prendiamo come esempio un bollitore elettrico per il riscaldamento dell'acqua. La funzione di tale sistema tecnico è riscaldare il liquido (acqua) dalla temperatura iniziale (temperatura della stanza) fino alla temperatura di ebollizione. Oppure: "cambiare il parametro dell'Elemento acqua dal Valore "temperatura della stanza" al Valore "acqua bollente". In questo caso la formula Su-Field è:

S1 – elemento elettrico di un riscaldatore  
 F – campo termico  
 S2 – acqua nel bollitore

La formula ha questo significato: l'elemento elettrico del bollitore (S1) riscalda l'acqua (S2) alla temperatura di ebollizione con l'aiuto del campo termico (F). Un modello Su-Field di un bollitore elettrico può essere spiegato con un modello più ampio e dettagliato a seconda degli obiettivi dell'analisi. Per esempio, se vogliamo analizzare, identificare e descrivere problemi collegati alla trasformazione dell'energia elettrica in energia termica, dobbiamo costruire un Su-Field; in questo caso la formula Su-Field sarà completata attraverso un elemento: "campo dell'energia elettrica".

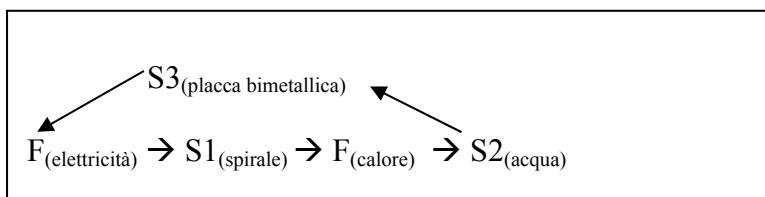
$F(\text{elettricità}) \rightarrow S1(\text{spirale}) \rightarrow F(\text{calore}) \rightarrow S2(\text{acqua})$ .

#### 2.8.4. Strumenti (Come usarli)

E' possibile che un determinato sistema non soddisfi i bisogni dell'utilizzatore. Per esempio, potremmo essere insoddisfatti delle modalità di funzionamento di un bollitore se, dopo che il bollitore si è acceso, l'acqua bollisse nel bollitore, poi si trasformasse in vapore finché tutto il vapore se ne fosse andato e l'elemento elettrico del bollitore prendesse fuoco. Dobbiamo quindi specificare una nuova funzione richiesta: "quando l'acqua raggiunge la temperatura di ebollizione, il bollitore si spegne automaticamente".



Una possibile parziale soluzione si riflette in una nuova formula Su-Field. Nel TS, viene introdotta una sostanza S3 (per esempio, una placchetta bimetallica che si piega quando si raggiunge la temperatura di 100°C e separa i contatti dell'elemento).



#### 2.8.5. Esempi

##### Esempio

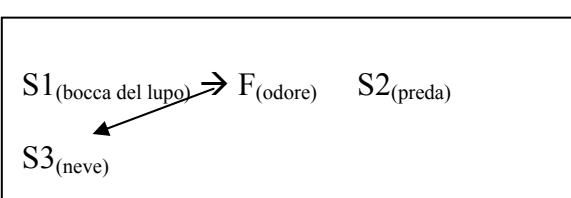
Consideriamo l'esempio del lupo in modo più dettagliato, dal punto di vista dell'analisi Su-Field. Il problema è che la preda può percepire l'odore di un lupo a breve distanza:



$S1(\text{bocca del lupo}) \rightarrow F(\text{odore}) \rightarrow S2(\text{preda})$

Qual è un modo per trattenere o eliminare l'odore che proviene dalla bocca del lupo? E' necessario distruggere il collegamento dannoso al fine di svolgere la funzione nascosta:

$F(\text{odore}) \rightarrow S2(\text{preda})$



E' necessario costruire un Su-Field introducendo un nuovo campo o nuova sostanza:  
 Nella costruzione della formula, alle sostanze e ai campi vengono attribuiti i nomi convenzionali, per migliorare la comprensione della situazione.

Infatti, le sostanze chimiche nella bocca di un lupo fungono da sorgente di odore; da un punto di vista fisico, un campo di odore è un composto chimico volatile che raggiunge un altro animale attraverso il respiro del lupo. Sostanza-2, chiamata in precedenza “preda”, è il recettore dell’odore, cioè gli organi di senso. Tuttavia, per l’analisi, è più importante creare un’immagine mentale di un Su-Field. Una percezione integrale della situazione è più importante che i dettagli e la precisione delle definizioni.

### Esempio



Come tirare fuori piccoli oggetti (per esempio, limatura di metallo) da un foro profondo? E’ difficile farlo con l’aiuto di pinze meccaniche. Nella formula di un Su-Field è espresso in una cattiva interazione del campo meccanico con la limatura:

$$F_{1(\text{meccanica})} \rightarrow S_{1(\text{limatura})}$$

Completiamo il Su-Field con l’introduzione di una nuova sostanza (magnete) e un nuovo campo (un campo magnetico):

$$F_{1(\text{meccanica})} \rightarrow S_{2(\text{magnete})} \rightarrow F_{2(\text{campo magnetico})} \rightarrow S_{1(\text{limatura})}$$

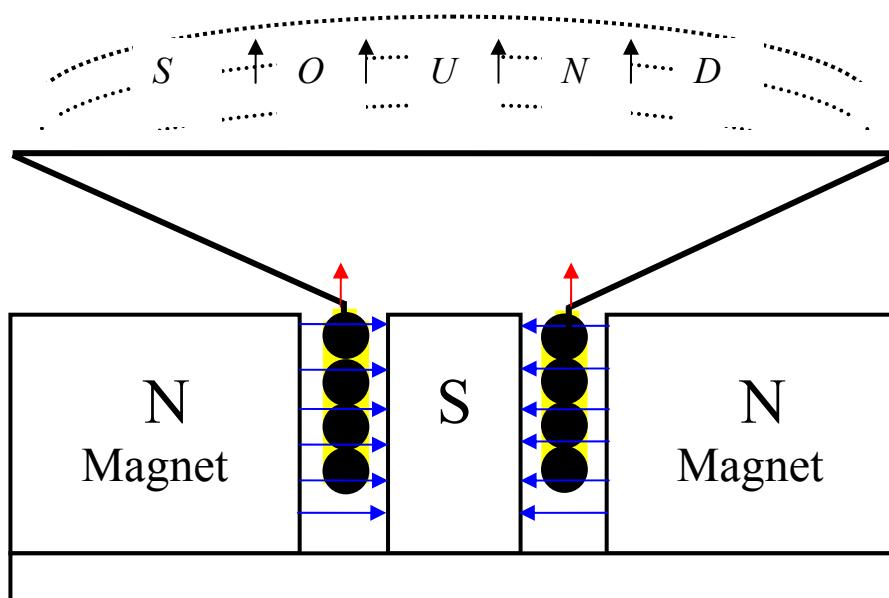
Come risolvere questo problema se la limatura non è magnetica? La logica della soluzione è la stessa, ma è necessario selezionare un campo che abbia una buona interazione con la limatura: potrebbe essere una sostanza adesiva e l’adesione meccanica come campo, per esempio.

$$F_{1(\text{meccanica})} \rightarrow S_{2(\text{sostanza adesiva})} \rightarrow F_{2(\text{meccanica})} \rightarrow S_{1(\text{limatura})}$$

### Esempio



La figura 8.1 sottostante mostra una sezione del circuito magnetico di un altoparlante.



*Fig. 8.1. Sezione trasversale di un altoparlante con evidenziato il circuito magnetico.*

Legenda:

- 1 – magnete
- 2 – componente che svolge la funzione di sostegno della bobina
- 3 – avvolgimenti della bobina
- 4 – diffusore
- 5 – linee di forza di un campo magnetico

Una bobina con un conduttore che si trova in un campo magnetico è l'Engine, il trasformatore dei campi elettrico e magnetico in vibrazioni meccaniche del diffusore e poi dell'aria. In precedenza (Capitolo 2 – esempio 2.2, compito alla fine della sezione – e Capitolo 4 – esempio 4.5 –). Abbiamo già preso in considerazione il circuito magnetico di un altoparlante.

Dopo la sostituzione del sostegno della bobina con un componente che unisce gli anelli della bobina è stato possibile migliorare il raffreddamento della bobina stessa e ridurre il gap del circuito magnetico. Tuttavia, per ridurre ulteriormente le perdite in una catena magnetica ed incrementare l'efficienza dell'intero sistema tecnico "Altoparlante" è necessario ridurre la distanza tra i magneti. Più grande il gap, più grandi le perdite.

Di conseguenza, compare una nuova contraddizione: "il gap deve essere piccolo per ridurre le perdite nella catena magnetica; il gap deve essere largo per migliorare il raffreddamento della bobina". Idealmente, non esisterebbe il traferro in una catena magnetica.

Possiamo considerare varie situazioni con l'aiuto dell'analisi Su-Field:

- modello di un sistema tecnico che svolge la funzione principale
- modello di un sistema tecnico che svolge la trasformazione principale di energia attraverso l'Engine.
- Conflitto-1: perdite di energia nel gap
- Conflitto-2: raffreddamento della bobina
- altri

Consideriamo la situazione con le perdite nel traferro della catena magnetica. Segnaliamo una contraddizione: deve esserci un traferro per fornire libero movimento alla bobina; non deve esserci traferro per evitare le perdite nella catena magnetica.

Costruiamo il modello Su-Field di questo conflitto:

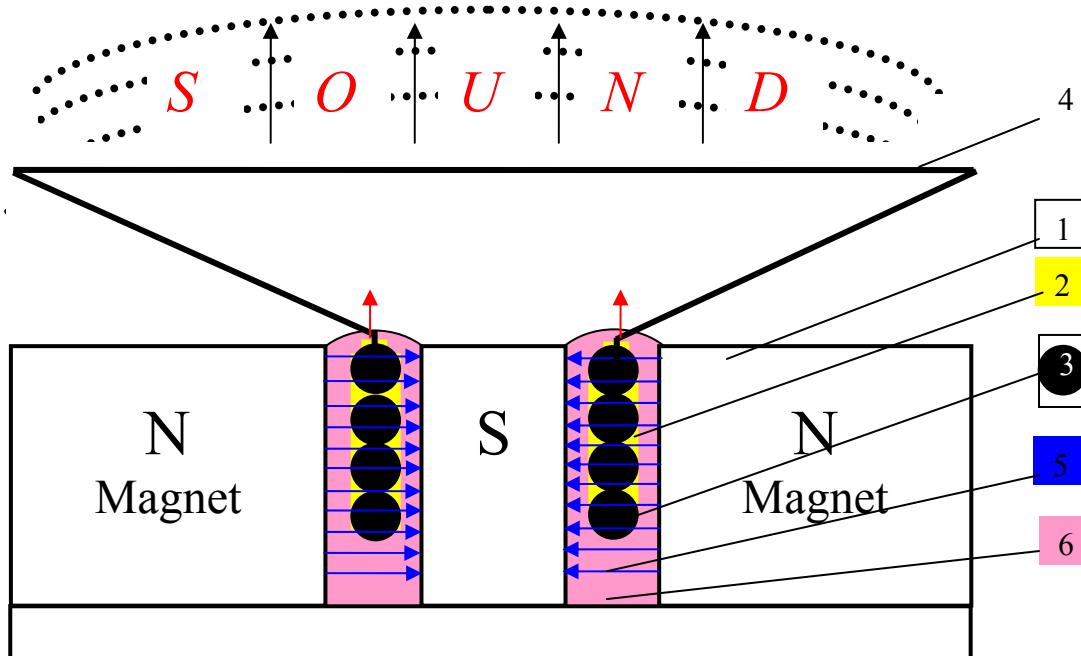
$$S1_{(\text{magnete})} \rightarrow F_{(\text{magnetico})} \rightarrow S3_{(\text{traferro})} \rightarrow S2_{(\text{bobina})}$$

La contraddizione data può essere formulata nel modo seguente: un gap tra i magneti deve essere continuo per essere magnetico; il gap non deve essere continuo per permettere il movimento della bobina. La contraddizione è risolta con una rottura del Su-Field attraverso l'introduzione di una nuova sostanza nel gap, un traferro della catena magnetica:

$$S1_{(\text{magnete})} \rightarrow F_{(\text{magnetico})} \cancel{\rightarrow} S3_{(\text{traferro})} \rightarrow S2_{(\text{bobina})}$$

Otteniamo il seguente Su-Field rimpiazzando il traferro con un liquido magnetico:

$$S1_{(\text{magnete})} \rightarrow F_{(\text{magnetico})} \rightarrow S4_{(\text{liquido magnetico})} \rightarrow S2_{(\text{bobina})}$$



*Fig. 8.2. Sezione di una magnetic chain di un altoparlante con gap riempito con liquido magnetico (6)*

Legenda:

- 1 – magnete
- 2 – componente che svolge la funzione di struttura della bobina
- 3 – bobina
- 4 – diffusore
- 5 – linee del campo magnetico
- 6 – liquido magnetico

Il liquido magnetico è composto da particelle molto piccole di materiale magnetico in sospensione in un liquido; tale mix ha le proprietà di due sostanze: da un lato, è magnetico, dall’altro ha le proprietà di un liquido, cioè è un fluido. Così, colmando il gap, il liquido magnetico riduce le perdite energetiche ma permette al contempo alla bobina di muoversi liberamente.

La soluzione data, prevedendo l’introduzione di un liquido magnetico nel traferro, permette la soluzione di un altro importante problema: il raffreddamento della bobina. Riducendo il gap per diminuire le perdite magnetiche, si peggiora infatti la rimozione del calore dalla bobina. L’aria in effetti ha un coefficiente di scambio termico molto basso e quindi una condutività termica scarsissima. Ecco perché, diminuendo il volume del gap, riduciamo la quantità di calore rimossa. Tuttavia, la sua sostituzione con un liquido magnetico consente la trasmissione del calore dalla bobina all’ambiente circostante in modo più efficiente.

## 2.8.6. Auto-valutazione

### Sommario

Un TS e le sue parti possono essere rappresentate attraverso un modello Su-Field.

Un modello Su-Field rappresenta sostanze e campi che sono inclusi nel sistema dato o sue parti, utilizzate per eseguire la funzione descritta così come le interconnessioni e la loro tipologia tra sostanze e campi del TS dato o delle sue parti.

Lo sviluppo dei sistemi tecnici procede in una direzione che si riflette nel cambiamento del



 modello Su-Field; questi cambiamenti hanno luogo nella direzione di incrementare il grado Su-Field. In particolare, l'incremento di un numero di elementi (sostanze e campi), l'incremento del numero di connessioni tra gli elementi, l'incremento della sensibilità delle connessioni tra elementi, l'introduzione di nuovi elementi, cambio della struttura del TS.

## Domande:

1. Cosa è un modello Su-Field?
2. Qual è la Legge dell'incremento del grado Su-Field?
3. Fare esempi che dimostrino la Legge di incremento del grado Su-Field.



## 2.8.7 Bibliografia

1. Altshuller, G. S., *Creativity as an Exact Science. Theory of Inventive Problem Solving* (Russian) (Sovetskoye Radio, Moscow, 1979), p. 127.
2. Altshuller, G. S., *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (trans. A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), p. 231.
3. Salamatov, J., "System of development of creativity laws". In *Chance of Adventure* (Russian), Copiler A. B. Selutsky (Petrozavodsk, Karelia, 1991), pp. 103-110.
4. Kaikov, O. I., "A few examples of problems and solutions taken from wolves' life and behavior" (Karlsruhe, 2008, manuscript).







Vedi anche:

- 4 Analisi Su-Field e soluzioni standard
- 5.3 Tecniche per la risoluzione di Contraddizioni Fisiche

### 3 Breve recensione dell'algoritmo di Altshuller per la risoluzione inventiva dei problemi (ARIZ) illustrata con l'analisi di un problema reale

Questo capitolo mira a facilitare la comprensione dei principi generali delle operazioni di ARIZ, senza l'integrazione dettagliata di tutti gli step dell'algoritmo. Verranno discussi gli obiettivi di ogni step ed il loro ruolo all'interno dell'intero processo di analisi. È da ricordare inoltre, che l'autore di ARIZ consigliò di fare pratica prima di applicare TRIZ ai problemi reali. Esistono numerose sfumature, importanti per eseguire i vari step di ARIZ: è difficile illustrarli tutti quando si analizza un solo problema, quindi sarebbe meglio imparare ARIZ sotto la guida di un insegnante esperto e risolvendo molti problemi per accumulare esperienza.

#### 3.0 ARIZ creazione e sviluppo

Nel corso dell'evoluzione di ARIZ, l'analisi e gli step per la risoluzione delle contraddizioni furono continuamente migliorati, sviluppati, specificati e testati su problemi complessi, raccolti dall'autore di ARIZ in 40 anni, partendo da 1946 fino al 1986. Verso la metà degli anni '80, Altshuller aveva collezionato oltre 120 problemi in cui le precedenti versioni di ARIZ erano state di poco aiuto. Tali problemi furono usati per testare e raffinare le nuove versioni di ARIZ, ed usate nei workshops.

Lo sviluppo di ARIZ è inoltre connesso con lo sviluppo delle leggi di evoluzione dei sistemi tecnici e con la comprensione di come queste dovrebbero essere applicate al progetto di un nuovo sistema o al miglioramento di uno esistente. Quindi, nella versione corrente di ARIZ e nella sua integrazione OTSM, le "Leggi Evolutive" sono prevalentemente presenti in una forma implicita.

Al momento, ARIZ è un metodo assai dettagliato e può sembrare complicato. Questo documento ha l'intenzione di facilitare la comprensione della logica generale dell'ultima versione di ARIZ di Altshuller (ARIZ 85-C). Usando un problema reale come esempio, si proverà ad illustrare il contributo che OTSM dà nella risoluzione di alcune difficoltà che si verificano mentre usiamo ARIZ-85-C.

Dovrebbe inoltre essere ricordato che l'esecuzione completa degli step secondo ARIZ-85-C semplifica notevolmente l'analisi se confrontata con le precedenti versioni di ARIZ. L'esecuzione di questi step crea negli studenti una buona capacità riflessiva, che risulta utile quando si affrontano i problemi.

È inoltre necessario menzionare alcune delle peculiarità nel portare la comprensione di ARIZ ad un livello di automatismo nella sua applicazione ai problemi reali. Per prima cosa, le sfumature aggiuntive di ciascun step, che dipendono dalla specifica situazione, sono apprese con la ripetizione degli step di ARIZ sugli esempi e sui problemi pratici. Come risultato si ha che l'esecuzione degli step divengono automatici e gli step iniziano ad essere eseguiti velocemente ed in maniera inconscia.

In questo fase, succede spesso che gli studenti non raggiungono da soli il risultato. Non sono infrequenti i casi in cui alcuni di loro pensano che un problema possa essere risolto senza l'uso di ARIZ e lo dimostrano proponendo una soluzione accettabile e realizzabile praticamente. Discutendo una di queste soluzioni con lo studente, si dimostra che è stata formulata una contraddizione: analizzate le risorse disponibili nella data situazione e trovata la strada per usare que-

ste risorse per risolvere la contraddizione, il risultato sarà compreso fra l'IFR (Ideal Final Result) e l'estensione permessa dalle risorse disponibili in quella specifica situazione. Generalmente questo prova che nello studente è già presente la capacità di eseguire gli step della prima parte di ARIZ, ma che la capacità riflessiva, descritta nell'ultima parte, non è stata ancora sviluppata a dovere.

In pratica, lo studente ha risolto un problema ma non ha analizzato né il percorso del proprio pensiero, né la strada che ha percorso per ottenere la soluzione. Questo solitamente succede con problemi relativamente semplici, con i quali gli studenti possono avere l'impressione di aver già compreso ARIZ. Tuttavia non si possono occupare di problemi più complicati in cui la capacità di riflessione è particolarmente importante per eseguire gli step della terza parte. Dopo aver superato questa fase di assimilazione di ARIZ, gli studenti raggiungono un elevato livello di controllo dello strumento. Non solo sapranno proporre soluzioni dopo aver conosciuto la descrizione iniziale del caso in esame, ma sapranno anche dimostrare, in generale, come questa soluzione risulti chiaramente dalla descrizione del problema. Infine, dopo aver acquisito un po' di pratica sui problemi reali, si sarà formata in loro una maggior esperienza.

In realtà, la descrizione iniziale di un problema non standard è spesso ricca di particolari inutili e non essenziali, o, al contrario, carente delle informazioni importanti per la comprensione dell'essenza del problema. Gli esperti di TRIZ spesso propongono alcune soluzioni affrontando, mentalmente, il problema attraverso tutti gli step di ARIZ, al fine di definire più esattamente la descrizione iniziale del problema e prima di iniziare la sua analisi dettagliata. Dall'esterno potrebbe sembrare un ordinario metodo "error-and-trial", ma in realtà è piuttosto un modo diverso di trattare un problema. Analizzando mentalmente un problema in accordo con gli step ARIZ, un esperto valuta le informazioni già disponibili ed ottiene le importanti informazioni addizionali che sono assenti nella descrizione iniziale. Dopo che la descrizione del contesto del problema è divenuta sufficientemente completa, può iniziare a lavorare in maniera dettagliata usando ARIZ o altri strumenti della teoria OTSM-TRIZ. Ad esempio, se un contesto include numerosi problemi, è opportuno formalizzare la sua descrizione nella forma della "OTSM Network of Problems", (OTSM-Rete dei Problemi). Durante tale formalizzazione, è usata la separazione dei problemi in sub-problemi e la loro descrizione, come descritto precedentemente.

Quindi, ARIZ non è solo uno strumento per la risoluzione di problemi complessi, ma è anche, cosa più importante, uno strumento per la creazione di uno stile di pensiero utile per affrontare un problema. È l'uso della conoscenza già disponibile, con lo scopo di ottenere ed usare in modo creativo la nuova conoscenza, che rende ARIZ un importante strumento pedagogico che può essere utile nel processo educativo e tecnologico. Per esempio, è possibile migliorare l'efficacia del cosiddetto "problem teaching", dove l'introduzione di un nuovo argomento inizia offrendo agli studenti alcuni problemi tipici che devono affrontare, al fine di essere pronti per l'assimilazione del nuovo materiale e per capire come il materiale studiato può essere d'aiuto nell'affrontare dei problemi analoghi. L'abilità necessaria per eseguire i singoli step di ARIZ, si dimostra utile nei vari contesti pedagogici, educativi e tecnologici.

Ricapitolando questa parte introduttiva di ARIZ, è da sottolineare che l'esperienza maturata nell'imparare a fondo ARIZ, aiuta gli insegnanti a risolvere i problemi pedagogici che si presentano durante il processo educativo (così come i problemi privati).

Per quanto riguarda gli studenti, questa esperienza li aiuta ad assimilare nuove conoscenze in modo più efficace ed in maniera sistematica. Tale capacità può anche essere maturata mediante dei mezzi diversi da quelli OTSM-TRIZ, ad esempio mediante un'istruzione basata sul gioco del "Yes-No". In questo caso, tuttavia, è estremamente importante integrare tutte queste abilità, in un unico contesto, svolgendo esercizi per tutti gli step di ARIZ.

## 3.0.1 Risolvere un problema: breve recensione delle principali fasi di un lavoro basato su ARIZ

Come per altri approcci scientifici, prima di tutto è necessario selezionare e creare un modello descrittivo del problema. Ciò significa che una descrizione preliminare di un contesto dovrebbe trasformarsi in un modello, formulato secondo certe regole. Ciò ha come risultato la comparsa di un modello del problema, descritto attraverso una contraddizione che deve essere poi risolta. La transizione da una descrizione iniziale del problema ad una descrizione di un modello di problema, avviene nella stesso modo in ambito fisico o matematico: è necessario provare a riformulare il contesto in una forma canonica che sarà poi analizzata finché verrà costruita una soluzione. È molto importante notare in ARIZ, come anche nella trattazione classica di TRIZ e in OTSM, che l'idea di una soluzione concettuale non è cercata in modo random, ma è costruita "step by step", passo dopo passo, durante i processi di analisi del problema e di sintesi della soluzione accettabile (Soluzione Concettuale Accettabile, Satisfactory Conceptual Solution). Tale caratteristica è una delle principali differenze del TRIZ Classico e di OTSM, rispetto a molti altri metodi di risoluzione di problemi complessi e non tipici.

La trasformazione di un problema iniziale in un modello di problema, può ridurre il problema stesso ad un problema tipico, standard (dal punto di vista di TRIZ), la soluzione del quale è già nota nella forma generale. Quindi, dopo aver costruito un modello del problema alla fine della prima parte di ARIZ-85, è eseguito il passaggio al sistema delle Soluzioni Inventive Standard. Attualmente questo sistema comprende 76 Principi Inventivi Standard. Se la conoscenza della soluzione standard generalizzata non soddisfa, per qualsiasi ragione, la nostra specifica condizione, è necessario continuare ad analizzare il problema in accordo con gli step di ARIZ. Se la nuova analisi ha come risultato una soluzione soddisfacente, allora quest'ultima dovrebbe essere convertita in una soluzione standard per problemi simili. Queste sono, all'incirca, le fasi con le quali sono state create le Soluzioni Inventive Standard del TRIZ Classico.

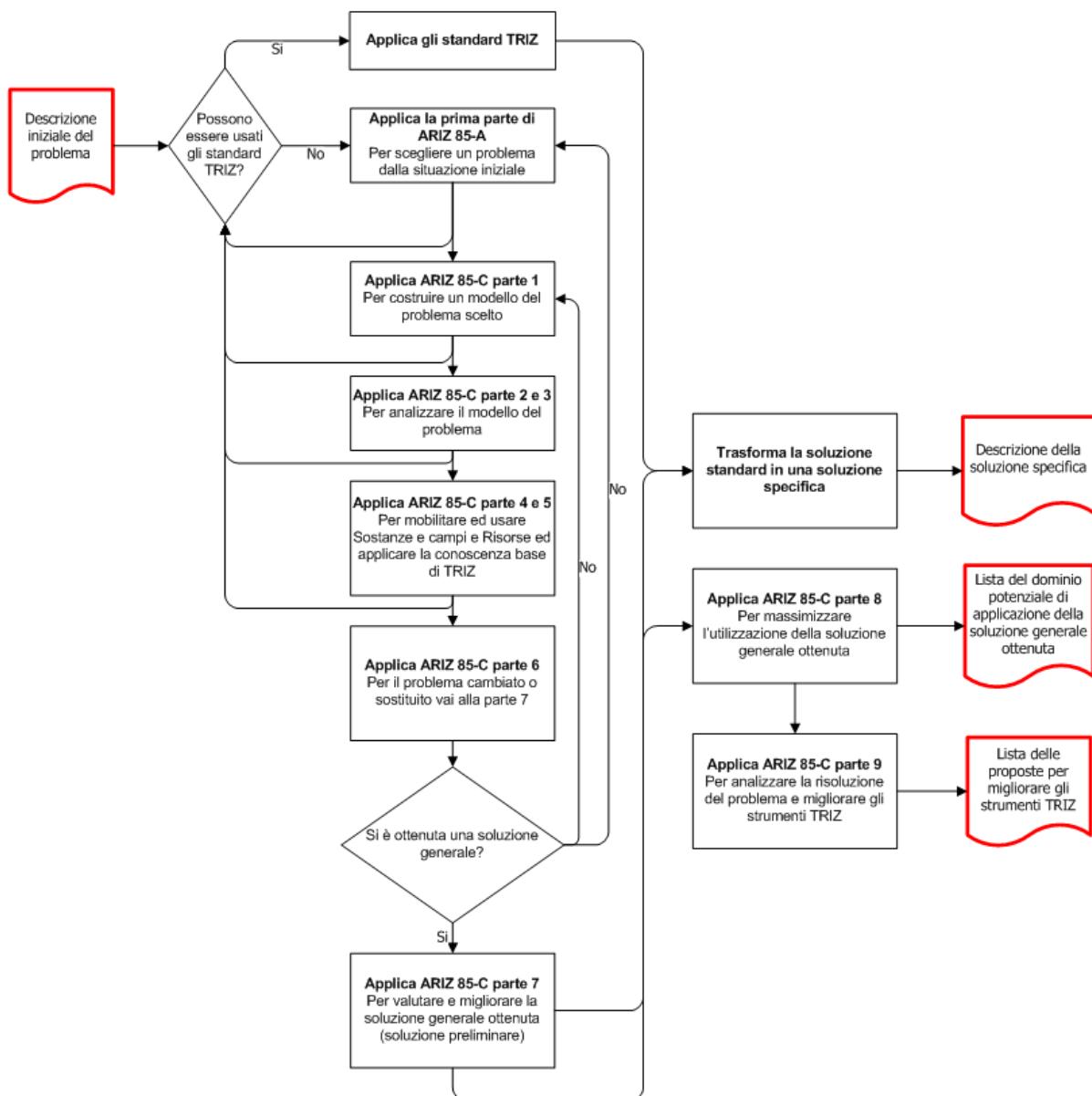


Figura 1 Schema delle fasi dell'analisi del problema basata su ARIZ

### 3.1 Primo stadio. Costruzione del modello di un problema ed uso degli standard

#### 3.1.1 Soluzioni inventive

Selezionare un problema da risolvere da un set di problemi contenuti in una contesto iniziale non è fra i compiti della ARIZ classico: a tale scopo, in OTSM, è usata la “Express Analysis” di un contesto iniziale, che lavora efficacemente nel caso di problemi relativamente semplici. Nei casi più complicati, è conveniente usare lo strumento “New Problem”, nuovo problema. Lo scopo della prima parte di ARIZ è la creazione di un modello di problema da risolvere.

Alla fine della prima parte, il problema selezionato dalla situazione iniziale, è formulato come “contraddizione tecnica”. Una contraddizione tecnica è una contraddizione che descrive un conflitto fra due parametri usati per valutare la qualità di un dato sistema (parametro di valutazione, Evaluation Parameters). Di conseguenza, in OTSM è chiamata contraddizione tecnica una contraddizione di uno specifico sistema: ciò significa che un sistema, durante la sua evolu-

zione, presenta un conflitto fra due importanti parametri.

## ESEMPIO

Il sistema tecnico è una tenuta in gomma di un foro nel quale si muove un albero. Maggiore è la forza di contatto con cui la guarnizione è premuta sull'albero, migliore sarà la capacità di tenuta. Tuttavia, un'elevata forza di contatto, comporta elevate perdite di energie causate dalla frizione dell'albero sulla tenuta. Di conseguenza, abbiamo una contraddizione fra due parametri che sono importanti per valutare la qualità dello specifico sistema “guarnizione di tenuta di albero rotante”.



In OTSM, queste contraddizioni descrivono dei conflitti fra parametri di sistemi non tecnici (scientifici, sociali, economici, sistemi sociali, di business e di management, etc..).

## ESEMPIO

Per risolvere efficacemente dei problemi, una soluzione tipica è quella di coinvolgere un ampio numero di persone in possesso di conoscenze in vari campi. Tuttavia, tali persone spesso non capiscono i problemi reciproci poiché mancano di conoscenza nelle aree altrui. Il meeting diventa inefficace ed il problema resta irrisolto.



In questo caso abbiamo a che fare con un “Working Team System”, in cui la contraddizione si presenta fra i parametri “grado di conoscenza nelle scienze affini” e “efficacia della discussione di vari aspetti di un problema”.

Se per un certo caso studio è difficile identificare le contraddizioni nel corso della prima parte di ARIZ, è raccomandato l'uso dello strumento OTSM “New Problem”. Nei casi relativamente semplici, si può ricorrere alla “Express Analysis” di un contesto iniziale, sviluppata all'interno di OTSM Technology “Contradiction”. Per casi più complessi, deve essere impiegata la OTSM “Problem Network”, rete dei problemi. Questo strumento permette di condurre un'analisi più dettagliata di un problema complesso e di identificare il problema chiave che per primo deve essere risolto. Sarebbe utile inoltre applicare la Express Analysis a tali problemi per avere una precisa formulazione del primo step di ARIZ. L'applicazione della OTSM Express Analysis di un problema richiede una conoscenza addizionale delle nozioni minime del sistema.

L'esecuzione degli step della prima parte di ARIZ-85-C sulla base dei commenti di OTSM, ha come risultato l'ottenimento del modello del problema che sarà analizzato più avanti. Prima di passare alla seconda parte dell'algoritmo, è però necessario vedere se devono essere usati i principi inventivi del TRIZ Classico.

Il concetto è quello che dopo aver trasformato la descrizione iniziale di un problema in un modello di problema, solo i componenti più importanti, responsabili del problema iniziale, rimangono nel modello descrittivo. Di conseguenza, diviene semplice dare alla descrizione del problema la forma che permette l'applicazione dei principi inventivi raccolti nel TRIZ Classico.

### 3.1.2 Seconda fase. Analisi delle risorse disponibili

La seconda parte di ARIZ è progettata per analizzare il modello del problema e per preparare l'identificazione dettagliata delle contraddizioni che stanno alla base del problema. Per essere più precisi, questa fase è atta all'analisi delle risorse che, potenzialmente, possono essere usate per la risoluzione del problema: in particolare, le risorse di spazio, tempo, sostanza e campo. È parzialmente testata, inoltre, la possibilità di applicare alcuni meccanismi standard per evitare, (bypass) o risolvere interamente la contraddizione. Come la prima parte di ARIZ, la seconda contiene dei meccanismi per la soppressione delle inerzie psicologiche.

### 3.1.3 Terza fase. Costruire un'ipotesi di Soluzione Soddisfacente attraverso l'analisi dell'IFR e delle contraddizioni fisiche relative alla specifica risorsa

ARIZ è progettato per scoprire le principali cause di un problema e per rimuoverle per mezzo delle risorse disponibili nella situazione specifica. Nella terza parte dell'algoritmo, la descrizione del risultato desiderabile e delle contraddizioni ostacolano il raggiungimento di tale risultato.

Il primo obiettivo della terza parte di ARIZ è quello di specificare il modello del problema ottenuto nella prima parte. Questo obiettivo è raggiunto usando le informazioni addizionali ottenute attraverso il modello di analisi condotta nella seconda parte dell'algoritmo. Il nuovo modello è costruito in accordo a diverse regole e differisce dal modello costruito nella prima parte. In questa fase, è necessario determinare quale risultato può essere considerato soluzione del problema; è necessario, inoltre, identificare le contraddizioni che impediscono l'uso delle risorse disponibili per ottenere il risultato desiderato.

Il secondo obiettivo di questa parte è quello di raggiungere una soluzione parziale che sarà poi usata per ottenere una soluzione concettuale dell'intero problema. Le soluzioni parziali ottenute, sono così integrate in un unico sistema di soluzioni che forniscono il massimo avvicinamento al risultato desiderato. Per questo scopo sono impiegati il principio della rimozione delle contraddizioni fisiche ed il meccanismo della convoluzione del sistema.

In generale, partendo dalla terza parte, il numero delle soluzioni parziali ottenute inizia a crescere ed è quindi formulata una nuova soluzione finale: a questo punto, c'è la tentazione di terminare il processo della ricerca delle soluzioni. Tuttavia, le regole dell'algoritmo raccomandano il passaggio attraverso tutti gli step, in quanto questi aiutano ad ottenere idee aggiuntive, convalidando la soluzione trovata o individuando altre strade per la risoluzione del problema, che corrispondono a stadi più avanzati dell'evoluzione del sistema.

Eseguire la terza parte dell'algoritmo ha come risultato il fatto che la nostra opinione sul caso studio cambia un'altra volta e si forma allo step 3.5 dell'algoritmo. Come risultato, l'ultimo step di questa fase ci rimanda ancora una volta al sistema delle soluzioni inventive standard.

### **3.1.4 Quarta fase. Mobilitare le risorse**

La quarta parte di ARIZ è progettata per comprendere come le risorse disponibili possono essere usate per risolvere il problema, così come definito nella terza parte dell'algoritmo, e come incrementare l'efficacia delle soluzioni già trovate.

La quarta parte include un set di operazioni mirate ad ottenere una versione che dovrebbe essere più avanzata dal punto di vista della teoria dell'evoluzione dei sistemi tecnici.

Se una delle soluzioni ottenute ci soddisfa, possiamo passare alla parte sette di ARIZ per una valutazione preliminare delle soluzioni in accordo con le regole di ARIZ.

Se, al contrario, non è stata trovata nessuna soluzione soddisfacente, l'analisi continua con la parte quinta dell'algoritmo.

### **3.1.5 Quinta fase. Uso della raccolta di conoscenza di TRIZ**

Nella quinta parte, al solutore è proposto un insieme dei vari strumenti TRIZ che descrivono le soluzioni standard in vario modo: il sistema degli standard inventivi, principi per risolvere contraddizioni fisiche, fornisce dei suggerimenti.

Se l'uso del database non fornisce come risultato una soluzione accettabile, è necessario passare alla fase sei di ARIZ.

### **3.1.6 Sesta fase. Cambiare e/o correggere la descrizione iniziale del problema**

La sesta parte dell'algoritmo fornisce delle raccomandazioni relative al cambio o alla correzione della definizione del problema o del modello del problema precedentemente analizzato.

### **3.1.7 Settima fase. Valutazione della soluzione ottenuta**

La settima parte di ARIZ contiene le regole di valutazione delle soluzioni da un punto di vista TRIZ e di irrobustimento della soluzione ottenuta: non è altro che una valutazione preliminare. Nel corso di questa valutazione, possono apparire nuove idee che specificano o migliorano la

soluzione ottenuta.

Questa fase è una valutazione preliminare della soluzione. Talvolta, la risoluzione di un problema secondo ARIZ aiuta a superare lo stereotipo del professionista e porta il solutore fuori dal suo campo di competenza professionale, rendendo necessario quindi la consultazione degli esperti in altri settori al fine di valutare la soluzione ottenuta.

Se una soluzione è stata accettata, ha senso discutere con un consulente brevettuale circa la possibilità di depositare una domanda di brevetto.

### **3.1.8 Ottava fase. Espandere il raggio d'azione dell'applicazione e standardizzare la soluzione creativa**

L'ottava parte di ARIZ è utile a preparare l'implementazione della soluzione finale ed a cercare se tale soluzione può essere applicata per la risoluzione di altri problemi, inclusi quelli di differenti aree di competenza. Questo permette di trovare una soluzione per future applicazioni pratiche. Questa parte è inoltre necessaria per prevedere una migliore protezione brevettuale della soluzione (creare un "ombrello brevettuale", "patent umbrella").

In aggiunta, questa parte aiuta ad incrementare l'efficacia della soluzione e ad trarre un ulteriore profitto dalla sua implementazione.

### **3.1.9 Nona fase. Riflessione sul lavoro eseguito**

La nona parte di ARIZ aiuta a comprendere meglio l'essenza del lavoro svolto. Lo scopo di questa fase consiste nel comprendere al meglio il campo di applicazione della soluzione, incrementando così il potenziale creativo del singolo o del team.

Questa fase è progettata per sviluppare la capacità di riflettere sul lavoro svolto. In teoria, ogni step di ARIZ dovrebbe essere seguito della revisione della fase, dalla riflessione sulle difficoltà che si sono manifestate durante la sua esecuzione, sulle difficoltà superate, su quanto accuratamente i consigli di ARIZ sono stati seguiti, verificando se l'esecuzione del lavoro differisce da ciò che è consigliato da ARIZ e trovando il motivo della presenza di tali differenze.

Le risposte a tali quesiti sviluppano la capacità riflessiva e facilitano la comprensione del processo di risoluzione dei problemi basato su ARIZ, nella fase di assimilazione dell'algoritmo durante l'esecuzione degli esercizi. Nella fase di applicazione di ARIZ ai problemi reali, queste faciliteranno lo sviluppo di ARIZ stesso e miglioreranno la sua efficacia nella risoluzione di problemi nuovi e sempre più complessi.

Dovrebbe esser notato, in fine, che la capacità riflessiva è in generale una delle più importanti capacità di ragionamento e non solo per quanto riguarda gli strumenti del TRIZ Classico e di OTSM. Quindi, la nona parte di ARIZ, ci aiuta a sviluppare la nostra capacità riflessiva.

## 3.2 Lista degli step di ARIZ

I paragrafi precedenti descrivono brevemente ogni step di ARIZ per ogni fase dell'approccio al problema; qui di seguito è riportata una lista degli step dell'algoritmo. In seguito mostreremo come tali step sono eseguiti per la risoluzione di un problema.

Parte 1: Analisi di un problema e creazione di un modello

- Step 1.1. Descrizione dello stato di un problema
- Step 1.2. Identificare gli elementi in contraddizione di un sistema.
- Step 1.3. Creare uno schema grafico dei conflitti del sistema.
- Step 1.4. Selezionare un modello grafico del sistema.
- Step 1.5. Intensificare i principali conflitti.
- Step 1.6. Formulare un modello del problema.
- Step 1.7. Ricercare una soluzione standard.

Part 2: Analisi di un modello del problema

- Step 2.1. Analisi della zona operativa.
- Step 2.2. Analisi del tempo operativa.
- Step 2.3. Analisi delle risorse Su-Field.

Part 3: Definizione di una “*ideal final result*” (IFR, risultato finale ideale) e delle contraddizioni fisiche che impediscono il raggiungimento dell’IFR.

- Step 3.1. Formulazione di una ”Ideal Final Result” (IFR-1).
- Step 3.2. Approfondimento della definizione della IFR-1.
- Step 3.3. Contraddizione fisica (PhC) a macrolivello.
- Step 3.4. Contraddizione fisica (PhC) a microlivello.
- Step 3.5. Formulazione di una Ideal Final Result (IFR-2) per diverse risorse e specificazione del problema iniziale.
- Step 3.6. Uso del sistema degli Standard (76 soluzioni standard per problemi inventivi, usando il modello Su-Field).

Part 4: Impiego delle risorse

- Step 4.1. Modellazione del problema con le “Smart Little People”, “Little Creatures”.
- Step 4.2. Uso del metodo “un passo indietro rispetto all’IFR”.
- Step 4.3. Uso di una combinazione delle risorse disponibili.
- Step 4.4. Introduzione di carenze di vario genere nelle risorse disponibili.
- Step 4.5. Uso di sostanze derivate dalle risorse disponibili.
- Step 4.6. Controllo se un problema può essere risolto sostituendo alcune sostanze con un campo elettrico o una interazione fra due campi elettrici.
- Step 4.7. Controllo se un problema può essere risolto introducendo un coppia “campo –risposta aggiuntiva ad un campo”.

Part 7: ricerca di un metodo per rimuovere la contraddizione fisica.

- Step 7.1. Controllo della soluzione.
- Step 7.2. Valutazione preliminare della soluzione ottenuta.
- Step 7.3. Controllo dell’assenza dell’invenzione all’interno del database brevettuale.
- Step 7.4. Valutazione dei subproblemi che si presentano durante l’analisi.

Part 8: Uso della soluzione ottenuta.

Part 9: Analisi della procedura di risoluzione del problema.

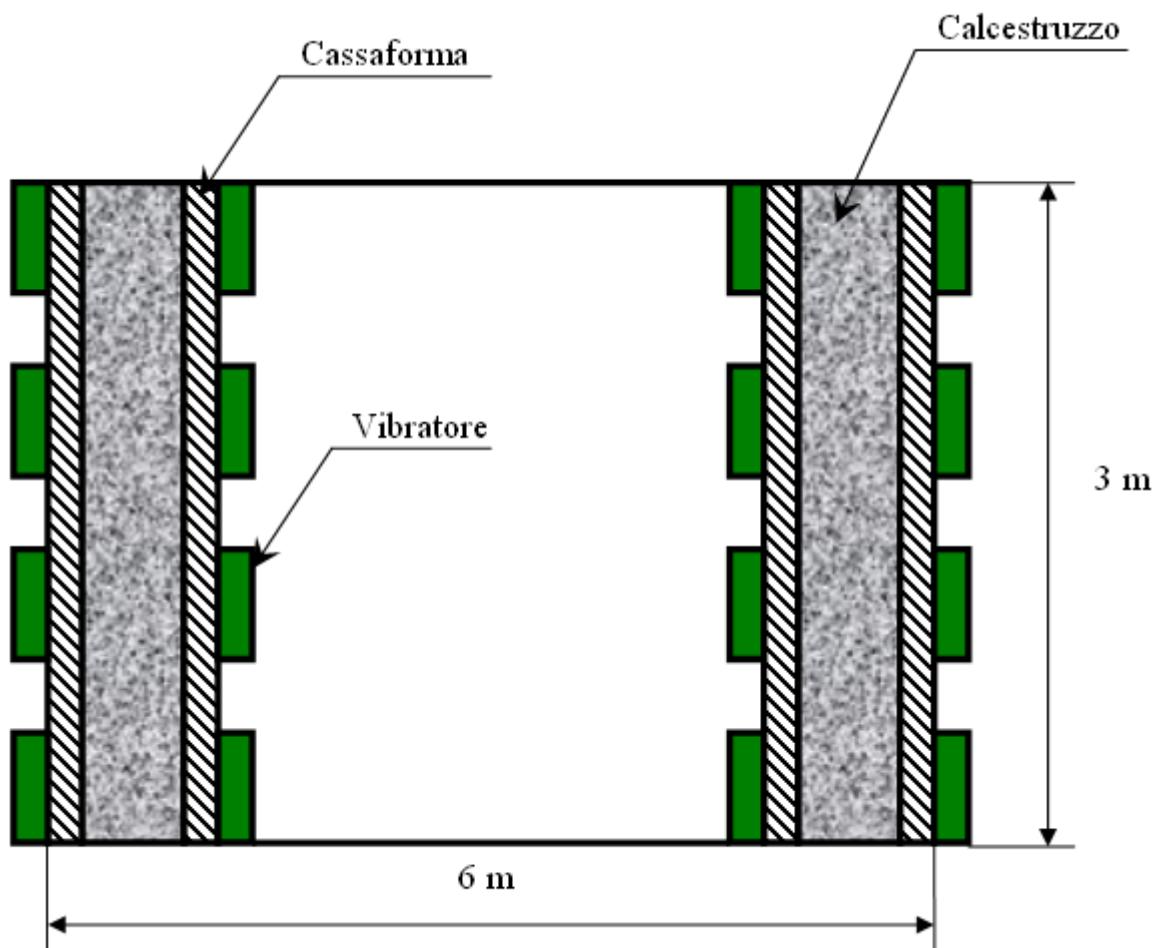
## Esempio di risoluzione di un problema usando ARIZ

In precedenza abbiamo descritto il ruolo di ciascuna delle nove parti di ARIZ. Adesso iniziamo a descrivere l'obiettivo di ogni step che costituiscono le parti dell'algoritmo. A tal fine, useremo un problema reale risolto usando TRIZ.

### Descrizione iniziale del problema

Per creare un tubo in calcestruzzo di grosso diametro (superiore ai 6 m di diametro), viene effettuata una gettata di calcestruzzo in una doppia cassaforma in acciaio. (vedi Figura 1).

Per migliorare la qualità del tubo, l'impasto di calcestruzzo è sottoposto ad un trattamento di vibrazione per mezzo di un vibratore collegato alla cassaforma. Il principio dell'operazione di vibratura è molto semplice: è presente un volano eccentrico calettato sull'albero del motore. Quando il motore è in funzione, il volano urta contro le pareti della cassaforma inducendo delle vibrazioni che sono trasmesse dalla cassaforma al calcestruzzo.



*Figura 2 Sezione di una cassaforma per la produzione di tubi in calcestruzzo, provvista di vibratori per rendere il calcestruzzo compatto*



A livello del processo produttivo, il vibratore esegue la funzione abbastanza bene. L'unico svantaggio di questo sistema è l'alto livello di rumore: l'intensità del rumore prodotto può essere paragonata a quella di un motore a reazione (jet engine).

Come possiamo eliminare questo svantaggio introducendo i minimi cambiamenti nel sistema esistente ed usando le minime risorse esterne e le massime risorse interne disponibili all'interno del sistema o nell'ambiente circostante?

In termini del TRIZ Classico, tale formulazione del problema è chiamato "mini-problema". Il

“mini-problema” è caratterizzato dal fatto che contiene le massime restrizioni relative all’introduzione di nuovi componenti. La regola generale del “mini-problema” è <<tutto deve rimanere così com’è, ma il problema deve sparire>>.

Al contrario, un “maxi-problema” ammette qualsiasi cambiamento fino al radicale cambiamento del sistema stesso o fino alla sostituzione con un sistema differente privo del dato effetto indesiderato.

Quindi, la soluzione può essere classificata secondo i limiti della risoluzione del problema, che vanno dalle massime limitazione di un “mini-problema” fino alla minima limitazione del “maxi-problema”.

È evidente che il recente avanzamento tecnologico circa l’auto-compattazione del calcestruzzo non richiede l’uso dei vibratori e questa è una soluzione al problema diversa da quanto descritto in questo articolo. Tuttavia, risolvere il problema per mezzo del calcestruzzo auto-compattante non è una soluzione al mini-problema, poiché richiede più cambiamenti ed una fase di ricerca più avanzata rispetto a quella necessaria per la soluzione proposta. L’idea di tale calcestruzzo venne all’inizio del processo di “problem solving” (risoluzione del problema): in quel periodo, la creazione di tale calcestruzzo era un serio problema e richiedeva molto tempo. Dobbiamo inoltre menzionare che il problema si verificò in uno stabilimento in funzione e bisognava risolverlo in un breve periodo di tempo, con i mezzi disponibili ed ad un costo accettabile.

Infine, è da ricordare che questo esempio è stato scritto da un “TRIZ specialist”, un esperto in TRIZ, che non è esperto nel campo delle costruzioni civili.

### 3.2.1 Parte 1: Analisi di un problema e creazione di un modello

#### Step 1.1. Descrizione dello stato del problema

##### 1.1.1 Breve descrizione del sistema tecnico, designazione e componenti base.

Il sistema tecnico in esame serve per produrre tubi in calcestruzzo. È composto da una doppia cassaforma concentrica (all’interno delle quali è effettuata la gettata di calcestruzzo) e da vibratori (i quali urtano la cassaforma per incrementare la densità del calcestruzzo e rimuovono i vuoti d’aria che si formano quando si effettua il getto nella cassaforma)

##### 1.1.2 Sistema delle contraddizioni

Da un punto di vista di TRIZ, ogni problema è complesso poiché contiene delle contraddizioni nascoste o evidenti. Per risolvere il problema, è necessario identificare la contraddizione e descrivere il problema in maniera tale da evitare, fare un bypass, o eliminare la contraddizione evidenziata.

Quindi, per prima cosa, è necessario identificare la causa della contraddizione. In TRIZ, descrivere correttamente un problema significa trovare tale contraddizione e definirla il più chiaramente possibile, in accordo a delle precise regole. Ciò può essere effettuato usando la “OTSM Express Analysis” di un problema; comunque, in alcuni semplici casi, ARIZ può essere immediatamente applicato ad un problema. A tale scopo, ARIZ contiene un sistema di contraddizioni tecniche chiamate “TC-1” e “TC-2”.

Una corretta descrizione del sistema delle contraddizioni permette di capire quali parametri usati per valutare le proprietà di un dato sistema sono connessi con la contraddizione: due parametri del sistema tecnico in esame (Parametro di Valutazione 1 e Parametro di Valutazione 2) sono connessi attraverso un terzo parametro che può essere usato per cambiare il valore dei Parametri di Valutazione (Evaluation Parameters). Questo parametro è chiamato Parametro di Controllo (Control Parameter) poiché il cambiamento del suo valore permette il controllo dei Parametri di Valutazione.

Mentre si formulano le “TC-1” e “TC-2”, è importante identificare, per l’elemento al quale il parametro di controllo appartiene e che è connesso ai due Parametri di Valutazione, l’esistenza di una connessione tale che, migliorando il Parametro di Valutazione 1, peggiora il Parametro

di Valutazione 2, e viceversa.

Non andremo a descrivere in dettaglio la fase di analisi dalla situazione iniziale ma verrà dato direttamente il sistema delle contraddizioni.

### TC-1:

Se la forza vibrante (Parametro di Controllo 3) dei vibratori (elemento E) è grande (valore del Parametro di Controllo 3), la densità del calcestruzzo e la omogeneità (Parametro di Valutazione 2) sono alti (valore del Parametro di Valutazione 2, positivo), ma anche il livello di rumore è alto (valore del Parametro di Valutazione 1, negativo).



### TC-2:

Se la forza vibrante (Parametro di Controllo 3) dei vibratori (elemento E) non è grande (valore opposto al valore del Parametro di Controllo 3 indicato in TC-1), allora il livello di rumore (Parametro di Valutazione 1) può essere ridotto (valore del parametro di valutazione 1, positivo) ma la densità del calcestruzzo e la omogeneità (Parametro di Valutazione 2) sono ridotti (valore del Parametro di Valutazione 2, negativo).



Parametro 1 - Valutazione	Livello di rumore
Parametro 2 - Valutazione	Densità e omogeneità del calcestruzzo
Parametro 3 - Controllo	Forza vibrante

Dobbiamo prestare attenzione al fatto che la distinzione dei parametri in “Parametri di Controllo” e “Parametri di Valutazione” è assente nel TRIZ Classico: tale distinzione è introdotta all’interno di OTSM per distinguere chiaramente il ruolo dei parametri nel corso dell’analisi dei problemi complessi, quando uno o più parametri hanno ruoli diversi. In aggiunta, anche nei processi di analisi, basati su ARIZ, di problemi relativamente semplici, si presenta la necessità di introdurre nuovi parametri di controllo che possono servire come alternative ai parametri dati.



È importante capire che i Parametri di Valutazione selezionati allo step 1.1 rimangono inalterati durante l’intero processo di analisi: possono solo essere specificati. Allo stesso tempo, la lista dei parametri di Controllo può essere estesa finché si analizza il problema nella terza parte dell’algoritmo.

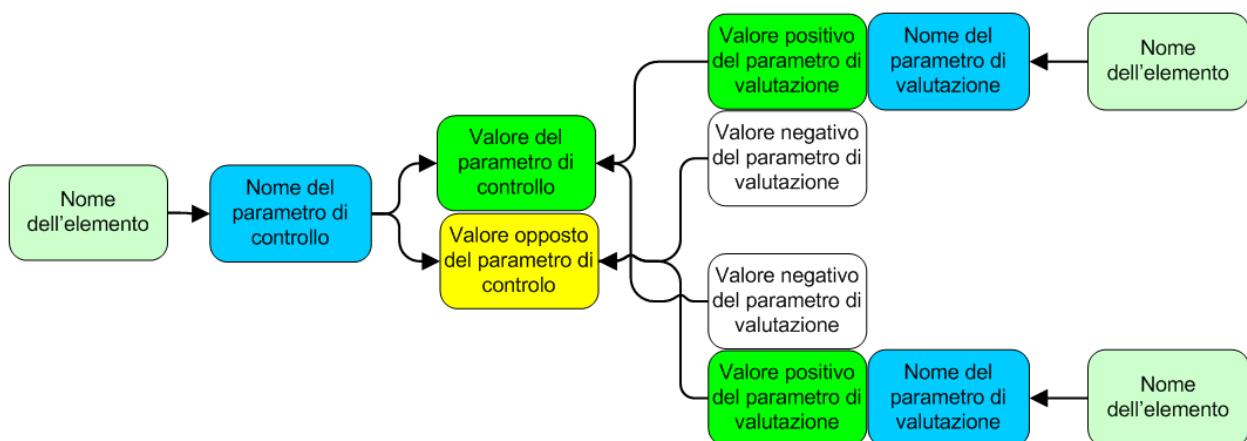


Figura 3 schema OTSM ENV del sistema delle contraddizioni

### 1.1.3 Il risultato desiderato

Se il sistema delle contraddizioni è costruito correttamente e se le proprietà del modello sono definite, tutto ciò è sufficiente per unire i valori positive dei Parametri di Valutazione 1 e 2 del modello del sistema delle contraddizioni, come mostrato in Figura 3.



#### Definizione del risultato desiderato:

Per risolvere il problema dato, è necessario ottenere un'alta densità ed omogeneità del calcestruzzo (valore del parametro 2, positivo) mantenendo basso il livello di rumore (valore del parametro 1, positivo).



È essenziale comprendere le leggi (fisiche o altre) che connettono i parametri chiave del sistema (i suddetti Parametri di Valutazione 1 e 2).

In termini del TRIZ Classico e di OTSM, la legge è una relazione costantemente ricorrente fra parametri, fenomeni o eventi. Se un evento succede, allora un altro ne consegue naturalmente. Se uno dei parametri cambia il suo valore, allora cambia anche il valore di altri parametri connessi con tale parametro.

Se la realizzazione del primo step di ARIZ causa difficoltà nel trattare alcuni problemi, è raccomandato l'uso della "OTSM Express Analysis" per trasformare il problema iniziale in uno schema "OTSM ENV" del sistema delle contraddizioni.

### Step 1.2. Identificare gli elementi in contraddizione di un sistema

Questo step ha l'obiettivo di identificare gli elementi del sistema che connettono i parametri positivi e negativi descritti nello step 1.1. per mezzo di relazioni causa-effetto, e di leggi.

Gli step di ARIZ sono strettamente correlati, in quanto ogni step che segue è sempre una logica continuazione di quello precedente. L'assenza di tale interrelazione significa che è stato commesso qualche errore e che quindi è necessario rivedere gli step precedenti per trovare e correggere questo errore nell'analisi. Con una corretta esecuzione dell'analisi, ogni step successivo risulta in modo logico da tutti quelli precedenti.



Se il primo step è stato fatto usando la OTSM Express Analysis del problema, allora il risultato dello step 1.2 dovrebbe corrispondere allo schema del sistema ottenuto come risultato della Express Analysis.

I due elementi in contraddizione sono lo strumento (tool) ed il prodotto (product).

Il prodotto è un elemento che deve essere processato (fabbricato, mosso, cambiato, migliorato, protetto da qualcosa di dannoso, rilevato, misurato....) in accordo con le condizioni del problema.

Nel caso del rilevamento della misura, alcuni elementi considerati come "tool" (in accordo con la sua base funzionale) possono essere considerati come prodotto (ad esempio un sensore riceve una funzione dalla sorgente del segnale, quindi il sensore è il prodotto e non il tool).

Il tool è l'elemento che interagisce direttamente con il prodotto (ad esempio una fresa piuttosto che l'intera fresatrice; il fuoco piuttosto che l'intero bruciatore). In particolare, anche una parte dell'ambiente può essere considerato come un tool, così come pure le parti standard, a partire dalle quali viene assemblato un prodotto, possono essere considerate come tool (ad esempio il "meccano" è un tool per creare vari prodotti).

Uno degli elementi della coppia in contraddizione può essere raddoppiato. Per esempio, dati due diversi tool che devono agire contemporaneamente sul prodotto, succede che un tool interferisce con un altro. Oppure, dati due prodotti che devono essere processati dallo stesso tool, succede che un prodotto interferisce con un altro.

Per quanto riguarda gli esempi, i seguenti elementi del caso studio possono essere identificati come oggetto e tool:

## Prodotto: miscela di calcestruzzo

Dobbiamo produrre una miscela densa di calcestruzzo. Cioè, la performance della funzione deve avere come risultato un incremento della densità del calcestruzzo.



## Tool: vibratore e cassaforma

La cassaforma interagisce direttamente con il calcestruzzo ma la cassaforma stessa non può causare la vibrazione del calcestruzzo: quindi, in accordo con le regole di ARIZ, considereremo il doppio tool “cassaforma + vibratore”.

Il tool vibra e compatta il calcestruzzo, che è la principale funzione. Tuttavia, un prodotto dannoso (indesiderato) – rumore - si verifica durante questa operazione. Tale prodotto dovrebbe essere rimosso senza impedire lo svolgimento della principale funzione del tool. La comparsa di un forte rumore è un fenomeno secondario ed anche in questo caso è considerato indesiderato. Perciò, per risolvere il problema, questo fenomeno deve essere eliminato.

Per completare questo step, è necessario formulare quello che il sistema dovrebbe fare, o, in altre parole, formulare la sua funzione. Per descrivere la funzione, OTSM-TRIZ raccomanda l'uso di una serie di sinonimi. Ciò aiuta a superare le inerzie psicologiche imposte dalla terminologia tecnica. In questo modo, abbiamo a che fare con una delle regole generali del TRIZ Classico che afferma che tutti i termini specifici devono essere sostituiti con le parole ordinarie usate nella vita quotidiana. Questo forza il solutore (colui che ha il compito di risolvere il problema) ad esaminare il fenomeno di interesse sotto un altro punto di vista, ed a comprendere meglio quello che il sistema dovrebbe fare.

Un ancor più efficiente strumento per rimuovere le inerzie psicologiche dovute all'uso di una certa terminologia e per determinare ancor più precisamente la funzione, è l'algoritmo “Three-Step Function-Describing”, che è basato sul modello OTSM ma che non sarà descritto in questo capitolo.

Per la comprensione di ARIZ, è importante che un insegnante presti un'attenzione speciale agli studenti per eseguire una auto-verifica sull'esecuzione degli step. Questa è una delle capacità di riflessione che sono molto importanti per affrontare problemi complessi. Insegnare agli studenti ad eseguire una auto-verifica circa la qualità degli step eseguiti, è strettamente connessa con i diversi modelli OTSM-TRIZ, i postulati e gli strumenti. Più è ampia e profonda la conoscenza degli studenti dell'intero complesso delle basi teoriche e degli strumenti di OTSM-TRIZ, più è facile il controllo della qualità degli step che sono eseguiti, e più è alta la qualità dell'intero processo di risoluzione del problema.



Per esempio, quando è controllata la qualità dell'esecuzione dello step 1.2, è utile confrontare il risultato ottenuto con la descrizione del sistema fatta allo step 1.1. Se il solutore ha dimostrato con l'algoritmo OTSM Three-Step Function-Describing, allora questo dovrebbe essere di aiuto per la determinazione del “prodotto”.

Se la OTSM Express Analysis di un problema era stata eseguita, allora dovrebbe essere utile soffermarsi allo step 1.2 e controllare come lo step 1.2 di ARIZ è coordinato con il modello ottenuto nel corso della Express Analysis.

Il processo di verifica della performance degli step di ARIZ è spesso analogo al processo di verifica del risultato computazionale in matematica: è necessario effettuare un calcolo con un altro metodo e confrontare il risultato. Ciò è fatto anche per mezzo del prossimo step.

## Step 1.3. Creare uno schema grafico dei conflitti del sistema

L'obiettivo di questo step è quello di analizzare l'appropriatezza e la logica degli step precedentemente eseguiti. A tal fine, nel corso dell'analisi, è creato un modello grafico di descrizione del problema.

La presentazione del testo, ottenuto per descrivere una contraddizione allo step 1.1, in forma grafica (vedi il capitolo sulla modellazione Su-Field) è uno dei meccanismi intrinseci di ARIZ

utile per superare l'inerzia psicologica. Per eseguire tale operazione, sono impiegati altri meccanismi del nostro pensiero consciente ed inconscio: infatti, in accordo con il lavoro svolto dai ricercatori sullo studio dell'attività celebrale, per l'analisi dei testi e dei disegni sono generalmente usate diverse parti del cervello. Perciò, la descrizione di una contraddizione attraverso un disegno e la descrizione della stessa per mezzo di un testo, sono strumenti alternativi che aiutano la fase della auto-valutazione circa la qualità del lavoro.

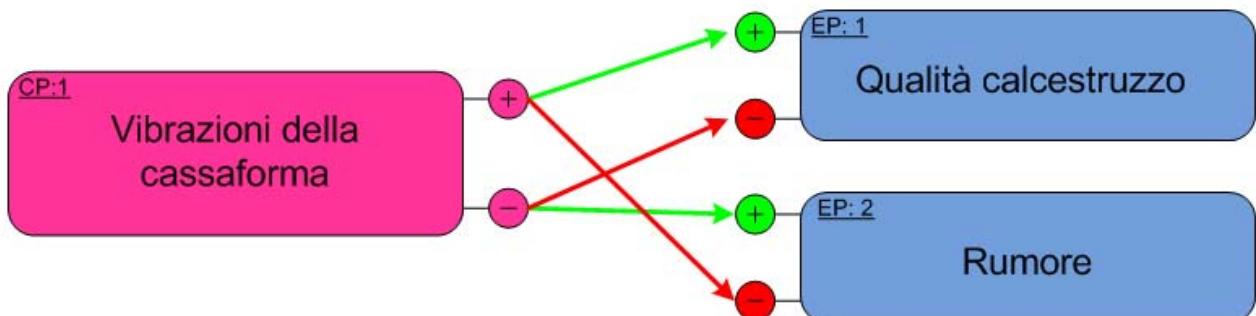
In generale, ogni due e tre step di ARIZ, è necessario riflettere e verificare il lavoro eseguito, riassumendo gli step effettuati. Se gli step si susseguono in modo logico e non si contraddicono l'un l'altro, si può passare agli step successivi.

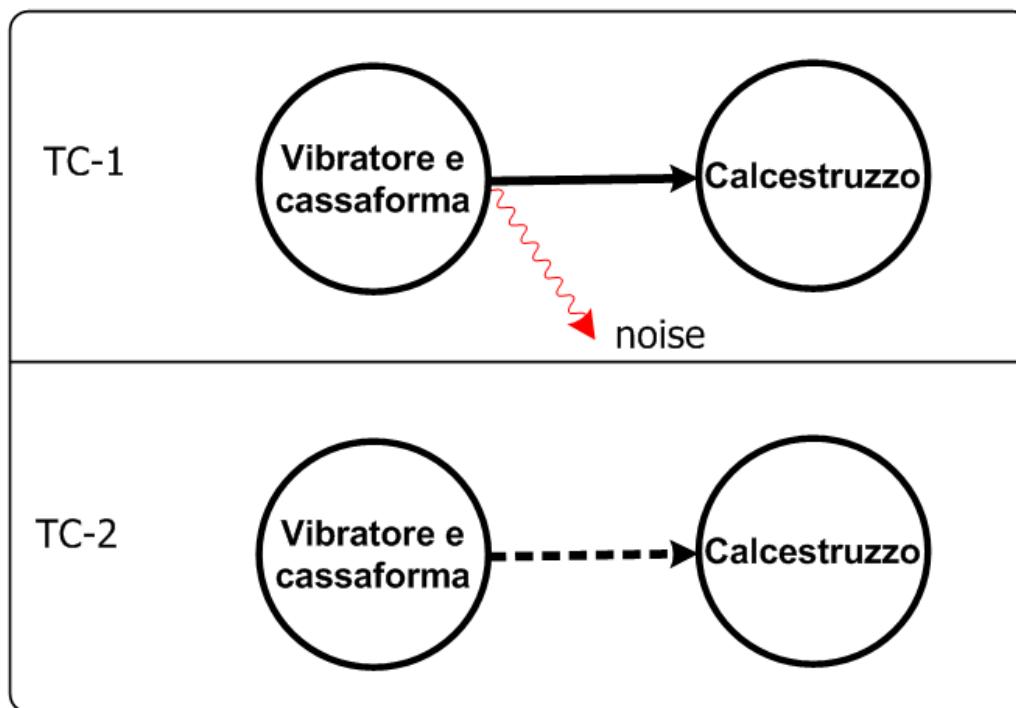
Ma, la rottura del passaggio logico fra lo step precedente e quello che si sta eseguendo in un dato momento, se quindi è violata la logica, è un segnale che denota il bisogno di prestare maggiore attenzione alle ragioni di tale rottura.

Nel nostro esempio, è necessario confrontare il modello grafico dei conflitti ottenuti allo step 1.3 con la descrizione testuale e lo schema ENV (diagramma) della contraddizione dello step 1.1. Nello schema grafico, come nello step 1.1, i parametri di valutazione "intensità di rumore" e "qualità (densità e omogeneità) del calcestruzzo", sono reciprocamente in contraddizione. Il nome del parametro di valutazione "densità e omogeneità" del calcestruzzo dato nel testo, diventa il parametro "qualità" nella rappresentazione grafica. L'idea è che il termine "qualità" dipende da molti parametri di valutazione ed acquisisce significati diversi per il medesimo prodotto o servizio a seconda della situazione. Di conseguenza tale notazione risulta di uso generale, in funzione di criteri specifici o specifici parametri di valutazione. Questo, tuttavia, riduce spesso l'efficacia dell'analisi, quindi è generalmente consigliato evitare termini troppo vaghi, indicando precisi parametri di valutazione per la valutazione della performance di una funzione.

Da notare che lo schema della contraddizione dovrebbe indicare entrambi i "prodotti" e "tool" identificati allo step 1.2: sia il calcestruzzo che la cassaforma sono presenti nello schema grafico.

In conclusione, si dovrebbe dire che lo schema grafico può essere fatto in modo arbitrario, in una forma adatta e pratica per chi risolve il problema. Il principale vincolo è la corrispondenza logica verso tutti gli step precedentemente eseguiti: la correlazione con la descrizione testuale della contraddizione e la presenza dello stesso "prodotto" e "tool" nelle descrizioni testuali e grafiche dei conflitti.





*Figura 4 Modello grafico del problema*

#### **Step 1.4 selezione di un modello grafico del sistema**

Per costruire un modello del problema, dobbiamo selezionare uno dei conflitti.

Per fare una scelta corretta, OTSM-TRIZ suggerisce di considerare la gerarchia degli obiettivi della funzione del sistema in esame.

Un tale approccio permette una migliore comprensione di cos'è il principale processo di produzione “Main Production Process” nei termini del TRIZ Classico. In accordo con le regole di ARIZ, è proposto di selezionare quel modello grafico che potenzialmente migliora la realizzazione del Principale Processo Produttivo.

Coloro che sono agli inizi con TRIZ spesso confondono la funzione principale di un sistema con il Principale Processo Produttivo. Per evitare errori, ha senso iniziare questo step con la costruzione di una gerarchia di obiettivi. Si dovrebbe far attenzione che la funzione e l'obiettivo sono considerati come sinonimi in termini di OTSM-TRIZ. In altri termini, la funzione del sistema è considerata come il vero fine dell'esistenza di un sistema. Il “Main Production Process” è l'obiettivo dell'esistenza del super-Sistema al quale il sistema in esame appartiene come suo sub Sistema.

#### Esempio

##### La Funzione principale ed il Processo Principale

La funzione di un motore elettrico di un tornio è quella di convertire l'energia elettrica in un'energia meccanica di rotazione. L'energia meccanica è usata per far ruotare un blocco di materiale e per muovere l'utensile di taglio in diverse direzioni. Come risultato, il blocco di materiale è trasformato in un componente necessario, come ad esempio in un cilindro per un motore a combustione interna. Quindi, il Principale Processo è la fabbricazione di un motore a combustione interna. La Funzione Principale del motore elettrico è di convertire l'elettricità in energia meccanica di rotazione.



Per determinare il Principale Processo, è necessario alzare il livello di dettaglio di almeno 3 o 4 livelli oltre il sistema in analisi.

## 1.4.1 gerarchia degli obiettivi



Dobbiamo ridurre il livello di rumore. Ma il rumore è prodotto dal vibratore durante l'esecuzione della funzione principale. Il vibratore urta la cassaforma, causando perciò la vibrazione nel calcestruzzo liquido. Le vibrazioni generate sono gradualmente propagate nell'intera gettata di calcestruzzo. Di conseguenza, il calcestruzzo si muove verso il basso liberando l'aria che si è intrappolata durante il getto. Di conseguenza, migliora la qualità dei tubi in calcestruzzo prodotti. Tubi di elevata qualità sono usati per la produzione di qualsiasi genere di condotte.

## 1.4.2 Selezione del modello grafico del problema

In accordo con la gerarchia degli obiettivi analizzata, la costruzione dei vari sistemi di trasporto (condotte), richiede tubi in calcestruzzo di elevata qualità. Perciò, si userà un modello che permette la produzione del calcestruzzo della migliore qualità (di elevata densità ed omogeneità). In altri termini, useremo il modello di problema descritto dalla contraddizione TC-1.

Se lo step 1.1 era stato eseguito usando la OTSM Express Analysis del problema, allora dovrebbe essere utile confrontare la gerarchia degli obiettivi, ottenuta allo step 1.4, con quanto ottenuto attraverso la Express Analysis. Se si rileva una significante differenza fra di loro, è necessario capire ed eliminare la causa. A tal fine, spesso bisogna tornare fin dall'inizio e controllare l'intero corso dell'analisi, partendo con il processo di costruzione della gerarchia durante la Express Analysis. Il solutore deve volgere la propria attenzione dalla risoluzione del problema alla riflessione circa l'analisi logica condotta, provando a capire dove, e perché, la logica si è interrotta ed ha causato una significativa differenza fra la gerarchia degli obiettivi e, di conseguenza, una differenza nella determinazione della "Main Production Process" nei differenti stadi dell'analisi. In tali casi, è chiaro che la conoscenza dei particolari del problema cambiano nel corso dell'analisi, ma tali cambiamenti non sono avvertiti consapevolmente dal problem solver. Di conseguenza è necessario ripetere l'intero processo di analisi in accordo con questa nuova conoscenza del problema.

Dovrebbe esser poi sottolineato che spesso il vero problema risiede nell'assenza di una comprensione chiara di cosa sta succedendo in una data situazione e perché certi fenomeni sono considerati negativi. Il processo di analisi di un problema con l'uso di OTSM-TRIZ è mirato alla miglior comprensione e rimozione della causa profonda che sta alla base della comparsa del problema. Il processo di risoluzione del problema è organizzato in maniera tale da poter vedere la contraddizione identificata sotto diverse prospettive, diversi punti di vista, proprio come si fa quando esaminiamo ed osserviamo un'opera d'arte.

Per una migliore spiegazione, facciamo un'analogia con una video camera. Mentre analizziamo un problema, ci muoviamo in modo alternativo allontanandosi, per vedere l'intera situazione, ed avvicinandosi, per vedere i dettagli. Quindi ci allontaniamo ancora e cambiamo la nostra posizione per vedere il problema da un'altra angolazione, verificando l'analisi logica e registrando le idee solutive che abbiamo in mente.

Fatto questo, la nostra visione e comprensione del problema è cambiata e descritta definitivamente.

È importante menzionare che nel corso dell'applicazione del TRIZ Classico e degli strumenti OTSM, si è confermata l'ipotesi iniziale di Altshuller che il processo per la risoluzione di problemi tecnici dovrebbe essere collaudato con la risoluzione dei problemi non tecnici.

È necessario organizzare un'efficiente cooperazione fra i professionisti TRIZ e gli esperti dei vari settori per restringere l'area d'azione: sotto questo punto di vista, gli strumenti OTSM si spingono ancora oltre. Che sia tecnologia o ricerca, business od economia, gli strumenti OTSM-TRIZ permettono un efficiente processo di acquisizione di conoscenza nelle varie aree: la cosa necessaria è la conoscenza.

L'analisi di un problema con OTSM-TRIZ porta spesso gli specialisti all'idea che un problema può essere risolto attingendo alla conoscenza da altri campi dell'attività dell'uomo. Questi stru-

menti aiutano a capire che genere di conoscenza è necessaria ed a determinare l'ambito in cui tale conoscenza è usata più frequentemente ed in modo più efficace. Il coinvolgimento degli esperti di questa area di conoscenza può aiutare a trovare la necessaria soluzione concettuale ed a condurre le idee generali della soluzione ad un livello di dettaglio tale da permettere l'implementazione della soluzione.

Esempio di un recente studio.

Uno degli studenti del corso di “innovation design” stava sviluppando un progetto relativo all’-accoppiamento di due oggetti molto piccoli per il loro successivo assemblaggio. Lui ed i suoi colleghi erano ingegneri meccanici. Poiché gran parte della loro conoscenza era in questa area, erano intenti a trovare una soluzione meccanica al dato problema. L’analisi del problema eseguita usando gli strumenti OTSM-TRIZ, li portò alla conclusione che il loro problema poteva essere risolto integrando una parte ottica alla parte meccanica. All’inizio erano confusi poiché non erano abbastanza competenti nel campo ottico. Questo è perché non avevano mai esaminato e proposto soluzioni che necessitavano della conoscenza fuori dal loro campo di competenza. Ciò nonostante, ARIZ suggerì loro di coinvolgere specialisti in quell’ambito. La società per la quale lavorarono gli studenti trovò gli specialisti in ottica e, come risultato, fu depositata una domanda di brevetto.



L’esempio precedente, come molti altri esempi dei nostri lavori, dimostra che gli strumenti OTSM-TRIZ forzano una soluzione a divergere da un’area già percorsa verso un’area innovativa dove possono essere trovate interessanti e promettenti soluzioni. Questa peculiarità degli strumenti OTSM-TRIZ permette agli ingegneri e agli altri utenti di:

- creare efficacemente nuovi prodotti e servizi
- organizzare i processi di business in modo da incrementare la competitività delle imprese soprattutto in seguito ai repentinii cambiamenti del mercato dei prodotti e dei servizi
- rendere la propria azienda capace di produrre le necessarie innovazioni in maniera rapida ed efficiente.

Tutto questo richiede degli sforzi ai livelli più alti di management e il relativo coordinamento, a tutti i livelli, degli sforzi fra i manager ed i professionisti. Ma il gioco vale la candela.



Torniamo adesso all’analisi del problema dei tubi in calcestruzzo.

Avendo fatto la nostra scelta in favore del processo che assicura un’elevata densità ed omogeneità del calcestruzzo, dobbiamo quindi selezionare l’effetto indesiderato che andremo ad eliminare usando tutte le risorse disponibili.

L’analisi preliminare dei fenomeni indesiderati come pure l’analisi delle risorse potenzialmente disponibili nella condizione iniziale, sarà effettuata nella seconda parte di ARIZ. Partendo con lo step 1.4, il fenomeno negativo e le risorse disponibili sono sempre analizzate in parallelo e simultaneamente. Dopo aver identificato i dettagli del fenomeno indesiderato, definiremo quale risorsa può essere usata per eliminare tale fenomeno (seconda parte di ARIZ). Poi vedremo cosa impedisce l’uso delle risorse disponibili per rimuovere il fenomeno indesiderato (terza parte di ARIZ). La parte 2 e la parte 3 di ARIZ stimolano sistematicamente i meccanismi creativi del subconscio. Le sfumature dei fenomeni indesiderati sono state integrate in un più completo e dettagliato quadro dell’evento e dell’evoluzione dell’effetto indesiderato, selezionato allo step 1.4. Le soluzioni concettuali parziali sono presentate in parallelo. Queste sono legate in un più completo e dettagliato quadro della soluzione futura del problema. In questo caso, per sintetizzare la soluzione, il solutore può usare vari strumenti che non sono menzionati direttamente nel testo canonico di ARIZ. Il testo di ARIZ è una sorta di strategia d’uso dei singoli strumenti e delle dichiarazioni teoriche di OTSM-TRIZ, in continuo sviluppo. I singoli step di ARIZ sono manovre tattiche necessarie per realizzare la strategia. A seconda del livello di sviluppo dei nuovi strumenti e delle basi teoriche di OTSM-TRIZ, come pure in funzione della conoscenza

di queste novità, il solutore eseguirà gli step di ARIZ guidando se stesso ad una soddisfacente soluzione concettuale.

Ma prima di passare alla seconda parte di ARIZ, dobbiamo completare il processo di costruzione del modello del problema.

Lo step 1.5 rende OTSM-TRIZ simile al karate. Persino G.S. Altshuller chiamava il TRIZ Classico un karate intellettuale. Perché? Risponderemo al quesito nel prossimo step.

### Step 1.5 Intensificare una contraddizione

Il TRIZ Classico ed OTSM indicano, con un alto grado di precisione, la direzione della soluzione. Tuttavia, per muoversi all'interno del labirinto del problema, la conoscenza della direzione non è sufficiente. È anche necessario avere un mezzo di trasporto che consenta di spostarsi nella direzione indicata. Tale mezzo è spesso la conoscenza nell'abito di alcune aree scientifiche. Uno dei vantaggi degli strumenti del TRIZ Classico è che non solo indicano la direzione, ma aiutano anche a scegliere il mezzo di trasporto.

In altri termini, consentono la selezione da un grande quantità di conoscenza, di quella che è realmente indispensabile per la risoluzione di un problema. Se la conoscenza necessaria già esiste ed è disponibile, ci guida verso la soluzione del problema. Altrimenti, gli strumenti TRIZ ci permettono di comprendere chiaramente quale conoscenza è necessaria per risolvere il problema o per trovare il modo per evitarlo. Quindi, cambiare in qualche modo la situazione, rende superfluo il “problem solving”.

Esempio di bypass di un problema



Molti anni fa, per usare un telefono pubblico, la gente doveva pagare le telefonate inserendo le monete; esisteva poi un servizio per la regolare raccolta di tali monete. I ladri, attratti da ciò, spesso distruggevano gli apparecchi telefoni. Si presentava quindi il problema di creare apparecchi telefonici assolutamente affidabili, protetti da vandali e ladri. Molti ingegneri furono impiegati nella risoluzione di questo problema, creando molti nuovi modelli di telefonici ma fallirono nella competizione con i ladri. Cosa sarebbe successo?

Oggi tutti noi sappiamo che il problema fu risolto cambiando radicalmente l'approccio al pagamento delle telefonate. Fu organizzato un sistema di carte telefoniche prepagate e fu possibile l'uso diretto delle carte di credito. Scomparvero le monete dagli apparecchi telefonici e cessò l'attrazione dei ladri.

Un importante step verso la risoluzione dei problemi è lo step 1.5, “intensificare una contraddizione”.

Per i principianti, è spesso difficile apprezzare il contributo creativo di questo step per la risoluzione di un problema. Inconsciamente provano ad evitarlo o ad eseguirlo formalmente (mostrando solo che lo hanno eseguito). ARIZ è uno strumento di analisi ma non può sostituire l'analisi stessa. Passare formalmente attraverso tutti gli step di ARIZ spesso porta ad un insuccesso nella risoluzione del problema. Questo è il motivo per cui i programmi per computer non sempre conducono a soluzioni soddisfacenti anche se si sono eseguiti formalmente tutti gli step. Tali programmi aiutano a muoversi nelle direzioni necessarie ma non sono programmati per sostituire le persone. Per comprendere i consigli dati da ARIZ o da programmi basati su TRIZ, è necessario avere una buona conoscenza di TRIZ e aver capito come lavorano gli strumenti di questa teoria.

Approfondiamo ora come opera lo step 1.5 e spieghiamo la molitudine di ruoli giocati.



Coloro che hanno dimestichezza con il karate o con altre discipline orientali sanno che queste non includono solo il movimento fisico del corpo ma anche altri sofisticati meccanismi del cervello che permettono al lottatore di eseguire il necessario movimento nel modo più efficiente.

Nel karate c'è un principio generale sulla direzione da dare al colpo prima di colpire l'avversario in un dato punto. Non si deve immaginare di colpire quel punto, ma si deve immaginare di colpirne uno che sta molto più lontano del punto di mira. In questo caso, il colpo sferrato sarà

molto più forte e la forza usata sarà la stessa.

Questo principio lavora molto bene nello taglio del legno. Si dovrebbe mirare non alla parte superiore del pezzo di legno e nemmeno alla superficie sulla quale esso si trova, ma ad un punto molto più basso. L'ascia passerà quindi attraverso il legno quasi senza nessuno sforzo... perché?

Si può ammirare il fatto che l'inventore del karate trovò la soluzione combinando psicologia, fisiologia e tecniche fisiche.

Quando stiamo mirando un certo punto, il nostro subconscio da un ordine ai meccanismi fisiologici del nostro corpo, l'ordine della "autoconservazione". Così, quando la nostra mano si sta avvicinando al punto di impatto, istintivamente, a livello inconscio, iniziamo a rallentare il movimento per prevenire ed evitare danni al nostro corpo. In questo caso, prima spendiamo energia per accelerare e, quando si avvicina l'impatto, spendiamo energia per rallentare. Di conseguenza, il consumo di energia incrementa e la forza di impatto si riduce.

Spesso ciò accade anche quando lavoriamo ad un problema. Il solutore istintivamente prova ad appianare la contraddizione che sta alla base di un problema e giunge ad un compromesso invece di risolverlo.

Come sappiamo dalla base teorica del TRIZ Classico, gli strumenti di questa teoria sono mirati alla massima riduzione possibile del numero dei tentativi nulli di "trial and error". Lo step 1.5 è uno degli strumenti che ci permettono di evitare un gran numero di compromessi, idee insoddisfacenti senza nemmeno generarle. All'inizio sembra strano per un principiante, ma con l'assimilazione dell'intera conoscenza di OTSM-TRIZ, diventa comprensibile come e perché ciò sia possibile.

Il precedente step ci aiuta a formalizzare la descrizione del problema ed a dare una più dettagliata descrizione dell'essenza stessa del problema. Nello step 1.4, abbiamo selezionato una direzione di risoluzione, il "punto intellettuale del colpo", verso la quale dobbiamo puntare la nostra attenzione durante i successivi passi dell'algoritmo.

Usando la terminologia del karate, abbiamo selezionato il punto di mira sul quale dobbiamo concentrare i nostri sforzi. Adesso dobbiamo solo muovere mentalmente questo punto il più lontano possibile. I nostri sforzi mentali diventeranno più produttivi in termini di rimozione del problema e rimozione degli ostacoli che ci impediscono la sua soluzione.

Torniamo all'esempio del telefono.

C'era il problema dei furti. Incrementiamo le richieste imposte dalla soluzione. Quando il furto diventa impossibile? La risposta è piuttosto ovvia: quando non ci sono monete e non c'è niente da rubare. Questa generale direzione di risoluzione ci guida verso un'ovvia soluzione: è necessario creare degli apparecchi telefonici nei quali non ci sono i soldi. Allo stesso modo ci viene in mente che le chiamate dovrebbero essere pagate altrove, dove è garantita la sicurezza del pagamento e dei soldi. Quindi, invece del problema dei furti negli apparecchi telefonici pubblici, noi risolviamo il problema del pagamento delle telefonate.



Consideriamo l'esempio dei tubi in calcestruzzo. L'effetto indesiderato (intenso rumore) si manifesta perché è necessario compattare il calcestruzzo. Non ci sarebbe nessun rumore se non si impattasse la cassaforma, ma allora il calcestruzzo non sarebbe compattato. Una possibile soluzione potrebbe essere la seguente: non ci sono urti sulla cassaforma ma il calcestruzzo si compatta da solo. Questa ci conduce all'idea di creare un nuovo tipo di calcestruzzo. Oggi, tale tipo di calcestruzzo esiste, ma non esisteva quando questo problema era urgente. C'era inoltre un altro dettaglio importante: come è già stato menzionato, il problema si presentò in uno stabilimento che non aveva nessun dipartimento di ricerca capace di creare tale tipo di calcestruzzo. Di conseguenza, gli sforzi si concentrarono sul mini problema: la tecnologia per la produzione di tubi in calcestruzzo non doveva subire cambiamenti significativi, ma il rumore doveva essere eliminato o ridotto sensibilmente.

L'intensificazione della contraddizione è una delle fasi che può essere superata in modo puramente formale. Ma il suo effetto non sarà capace di guidarci alla soluzione fino a che la persona che sta studiando ARIZ non avrà imparato a fondo il meccanismo di questo stadio. Migliore sarà la conoscenza di questa fase, più alto sarà il suo livello professionale. Per eseguire correttamente questo step, è necessario superare le inerzie psicologiche che impediscono di trovare la soluzione. Coloro che sono capaci di fare questo, incrementano significativamente l'abilità di "problem solving". Uno degli strumenti del TRIZ Classico che ci può aiutare ad eseguire questo step nel miglior modo possibile, è l'operatore STC (Size, Time, Cost). Sarà tuttavia omessa la descrizione dell'esecuzione dello step e si darà solo il risultato.



#### Contraddizione iniziale:

Il vibratore colpisce vigorosamente la cassaforma allo scopo di compattare il calcestruzzo ma questo provoca un intenso rumore che è considerato come uno svantaggio per la data situazione.

Poiché abbiamo selezionato il mini problema da risolvere, dobbiamo formulare l'intensificazione della contraddizione applicata esattamente alla tecnologia esistente:



#### Contraddizione intensificata:

Il vibratore colpisce la cassaforma con una forza tale da creare un rumore insopportabile anche a distanza di centinaia di chilometri dalla zona di produzione del tubo. Questa operazione induce delle vibrazioni che non sono smorzate (la loro ampiezza è la stessa all'interno dell'intero getto in calcestruzzo) e che quindi comportano la miglior qualità in termini di compattazione.

Bisogna fare attenzione al fatto che l'intensificazione della contraddizione in accordo con le regole di OTSM-TRIZ consentono di passare per la fase 1.5 non solo formalmente, ma penetrando abbastanza in profondità nel problema.



Come vediamo, per migliorare la qualità del calcestruzzo, dobbiamo prevedere la necessaria ampiezza delle vibrazioni nell'intero getto del calcestruzzo. L'effetto indesiderato si ha proprio perché è necessario avere la giusta ampiezza delle vibrazioni delle particelle che stanno nel centro della massa di calcestruzzo presente fra i due lati della cassaforma. Tuttavia, a causa delle proprietà del calcestruzzo stesso, le vibrazioni si attenuano velocemente quando si propagano dalle pareti verso il centro della massa di calcestruzzo.

Una delle regole applicate negli esempi precedenti, mette in evidenza che l'intensificazione della contraddizione non deve essere limitata solo ad intensificare l'effetto indesiderato (l'intensità del rumore diventa ancor più forte), ma dovrebbe inoltre prevedere l'intensificazione dell'effetto positivo (desiderato) che vorremmo sfruttare (uniforme e continua vibrazione dell'intera miscela di calcestruzzo).

Lo step 1.5 prova ancora una volta che l'effetto desiderato e quello indesiderato sono logicamente connessi l'un l'altro. Durante lo step 1.5 però, spesso si evidenzia che questa connessione è assente. Ciò significa che dobbiamo definire il problema in modo diverso e che questo sarà probabilmente risolto con i metodi tipici.

Quindi, lo step 1.5, svolge anche la funzione di verifica: controlla se esistono connessioni di causa-effetto fra i due parametri di valutazione attraverso il parametro di controllo.

Dopo aver eseguito lo step "intensificazione della contraddizione", un utente esperto di OTSM-TRIZ conosce già approssimativamente dove è nascosta la soluzione. Tuttavia, anche senza nessuna abilità particolare nell'uso di TRIZ, questa fase aiuta ad accorgersi di ciò che è sfuggito all'attenzione dello specialista che ha lavorato precedentemente sul problema: per produrre il risultato necessario è sufficiente conoscere come indurre vibrazioni prolungate nel calcestruzzo o come creare vibrazioni del calcestruzzo usando le risorse.

Per esempio, durante la risoluzione del problema in aula, alcuni studenti giungono all'idea di produrre le vibrazioni usando l'armatura presente all'interno del getto di calcestruzzo.



Questa è una delle più frequenti soluzioni parziali ottenute a in questa fase. Ci sono anche altre soluzioni, in quanto si inizia ad abbattere l'inerzia psicologica e il problema diventa molto più comprensibile anche allo specialista che ha affrontato il problema per molto tempo.

È praticamente impossibile mostrare ai principianti tutte le sfumature presenti nel lavoro sui casi reali usando solo un problema come esempio. La vita reale ne sarà molto più ricca. Quindi, nello studio di ARIZ gli studenti devono risolvere i loro problemi pratici prendendoli dalla propria vita privata o professionale.

Molti step di ARIZ possono essere usati sia come strumenti autosufficienti ed indipendenti che in combinazione con altri strumenti OTSM-TRIZ. Tuttavia, usandoli come parte dell'algoritmo, producono i risultati migliori.

### **Step 1.6 formulazione di un modello di problema**

Lo step 1.6 riassume il lavoro fatto in accordo con la prima parte di ARIZ. In questa fase, facciamo la parte di un osservatore esterno e integriamo tutti i risultati ottenuti nei singoli step, all'interno di un ben ordinato complesso così da descrivere chiaramente la nuova conoscenza del problema (il modello del problema).

#### **1.6.1 specificazione della descrizione degli elementi in contraddizione**

Adesso, basandoci sul lavoro fatto per selezionare uno degli schemi della contraddizione e sulla intensificazione della contraddizione selezionato, possiamo nuovamente determinare gli elementi di conflittualità (un tool ed un prodotto) e confrontarli con quelli individuati allo step 1.2:

Tool:

Un vibratore ad alta potenza che urta violentemente la cassaforma (vibratore + cassaforma). Il vibratore urta la cassaforma in modo così forte che nell'intero getto di calcestruzzo sono indotte delle prolungate vibrazioni.



Prodotto:

Un mix di calcestruzzo ed aria (contenuta all'interno del calcestruzzo).

Il prodotto è rimasto invariato ma lo stato del tool è stato significativamente corretto.

#### **1.6.2 Formulazione della contraddizione intensificata**

Il vibratore ad elevata potenza urta la cassaforma così violentemente che l'ampiezza dell'"agitazione" (movimento, fluttuazione, vibrazione) del calcestruzzo è virtualmente non smorzata e rimane quindi invariata all'interno del getto. Il rumore però diventa insopportabile.



Se lo step 1.5 è stato eseguito interamente, può sembrare che la sua formulazione sia stata copiata, ma questo non va bene. Sarebbe meglio dare un'altra spiegazione di come intensificare ancor di più la contraddizione, e di come concentrarsi sulla conclusione che essa potrebbe essere derivata dalla contraddizione intensificata. Nel momento in cui si intensifica la contraddizione, si evidenzia la condizione di miglior compattazione del calcestruzzo: una uniforme ed elevata ampiezza della vibrazione all'interno della massa di calcestruzzo, per l'intera distanza fra le pareti della cassaforma. Adesso quindi possiamo correggere la descrizione del risultato desiderato.

#### **1.6.3 Riformulazione del risultato desiderato**

È necessario introdurre un elemento sconosciuto o fare le necessarie sostituzioni; più avanti si farà quindi riferimento all'"elemento X", che da un lato fornirà la necessaria forza ed ampiezza di "agitazione"(movimento, fluttuazione, vibrazione) nel getto di calcestruzzo, e dall'altro lato fornirà un funzionamento assolutamente silenzioso dei vibratori.

È da sottolineare il fatto che l'elemento X non è necessariamente un oggetto fisico; esso può essere un cambiamento strutturale degli elementi del sistema iniziale già a disposizione. Questo

è anche quello a cui miriamo: introdurre i minimi cambiamenti ma eliminare gli effetti negativi e preservare ed accrescere gli effetti positivi.

Quindi, abbiamo analizzato e ricapitolato tutto il lavoro fatto in accordo con la prima parte di ARIZ: abbiamo ottenuto una chiara formulazione del modello del problema che andremo ad usare per analizzare le risorse disponibili nel sistema fino all'inizio della terza parte dell'algoritmo. Inoltre, come già detto, a causa dell'intensificazione della contraddizione, questa formulazione richiama la nostra attenzione ai consigli relativi alla risoluzione dei problemi.

Prima di completare lo step 1.6, usiamo le regole di OTSM per scrivere per esteso la descrizione del fenomeno positivo che deve essere preservato ed incrementato, dando inoltre una chiara descrizione del fenomeno negativo da eliminare.

Effetto positivo che vogliamo ottenere e preservare per risolvere il problema:

Ottenere una necessaria forza ed ampiezza di agitazione (movimento, fluttuazione, vibrazione) nel getto in calcestruzzo.

Effetto negativo da eliminare:

Rumore che si presenta durante la compattazione del calcestruzzo. Fare una compattazione del calcestruzzo possibilmente silenziosa.

Come visto, la descrizione del problema è stata semplificata considerevolmente. Adesso ha meno dettagli, ma l'essenza del problema è preservata. Non dobbiamo quindi pensare a soluzioni che non lavorano in accordo a questo modello anche se idee del genere possono venire in mente. Queste, come anche le altre idee, dovrebbero essere registrate separatamente dal testo degli step eseguiti, così da incrementare al momento giusto l'efficienza del lavoro basato su OTSM-TRIZ, evitando quindi di ricercarle all'interno dell'intera analisi ARIZ.

## Step 1.7. Ricerca di una soluzione standard

Guardando più attentamente la descrizione del modello del problema, si può notare che, benché l'elemento "vibratori" sia preservato nella descrizione del modello del sistema, diventa insignificante qualora si lasci solo la funzione che esegue: indurre vibrazioni sufficientemente forti e di una certa ampiezza nel getto in calcestruzzo.

Di conseguenza, all'interno della modello Su-Field del problema, è equivalente partire con un modello dove abbiamo solo una sostanza, per poi selezionare una corrispondente soluzione standard o un gruppo di tali soluzioni.

Ecco una soluzione standard consigliata per un caso analogo al nostro: una sola sostanza, aggiunta di un'altra sostanza o un campo al sistema, organizzazione dell'interazione fra sostanza e campo in maniera tale che gli effetti indesiderati spariscono, mentre l'effetto positivo rimane o migliora addirittura.

La versione esistente delle soluzioni inventive standard proposte da Altshuller permettono al problema di essere risolto già in questo step. Ma l'obiettivo di questo testo non è dimostrare come funziona il sistema dei principi inventivi, ma di descrivere il funzionamento degli step ARIZ se le soluzioni inventive standard non ci portano ad una soluzione soddisfacente. Perciò, è omessa la descrizione dettagliata di questo step ed il passaggio al sistema dei principi inventivi standard.

### 3.2.2 Parte 2 - Analisi del modello del problema

La seconda parte dell'algoritmo è progettato per mostrare ed eseguire un'analisi preliminare delle risorse disponibili per la risoluzione della contraddizione descritta nel modello del problema. In questa parte, analizziamo le risorse disponibili nella condizione iniziale di spazio, tempo, sostanza e campo.

Se il caso in esame non è di carattere tecnico, sarà necessario analizzare altre tipologie di risorse specifiche per il sistema che devono essere migliorate o create all'interno della struttura di risoluzione del problema.

Tutto questo è la preparazione alla fase finale del processo di risoluzione che si avrà nella terza e quarta parte dell'algoritmo.

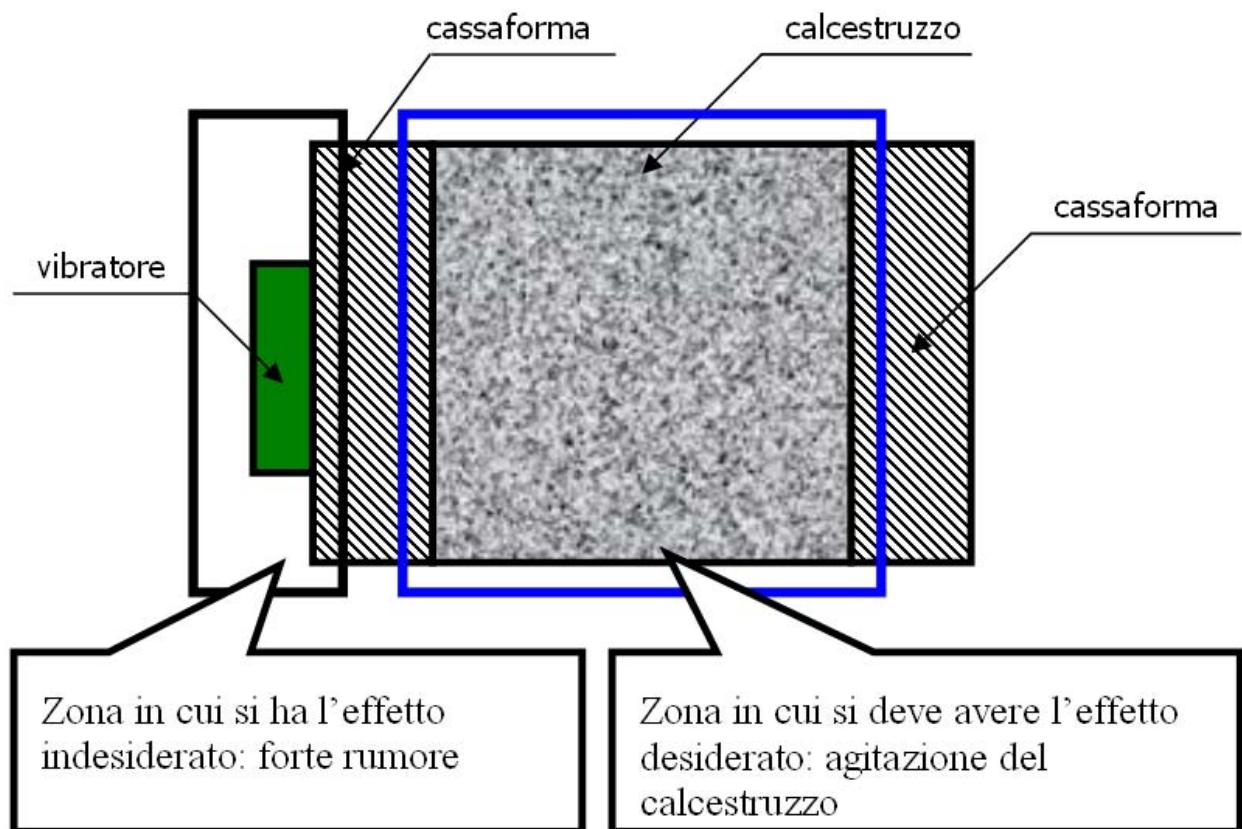
Nella seconda parte di ARIZ, il numero delle idee generano inizialmente generalmente a crescere. Tali idee spesso sembrano ridicole, irreali o svantaggiose. Un errore tipico del solutore è quello di scartare tali idee senza averle analizzate sufficientemente: la ragione di tale rifiuto è sottovalutazione risiede nell'inerzia psicologica.

Tutte le idee, anche le più irreali e ridicole, devono essere registrate in un documento separato, una database delle idee. Questa è la regola generale dell'analisi dei problemi con OTSM-TRIZ, indipendentemente dallo strumento, TRIZ Classico o OTSM, utilizzato nella risoluzione del problema.

### **Step 2.1 analisi della zona operativa**

L'obiettivo di questo step è di concentrarsi, in accordo con determinate regole, solo sull'analisi dello spazio in cui risiede la contraddizione e controllare se è possibile risolvere tale contraddizione nello spazio.

La zona operativa è la porzione di spazio in cui risiede il problema. Può essere identificata come la regione in cui il "prodotto" ed il "tool", identificati nello step 1.2, presentano l'interazione desiderata o indesiderata.



*Figura 5 Zone del sistema in cui si hanno gli effetti desiderati ed indesiderati*

La figura mostra che l'agitazione ed il rumore sono generati in differenti regioni dello spazio. L'analisi della figura della zona operativa mostra che la zona in cui si deve avere l'effetto desiderato (agitazione del calcestruzzo) e la regione in cui si ha l'effetto indesiderato, non si sovrappongono. Questo prova l'idea che il problema può essere risolto con la separazione nello



spazio. Tale separazione è una delle soluzioni delle contraddizioni più generali che sono usate all'interno del TRIZ Classico. Quindi, è necessario riflettere su cosa può essere fatto per indurre le vibrazioni solo nella parte interna della cassaforma o anche solo nel calcestruzzo, in modo che non ci sono vibrazioni in tutta la parte esterna della cassaforma o nell'intera cassaforma. Questa soluzione è comunemente scartata o dimenticata dai principianti, e questo, quindi, è un grosso errore.

Questa idea, insieme alle altre idee che compaiono, dovrebbero essere inserite in un database di idee per essere usate per la costruzione graduale delle caratteristiche delle soluzioni future.

Questa è un suggerimento da prendere in considerazione ed analizzato insieme alle altre idee di soluzione ed alle risorse disponibili.

Altra cosa da notare, è il fatto che per la descrizione degli effetti desiderati ed indesiderati, abbiamo usato un particolare termine e lo abbiamo brevemente spiegato. Il concetto è che, in accordo con il TRIZ Classico, la terminologia professionale usata nel processo solutivo dovrebbe essere sostituita con termini semplici, spesso anche estremamente semplificati. Tali termini dovrebbero accennare solo alla funzionalità, che è la cosa importante. Questo è il motivo per cui si sostituisce il termine "vibrazione" con il termine "agitazione" in relazione all'effetto desiderato. Per la stessa ragione, il termine "rumore" è da sostituire con il termine "vibrazione dell'aria".

Un'analisi congiunta dei termini sostituiti e della zona operativa ci permette di dare alcune descrizioni preliminari della soluzione, che sarà successivamente precisata ed integrata con i dettagli. Adesso sarà descritta questo prototipo di soluzione. È necessario ricordare che tutte le idee e le combinazioni di idee ottenute durante tutto il lavoro di risoluzione del problema, dovrebbero essere registrate per una loro successiva analisi con gli strumenti e le regole di OTSM-TRIZ.

Riepilogo della performance dello step 2.1:



Il problema può essere risolto prevedendo un'azione di agitazione al calcestruzzo solo all'interno della cassaforma, così che le pareti esterne della cassaforma non vibrano e non inducono la vibrazione dell'aria. Quindi, durante l'agitazione e la compattazione del calcestruzzo, non si avrà nessun rumore.

Questa generalizzazione del problema può sembrare troppo confusa, priva di concretezza ed irrealistica: tuttavia deve essere registrata. I più esperti in TRIZ possono notare nella descrizione l'indicazione di almeno due direzioni di ricerca per ottenere soluzioni interessanti.

In certi casi è possibile ottenere idee solutive diverse che nascono dalla suddetta descrizione generalizzata, soluzioni concettuali confuse oppure nate da altre idee ottenute nel corso della successiva analisi.

Il riepilogo (riflessione) dovrebbe essere eseguito dopo ogni step e le idee che nascono durante la riflessione dovrebbero essere registrate nel database delle idee per le analisi successive. In questo articolo tuttavia, non verrà effettuata tale riflessione per non appesantire eccessivamente il testo con commenti e delucidazioni superflue. È mostrato in generale il processo di analisi del contesto e la sintesi della soluzione.

## Step 2.2 analisi del tempo operativo

Lo scopo di questo step è quello di concentrarsi, usando determinate regole, solo sull'analisi degli intervalli di tempo durante i quali si ha la contraddizione e di controllare se la contraddizione può essere risolta nel tempo.

A tal fine, è necessario, come nel caso dell'analisi dello spazio operativo, analizzare separatamente gli intervalli di tempo durante i quali iniziano e finiscono i fenomeni desiderati ed indesiderati. In realtà, il tempo operativo è identificato come l'intervallo di tempo nel quale il "tool" ed il "prodotto", identificati nello step 1.2, presentano un'interazione indesiderata o non soddisfacente.

Nel nostro caso specifico, sia l'effetto desiderato che quello indesiderato iniziano nel momento in cui inizia la vibrazione e continuano fino a quando non si conclude.



Quindi, gli intervalli di tempo nei quali si hanno gli effetti desiderato (agitazione del calcestruzzo) ed indesiderato (intensa vibrazione dell'aria) sono identici.

È improbabile che si riesca a risolvere la contraddizione usando la risorsa di tempo, anche se in alcuni casi è possibile cambiare la velocità del processo di agitazione del calcestruzzo, eliminando perciò la comparsa del suono. Per esempio, se le velocità di propagazione della pressione della cassaforma nel calcestruzzo e quella con cui tale pressione si annulla fossero abbastanza basse, allora le vibrazioni della cassaforma non genererebbero nessun rumore.

Quindi, anche cambiare le velocità dei processi è uno dei metodi per la risoluzione di questo problema nel tempo.

Per comprendere al meglio le possibili separazioni nel tempo, è consigliabile prendere confidenza con il “System Operator”.

## Commento sul System Operator; proposta di insegnamento di ARIZ e TRIZ



Coloro i quali hanno familiarità con il System Operator del TRIZ Classico possono notare che, durante gli step 2.1 e 2.2, si analizza la situazione lungo due dei tre assi del System Operator: l'asse dei tempi e quello gerarchico.

L'autore della teoria TRIZ, G.S. Altshuller, considerava ARIZ come un'analisi dettagliata del problema in accordo al System Operator rappresentato nella forma di processo lineare. Per sua natura, il System Operator descrive pensieri non lineari. Come già detto, la funzione principale di ARIZ è quella di risolvere specifici problemi non standard. Il principale processo produttivo, il “Main Production Process” nel quale ARIZ prende parte, è quello di sviluppare nel solutore l'abilità di pensare in modo creativo sulla base del System Operator.

Il “System Operator” è conosciuto nell'ambiente TRIZ come sinonimo del nome completo proposto da Altshuller “Multi-Screen Diagram of Powerful Thinking”. Altshuller considerava il processo di apprendimento di TRIZ come il processo di sviluppo del “Powerful Thinking” realizzato in accordo con questo diagramma multi schermo. ARIZ è uno dei più importanti strumenti di TRIZ usati per formare tale abilità. Lo studente acquisisce tale capacità con l'aumento dell'esperienza nell'applicare ARIZ ai vari esercizi ed ai problemi reali.

Valutiamo adesso il lavoro fatto dal punto di vista del System Operator.

Durante il lavoro fatto in accordo con la prima parte di ARIZ, nel primo step è stata osservata un'immagine generale della situazione. Questa è la stima generale di certe parti del problema in accordo con il System Operator. È stato definito il titolo del sistema (indurre vibrazioni nel calcestruzzo per la rimozione delle cavità di aria incrementando la densità del calcestruzzo stesso) ed i suoi componenti (sub sistema, sub-System). È stato identificato inoltre il super sistema (super-System) ed il principale processo di produzione (produzione di tubi) presentati nella descrizione iniziale del problema.

È stato brevemente considerato il problema lungo l'asse dei tempi (all'inizio il calcestruzzo è gettato nella cassaforma vuota, poi si accendono i vibratori e il calcestruzzo si compatta).

L'asse dell'antisistema è stato mostrato nella forma delle due versioni di risoluzione del problema, nessuna delle quali risulta soddisfatta (TC-1 e TC-2). Il sistema delle contraddizioni mostra infatti la relazione fra il sistema e l'anti sistema.

È stato inoltre deciso a cosa, secondo il nostro punto di vista, il super sistema dovrebbe assomigliare nel futuro (parte finale dello step 1.1)

L'attenzione è stata poi concentrata solo su due componenti del sistema: il prodotto ed il tool. Nello step 1.3, si è fatta nuovamente attenzione all'interazione fra il sistema e l'antisistema. Allo stesso tempo la contraddizione è stata presentata in forma grafica.

Nello step 1.4, allargando la regione del System Operator, è stata selezionata la contraddizione che nasce al livello del sistema selezionato e prevista la miglior performance della funzione

(Main Production Process). Nello step 1.5, è stata nuovamente focalizzata la contraddizione ed è stata intensificata.

Questo quarto asse, l'asse delle trasformazioni mentali, è assente nel classico System Operator, Altshuller voleva introdurre tale asse nel System Operator agli inizi degli anni settanta, prima della pubblicazione del libro “Creativity as an Exact Science”. Disse che aveva rinunciato all'asse delle trasformazioni mentali in quanto non era riuscito a trovare una semplice rappresentazione per un sistema operativo a 4 dimensioni. È da notare che nel manoscritto del libro, lo schema grafico del System Operator era tridimensionale, ma per sbaglio, durante la sua pubblicazione fu sostituito con uno schema bidimensionale. Lo schema 2D ha 9 schermi, mentre l'originale disegno di Altshuller era composto di 18 schermi. L'asse dell'anti sistema è infatti menzionato nel testo del libro, ma assente nel disegno. Durante lo sviluppo di OTSM, fu trovata vantaggiosa l'introduzione di tale asse (l'asse degli esperimenti mentali) così come anche altri assi, considerati ugualmente importanti da Altshuller.

Nello step 1.6, si è allargato ancora lo sguardo, ampliando quindi il campo delle nostre considerazioni mentali sulla situazione in esame e si è descritto il modello della situazione iniziale. Nella seconda parte, si è zumato sulle varie risorse disponibili nel sistema, sul sub sistema e sul super sistema (ampio sguardo). Questo è quanto fatto fino all'esecuzione dello step 2.3.

### **Step 2.3. Analisi delle risorse Su-Field**

L'obiettivo di questo step è di focalizzare l'attenzione solo sull'analisi delle sostanze e dei campi (oggetti materiali) che sono disponibili all'interno dei confini del modello del problema ed all'interno dell'intera condizione del problema. Se il problema è relativo a sistemi non tecnici, i soggetti dell'analisi sono le risorse sulle quali è basato il sistema dato: risorse finanziarie per sistemi di business; risorse psicologiche per situazioni personali, psicologia sociale per sistemi amministrativi ed educativi...

È necessario ricordare che lo step 2.3 è relativo solo ad un'analisi preliminare delle sostanze materiali della situazione iniziale. Una più dettagliata e complessa analisi sarà effettuata all'interno dei limiti della zona operativa temporale nella terza parte dell'algoritmo.

#### **2.3.1 risorse intra-sistema**



**Risorse Su-Field del tool:** box metallico del vibratore, motore elettrico, energia elettrica, eccentrico, onde acustiche generate dalla vibrazione della cassaforma, cavi.

**Risorse Su-Field del prodotto:** cemento, acqua, ghiaia, onde meccaniche che si presentano nel getto di calcestruzzo.

Le risorse intra-sistema sono risorse localizzate nella Operational Zone, la zona operativa specificata nello step 2.1 all'interno dello spazio operativo specificato nello step 2.2.



#### **2.3.2 fuori dal sistema**

Le risorse Su-Field dell'ambiente che sono caratteristiche del problema: la peculiarità di questo processo nei confronti del processo in generale che prevede il mescolamento del calcestruzzo, consiste nel fatto che la cassaforma è situata in una cavità cilindrica nel terreno. Ma è indesiderata la copertura di tale cavità con un “coperchio” acusticamente isolante.



#### **2.3.3 nel super sistema**

Lo scarto (risorse di basso valore) di sistemi esterni (se il sistema è accessibile all'interno dei confini del problema).



Nel nostro specifico caso, ancora non conosciamo di quale risorsa di scarto avremo bisogno. Sarà possibile avere una risposta quando si ricapitolerà i risultati della terza e quarta parte di ARIZ (riflessione). Il fatto è che nella terza parte e nella quarta parte, l'immagine della soluzione futura diviene generalmente più chiara, in modo da poter considerare l'ipotesi di utilizzare questo tipo di risorse.



Le risorse economiche sono: elementi esterni, i prezzi dei quali possono essere quasi trascurati. Ad esempio aria ed acqua.

## Riassunto della seconda parte:

Le analisi circa le risorse Su-Field del sistema (tool - prodotto) danno un'idea del metodo di generazione meccanica delle onde all'interno del getto in calcestruzzo senza generare onde acustiche nell'ambiente. Tale tipo di separazione nello spazio è utile nella risoluzione del problema.

L'analisi delle risorse interne ed esterne al sistema non danno nessuna risposta chiara. Tuttavia, indicano le risorse che potrebbero essere usate per la risoluzione del problema dopo che sono state definite chiaramente le caratteristiche necessarie per l'esecuzione della funzione utile. Con l'accrescere dell'esperienza nell'applicazione di ARIZ e nella capacità di pensare liberamente, iniziano ad apparire varie idee circa l'uso delle diverse tipologie di risorse disponibili. Come detto, le idee spesso sembrano ridicole ed irrealistiche. Tuttavia, esse dovrebbero essere conservate in un database di idee per le successive analisi in accordo con OTSM-TRIZ, allo scopo di sintetizzarle gruppi di singole idee realizzabili.

Nello step 1.7, è stato ottenuto il suggerimento dal sistema degli standard inventivi di ciò che, che in aggiunta al calcestruzzo, dovrebbe apparire come seconda sostanza nella zona operativa: si ha ancora una vaga idea di ciò. È solo certo che deve assicurare l'agitazione del getto di calcestruzzo all'interno della cassaforma, con la necessaria ampiezza, senza la generazione dei eccessive vibrazioni dell'aria oltre la cassaforma.

Coloro i quali sono più esperti di TRIZ e di ARIZ possono probabilmente aggiungere che tutto ciò deve comportare i minimi cambiamenti nel sistema, e che deve usare le risorse inizialmente a disposizione dal sistema, piastre-vibratori.

Quando sviluppiamo un nuovo sistema che esiste inizialmente sono nella nostra immaginazione, si hanno molte più possibilità di selezionare le risorse di quelle che si hanno quando affrontiamo un problema su un sistema già esistente. Il secondo caso è tipico per le aziende di produzione in cui certe attrezzature sono già state usate ma che non soddisfano tutti i requisiti dettati dal processo tecnologico. I principianti di TRIZ dimostrano spesso delle difficoltà quando si analizza un sistema pre-esistente ed i suoi componenti. Tali difficoltà sono causati dall'inerzia psicologica presente in ognuno di noi. Vorremmo trovare una soluzione già pronta al problema non standard, come nel caso dei problemi standard. Se c'è qualche problema standard che corrisponde a descrizioni di problemi tipici, allora, per risolvere tali problemi, se ne può far uso.

Quando, al contrario, affrontiamo problemi non standard, questo approccio è impossibile e sono richiesti più sforzi per far fronte alle inerzie psicologiche, allo scopo di rompere le logiche stereotipate che affliggono il processo mentale di ricerca della soluzione. Si dovrebbe essere in grado di decomporre un sistema esistente in componenti indipendenti, considerando tali componenti come risorse assolutamente indipendenti e provando a capire come uno o l'altro componente può aiutarci a risolvere il problema.

### 3.2.3 Parte 3: determinare il risultato finale ideale (Ideal final result – IFR) e le contraddizioni fisiche che impediscono di raggiungerlo

La terza parte di ARIZ si differenzia da quelle precedenti sia nella struttura che nell'attuazione dei passi dell'algoritmo.

In questa parte, le operazioni conducono ad un cambiamento della direzione della soluzione al problema. Nelle parti precedenti, per prima cosa si è affrontata una fase di analisi (parte 1 e 2) mentre nella terza parte di ARIZ si passa all'attività che all'inizio mira a sintetizzare le Soluzioni Parziali e poi a sintetizzare le Soluzioni Concettuali Soddisfacenti (parte 3, 4 e 5). La terza parte è una sorta di culmine dell'analisi del problema ed un passaggio alla sintesi della Soluzione Concettuale Soddisfacente.

È importante ricordare che gli strumenti TRIZ sono concepiti non per ricercare una soluzione, ma per pianificarla, per costruire step by step una soluzione sufficientemente dettagliata da permettere il passaggio allo sviluppo di un prototipo o ad un modello virtuale per testare la soluzione concettuale ottenuta.

La rappresentazione della soluzione futura è costruita passo dopo passo e diviene sempre più chiara. Tale rappresentazione è creata attraverso l'accumulazione di soluzioni concettuali che corrispondono in modo parziale ai requisiti tecnici. Chiamiamo tali soluzioni con l'aggettivo "parziale" poiché risolvono il problema solo parzialmente. Le soluzioni parziali servono come "materia prima" per la creazione della soluzione concettuale soddisfacente. Una soluzione soddisfacente è ottenuta sulla base di soluzioni parziali con l'uso dei vari strumenti TRIZ e OTSM.

Gli elementi delle soluzioni parziali che impediscono loro di essere soluzioni complete, possono essere rappresentate nella forma di requisiti che la soluzione soddisfacente deve avere: è una sorta di specificazione tecnica aggiuntiva. Applicando gli strumenti OTSM-TRIZ a questa specificazione tecnica, si costruisce una soluzione parziale aggiuntiva che sarà poi aggiunta alla soluzione singola del sistema, la Soluzione Concettuale Soddisfacente.

Questo è il vantaggio che si ha nell'usare la nozione "Soluzione Parziale": individuare le ragioni per le quali una soluzione parziale non può essere considerata come soluzione soddisfacente, permette di specificare i requisiti tecnici e di identificare in maniera migliore i vincoli da soddisfare quando si crea la soluzione concettuale soddisfacente. La soluzione concettuale soddisfacente rende possibile la creazione della soluzione tecnica: disegni, calcoli...

La soluzione tecnica permetterà quindi di creare un prototipo, il quale, quando testato, consentirà di migliorare la soluzione tecnica stessa.

Quindi, procedendo con la terza parte di ARIZ, si mira alla sintesi della soluzione, ma allo stesso tempo, si punta ad eseguire un'importante analisi. In questa situazione, ARIZ può essere paragonata al sistema circolatorio dell'uomo. La prima e la seconda parte di ARIZ corrispondono alle arterie che trasportano le informazioni circa il problema. La terza parte dell'algoritmo è simile alla rete dei capillari in cui l'informazione raccolta cambia e si trasforma nella soluzione. Le soluzioni parziali insieme ai commenti critici, compongono l'insieme delle idee che alimentano l'immagine emergente della soluzione soddisfacente.

Questa parte inoltre determina il percorso di tutte le parti di ARIZ che seguono. Adesso si vedrà come l'analisi del problema si trasforma gradualmente nella sintesi della soluzione nel corso dell'esecuzione di ARIZ. Questa transizione avviene simultaneamente in vari rami paralleli che si uniscono alla fine della terza parte di ARIZ.

### **Step 3.1. formulazione del risultato finale ideale (IFR)**

L'obiettivo dello step 3.1 è di riformulare ancora una volta il problema, in modo da iniziare la sintesi della soluzione. Questa fase è dedicata alla determinazione della descrizione del problema per il successivo uso e per le necessità che nascono durante la risoluzione del problema. Successivamente si userà la descrizione del problema ottenuta nello step 3.1 piuttosto che il modello del problema creato nello step 1.6, poiché nella seconda parte di ARIZ si sono specificate le condizioni di spazio e di tempo del problema. Inoltre si era fatta una lista preliminare delle risorse che si possono usare per la risoluzione del problema. Tutto questo quindi servirà per la trasformazione del modello del problema.

Spesso si dice che un problema ben definito è una mezza soluzione: questo è il motivo per cui la specificazione del problema ed i requisiti imposti sono spesso ripetuti in ARIZ.

#### **IFR-1:**

L'elemento X, senza complicare il sistema e senza causare fenomeni dannosi, elimina l'effetto indesiderato – forte rumore durante il tempo operativo all'interno della zona operativa.

In altri termini, l'effetto indesiderato non deve avvenire nell'ambiente circostante i vibratori (nella parte esterna della cassaforma) quando i vibratori sono in funzione ed urtano la cassaforma per compattare il calcestruzzo.



Allo stesso tempo, le vibrazioni devono preservare la loro forza ed ampiezza richieste per compattare tutto il calcestruzzo presente nella cassaforma.

Già a questo punto della specificazione del problema possono nascere nuove idee, oppure, possono tornare in mente alcune vecchie idee. A causa dell'inerzia psicologica, tali soluzioni conosciute non erano state connesse con il problema dato.

Come si vede quindi, l'esecuzione degli step di ARIZ ha come risultato la descrizione delle cause del problema ed anche i requisiti che la soluzione futura deve avere. Allo stesso tempo, iniziano ad apparire nuove idee risolutive. Sebbene tali idee sembrino completamente realizzabili e pronte per la loro realizzazione, è necessario procedere con l'analisi del problema finché non si è eseguita la quarta parte. Questa è una regola generale di ARIZ. Il fatto è che tutti gli step di ARIZ risultano essere in linea con le leggi di evoluzione dei sistemi tecnici. Eseguendo questi step si seguono essenzialmente le leggi evolutive: una soluzione ottenuta può essere ancora migliorata eseguendo gli step successivi dell'algoritmo.

È possibile annotare nel database delle idee (raccolta delle soluzioni parziali) che una delle possibili soluzioni parziali consiste nel posizionare i vibratori all'interno del calcestruzzo. Di conseguenza il livello di rumore risulta essere notevolmente ridotto.



Come già affermato, affinché possano aiutarci nella creazione della soluzione al problema, le obiezioni alle soluzioni proposte ed i commenti critici dovrebbero essere trasformati in requisiti.



Nel nostro caso, l'idea di posizionare i vibratori all'interno del getto di calcestruzzo appare molto attrattiva poiché il calcestruzzo stesso avrebbe il ruolo di isolante acustico riducendo quindi il livello di rumore nell'ambiente circostante. Tuttavia, i requisiti imposti dal processo produttivo non consentono di posizionare i vibratori all'interno del getto. Di conseguenza, è possibile formulare un nuovo requisito per la soluzione: è necessario ottenere delle vibrazioni all'interno della massa di calcestruzzo senza l'introduzione di nessun meccanismo che risulterebbe impossibile da rimuovere in seguito all'indurimento del calcestruzzo. Come è possibile realizzare ciò? Non è facile da spiegare, ma anche questa idea dovrebbe essere registrata nel database delle idee anche se sembra ridicola.

Lo step 3.1 è la preparazione per l'esecuzione dello step 3.2. tutti gli altri step di ARIZ lavorano allo stesso modo: l'esecuzione di uno step prepara allo svolgimento dello step successivo.

### **Step 3.2. intensificare la formulazione della IFR-1**

Nello step 2.3 le analisi iniziano a trasformarsi nei primi stadi di sintesi della soluzione. Il punto è che la IFR formulata nello step 3.1 dovrebbe essere sostituita con una delle risorse descritte nello step 2.3. adesso entra in gioco un meccanismo per il superamento dell'inerzia psicologica. Per dominare questo meccanismo, sarebbe necessario avere esperienza con gli strumenti di TRIZ. L'idea di base della terza parte è quella di studiare le cause che impediscono di ottenere le soluzioni al problema, rispettare i requisiti individuati nello step 3.1 usando le risorse a disposizione. Il meccanismo di analisi proposto da Altshuller stimola il processo creativo che spesso ha come risultato delle idee fantasiose, delle importanti soluzioni parziali ed anche delle soluzioni soddisfacenti.

La comparsa di idee fantasiose è un buon segno: queste mostrano che stiamo gradualmente abbattendo le inerzie psicologiche e che stiamo iniziando a pensare più liberamente, cioè a "pensare fuori dal box" che vincola la nostra immaginazione e vincola a pensare solo alle cose attinenti la nostra educazione professionale e che sviluppa in noi l'inerzia di pensare solo all'interno dei limiti delle soluzioni standard per problemi standard.

Le soluzioni standard, in ogni campo, costituiscono una ricchezza dal punto di vista professionale. Esse aiutano i professionisti a risolvere velocemente ed efficacemente i problemi, finché non si trovano ad affrontare situazioni che non possono essere risolte con le soluzioni standard. In molti casi, l'uso sistematico degli strumenti OTSM-TRIZ ha come risultato il fatto che un problema iniziale che sembra originalmente non standard, acquista la forma del problema standard, non solo da un punto di vista di OTSM-TRIZ, ma anche da quello dello specialista. Questo spesso succede già alla fine della prima parte di ARIZ: anche i tali casi però, è utile procedere fino alla fine della quarta parte dell'algoritmo. Gli esperti in TRIZ dimostrano che le soluzioni ottenute nella prima parte di ARIZ possono essere migliorate in modo considerevole e, per la creazione di una gamma di prodotti, possono essere ottenute varie soluzioni soddisfacenti.

Le idee raccolte nel database delle idee durante l'esecuzione dei vari step di ARIZ o durante l'applicazione di altri strumenti OTSM-TRIZ, possono essere divise in tre gruppi:

Il primo gruppo comprende le idee che possono essere attuate abbastanza velocemente.

Il secondo gruppo comprende quelle idee che richiedono un po' più di tempo per le ricerche e lo sviluppo supplementare, gli acquisti e le attrezzature.

Il terzo gruppo è composto dalle idee sviluppabili nel futuro, le idee circa le direzioni di evoluzione del sistema e circa i nuovi prodotti, servizi e tecnologie che possono essere creati con il tempo.

Sfortunatamente, OTSM-TRIZ è spesso considerato uno strumento per risolvere delle emergenze, da applicare quando una soluzione deve essere ottenuta e attuata immediatamente. Il momento in cui si presenta la situazione d'emergenza, è solitamente di competenza del basso management, che deve eliminare il problema ad ogni costo. Il database delle idee non è di loro competenza: è di competenza di coloro che occupano i livelli alti di management, spesso i più alti, come i dirigenti delle organizzazioni o delle imprese. I manager di tal livello sono però molto spesso ignari dell'esistenza di OTSM-TRIZ e delle opportunità che potrebbe offrir loro. Il secondo ed il terzo gruppo delle idee raccolte sono però una prova di ciò che potrebbero usare. OTSM-TRIZ può inoltre essere utile nella suddivisione dei compiti e degli impegni per lo sviluppo delle strategie e dell'evoluzione di una società e dei suoi affari. In questo caso però, ARIZ è un elemento di un più complesso strumento OTSM.

Per motivi di brevità, si affrontano solo tre percorsi paralleli usando le tre risorse:

Il vibratore

La cassaforma

Il calcestruzzo.



I principianti sono solitamente perplessi dalle frasi costruite in accordo con le regole TRIZ. Efffettivamente, da un punto di vista linguistico, queste frasi non sono completamente corrette. Il vantaggio di queste frasi però, sta nel fatto che OTSM-TRIZ può svolgere il ruolo di linguaggio interdisciplinare nell'affrontare problemi complicati o interdisciplinari. Questo linguaggio è adatto per lavorare su problemi che solitamente diventano più complessi a causa dell'uso di un linguaggio comune che causa inerzie psicologiche. L'utilizzo di un linguaggio comune si adatta meglio all'uso come mezzo di comunicazione ma non sempre permette di risolvere i problemi e spesso anche l'uso di un linguaggio ricercato impedisce la risoluzione dei problemi. Allo stesso tempo, un buon linguaggio figurativo è spesso d'aiuto ad OTSM-TRIZ nell'affrontare i problemi: gli strumenti OTSM-TRIZ creano immagini caratteristiche, soluzioni parziali. Il linguaggio figurativo permette poi a queste caratteristiche separate di essere riassunte in una singola immagine. Questo è il motivo per cui Tatyana Sidorchuk ha sviluppato una speciale tecnica pedagogica per l'insegnamento ai bambini, che consiste nella ricerca di metafore e nella composizione di frasi metaforiche. Questo metodo è usato comunemente nelle pubblicità, per la creazioni di testi figurativi e di video clips. Il linguaggio standard, le frasi e le espresso-



ni quotidiane sono spesso cariche di inerzie psicologiche: l'inerzia può diventare un ostacolo insormontabile per la risoluzione dei problemi. Ciò significa che si dovrebbe costruire le espressioni in accordo con le regole OTSM-TRIZ, anche se queste non sono belle e non hanno nessun valore letterale.

### **Intensificazione della IFR-1, usando la risorsa “vibratore”**

Il vibratore stesso, senza alcuna complicazione per il sistema e senza la creazione di fenomeni indesiderati, elimina l'effetto indesiderato: l'effetto indesiderato è il forte rumore nello spazio che circonda il sistema dei vibratori (ad esempio l'esterno della cassaforma) nel momento in cui lavorano i vibratori che urtano violentemente la cassaforma per la compattazione del calcestruzzo.

Allo stesso tempo, i vibratori forniscono la forza e l'ampiezza delle vibrazioni necessarie per la compattazione del calcestruzzo nell'intero volume definito dalla cassaforma.

Dopo aver formulato lo step 3.2 secondo la risorsa “vibratore”, è necessario identificare quei parametri di controllo che determinano i parametri di valutazione “livello di rumore” e “densità del calcestruzzo”.

In questo caso, entrambi i parametri dipendono dai parametri di controllo:

Forza d'urto dei vibratori

Aampiezza delle vibrazioni della cassaforma creata dei vibratori.



### **Intensificazione della IFR-1, usando la risorsa “calcestruzzo”**

Il calcestruzzo stesso, senza alcuna complicazione al sistema e senza la creazione di fenomeni indesiderati, elimina l'effetto indesiderato: l'effetto indesiderato è il forte rumore nello spazio che circonda il sistema dei vibratori (ad esempio l'esterno della cassaforma) nel momento in cui lavorano i vibratori che urtano violentemente la cassaforma per la compattazione del calcestruzzo.

Allo stesso tempo, il calcestruzzo non impedisce ai vibratori di creare vibrazioni con determinati valori di forza ed ampiezza richieste per la compattazione del calcestruzzo nell'intero volume compreso all'interno della cassaforma.

Dopo aver formulato lo step 3.2 secondo la risorsa “calcestruzzo”, è necessario identificare quei parametri di controllo che determinano i parametri di valutazione “livello di rumore” e “densità del calcestruzzo”.

Lo step successivo è quello di scrivere una lista dei parametri della risorsa “calcestruzzo” che influenzano il paramento di valutazione “livello di rumore”.



È poi necessario confrontare le due liste e stilarne una nuova con i parametri che influenzano contemporaneamente entrambi i parametri di valutazione.

Il presente algoritmo può essere utile per eseguire lo step 3.2:

Sostituisci l'elemento X con la “risorsa” stessa.

Identifica nell'intensificazione della IFR il nome dei parametri di valutazione, il cui valore deve essere ad un livello necessario.

Usando le tue conoscenze e/o la conoscenza degli esperti, identifica la lista dei parametri di controllo per il primo parametro di valutazione. Cambiando il valore del parametro di controllo possono cambiare i valori dei parametri di valutazione.

Allo stesso modo, crea una lista dei parametri di controllo che ti permettono di modificare il valore del secondo parametro di valutazione.

Confronta le liste appena create e cerca quei parametri di controllo che permettono di cambiare entrambi i parametri di valutazione. Tali parametri saranno poi usati per l'esecuzione dello step 3.3 e 3.4 di ARIZ.

L'assenza di elementi comuni nelle liste dei parametri è uno dei segnali che indicano che il problema può essere risolto cambiando i corrispondenti parametri dei parametri di valutazione, i quali necessitano di essere migliorati per ottenere il meglio risultato in ter-

mini di “principale processo produttivo” (l’obiettivo principale per il quale si risolve il problema).

Dovrebbe esser chiaro che il principale processo produttivo (il fine ultimo della risoluzione del problema) è la funzione di uno dei super sistemi posizionati, nel System Operator, 3 o 4 livelli sopra quello del sistema in cui si risolve il problema dato. Quando si descrive un problema iniziale e si selezionano il prodotto ed il tool nello step 1.2, non si dovrebbe confondere il principale processo produttivo con la funzione principale del sistema indicato nello step 1.1.

Un’altra raccomandazione per esecuzione degli step di ARIZ, è relativa al fatto che questo algoritmo fu proposto nel corso della trasformazione del TRIZ Classico e dei suoi strumenti, in OTSM e nei suoi strumenti.

OTSM ha sviluppato una procedura ugualmente dettagliata per ogni step di ARIZ: la loro descrizione dettagliata esula dagli scopi di questo articolo. Assimilare questa procedura costituisce il principale processo produttivo dell’assimilazione di ARIZ. Questa breve recensione è parte del sistema di apprendimento completo dei segreti ARIZ, così come la vibrazione del calcestruzzo costituisce solo una parte della produzione di tubi di largo diametro da usare per la costruzione di condotte. L’installazione delle condotte è il principale processo produttivo (MPP) per il quale i vibratori compattano il calcestruzzo.

Stilando, insieme agli specialisti, una lista dei parametri che possono essere usati per cambiare la densità del calcestruzzo, è possibile trovarne alcuni che incrementano la densità senza produrre rumore. Questo ci conduce all’idea di creare il ben noto calcestruzzo auto-compattante. Ma il problema avvenne molti anni fa quando ancora non esisteva tale tipo di calcestruzzo. La creazione di tale calcestruzzo infatti, ha richiesto intense attività di ricerca e sviluppo. Il problema era anche quello che lo stabilimento in cui si presentò tale problema non aveva nessun dipartimento di ricerca e sviluppo ed inoltre la situazione era urgente, la soluzione doveva comportare i minimi cambiamenti al processo produttivo e doveva essere trovata il più velocemente possibile.

Come visto, ARIZ ci suggerisce idee interessanti: spesso tali idee ci sembrano irrealizzabili sotto le condizioni esistenti al momento della loro comparsa. La storia di TRIZ e OTSM è piena di esempi in cui le idee di questo tipo sono state scartate al momento della loro comparsa, per essere implementate nel futuro.

Dovrebbe ormai esser noto che l’applicazione di ARIZ ha come risultato un elevato numero di idee che possono e devono essere classificate in tre gruppi.

Il primo gruppo include le idee che sono immediatamente pronte per la loro implementazione

Il secondo gruppo comprende le idee che richiedono un po’ di ricerca e di spesa. Oppure possono richiedere di aspettare il momento più propizio per la società, come ad esempio può succedere nel caso della richiesta di cambiamento delle attrezzature o dei prodotti per la produzione di nuovi modelli di articoli plastici.

Il terzo gruppo è formato dalle idee che richiedono molto tempo ed elevati investimenti. Alcune di queste idee possono sembrare fantasiose ed anche irrealistiche. Tuttavia, anche tali idee dovrebbero essere registrate nel database delle idee. Più avanti, queste idee saranno analizzate usando il TRIZ Classico e OTSM, al fine di trasformare l’irreale in qualcosa che può essere implementato sotto certe condizioni.

Le idee fantastiche ed irreali dovrebbero essere raccolte e discusse anche solo perché vanno ad abbattere l’inerzia psicologica e ci aiutano a creare l’immagine del risultato più desiderato (Most Desirable Result – MDR) che vogliamo raggiungere. Come ciò possa accadere, quali sono gli strumenti da usare, va oltre lo scopo di questo articolo ed è l’oggetto dei corsi intensivi relativi al TRIZ Classico ed a OTSM.

## Intensificazione della IFR-1, usando la risorsa “cassaforma”

La cassaforma stessa, senza alcuna complicazione al sistema e senza la creazione di fenomeni indesiderati, elimina l'effetto indesiderato: l'effetto indesiderato è il forte rumore nello spazio che circonda il sistema dei vibratori (ad esempio l'esterno della cassaforma) nel momento in cui lavorano i vibratori che urtano violentemente la cassaforma per la compattazione del calcestruzzo.



Allo stesso tempo, la cassaforma non impedisce ai vibratori di creare vibrazioni con determinati valori di forza ed ampiezza richieste per la compattazione del calcestruzzo nell'intero volume compreso all'interno della cassaforma.

A prima vista, tale formulazione sembra non aggiungere niente a quanto già noto. Questa tuttavia è un giudizio superficiale, in quanto ARIZ è uno strumento per pensare, e non pensante.. Diamo quindi tale formulazione, producendo in maniera formale delle riflessioni step-by-step. Una caratteristica non comune di ARIZ è che è possibile eseguire formalmente tutti gli step senza fare veramente un passo verso la soluzione. Quindi, dopo aver eseguito ogni step, è necessario osservare il contesto dall'esterno e pensare quali nuovi particolari e correzioni possono essere aggiunte all'immagine della soluzione, quali nuove conoscenze possono derivare dal diagramma o dalle formulazioni ottenute dall'esecuzione dei dati step.

Eseguiamo questi passi:

### Domanda che il solutore pone a se stesso o agli esperti:

Quando la cassaforma non produrrà rumore?



**Risposta del solutore** (basandosi sulla propria conoscenza o sulla conoscenza acquisita dagli esperti capaci di rispondere alla domanda:

La cassaforma non produrrà rumore se non è soggetta a deformazione e se non si comporta come una membrana che produce le vibrazioni dell'aria nello spazio che circonda la cassaforma.

### Domanda che il solutore pone a se stesso o agli esperti:

Quando la cassaforma non impedirà ai vibratori di trasmettere energia per la creazioni di vibrazioni, con una cera ampiezza e forza, nel calcestruzzo?

### Risposta:

la cassaforma non ostacolerà la trasmissione di energia dai vibratori al calcestruzzo se non sarà nella direzione di propagazione delle onde.

### Considerazioni sulla risposta:

Nel sistema iniziale, la cassaforma svolge il ruolo di mezzo di trasporto trasmettendo l'energia dai vibratori al calcestruzzo. Questo è perché si muove avanti e dietro a causa delle azioni di impatto dei vibratori e delle tensioni elastiche prodotte dagli impatti stessi. Questi movimenti (vibrazioni) della cassaforma causano le vibrazioni del calcestruzzo, della cassaforma e dell'aria circostante la cassaforma.

Non si ha bisogno delle vibrazioni dell'aria attorno alla cassaforma ma necessitiamo solo della vibrazione del calcestruzzo all'interno della cassaforma.

La cassaforma non vibrerà se i vibratori non la urteranno. Ma i vibratori devono urtarla per trasmettere l'energia al calcestruzzo.

### Conclusione:

Se la cassaforma non è soggetta agli urti dei vibratori, non si avrà rumore ma sarà necessario prevedere comunque la trasmissione di energia attraverso la cassaforma dai vibratori al calcestruzzo.

In altre parole, l'energia dovrebbe essere trasmessa attraverso la cassaforma senza produrre vibrazioni in essa.

È molto importante notare che la riformulazione delle idee usando differenti termini è uno dei meccanismi per riconsiderare le idee già a disposizione (modelli) relative alla situazione iniziale. È inoltre un meccanismo per stimolare il processo creativo. In aggiunta, l'uso di differenti termini e l'uso dell'immaginazione o di disegni (visualizzazioni) per presentare un problema iniziale e la situazione dopo la sua risoluzione, sono meccanismi utili per superare le inerzie psicologiche ed abbattere le idee stereotipate che rappresentano un ostacolo alla risoluzione del problema.

Per combattere contro l'inerzia psicologica, è necessario sostituire i termini professionali con termini semplici, termini funzionali. Questo lavoro deve esser fatto fin dai primi step di ARIZ e proseguire per l'intera analisi. I nostri stereotipi agiscono con i termini professionali, ma la terminologia professionale è uno strumento molto buono per lavorare sui problemi professionali standard. Nell'affrontare problematiche non standard però, questa terminologia si trasforma in uno dei più difficili ostacoli da superare per trovare la soluzione. Il linguaggio tecnico produce delle scarse immagini, mentre la risoluzione di un problema richiede l'uso di un'immaginazione flessibile, dinamica e funzionale.

Nel nostro caso, risulta utile sostituire il termine "vibratore" con il termine "generatore di energia di vibrazione", e sostituire il termine "cassaforma" con, ad esempio, il termine "stampo per calcestruzzo".

#### **Continuazione della conclusione (soluzione parziale):**

I vibratori e la cassaforma devono cambiare in modo tale da essere capaci da un lato di eseguire tutte le loro funzioni e dall'altro a rimuovere i fenomeni indesiderati senza causarne di nuovi. Sia la cassaforma che i vibratori devono cambiare senza cambiamenti, ad esempio devono cambiare non per produrre fenomeni dannosi, e non devono cambiare per essere capaci di svolgere le loro funzioni.

I parametri della "cassaforma" (caratteristiche e proprietà) che influiscono sia sul rumore attorno alla cassaforma che sulla qualità del calcestruzzo sono:

Flessibilità della cassaforma

Impedenza meccanica

Durezza, rigidezza, capacità di smorzamento

Gli step e le regole di ARIZ orientano il nostro modo di pensare; di conseguenza, l'insegnamento di TRIZ è ridotto ad insegnare agli studenti a comprendere come, dove e quando ARIZ indirizza i nostri pensieri creativi. Come risultato, un uso regolare di ARIZ ha come conseguenza lo sviluppo di pensieri paralleli lungo gli assi del System Operator (sub spazio dei parametri): la gerarchia dei livelli dello spazio (sub spazio del livello dei parametri del sistema); caratteristiche tempo dipendenti dei diversi livelli di sistema, l'asse del tempo (sub spazio dei parametri); asse dell'anti sistema (sub spazio del sistema che compete con il nostro sistema, ostacolando le sue operazioni e stimolando il suo sviluppo).

È da notare che il System Operator è molto più completo del modello a nove schermi. In accordo con il concetto di Altshuller, ARIZ non è tanto uno strumento per la risoluzione dei problemi, quanto uno strumento per sviluppare un modo di pensare basato sul System Operator del TRIZ Classico. Sviluppando in noi stessi la capacità di usare questi strumenti di riflessione, è possibile migliorare la capacità di risolvere problemi complessi e questo risulta molto importante per l'apprendimento di ARIZ. Ci possiamo ricordare di tutte le regole di ARIZ saper commentare tutti gli esempi classici di applicazione di ARIZ a memoria, ma non essere capaci in pratica di saper utilizzare ARIZ.

Le riflessioni basate su ARIZ o quelle basate sul System Operator del TRIZ Classico, possono solo essere sviluppate attraverso la risoluzione pratica dei problemi esemplificativi o quelli della vita reale. La mera comprensione delle operazioni logiche non è sufficiente. ARIZ è un tool che aiuta il risolutore ad attivare, alimentare e orientare la propria creatività, e fornisce, inoltre,



le regole per lavorare con la conoscenza proveniente da diverse aree e le regole per integrare tali conoscenza con un metodo ben definito. Questo permette ad uno specifico problema di essere risolto nel contesto specifico ma sulla base di una comune ed universale procedura. Solo gli adulti possono raggiungere la completa conoscenza ed assimilazione di ARIZ attraverso il lavoro pratico sui vari problemi, il lavoro che spetta agli insegnanti è molto più simile al lavoro di un istruttore di volo. Per prima cosa un futuro pilota studia le singole regole del volo aereo su di un simulatore. Poi sale su un aereo e mette le mani sulle cloche: inizialmente non pilota l'aereo ma sente tutte le azioni dell'istruttore attraverso le leve di controllo. Quindi l'istruttore permette al principiante di pilotare l'aereo stando sempre pronto a riprendere il controllo se necessario. Quando l'abilità nel controllare il volo dell'aereo si va formando nel pilota principiante, gli interventi dell'istruttore diventano sempre più rari. Infine, al nuovo pilota è permesso di pilotare un aereo tutto da solo e senza la supervisione dell'istruttore. In seguito, il miglioramento della capacità avverrà in modo indipendente attraverso l'esperienza pratica in aria ed a terra. La stessa cosa avviene quando si insegna ARIZ.

Un esperto in TRIZ conduce il principiante attraverso ARIZ passo dopo passo. La comprensione del processo ARIZ avviene per stadi: una buona abilità nell'applicazione di ARIZ inizia con la formazione iniziale per completarsi con l'esecuzione dei vari step. Il processo di apprendimento di ARIZ avviene per varie fasi:

acquisizione delle regole e degli step;

applicazione di ARIZ ai problemi esemplificativi e graduale formazione delle capacità di esecuzione dei singoli step fino alla completa assimilazione di ARIZ.

Il secondo stage ha due sottofasi: nella prima, lo studente inizia ad usare le regole e gli step senza esserne a conoscenza. La seconda sub fase è la transizione dall'esecuzione conscia ad un livello subconscio. Di conseguenza lo studente impara ad usare involontariamente lo stile di pensiero di ARIZ nella sua vita professionale ed in quella privata. La stessa cosa succede per le lingue estere usate come seconda lingua parlata, quando la usiamo all'estero e nei nostri paesi. Si è visto, nello step 2.3, come un problema iniziale può essere suddiviso in sotto problemi, ognuno dei quali illustrano una possibile risoluzione del problema iniziale usando l'una o l'altra risorsa.

Si può dire che l'apprendimento di ARIZ è ridotto allo sviluppo delle capacità di vedere, conoscere ed accettare modifiche graduali del problema, come pure alla formulazione di soluzioni apparentemente irrealistiche e di soluzioni parziali. Spesso, per i principianti, tali formulazioni sembrano stupide, irrealizzabili, inaccessibili ed impossibili. Con l'accumulo di esperienza pratica nell'applicazione di TRIZ e di ARIZ, si inizia a capire che la soluzione di problemi non standard richiede che si esca dalle nozioni di "possibile" e "impossibile". Questi nuovi problemi e soluzioni parziali dovrebbero essere considerati interamente per superare l'inerzia psicologica.

Per affrontare questi problemi nuovi ed apparentemente insormontabili con soluzioni apparentemente irrealistiche o inapplicabili, è utile usare la "OTSM Axiom of the Impossible" ed gli strumenti corrispondenti per l'applicazione pratica di tale assioma teorico.

Gli strumenti aiutano a superare i nostri pregiudizi riguardo ai fatti possibili ed impossibili anche nella vita reale. Questi strumenti ci consentono di trasformare l'"impossibile" in "possibile". Una descrizione più dettagliata di questi, va oltre lo scopo dell'introduzione ad ARIZ.

Un'attenzione particolare dovrebbe essere posta sul fatto che problemi non standard appaiono tali poiché le soluzioni standard, reali e già percorse, non sono adatte per la specifica situazione. Per trovare una soluzione si deve quindi uscire dai confini convenzionali del possibile e dell'impossibile. Per questa ragione, non dobbiamo scartare le idee inusuali solo perché inizialmente sembrano impossibili.



Nel portare avanti un progetto, ogni incontro fra gli specialisti della società con gli specialisti di TRIZ, iniziava e finiva sempre nello stesso modo. All'inizio, gli esperti in TRIZ presentavano al pubblico i risultati dell'analisi della situazione iniziale ed alcune idee ottenute come risultato dell'analisi stessa. Ogni volta la prima cosa che lo specialista della società diceva era che le idee trovate non erano valide, erano irrealizzabili e che nessuno aveva mai fatto una cosa simile. Ogni volta, dopo un'analisi di circa mezz'ora sulle ragioni per le quali la soluzione parziale non poteva essere implementata, diventava chiaro che qualcosa si poteva fare anche in quella direzione e che la soluzione poteva essere messa in pratica. Il progetto non era eccezionale da questo punto di vista e questa soluzione non è affatto infrequente. Era eccezionale invece che lo specialista della società rispondeva immediatamente a tutte le domande pratiche, tirando fuori i necessari esperimenti mentali e non vedendo l'ora di discutere sulle nuove soluzioni. Il motivo era che aveva lavorato al progetto per oltre sei anni ed aveva condotto numerosi esperimenti, raggiungendo una ricca esperienza riguardo l'essenza del problema e dei suoi componenti. Sfortunatamente questa soluzione non è molto frequente.

La seconda ragione sul fatto che il progetto poteva essere considerato eccezionale, è il fatto che la soluzione fu ottenuta ed accettata dagli specialisti del settore. Molto più tempo fu speso per convincere la dirigenza della società. Di conseguenza, i manager giunsero alla conclusione che la soluzione era molto interessante ed utile e doveva essere brevettata. Durante l'iter brevettuale, fu chiaro che durante i giorni in cui fu discussa la questione di accettare o meno la soluzione, fu presentata una domanda di brevetto da una società competitrice. Un'importante conclusione è che un'innovazione di successo richiede anche una cultura per l'innovazione. Non è sufficiente avere un efficiente metodo per la risoluzione dei problemi. L'effettivo uso delle idee innovative prodotte richiede la creazione di uno speciale sistema di lavoro con le innovazioni stesse. L'attività di innovazione differisce molto dall'attività quotidiana di una azienda. L'esperienza degli esperti in TRIZ, dimostra che le società non sono ancora pronte per lavorare sotto le condizioni imposte dal mercato, cioè sotto le condizioni di innovazione permanente.

Il passaggio dall'approccio con i singoli problemi innovativi al controllo sistematico del flusso di tali problemi, può risultare un significativo vantaggio per la società. Tale tipo di lavoro richiede una cultura aziendale innovativa che differisce enormemente dai principi che sono alla base della cultura delle aziende esistenti. Le aziende che per prime risolveranno il problema fra la cultura esistente la cultura aziendale innovativa, saranno notevolmente avvantaggiate rispetto ai loro competitori.

La terza caratteristica del progetto era che la discussione con i professionisti in TRIZ, circa queste coincidenze accidentali, rilevavano la tendenza ad una loro maggior frequenza. L'impressione è che le aziende hanno iniziato ad usare gli elementi TRIZ nei loro lavori molto più spesso, e ciò permette loro di trovare efficienti soluzioni ai problemi. Le soluzioni tecniche brevettate da tali società sono incredibilmente difficili da aggirare, anche usando gli strumenti TRIZ. Questo risultato quindi, rappresenta un vantaggio competitivo. Fra le altre cose, l'uso sistematico di TRIZ insieme alla cultura aziendale innovativa permette a tali società di organizzare un flusso permanente di prodotti e servizi innovativi, sia per il bene della compagnia stessa che per gli affari della stessa. Sotto le moderne condizioni di competitività mondiale e sotto il rapido cambiamento del mercato, le scelte aziendali non possono essere casuali. Il casuale "trials and errors" ha dei costi inaccettabili per le società e per gli investitori. La rapidità ed il successo delle innovazioni sta diventando fondamentale.

Questo sembra non essere relativo all'argomento dell'articolo "introduzione ad ARIZ". Come già menzionato precedentemente il lavoro in accordo alle regole ARIZ, ci conduce ad un numero di soluzioni robuste, effettive ed avanzate. Tali soluzioni possono poi essere divise in: soluzioni di oggi, domani e di un prossimo futuro. Questo è una sorta di previsione evolutiva



del prodotto dell'azienda. Questo, tuttavia, accade oggi all'interno delle divisioni aziendali e dei managers, che, a causa della loro posizione, sono solitamente interessati ad ottenere una soluzione "pronta subito", senza pensare al futuro dell'azienda e dei suoi affari. I risultati che si potranno rivelare importanti nel futuro dell'azienda sono semplicemente gettati via. La raccolta, l'organizzazione e la successiva analisi delle informazioni richiedono una nuova cultura aziendale, che dovrebbe coinvolgere tutti i livelli dell'azienda. I futuri leaders di aziende con soluzioni di successo iniziano oggi il loro lavoro. Stanno ripensando alla cultura aziendale di oggi e stanno programmando la sua graduale ma efficiente trasformazione in una società innovativa. ARIZ, il TRIZ Classico ed OTSM, possono dare un significativo contributo per risolvere questo tipo di problema. La creazione di un'efficiente società di innovazione equipaggiata con una corrispondente cultura societaria, è un'importante sfida per la dirigenza che si affacciano al XXI secolo.



## 4 ANALISI SU-FIELD E SOLUZIONI STANDARD: NOZIONI BASE E REGOLE



Vedi anche:

- 4.1.2 – Modellazione di un Sistema Tecnico Minimo
- 4.2.2 – Classificazione delle Soluzioni Standard

### 4.1 ANALISI SU-FIELD E SOLUZIONI STANDARD: NOZIONI BASE E REGOLE



#### Definizioni

L'analisi Su-Field è una tecnica di modellazione TRIZ finalizzata a rappresentare il comportamento di un Sistema Tecnico in termini di elementi e di interazioni.

Le Soluzioni Standard sono un sistema di regole per la sintesi e la trasformazione di un modello Su-Field, mirate alla risoluzione di un problema tecnico.

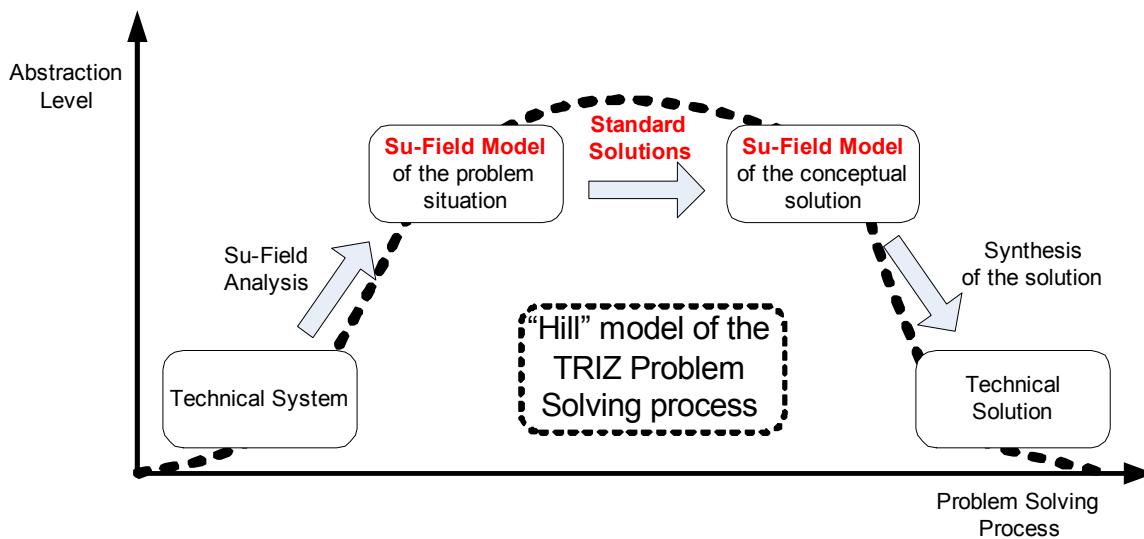
#### Teoria

La Funzione di un Sistema Tecnico (ST) è il motivo della sua esistenza; a livello di Struttura, un ST è costituito da elementi, da attributi degli elementi e da relazioni tra di essi (vd. ENV Model).

La modellazione Su-Field è una tecnica usata per rappresentare gli elementi e le interazioni che caratterizzano il comportamento di un sistema tecnico. Quindi, un modello Su-Field può essere considerato come un mezzo per analizzare un sistema tecnico e per rappresentare problemi in termini di interazioni mancanti, insufficienti o indesiderate, inefficienze del sistema, ecc.

Un problema rappresentato con un modello Su-Field può essere risolto con l'approccio delle Soluzioni Standard, che suggeriscono come trasformare il modello Su-Field in modo da incrementare le capacità e/o di eliminare eventuali effetti indesiderati di un sistema tecnico.

#### Modello



*Fig. 1.a – “Hill model” del processo TRIZ di Problem Solving e il ruolo della modellazione Su-Field e delle Soluzioni Standard*

#### Strumenti

Il processo di problem solving basato sull'uso delle Soluzioni Standard è composto dai seguenti step (fig. 1.a):



1. Descrizione del problema da risolvere utilizzando termini generici (termini tecnici specifici sono portatori di inerzia psicologica) – Identificazione dei criteri di valutazione e di selezione per le idee generate;
2. Costruzione di un modello Su-Field della situazione problematica (processo di astrazione);
3. Selezione delle Soluzioni Standard più appropriate per affrontare il problema seguendo le caratteristiche del modello Su-Field . Identificazione del modello Su-Field della soluzione concettuale.
4. Generazione di una soluzione pratica al problema descritto al punto 1, sviluppando la soluzione concettuale del passo 3 secondo le risorse Substance-Field disponibili nella situazione specifica.

## Esempio



### Situazione problematica:

È necessario migliorare le possibilità di coltivazione in una regione sabbiosa. Con l'utilizzo di un sistema di tubazioni, l'acqua corrente è stata portata in molti campi, ma ancora la crescita delle piante è troppo lenta.

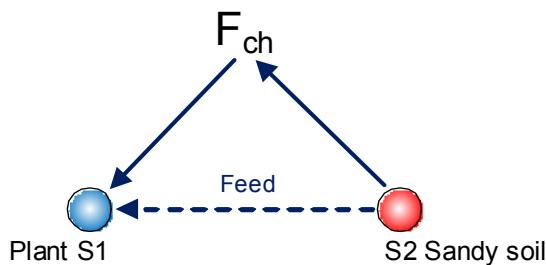
Cosa si potrebbe fare per migliorare l'efficienza del sistema?

### Step1:

Si vuole aumentare la velocità di crescita delle piantagioni in una zona desertica. Le piante sono annaffiate in maniera appropriata ma non sono soddisfatti loro fabbisogni nutrizionali.

### Step 2:

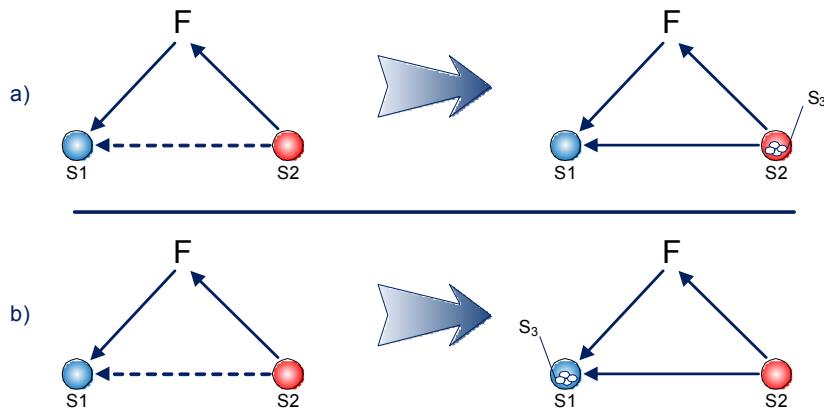
Si costruisce il modello Su-Field del problema secondo le indicazioni della sezione 1.2 – Modellazione di un Sistema Tecnico Minimo (Figura 1.b): c'è un'azione utile ma insufficiente tra il terreno e la pianta per mezzo di un field chimico.



### Step 3:

per migliorare l'effetto positivo di un'interazione Su-Field viene suggerito di prendere in considerazione le Soluzioni Standard appartenenti alla Classe 1.1 (2.2 – Classificazione delle Soluzioni Standard).

Il primo Standard pertinente è il numero 1.1.2: migliorare l'interazione introducendo additivi negli elementi presenti (Fig. 1.c).



*Fig. 1.c – STANDARD 1-1-2: migliorare le interazioni aggiungendo una sostanza esterna all'interno degli oggetti già presenti*

I modelli Su-Field nella parte destra della fig. 1.c rappresentano le soluzioni concettuali al problema descritto al passo 1 e formalizzato al passo 2.

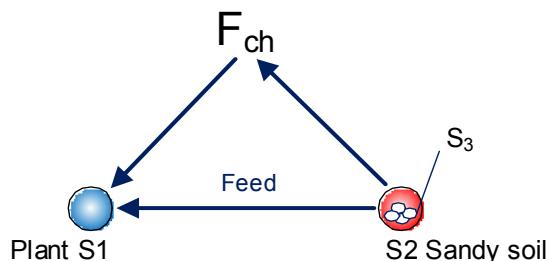
Con un approccio simile possono essere identificate ulteriori soluzioni concettuali con l'utilizzo di altri Standard.

#### Step 4:

Per sintetizzare una soluzione pratica a partire dal modello di quella concettuale è necessario prendere in considerazione la situazione specifica (Fig. 1.d). È importante notare che una delle interpretazioni che si possono dare dello stesso Standard porta all'introduzione di additivi nella pianta (figura 1.c, sotto).

Quale tipo di Sostanza S<sub>3</sub> può essere aggiunta al terreno sabbioso per migliorare la sua interazione chimica con la pianta?

Un fertilizzante, ad esempio, potrebbe essere una buona soluzione per fornire quel miglioramento atteso.



*Fig. 1.d – applicazione esemplificativa dello Standard 1-1-2 al modello Su-Field di fig. 1.b: l'interazione può essere migliorata aggiungendo degli additivi nel terreno (fig. 1.c, sopra).*

#### Bibliografia

- [1] VV.AA.: *A thread in the labyrinth* (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3





Vedi anche:

4.1.1.1- Tipi di Field e relativa simbologia

4.1.1.2 – Tipi di interazioni e relativa simbologia



### Definizione

Il sistema tecnico minimo capace di compiere una certa funzione deve essere composto da 3 elementi: due sostanze e un campo o field.

Una Sostanza è un elemento di un sistema (una parte fondamentale o un sub system complesso) coinvolta in un'interazione funzionale con altre sostanze sia come parte attiva che come oggetto della funzione stessa.

Un Field è un'interazione caratterizzata da un flusso di energia (di qualsiasi natura), o di informazione, generata da una sostanza potenzialmente in relazione con altre.

### Teoria

Gli elementi essenziali di un'interazione funzionale sono: quello atto a svolgere la funzione (la parte attiva), l'oggetto della funzione e il field. Il soggetto e l'oggetto della funzione sono chiamati sostanze.

In termini TRIZ, una Sostanza può essere un sistema a qualsiasi livello di complessità, da un semplice elemento (uno spillo, una palla, una particella di polvere) a qualcosa di molto più complesso (un aeroplano, un computer, un satellite).

Qualsiasi sia il livello di complessità del sistema, le sue interazioni con altre sostanze richiedono necessariamente la presenza di almeno un field, quindi di un flusso di energia, o di un flusso di informazioni o di forze, ecc...

Esistono diversi tipi di Field, e diversi tipi di interazioni tra due sostanze .



### Bibliografia

[1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3

## 4.1.1.1 – TIPI DI FIELD E RELATIVA SIMBOLGIA

### Definizione

Field Gravitazionale: la forza di attrazione naturale tra due corpi dotati di massa, che è direttamente proporzionale al prodotto delle loro masse e inversamente proporzionale al quadrato della distanza tra di essi.



Field Meccanico: tipo di interazione connessa o regolata dalle leggi della meccanica, quindi forze sulla materia (attrito, inerzia, elasticità, spinta di Archimede, pressione dei fluidi, ...).

Field Acustico: interazione derivante, attuata, contenente, che produce o correlata alle onde sonore, anche oltre il limite del range delle frequenze udibili.

Field Termico: interazione connessa agli scambi termici (conduzione, convezione, irraggiamento).

Field Chimico: relativo alla composizione, alla struttura, alle proprietà o reazioni di una sostanza.

Field Elettrico: fenomeni fisici derivanti dalle proprietà di elettroni e protoni, causati dall'attrazione di particelle di carica opposta o da repulsioni dovute a particelle con cariche dello stesso segno.

Field Magnetico: forza esercitata tra poli magnetici, fenomeni di magnetizzazione.

Field Elettromagnetico: interazioni relative alla generazione, alla propagazione e alla rilevazione di radiazioni elettromagnetiche con lunghezze d'onda maggiori dei raggi X: per esempio la luce visibile.

Field Biologico: interazione relativa, causata da, o riguardante gli esseri e gli organismi viventi: fenomeni di fermentazione, deterioramenti...

Field Nucleare: interazione relativa alle forze, alle reazioni e alle strutture interne ai nuclei atomici: fusione, fissione, radiazioni...

### Teoria

Un Field è un'interazione caratterizzata da un flusso di energia (di qualsiasi natura), o di informazione, generata da una sostanza potenzialmente in relazione con altre.

Il tipo di field è definito dal tipo di interazione tra due sostanze. È importante notare che spesso le definizioni dei field possono essere considerate sovrapposte: un field biologico può essere considerato anche chimico ad un più profondo livello di dettaglio; il trasferimento di calore per irraggiamento può essere considerato sia termico che elettromagnetico. Tuttavia, queste ambiguità non impattano minimamente la possibilità di uso e l'efficacia della tecnica di modellazione l'importante è mantenere con coerenza la stessa definizione all'interno di un'intera analisi di un sistema tecnico.

## Modello

Field	Simbolo
Gravitazionale	$F_{Gr}$
Meccanico	$F_{Mec}$
Acustico	$F_{Ac}$
Termico	$F_{Th}$
Chimico	$F_{Ch}$
Elettrico	$F_{El}$
Magnetico	$F_M$
Elettromagnetico	$F_{EM}$
Biologico	$F_B$
Nucleare	$F_N$

Fig. 1.1.1.a – tipi di Field e simboli di rappresentazione

## Esempio



Tipo di Field	Esempi
Gravitazionale	Gravità, attrazione interplanetaria
Meccanico	Attrito, pressione, inerzia
Acustico	Onde sonore, ultra-suoni
Termico	Scambi di calore per conduzione, convezione, irraggiamento
Chimico	Ossidazione, soluzioni, combustione, convezione, radiazioni
Elettrico	Elettrostatica,
Magnetico	Magnetostatica, induzione magnetica
Elettromagnetico	Luce, laser, microonde, raggi-X, raggi-gamma
Biologico	Fermentazione, decadimenti
Nucleare	Fusione nucleare, fissione nucleare

Fig. 1.1.1.b – esempi di Field

## Auto valutazione

### Esercizio 1:



Analizzare le seguenti interazioni tra sostanze, identificare il tipo di field e assegnare il simbolo appropriato:

- Una scopa spazza il pavimento;
- Un frigorifero raffredda una bottiglia d'acqua;

- c) Una radio emette musica;  
 d) Un forno cuoce un pollo;  
 e) La vernice cola i muri;  
 f) La torcia illumina la grotta;  
 g) La fiamma di un fiammifero accende una sigaretta;  
 h) L'orientazione ruota l'ago di una bussola;  
 i) il martello colpisce il chiodo;  
 j) un ortaggio diventa marcio;  
 k) lo zucchero si discioglie nel caffè;  
 l) un neutrone è stato aggiunto al nucleo di idrogeno.

Risposta 1:

Interazione	Tipi di field	Simbolo
La scopa spazza il pavimento	Meccanico (forza, pressione)	$F_{Mec}$
Il frigorifero raffredda una bottiglia d'acqua	Termico (convezione)	$F_{Th}$
Una radio emette musica	Acustico (onde sonore)	$F_{Ac}$
Il forno cuoce l'arrosto	Termico (irraggiamento) o elettromagnetico (infrarosso)	$F_{Th} - F_{EM}$
La vernice colora il muro	Chimico (adesione)	$F_{Ch}$
Una torcia illumina una caverna	Elettromagnetico (luce)	$F_{EM}$
La fiamma di un fiammifero accende una sigaretta	Chimico (combustione)	$F_{Ch}$
L'orientazione ruota l'ago della bussola	Magnetico (campo magnetico terrestre)	$F_M$
Un martello colpisce un chiodo	Meccanico (forza di impatto)	$F_{Mec}$
Un ortaggio diventa marcio	Biologico (decomposizione)	$F_B$
Un cucchiaio di zucchero si scioglie nel caffè	Chimico (soluzione)	$F_{Ch}$
Un positrone è stato aggiunto al nucleo di idrogeno	Nucleare ( fusione)	$F_N$



### Bibliografia

[1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3





Vedi anche:

[4.1.1.1- Tipi di Field e relativa simbologia](#)

## 4.1.1.2 – TIPI DI INTERAZIONI E SIMBOLOGIA RELATIVE



### Definizione

Si considerino due sostanze interagenti, S1 e S2, tali che S2 eserciti una certa influenza su una proprietà EP (parametro di valutazione) di S1.

Azione utile: un’azione è considerata utile quando l’influenza su EP è desiderata.

Azione dannosa: un’azione è considerata dannosa quando la modifica di EP è indesiderata o va nella direzione sbagliata.

Azione insufficiente, incompleta: un’azione utile è considerata insufficiente o incompleta quando l’impatto sull’EP è inferiore alle aspettative.

Azione mancante: un’azione utile è considerata mancante quando la variazione attesa dell’EP è potenzialmente realizzabile, ma non ancora implementata nel sistema.

Azione incontrollata: un’azione utile è considerata incontrollata quando il range di valori assunti dall’EP è troppo grande.

Azione eccessiva: un’azione utile è considerata eccessiva quando la variazione dell’EP supera i valori richiesti.

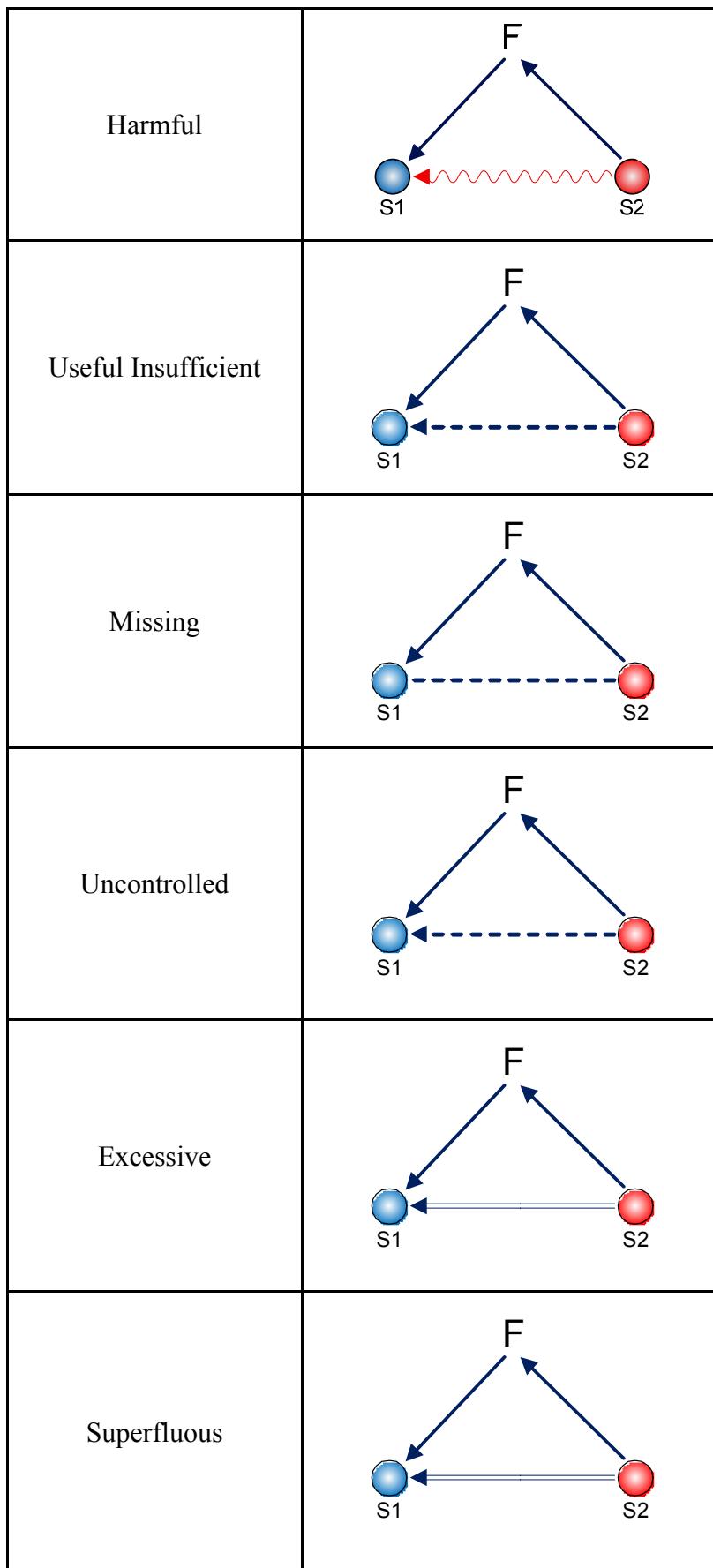
Azione superflua: un’azione utile è considerata superflua quando, pur non creando effetti indesiderati, è considerata non necessaria per il funzionamento del sistema.

### Teoria

Una funzione è caratterizzata da un elemento soggetto che la svolge (in termini TRIZ un “tool”), dall’azione svolta e da un oggetto che la subisce. L’azione è propriamente definita se può essere espressa da uno dei quattro verbi (aumentare, diminuire, cambiare o stabilizzare) combinato con il nome della proprietà dell’oggetto ([ENV model](#)). Questa proprietà, che può essere la dimensione, il colore, la conducibilità elettrica, la forma, sarà perciò fissata ad un certo valore, quindi un metro, rosso, cinque siemens per metro, sferica, in seguito all’effetto della funzione. Se la modifica della proprietà è desiderata, la funzione associata sarà considerata utile, mentre se non è desiderata allora la funzione sarà considerata dannosa. Tra le funzioni utili, se la proprietà dell’oggetto assume esattamente il valore richiesto, allora la funzione sarà considerata utile e sufficiente; invece, se il valore raggiunto risulti essere inadeguato alle necessità, la funzione sarà considerata utile, ma insufficiente.

### Modello

Type of interaction	Symbol
Useful	



*Fig. 1.1.2.a - tipi di interazione e simbologia relativa*

## Strumenti

Passi da seguire per classificare il tipo di interazione tra due sostanze:

1. identifica le sostanze in interazione e distingui quale svolge il ruolo di **tool** e quale di **oggetto** (o prodotto);
2. identifica il tipo di field esistente;
3. identifica il parametro di valutazione dell'oggetto modificato dal tool tramite il field;
4. analizza l'influenza del field sul parametro di valutazione (EP, Evaluation Parameter):
  - a. se l'influenza sull'EP è desiderata, il field determina un'interazione utile;
    - i. se l'influenza sull'EP è desiderata, ma ha un effetto minore rispetto alle aspettative, il field determina un'azione utile ma insufficiente;
    - ii. se la variazione dell'EP è desiderata, ma il suo range di valutazione è troppo grande, il field determina un'azione utile ma incontrollata;
    - iii. se la variazione dell'EP è desiderata ma non è presente, il field determina un'interazione assente;
    - iv. se la variazione dell'EP è desiderata, ma è notevolmente maggiore rispetto al valore atteso, il field determina un'interazione utile ma eccessiva.
  - b. Se la variazione dell'EP non è desiderata, il field determina un'interazione dannosa;
  - c. Se la variazione dell'EP non è desiderata, ma questa non comporta nessuna conseguenza negativa, il field determina un'interazione superflua.

## Esempi

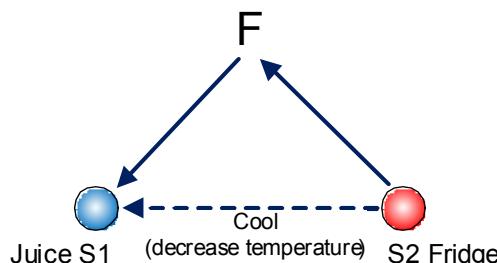
### Esempio 1:



Siamo in estate e fa molto caldo: Nina vuole offrire una bibita fresca ai suoi amici assetati. Sfortunatamente però, il frigo è vuoto e tutte le bevande quindi sono purtroppo troppo calde. Prova a metterle in frigo, ma per raffreddarle abbastanza c'è bisogno di molto tempo, e dopo 15 minuti sono ancora ad una temperatura non ancora accettabile.

Andiamo a classificare le interazione dell'ultima frase.

1. Le sostanze interagenti sono il frigo e le bibite, rispettivamente il tool e l'oggetto;
2. Il frigo e le bibite interagiscono attraverso un field termico (convezione di calore all'interno del frigo);
3. Il parametro delle bibite (prodotto) modificato dal frigo (tool) per mezzo del field termico è la loro temperatura: il frigorifero "diminuisce" la temperatura delle bibite;
4. La variazione apportata sull'EP da parte del frigo è desiderata (Nina vorrebbe che il frigorifero abbassasse la temperatura delle sue bibite), ma è minore del valore atteso (la temperatura rimane ancora troppo alta dopo 15 minuti), perciò il field determina un'azione utile ma insufficiente (fig. 1.1.2.b).



*Fig. 1.1.2.b – l'interazione tra il frigo (fridge) e le bibite (juice) è utile ma insufficiente poiché impiega troppo tempo per raffreddarle.*

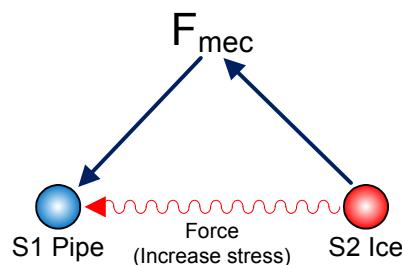
## Esempio 2:

Siamo in inverno: nel paese di Nina a Gennaio le temperature scendono spesso sotto lo zero, e può succedere che a volte le tubazioni dell'acqua congelino. Dato che il ghiaccio ha un volume maggiore rispetto all'acqua allo stato liquido, all'interno del tubo questo esercita una pressione più grande e ciò può causare la rottura di qualche tubazione.



Analizziamo l'interazione descritta nell'ultima frase.

1. Le sostanze in interazione sono il ghiaccio e il tubo, rispettivamente tool e oggetto dell'interazione (da notare che in questo caso il tubo è considerato come prodotto perché viene influenzato dall'azione del ghiaccio);
2. Ghiaccio e tubo interagiscono con un field meccanico (la pressione dovuta all'aumento di volume nel passaggio dell'acqua da liquida a solida);
3. Il parametro del tubo (prodotto) modificato dal ghiaccio (tool) attraverso il field meccanico è la sollecitazione del materiale (EP): il ghiaccio aumenta lo stress del materiale del tubo;
4. L'influenza del ghiaccio sull'EP è indesiderata (non vorremmo che il ghiaccio aumentasse la sollecitazione del tubo), quindi il field determina un'interazione dannosa (fig. 1.1.2.c).



*Fig. 1.1.2.c – l'interazione tra il ghiaccio e il tubo è dannosa perché l'aumento dello stress meccanico del materiale del tubo non è desiderato.*

## Auto valutazione



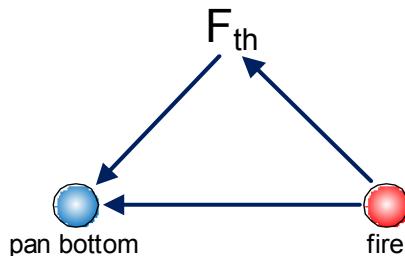
### Esercizio 1.1.2.1:

Nina è in cucina. Si accorge che la padella è sul fornello, e mentre la fiamma riscalda il fondo della stessa, riscalda anche il suo manico. Prova a modellare queste due situazioni.



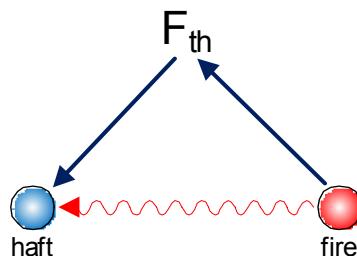
## Risposta 1.1.2.1:

Dobbiamo modellare due situazioni differenti: la prima è relativa alla funzione svolta dal fuoco nei confronti del fondo della padella. Ci sono due sostanze, il fondo della padella (S1) e il fuoco (S2), e un field termico. L'azione svolta è utile e sufficiente, fig. 1.1.2.d.



*Fig. 1.1.2.d – modello Su-field di una padella sul fuoco*

Il secondo modello da costruire rappresenta il surriscaldamento del manico della padella. In questo caso le due sostanze sono il manico stesso (S1) e il fuoco (S2). Il field di interazione è sempre termico, ma questa volta l'azione svolta dal fuoco nei confronti del manico è dannosa, in quanto un manico caldo potrebbe scottare la mano dei Nina (fig. 1.1.2.e).



*Fig. 1.1.2.e – modello Su-Field dell'azione dannosa svolta dal fuoco nei confronti del manico della padella*



## Bibliografia

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3

## 4.1.2 – MODELLO DI UN SISTEMA TECNICO MINIMO



Vedi anche:

[4.1.1.1 - Tipi di Field e relativa simbologia](#)

[4.1.1.2 – Tipi di interazioni e relativa simbologia](#)

### Teoria

Il minimo sistema tecnico capace di svolgere una certa funzione deve essere costituito da tre elementi: due sostanze e un field.

Quindi il più semplice modello di un sistema è una terna  $S_1$ ,  $S_2$  e  $F$  in cui  $S_2$  svolge un'azione nei confronti di  $S_1$  attraverso il field  $F$  (fig. 1.2.a).

Il field è classificato secondo i criteri già espressi in [1.1.1 Tipi di Field e simbologia relativa](#).

L'azione esercitata da  $S_2$  su  $S_1$  può essere classificata secondo i criteri definiti in [1.1.2 Tipi di interazione relativa simbologia](#).

Un modello Su-Field è rappresentato graficamente per mezzo di specifici simboli e regole ([1.2.1 Rappresentazione grafica di un modello Su-Field](#)).

### Modello

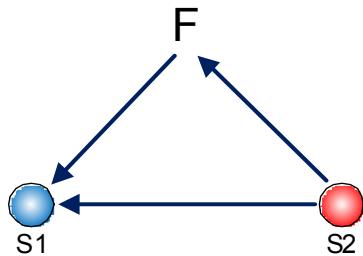
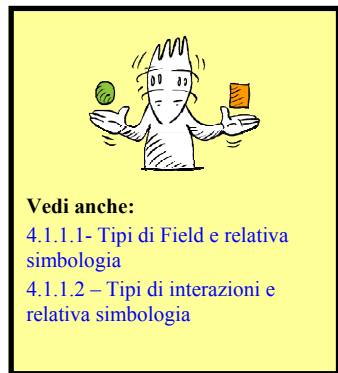


Fig. 1.2.a – modello di un Sistema Tecnico Minimo



## 4.1.2.1 – RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DI UN MODELLO SU-FIELD

### Modello

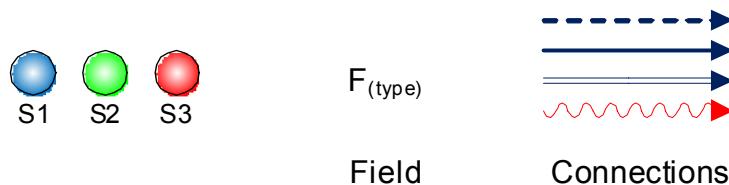


Fig. 1.2.1.a – elementi di un modello Su-Field: Sostanze, Field e Connessioni

### Strumenti

Passi da seguire per costruire un modello Su-Field di un’interazione funzionale:

1. Identifica le sostanze coinvolte nell’interazione funzionale;
2. Verifica la presenza di un o più field tra ogni coppia di sostanze individuate;
3. Classifica il tipo di field (1.1.1) e di interazione (1.1.2);
4. Assegna il simbolo adeguato ad ogni elemento (fig. 1.2.1.a).

### Esempi



#### Esempio 1.2.1.1: Nina prepara i sandwich

Mentre sta tagliando il pane per preparare dei sandwich per un picnic, Nina si provoca un piccolo taglio ad un dito col coltello.

Costruiamo il modello Su-Field della situazione.

1. In questo caso abbiamo tre sostanze principali: S1, il pane (oggetto della funzione tagliare); S2, il dito di Nina (oggetto della funzione ferisce); S3, il coltello (soggetto delle azioni “tagliare il pane” e “ferire il dito di Nina”) – fig. 1.2.1.b.



Fig. 1.2.1.b – le sostanze coinvolte nell’azione ‘Nina prepara i sandwich’

2. Non c’è nessun field tra il pane e il dito (secondo la descrizione del problema, infatti, non viene messo in evidenza, e quindi non è rilevante, il fatto che Nina tenga il pane con le dita); c’è però interazione tra il pane e il coltello come tra il dito e il coltello – fig. 1.2.1.c

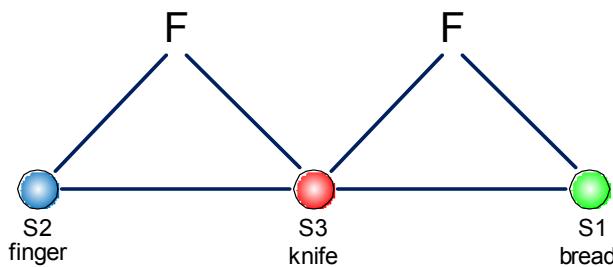


Fig. 1.2.1.c – rappresentazione dei field agenti tra le sostanze identificate

3. Il field F tra il coltello e il dito di Nina è chiaramente meccanico: il coltello provoca una ferita al dito a causa di una pressione specifica troppo elevata, o con un'espressione formale utilizzando uno dei quattro verbi “*aumenta* il numero di ferite del dito” (da zero a uno) oppure “*diminuisce* la salute del dito”. Poiché la modifica sul parametro di valutazione del prodotto (numero di ferite del dito, o la salute del dito) causata dal coltello (il tool), l’interazione tra S<sub>3</sub> e S<sub>2</sub> è da considerarsi dannosa.
- Il field F<sub>2</sub> tra il coltello e il pane è sempre di tipo meccanico: il coltello taglia il pane, o esprimendo l’interazione in maniera formale “aumenta il numero delle fette di pane”. In questo caso la variazione apportata dal coltello (tool) sul parametro di valutazione del prodotto (numero di fette) è desiderata e non si ha nessuna informazione riguardo ad un numero preciso di fette, quindi l’interazione tra S<sub>3</sub> e S<sub>1</sub> è utile e sufficiente.
4. Fig. 1.2.1.d

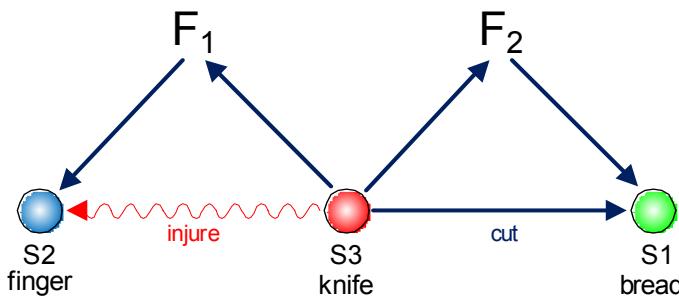


Fig. 1.2.1.d – modello Su-Field dell’azione “Nina prepara dei sandwich”

## Autovalutazione

### Esercizio 1:

Nina vuol fare ascoltare una famosa canzone che ha nel suo computer al suo amico Mat. Il file è in formato MP3 e ha una dimensione di 4.6 Mbyte. Vorrebbe spedirgliela come allegato di una e-mail, ma Mat non ha una connessione internet a casa quindi Nina è costretta a trasferire il file con un altro supporto. La sua penna USB è rotta quindi vorrebbe usare un CD, ma quando va ad aprire il cassetto per prenderne uno vergine si accorge che sono terminati, le rimangono solo DVD. Prova a costruire un modello Su-Field dell’azione “trasferimento del file”.



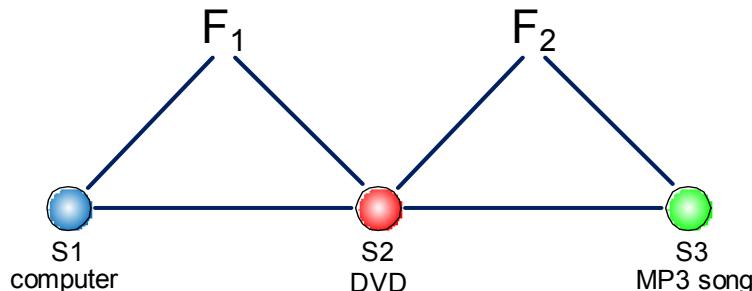
### Risposta 1:

Il primo passo è l’individuazione delle sostanze che compongono la scena: in questo caso c’è il computer (S<sub>1</sub>), il DVD vergine (S<sub>2</sub>) e il file MP3 (S<sub>3</sub>), fig. 1.2.1.e.



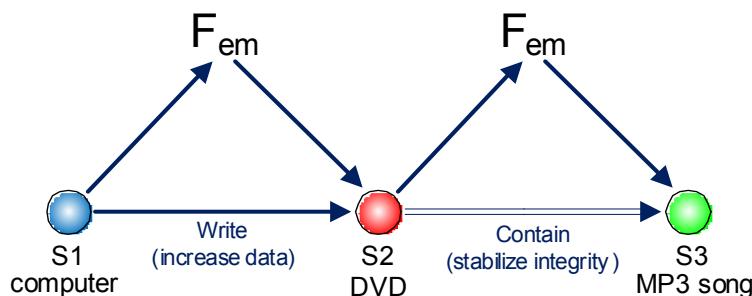
Fig. 1.2.1.e – le tre sostanze presenti nel problema

Per completare il modello sono richiesti anche i field che interagiscono tra le sostanze, fig. 1.2.1.f. La parte a sinistra del modello raffigura l'azione del trasferimento del file tra il computer e il DVD, quindi l'azione dello scrivere, mentre la parte di destra indica che il file è contenuto nel DVD.



*Fig. 1.2.1.f – il primo passo per la costruzione del modello Su-Field*

Ora c'è da capire che genere di field sono F1 e F2. Il computer trasferisce il file sul DVD con una scrittura laser, quindi F1 potrebbe essere considerato elettromagnetico; il DVD contiene una traccia magnetica del file, pertanto F2 può essere pensato come un field magnetico. L'azione dello scrivere svolta dal computer nei confronti del DVD è utile e sufficiente; anche il DVD svolge un'azione utile, quella di contenere il file, ma in questo caso è da considerarsi eccessiva: Nina ha infatti utilizzato un DVD dalla capacità di 4.7 Gbyte per trasferire un file di soli 4.6 Mbyte. Fig. 1.2.1.g.



*Fig. 1.2.1.g – il modello Su-Field finale*

## Bibliografia

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



## 4.2 - SOLUZIONI STANDARD

### Definizioni

Una *Soluzione Standard* è un modello di soluzione di un problema tipico modellato tramite le interazione *Su-Field*.



### Teoria

Le *Soluzioni Standard* (talvolta chiamate brevemente *Standard*) sono un insieme di 76 modelli di sintesi e di trasformazione di un sistema tecnico in accordo con le Leggi di Evoluzione dei Sistemi Ingegneristici.

Insieme ad *Ariz*, al database degli *Effetti* e alle *Leggi di Evoluzione dei Sistemi Ingegneristici*, le Soluzioni Standard costituiscono l'insieme di strumenti il più avanzato ed efficace di tutto TRIZ Classico, tanto che Altshuller abbandonò a loro favore strumenti quali la *Matrice delle Contraddizioni Tecniche* e i *Principi Inventivi*.

Gli Standard sono stati sviluppati negli anni tra il 1975 e il 1985 con lo scopo di fornire un approccio strutturato per la soluzione di problemi tecnici, dando la possibilità di utilizzare in maniera sistematica le proprie conoscenze in aggiunta ai database degli effetti fisici, geometrici e chimici.

Originariamente gli Standard furono elencati come modelli di soluzioni ciascuno indipendente e separato dagli altri, numerati secondo l'ordine di formalizzazione.

Nel 1979 Altshuller pubblicò in [1] un insieme di 28 Standard classificati in 3 sottoinsiemi. Negli anni successivi sono stati aggiunti ulteriori Standard per arrivare all'ultima versione con la suddivisione in 5 classi (fig. 2) [2].

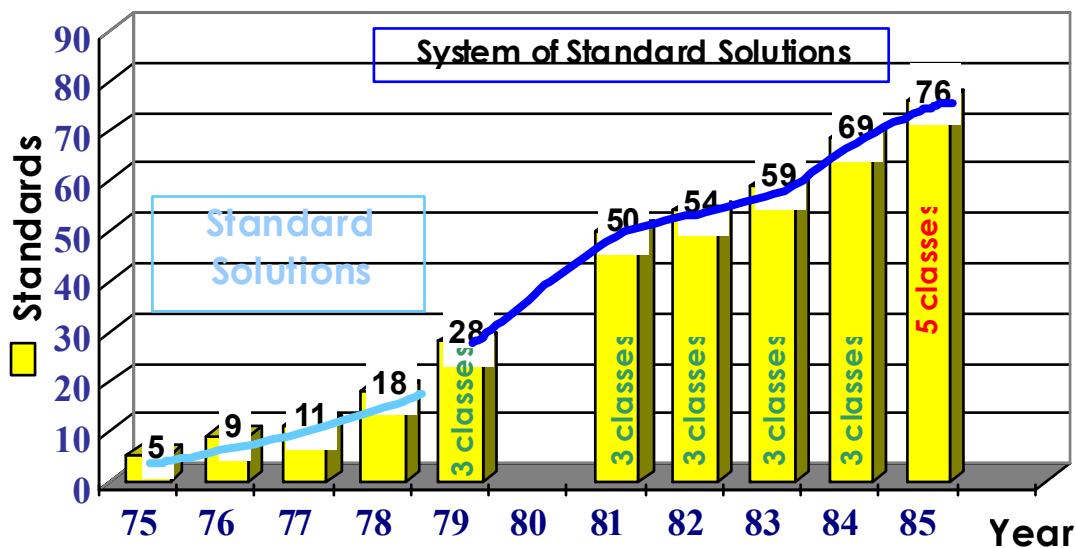


Figura 2: storia dello sviluppo delle Soluzioni Standard

### Strumenti

Le Soluzioni Standard possono essere utilizzate per risolvere la maggior parte dei problemi "tipici" che possono essere rappresentati tramite modelli *Su-Field*, cioè quando esiste un'interazione insufficiente o dannosa tra due sub system.



Permettono di superare o di aggirare una contraddizione senza la necessità di una sua identificazione e formulazione.

Gli Standard sono utili anche per utilizzare la propria conoscenza in maniera sistematica.

Per poter applicare una Soluzione Standard è necessario:

1. Costruire un modello Su-Field del problema;
2. Scegliere lo Standard più appropriato;
3. Seguire le linee guida associate allo Standard scelto;

## Bibliografia



- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



## 4.2.1 – STRUTTURA DI UNA SOLUZIONE STANDARD

### Teoria

Ogni Soluzione Standard è strutturata come trasformazione di un *modello Su-Field* iniziale e problematico in un *modello Su-Field* modificato, in cui scompaiono le caratteristiche indesiderate delle interazioni tra i *sub system* (fig. 2.1.a).

### Modello

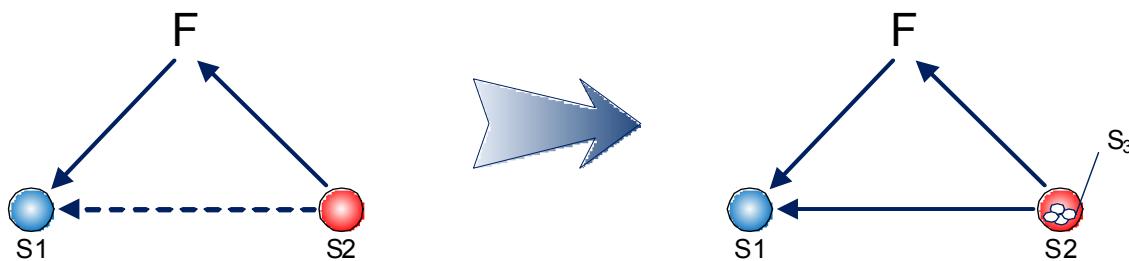


Figura 2.1.a - modello esemplificativo di una Soluzione Standard: un'interazione Su-Field indesiderata (in questo caso un'interazione insufficiente) scompare con la trasformazione del modello Su-Field

### Strumenti

Una Soluzione Standard è composta da tre elementi principali:

- D: (Description) la descrizione di una soluzione problematica tipica in cui è possibile applicare lo Standard;
  - G: (Guidelines) le linee guida per l'introduzione le modifiche al sistema necessarie per la risoluzione del problema tipico;
  - M: (Model, quando presente) una rappresentazione grafica della trasformazione tramite modelli Su-Field (fig. 2).
- Il modello grafico della trasformazione non è sempre rappresentabile; in particolare, viene omesso quando la trasformazione del modello Su-Field comporta una modifica qualitativa di una sostanza o di un field al posto dell'introduzione di una sostanza nuova o modificata.
- N: (Notes) a volte viene aggiunta una nota alle linee guida per fornire maggiori spiegazioni sulla loro applicazione.



### Esempio

I tre elementi per lo Standard 1.1.2 sono i seguenti:

- D: la descrizione della tipica situazione problematica in cui è possibile applicare lo Standard è quando:  
“c'è il bisogno in un Sistema Su-Field di aumentare l'effetto positivo in una certa interazione e le condizioni al contorno non prevedono nessuna limitazione sull'introduzione di sostanze additive in almeno una delle sostanze iniziali”;
- G: le linee guida per introdurre modifiche nel sistema per risolvere il problema tipico sono: “il problema è da risolversi tramite una transizione (temporanea o permanente) ad un Sistema Su-Field complesso, con l'introduzione di additivi nelle sostanze presenti. Questi additivi aumentano il controllo sul Sistema Su-Field o gli forniscono le proprietà richieste”;
- M: vd. Fig. 2.1.b



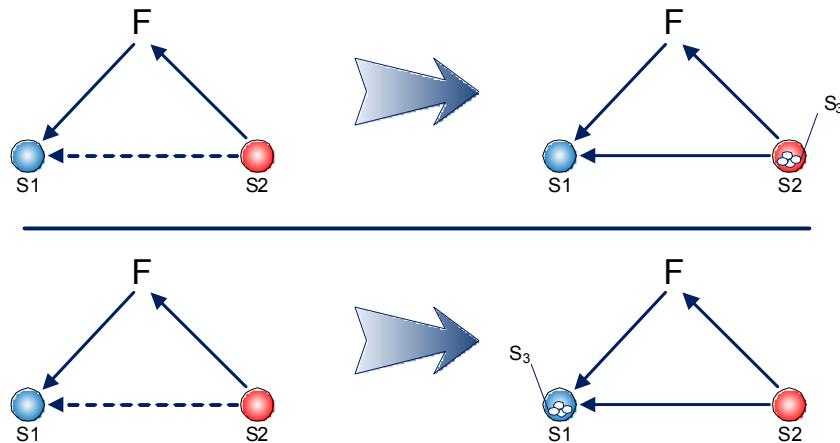


Fig. 2.1.b – modello dello Standard 1.1.2

### Autovalutazione



#### Esercizio 1:

analizza alla Soluzione Standard riportata di seguito e identifica gli elementi che la compongono.

#### STANDARD 1-1-4

Qualora in un modello Su-Field sia necessario aumentare l'effetto positivo di un'interazione, e le condizioni al contorno limitano l'introduzione di nuove sostanze, il problema può essere risolto con l'ausilio dell'ambiente in cui si trova il sistema, utilizzato come nuova sostanza, al fine di incrementare l'efficienza dell'interazione esistente.

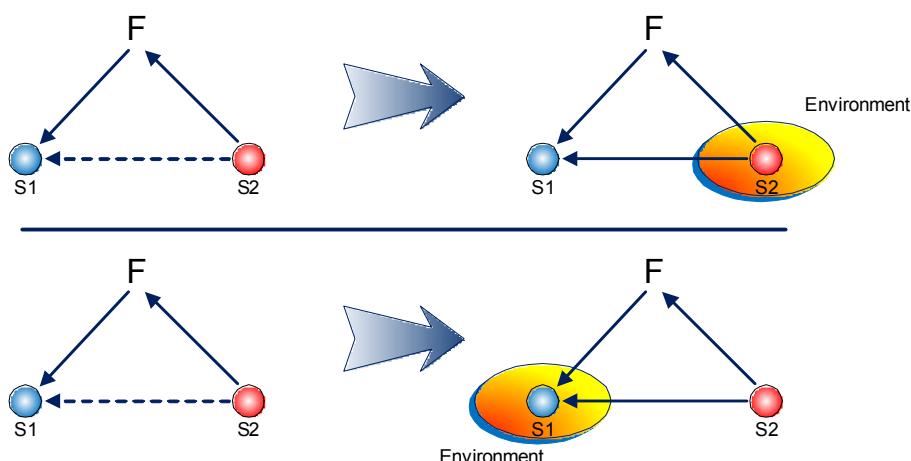


Fig. 2.1.c – modello dello Standard 1.1.4

#### Risposta 1:

- D: qualora in un modello Su-Field sia necessario aumentare l'effetto positivo di un'interazione, e le condizioni al contorno limitano vietano l'introduzione di nuove sostanze,
- G: è possibile risolvere il problema utilizzando l'ambiente esistente come sostanza per aumentare l'efficienza dell'interazione esistente.
- M: (fig. 1.1.4)



## Esercizio 2:

Analizza alla Soluzione Standard riportata di seguito e identifica gli elementi che la compongono.



### STANDARD 2-2-2

L'efficienza di un Sistema Su-Field può essere migliorata aumentando il grado di frammentazione (segmentazione) dell'elemento che agisce da strumento nell'interazione.

Lo Standard rappresenta uno dei più importanti trend di evoluzione tecnologica: la segmentazione dell'elemento ("tool") o delle sue parti in interazione diretta con il prodotto. Il processo termina nel momento in cui lo strumento è sostituito da un nuovo field capace di svolgere la sua funzione. Generalmente l'evoluzione di un tool passa attraverso le seguenti fasi: non-segmentato, segmentato, ridotto in polvere, liquido, gas, nuovo field.

### Risposta 2:

- D: l'efficienza di un Sistema Su-Field può essere migliorata  
G: aumentando il grado di frammentazione dell'elemento che agisce da strumento nell'interazione.  
N: Lo Standard rappresenta uno dei più importanti trend di evoluzione tecnologica: la segmentazione dell'elemento ("tool") o delle sue parti in interazione diretta con il prodotto. Il processo termina nel momento in cui lo strumento è sostituito da un nuovo field capace di svolgere la sua funzione. Perciò, l'evoluzione di un tool passa attraverso le seguenti fasi: non-segmentato, segmentato, ridotto in polvere, liquido, gas, nuovo field.



### Bibliografia

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



#### 4.2.1.1 – TRASFORMAZIONE DI UN SISTEMA SU-FIELD

##### Teoria

Secondo il sistema delle soluzioni Standard, possono essere applicate ad un sistema Su-Field le seguenti le trasformazioni:

- Introduzione di una Nuova *Sostanza*
  - o Un nuovo elemento (fig. 2.1.1.a-b)
  - o Un additivo interno
  - o Un additivo esterno
  - o Una risorsa già presente nell'ambiente
- Introduzione di un Nuovo *Field* (fig. 2.1.1.c-d)
- Modifica di una sostanza
  - o Modifica del *Tool* (fig. 2.1.1.e)
  - o Modifica dell'*Oggetto*
  - o Modifica dell'ambiente circostante le sostanze del Sistema Su-Field
- Modifica di un *Field* (fig. 2.1.1.f)
- Uso degli *Effetti* Fisici, Chimici e Geometrici;
- Una combinazione tra qualsiasi delle trasformazioni precedenti.

Le modifiche possono essere applicate sia all'intero elemento o ad una porzione in termini di cambiamenti/variazioni di una qualsiasi risorsa, del tipo:

- Spazio: numero di dimensioni (1D,2D,3D), topologia, forma, dimensione;
- Tempo: tempismo di un'azione, durata di un'azione, frequenza di un'azione;
- Proprietà: proprietà chimiche, proprietà fisiche (elettriche, magnetiche, ottiche, ...)
- Energia: quantità di energia, tipo di energia (cinetica, termica, elettrica, ...)

##### Modello

Modelli esemplificativi delle trasformazioni di un Sistema Su-Field:

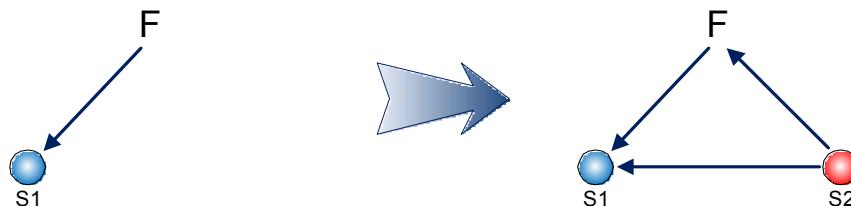


Fig. 2.1.1.a – introduzione di una nuova sostanza

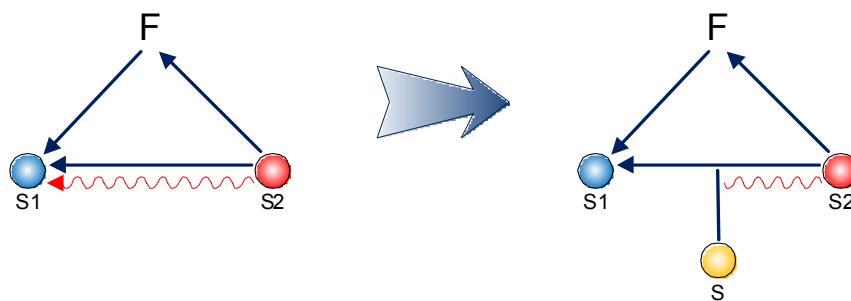
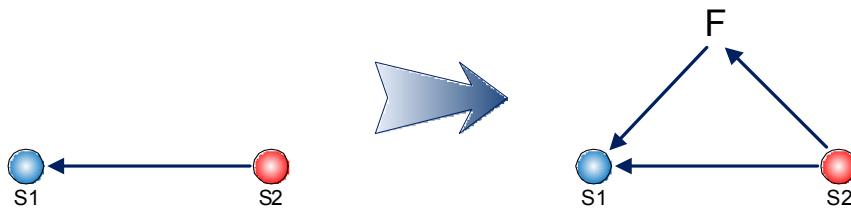
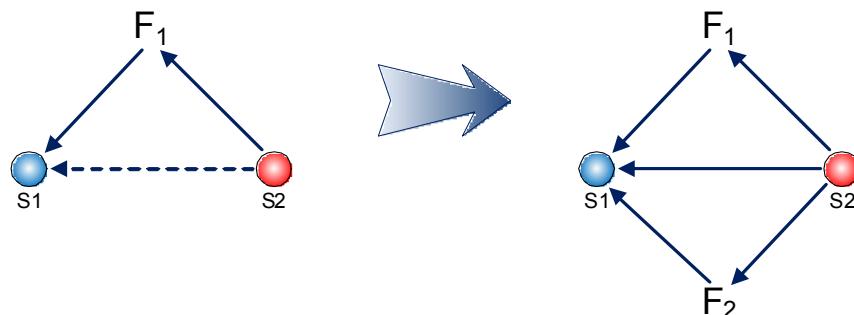


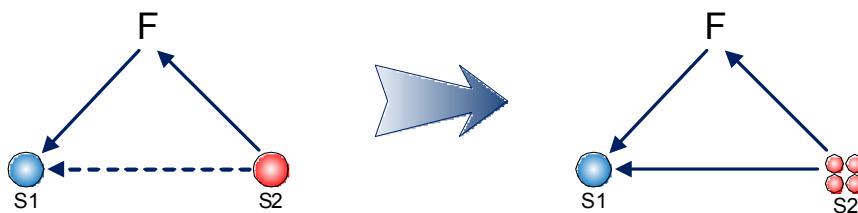
Fig. 2.1.1.b – introduzione di una nuova sostanza



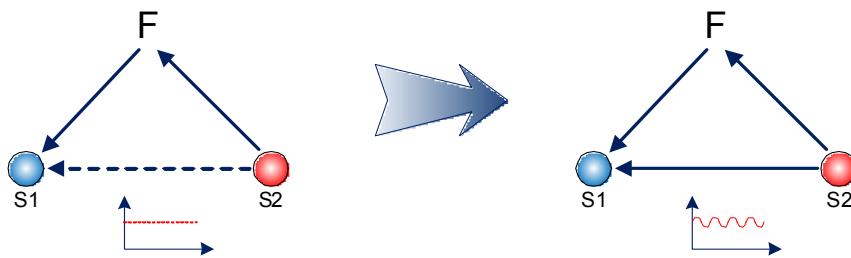
*Fig. 2.1.1.c – introduzione di un nuovo Field*



*Fig. 2.1.1.d – introduzione di un nuovo Field*



*Fig. 2.1.1.e – modifica del Tool*



*Fig. 2.1.1.f – modifica del Field*

## Strumenti

Applicare una Soluzione Standard significa seguire le direzioni dello Standard selezionato in modo da trasformare il Sistema Su-Field originale caratterizzato da un'efficienza bassa o due effetti indesiderati in un altro sistema Su-Field dove il problema scompare.



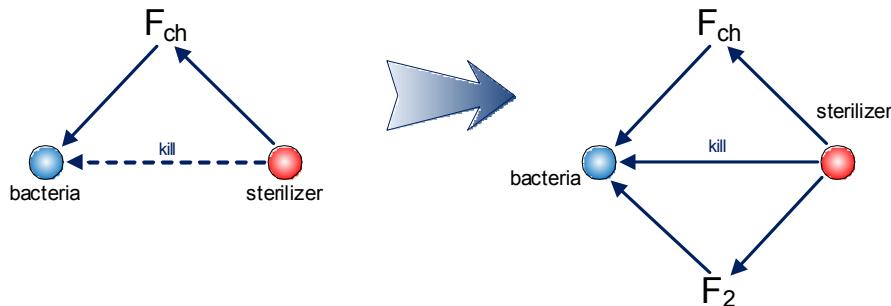
La trasformazione suggerita dallo Standard selezionato deve essere applicata tenendo in considerazione le risorse Su-Field già disponibili nel sistema e secondariamente risorse nuove o modificate da integrare nel sistema stesso.

A tal fine può essere di supporto la consultazione del *database degli effetti* per completare la conoscenza individuale e del team.

## Esempio

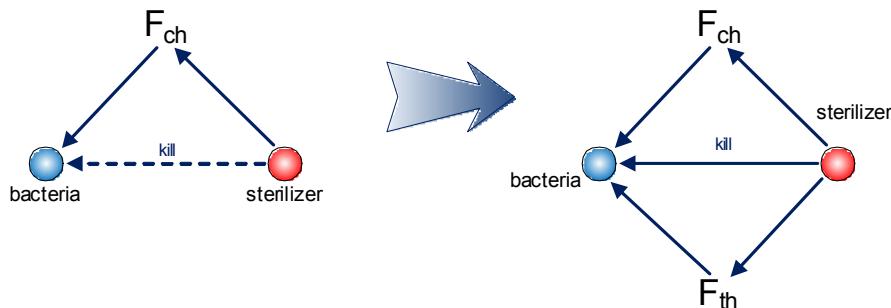


È necessario accelerare il processo della sterilizzazione di un contenitore per cibo per mezzo di reagenti chimici. Dopo la *costruzione di un modello Su-Field* della situazione attuale, uno degli Standard rilevanti per la risoluzione di questo problema suggerisce la seguente trasformazione (fig. 2.2.2.g).



*Fig. 2.1.1.g – trasformazione suggerita per migliorare l'efficienza del processo di sterilizzazione*

L'analisi delle risorse disponibili, supportata anche dalla ricerca nel database degli effetti, suggerisce l'ipertermia con una possibile soluzione per migliorare l'efficienza del processo (fig. 2.1.1.h).



*Fig. 2.1.1.h – uso dell'ipertermia come azione complementare per uccidere i batteri*

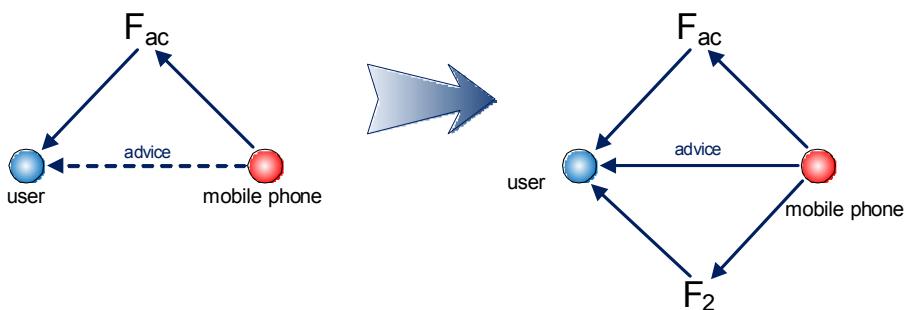
## Autovalutazione



### Esercizio 1:

Se la suoneria è spenta (per esempio durante una conferenza), un cellulare avvisa dell'arrivo di una chiamata tramite la vibrazione, ma se il telefonino giace su una superficie morbida (per esempio una cartellina in pelle, un giornale, ecc) la vibrazione non produce nessun suono e l'utente potrebbe non accorgersi della chiamata in arrivo. Dopo aver costruito un modello Su-Field della situazione attuale, uno degli Standard utili ad approcciare il problema suggerisce la seguente trasformazione (fig. 2.1.1.i).

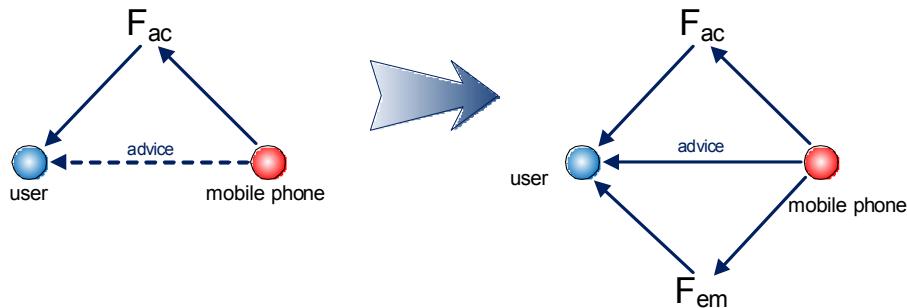
Sviluppa una soluzione secondo la direzione suggerita.



*Fig. 2.1.1.i – Trasformazione suggerita per migliorare l'efficienza della soneria in un cellulare*

## Soluzione 1:

Per completare il field vibrazionale/acustico già presente nel sistema può essere aggiunto in parallelo un segnale ottico (per esempio con una luce intermittente del display, fig. 2.1.1.j)



*Fig. 2.1.1.j – utilizzo di un segnale ottico come strumento complementare per avvisare l'utente di una chiamata entrante*

## 4.2.2 – CLASSIFICAZIONE DELLE SOLUZIONI STANDARD

### Definizione



In TRIZ classico le Soluzioni Standard sono raggruppate in cinque classi:

1. migliorare le interazioni ed eliminare gli effetti negativi
2. evoluzione dei sistemi
3. transizione al macro e micro livello
4. problemi di rilevazioni e di misura
5. meta-soluzioni, aiuti generici

### Teoria

Le soluzioni Standard sono state sviluppate nella seconda metà degli anni 70 raccogliendo soluzioni tipiche a problemi tecnici. Originariamente furono numerate semplicemente in maniera sequenziale, secondo l'ordine della loro formulazione.

Nel marzo del 1979 Altshuller sviluppò il primo sistema di Standard raccolto in tre classi:

1. gli Standard per le modifiche dei sistemi
2. gli Standard per rilevazioni e misure
3. Standard per l'applicazione degli Standard

Dalla fine del 1984 la maggior parte delle scuole TRIZ nell'ex Unione Sovietica hanno adottato questo sistema di Standard per la soluzione di qualsiasi problema "ordinario", mentre ARIZ venne applicato per le analisi non-Standard, cioè sia per problemi inventivi che per la formulazione di ulteriori Standard.

Dopo l'identificazione e la formalizzazione delle *Leggi Di Evoluzione Dei Sistemi Ingegneristici* (LESE, 1983-1986) Altshuller suggerì una nuova classificazione delle 76 soluzioni Standard in cinque classi per armonizzarle con le LESE:

1. migliorare le interazioni ed eliminare gli effetti negativi
2. evoluzione dei sistemi
3. transizione al macro e micro livello
4. problemi di rilevazioni e di misura
5. meta-soluzioni, aiuti generici



## Modello

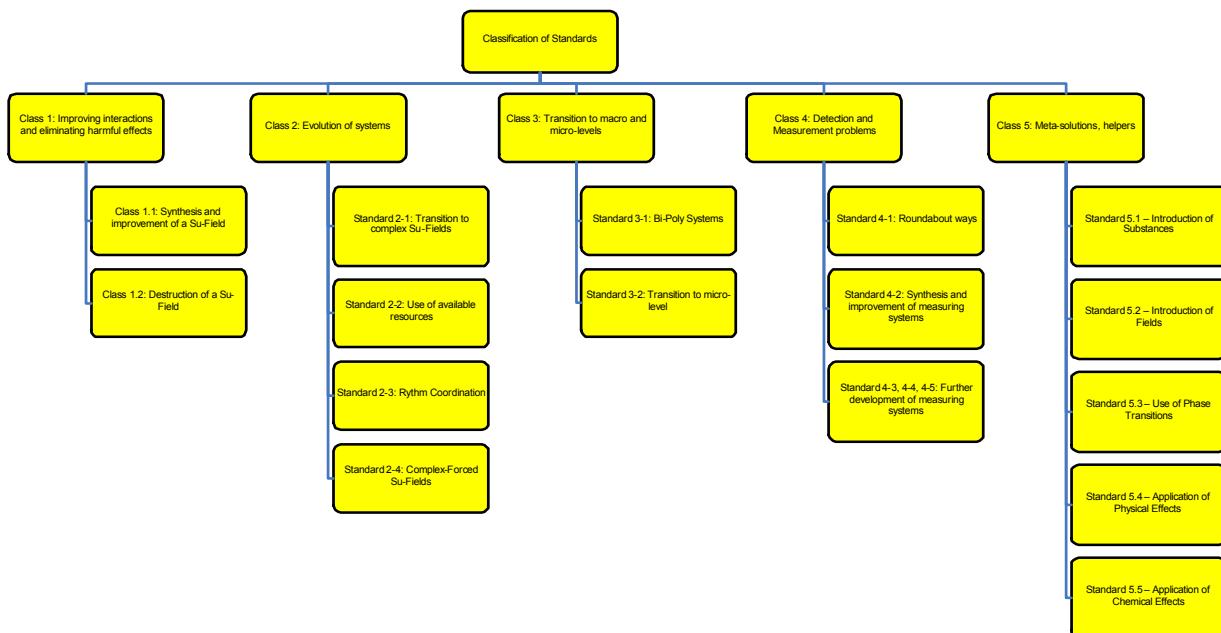


Fig. 2.2.a – classificazione delle Soluzioni Standard

## Strumenti

La classificazione delle soluzioni Standard è una guida per la selezione del giusto Standard da applicare (fig. 2.2.a):

- se una funzione mancante o un'interazione utile tra due elementi di un *Sistema Tecnico* deve essere migliorata, gli Standard utili possono essere trovati nella Classe 1.1;
- se un problema è caratterizzato da un'interazione dannosa tra due elementi di un Sistema Tecnico, gli Standard pertinenti possono essere trovati nella Classe 1.2;
- in entrambi i casi, si possono applicare delle modifiche alle sostanze/risorse presenti seguendo gli Standard della classe 2;
- problemi più critici richiedono cambiamenti radicali del Sistema Tecnico, con un passaggio al livello di *Super-System* (Classe 3.1) o con una transizione ad una scala delle interazioni più piccola (Classe 3.2);
- problemi di rilevazione e di misura possono essere risolti eliminando la necessità di fare misure (Classe 4.1), aggiungendo una nuova interazione in grado di fornire l'informazione richiesta (Classe 4.2), facendo evolvere ulteriormente gli elementi di misura (Classe 4.3);
- qualsiasi sia lo Standard da applicare, alcune precauzioni particolari possono essere prese per evitare effetti indesiderati nell'introduzione di una nuova sostanza (Classe 5.1), di un nuovo field (Classe 5.2), in una transizione di fase (classe 5.3) o nell'applicare Effetti Fisici e Chimici (Classi 5.4 e 5.5).



Suggerimenti più dettagliati sulla scelta e sull'uso degli Standard saranno dati nella *sezione 3*.

## Bibliografia

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



## CLASSE 1: MIGLIORARE LE INTERAZIONI E D ELIMINARE GLI EFFETTI NEGATIVI

### Teoria

La prima classe degli Standard inventivi è dedicata alla sintesi di un'interazione Su-Field, per il miglioramento dell'effetto positivo di un'interazione Su-Field o per eliminarne un suo effetto negativo, per mezzo di una trasformazione Su-Field ([paragrafo 4.2.1.1](#)).

### CLASSE 1.1: SINTESI E MIGLIORAMENTO DI UN SU-FIELD

#### Definizione



La fase di sintesi di un Su-Field consiste nella creazione di una triade completa Sostanza 1 - Field - Sostanza 2, che rappresenta il *modello minimo* di un sistema tecnico. Migliorare un Su-Field significa migliorare l'effetto positivo di un'interazione funzionale tra la Sostanza 2 (*Tool* o *utensile*) e la Sostanza 1 (*prodotto* o *oggetto*).

#### Strumenti

Il primo Standard (1.1.1) è mirato alla creazione di una nuova interazione Su-Field per mezzo dell'introduzione degli elementi mancanti del sistema. Invece, l'applicazione degli altri Standard della classe 1.1 (1.1.2-1.1.8), prevede il mantenimento del field esistente tra l'utensile S2 e l'oggetto S1 e l'aggiunta di sostanze per migliorare in maniera considerevole l'interazione esistente per effetto del field.

#### Bibliografia

[1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



## STANDARD 1-1-1: SINTESI DI UN SISTEMA SUBSTANCE-FIELD

### Definizione

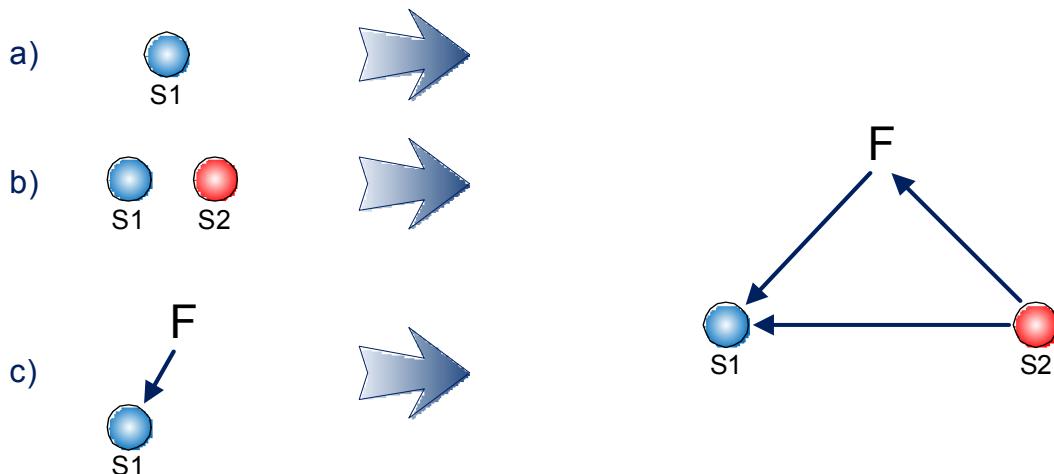
La fase di sintesi di un Su-Field consiste nella creazione di una triade completa Sostanza 1 - Field - Sostanza 2, che rappresenta il *modello minimo* di un sistema tecnico.



### Teoria

Se c'è la necessità di fornire un effetto positivo ad un *oggetto* (Sostanza 1) sviluppando una *funzione utile*, cioè modificando un parametro o una caratteristica dell'oggetto stesso, e le condizioni al contorno non prevedono nessuna limitazione sull'introduzione di sostanze e/o di field, il problema può essere risolto sintetizzando un modello Su-Field completo: l'oggetto è interessato dall'azione del campo fisico che produce i cambiamenti necessari.

### Modello



**Fig. 2.2.1.1.a – STANDARD 1-1-1: Sintesi di un sistema substance-field**

### Strumenti

Questo Standard si usa quando si deve eseguire una funzione utile nei confronti di un oggetto (S1), ma manca l'interazione capace di svolgere le modifiche richieste sull'oggetto stesso.



Si possono incontrare le situazioni diverse:

- non sono presenti altri elementi;
- c'è un elemento con la funzione di utensile (S2), ma non è presente nessun field per farle interagire con l'oggetto (S1);
- è presente un field (F), ma manca l'utensile.

Per svolgere la funzione utile è sistema deve essere completato aggiungendo gli elementi mancanti (fig. 2.2.1.1.a, destra), cioè introducendo una sostanza e/o un field nel sistema.

Per eseguire una ricerca sistematica della sostanza o del field da aggiungere nel sistema, si suggerisce di consultare la tabella delle *risorse Substance/Field*.



### Esempio

Vorremmo mantenere la porta del freezer chiusa in maniera perfetta in modo da minimizzare gli scambi di calore.

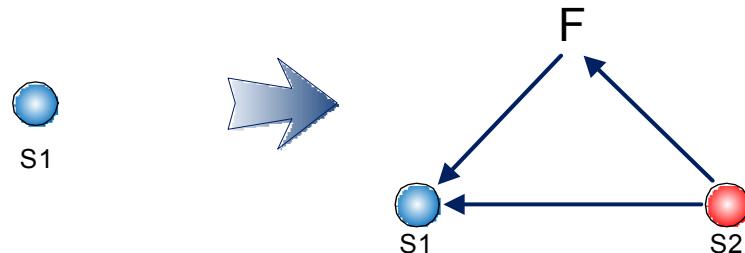
Per prima cosa è necessario determinare la funzione utile a svolgere: mantenere la porta chiusa può essere tradotto nella funzione "tenere la porta", cioè "stabilizzare la sua orientazione nella

# tETRIS

posizione di chiusura". È importante notare che la funzione è espressa propriamente quando si esplicita il parametro dell'oggetto da controllare (cioè da aumentare, diminuire, cambiare, stabilizzare).

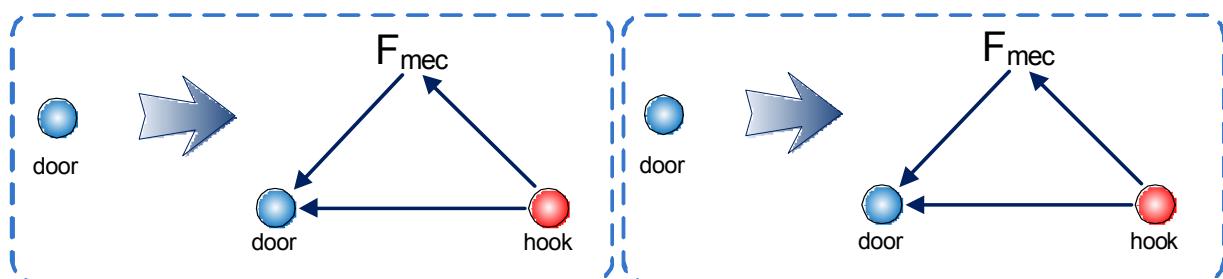
Nel nostro caso la situazione iniziale è quindi costituita solamente da un oggetto (la porta), poiché non è stato nominato nessun altro elemento (fig. 2.2.1.1.1.a, sottocaso a).

Secondo lo Standard 1.1.1, è necessario introdurre una sostanza e un field (fig. 2.2.1.1.1.b).



*Fig. 2.2.1.1.1.b – STANDARD 1-1-1: Sintesi di un sistema substance-field*

Utilizzando la tabella delle risorse Substance-Field o semplicemente basandosi sull'esperienza del problem solver, possono nascere diverse soluzioni: un field meccanico può essere creato per mezzo di un uncino (utensile); un campo magnetico può essere generato da un magnete, ecc., (fig. 2.2.1.1.1.c).



*Fig. 2.2.1.1.1.c – applicazione esemplificativa dello Standard 1.1.1 per svolgere la funzione “tenere la porta”*

## Autovalutazione

### Esercizio 1:

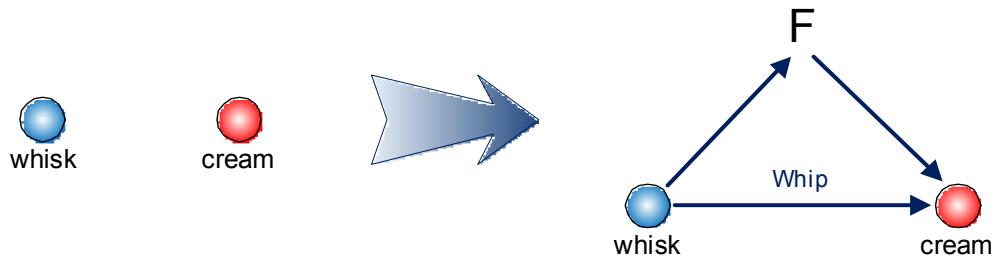


Nina è in cucina, e sta preparando per cena una torta insieme a sua madre. Hanno bisogno di montare la panna, così la mamma prepara una ciotola con la panna e una frusta, lasciando tutto sul tavolo. Ovviamente facendo in questo modo, la panna rimane liquida. Quando Nina arriva completa immediatamente il modello Su-Field. Cosa avrà fatto?



## Risposta 1:

Questo problema è molto semplice chiaramente, ed è stato risolto andando a completare un mini-model che era incompleto (fig. 2.2.1.1.1.d sinistra). Sul tavolo si hanno due sostanze: la panna, all'interno della ciotola, e la frusta. Secondo lo Standard 1.1.1, è facile notare che manca un field. Sfortunatamente per Nina una buona soluzione può essere un field meccanico, così è costretta a sbattere la frusta nella panna per montarla (fig. 2.2.1.1.1.d destra).



*Fig. 2.2.1.1.1.d – un esempio banale dell'uso dello Standard 1.1.1: montare la panna*

## Bibliografia

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



## STANDARD 1-1-2: MIGLIORARE LE INTERAZIONI CON L'INTRODUZIONE DI ADDITIVI DEGLI OGGETTI

### Definizione



Migliorare un Su-Field significa migliorare l'effetto positivo di un'interazione funzionale tra S2 (*tool* o *utensile*) e S1 (*prodotto* o *oggetto*), senza modificare il field principale esistente tra le due sostanze.

L'interazione può essere migliorata con l'introduzione di un additivo interno alle sostanze.

### Teoria

Se c'è la necessità di migliorare l'effetto positivo di una funzione utile, e le condizioni al contorno non prevedono nessuna limitazione nell'introduzione di additivi nelle sostanze presenti, si può risolvere il problema andando ad introdurre delle sostanze additive esterne in quelle presenti per aumentare la controllabilità o fornire all'interazione Su-Field le proprietà necessarie.

### Modello

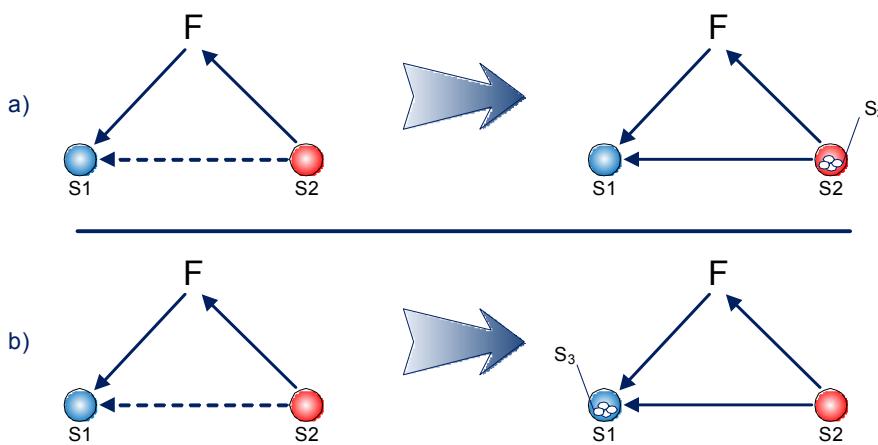


Fig. 2.2.1.1.2.a – STANDARD 1-1-2: migliorare le interazioni aggiungendo additivi nelle sostanze

### Strumenti

Questo Standard si applica quando la funzione utile non è sufficiente, cioè la modifica esercitata sull'oggetto non soddisfa le aspettative, ed è permesso introdurre additivi nel tool (fig. 2.2.1.1.2.a, sopra) o nell'oggetto (fig. 2.2.1.1.2.a, sotto).

Bisogna seguire le seguenti istruzioni:

1. costruire il modello Su-Field dell'azione utile ma insufficiente; identificare il parametro da migliorare;
2. controllare se sia possibile introdurre additivi nell'elemento tool e/o nell'oggetto;
3. ricercare sostanze che possono migliorare l'efficienza del field esistente;
4. controllare se siano presenti limitazioni all'introduzione di queste specifiche sostanze nel sistema tecnico.

Nota: il passo 3 può essere supportato dalla tabella Substance-Field.



## Esempio

In cucina, per pulire la superficie dei fornelli, utilizziamo una spugna bagnata per sciogliere le particelle di sporco rimaste.



Se la spugna contiene solo acqua il processo è molto lento e lo sporco grasso rimane attaccato ai fornelli. Secondo la Soluzione Standard 1.1.2, questa interazione insufficiente può essere migliorata utilizzando un additivo interno (fig. 2.2.1.1.2.b).

Infatti, se è relativamente complicato introdurre degli additivi interni allo sporco, una soluzione classica è quella di aggiungere un detergente ( $S_3$ ) all'acqua in modo da aumentare la sua capacità di sciogliere lo sporco.

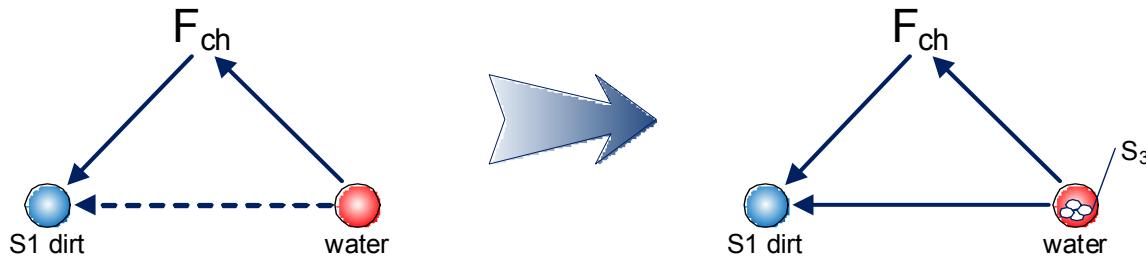


Fig. 2.2.1.1.2.b – applicazione esemplificativa dello Standard 1.1.2 per migliorare la funzione utile “sciogliere lo sporco”

## Autovalutazione

### Esercizio 1:

Guidare una macchina quando la strada è coperta di neve può essere pericoloso, poiché le ruote hanno poca aderenza (esempio del paragrafo 2.2.1.1.3).



Generare una soluzione secondo lo Standard 1.1.2 (attenzione a non utilizzare lo Standard 1.1.3!).

### Risposta 1:

Il modello rappresentante l'interazione insufficiente tra la strada e la ruota è presentato in fig. 2.2.1.1.2.c, sinistra.



Il parametro che deve essere modificato (aumentato) è l'attrito esistente tra la ruota e la strada; per avere maggior grip possiamo seguire le indicazioni dello Standard 1.1.2: introdurre additivi nel tool e/o nell'oggetto per aumentare l'efficienza dell'interazione (fig. 2.2.1.1.2.c, destra).

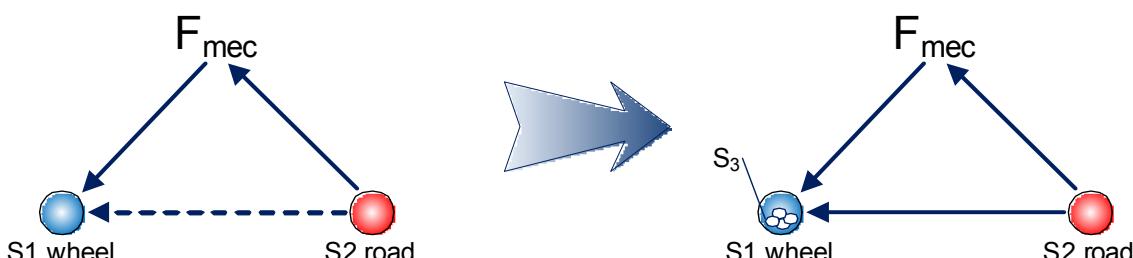


Fig. 2.2.1.1.2.c – applicazione esemplificativa dello Standard 1.1.2 per migliorare la funzione utile “supportare la ruota”

Invece di introdurre additivi interni alla strada, conviene aggiungere una sostanza  $S_3$  nella ruota. Una ben nota soluzione è data dalle ruote chiodate da neve (fig. 2.2.1.1.2.d).



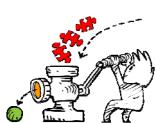
*Fig. 2.2.1.1.2.d – applicazione esemplificativa dello Standard 1.1.2 alle ruote da neve (additivi interni = chiodi)*

Esercizio 2:

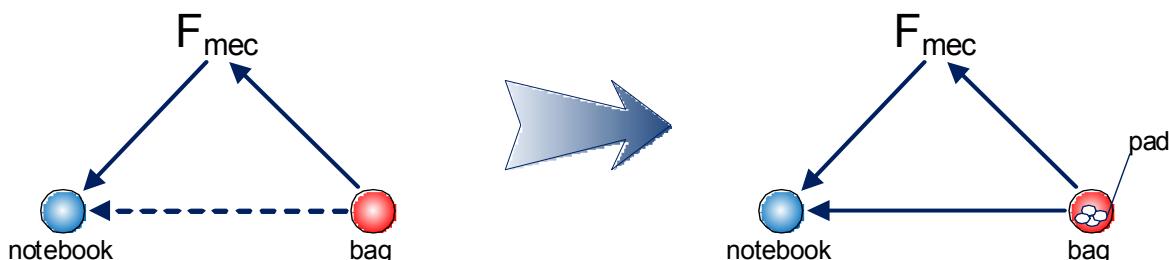


Tutti ormai hanno un computer portatile. Possiamo portarlo da casa al lavoro o a scuola, per esempio. Di solito utilizziamo una borsa di tela per contenere il computer, ma può succedere che questa cada terra con la conseguente rottura del PC. Ciò significa che la protezione offerta dalla borsa di tela non è sempre sufficiente. Come possiamo migliorarla?

Risposta 2:



Nella situazione iniziale abbiamo S1 rappresentata dalla borsa che per mezzo di un field meccanico contiene e protegge una seconda sostanza S2 (il portatile) (vd. Fig. 2.2.1.1.2.e sinistra). Il parametro da migliorare è la capacità di protezione della borsa. Quindi secondo lo Standard 1.1.2 dobbiamo aggiungere una nuova sostanza S3 per renderla sufficiente. Possiamo scegliere di mettere qualcosa o all'interno della borsa o all'interno del computer: in questo caso la prima scelta sembra essere più fattibile. La sostanza potrebbe essere una schiuma di gomma, o gommapiuma, tra due strati di tela (fig. 2.2.1.1.2.e destra).



*Fig. 2.2.1.1.2.e – il modello Su-Field che una borsa per notebook*

**Bibliografia**

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



## STANDARD 1-1-3: MIGLIORARE LE INTERAZIONI INTRODUCENDO ADDITIVI NEL SISTEMA

### Definizione

Migliorare un Su-Field significa migliorare l'effetto positivo di un'interazione funzionale tra S2 (*tool* o *utensile*) e S1 (*prodotto* o *oggetto*), senza modificare il field principale esistente tra le due sostanze.

L'interazione può essere migliorata con l'introduzione di un additivo interno alle sostanze.

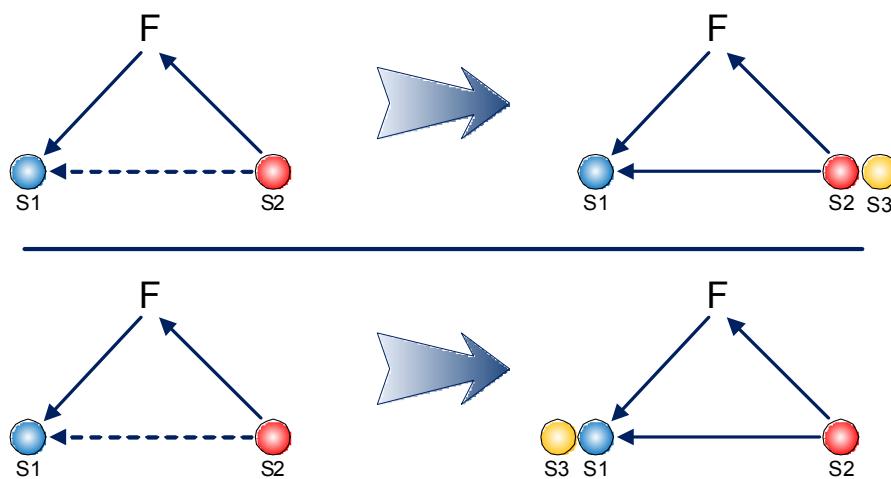


### Teoria

Se c'è la necessità di migliorare l'effetto positivo di una funzione utile, e le condizioni al contorno non prevedono nessuna limitazione nell'introduzione di additivi nelle sostanze presenti, si può risolvere il problema andando ad avvicinare delle sostanze additive esterne a quelle presenti per aumentare la controllabilità o fornire all'interazione Su-Field le proprietà necessarie.

Il ruolo di questi additivi è quello di amplificare l'effetto dell'interazione esistente tra le sostanze sotto l'effetto del field esistente, o quello di aumentare il grado di controllo dell'interazione. Perciò, non è permesso modificare la natura del field esistente tra le due sostanze.

### Modello



*Fig. 2.2.1.1.3.a – STANDARD 1-1-3: migliorare le interazioni introducendo additivi nel Sistema*

### Strumenti

Questo Standard si applica quando la funzione utile non è sufficiente, cioè la modifica esercitata sull'oggetto non soddisfa le aspettative, ed è permesso introdurre additivi nel tool (fig. 2.2.1.1.3.a, sopra) o nell'oggetto (fig. 2.2.1.1.3.a, sotto).



Bisogna seguire i seguenti passi:

1. costruire il modello Su-Field dell'azione utile ma insufficiente; identificare il parametro da migliorare;
2. controllare se sia possibile introdurre additivi nell'elemento tool e/o nell'oggetto;
3. ricercare sostanze che possono migliorare l'efficienza del field esistente;

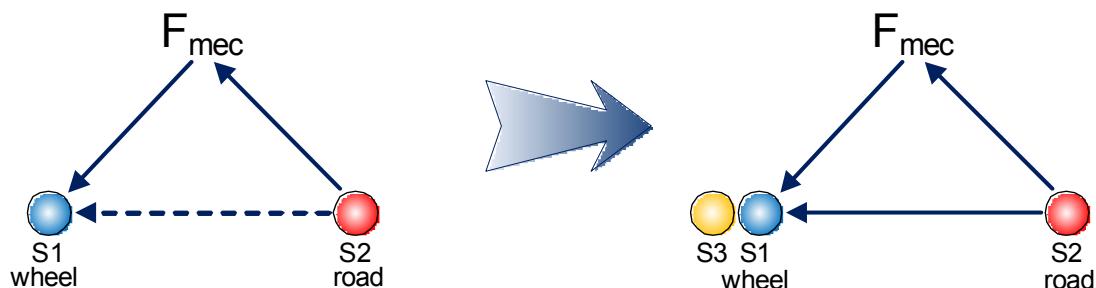
4. controllare se siano presenti limitazioni all'introduzione di queste specifiche sostanze nel sistema tecnico.

Nota: il passo 3 può essere sopportato dalla tabella Substance-Field.

### Esempio



Guidare una macchina quando la strada è coperta di neve può essere pericoloso, poiché si ha poca aderenza sull'asfalto. Un modello Su-Field rappresentante la situazione iniziale è mostrato in fig. 2.2.1.1.3.b, sinistra.



*Fig. 2.2.1.1.3.b - applicazione esemplificativa dello Standard 1.1.2 per migliorare la funzione utile “supportare la ruota”*

Per migliorare l'interazione utile tra la strada (coperta dalla neve) e la ruota, lo Standard 1.1.3 suggerisce di aggiungere una sostanza esterna alla strada o alla ruota (fig. 2.2.1.1.3.a). Poiché è impossibile in teoria applicare una sostanza esterna alla strada per aumentarne l'aderenza, è chiaro che è più conveniente apporre l'additivo esterno alla ruota (fig. 2.2.1.1.3.b, destra). Una ben nota soluzione sono le catene da neve.

### Autovalutazione



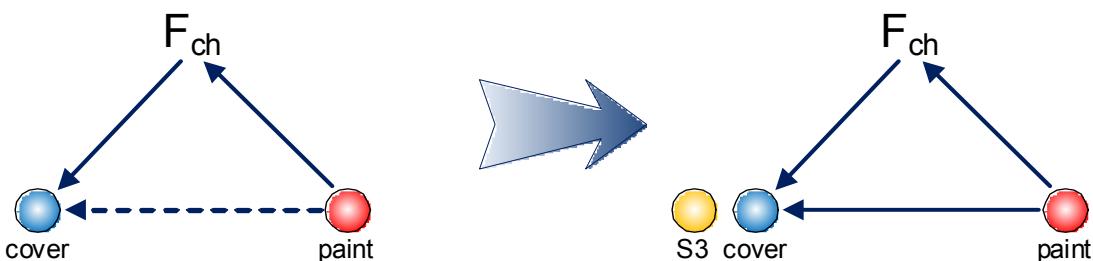
#### Esercizio 1:

Dobbiamo dipingere un coperchio di plastica, ma è molto liscio e per niente poroso, e così la vernice non copre abbastanza la superficie plastica. Prova risolvere questo problema utilizzando lo Standard 1.1.3.



#### Risposta 1:

La situazione iniziale mostra ancora una volta un'azione utile ma insufficiente tra S2 (la vernice) e S1 (la parte da verniciare) come rappresentato in fig. 2.2.1.1.3.c sinistra.



*Fig. 2.2.1.1.3.c – come verniciare un coperchio con un modello Su-Field*

Il parametro da migliorare è l'aderenza della vernice al coperchio. Per risolvere questo problema, seguendo le indicazioni della Soluzione Standard 1.1.3, dobbiamo aggiungere una

sostanza esterna S3 o alla vernice o al coperchio, come modellato in fig. 2.2.1.1.3.c sinistra. Mettere qualcosa all'interno della vernice significherebbe seguire le indicazioni dello Standard 1.1.2. Perciò la sostanza esterna deve essere piazzata vicino o sopra il coperchio. Una soluzione esplicativa può essere rappresentata da un fissante spruzzato sopra il coperchio prima della verniciatura (fig. 2.2.1.1.3.c destra).

## Bibliografia

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



## STANDARD 1-1-4: USO DELL'AMBIENTE PER MIGLIORARE LE INTERAZIONI

### Definizione



Migliorare un Su-Field significa migliorare l'effetto positivo di un'interazione funzionale tra S2 (*tool* o *utensile*) e S1 (*prodotto* o *oggetto*), senza modificare il field principale esistente tra le due sostanze.

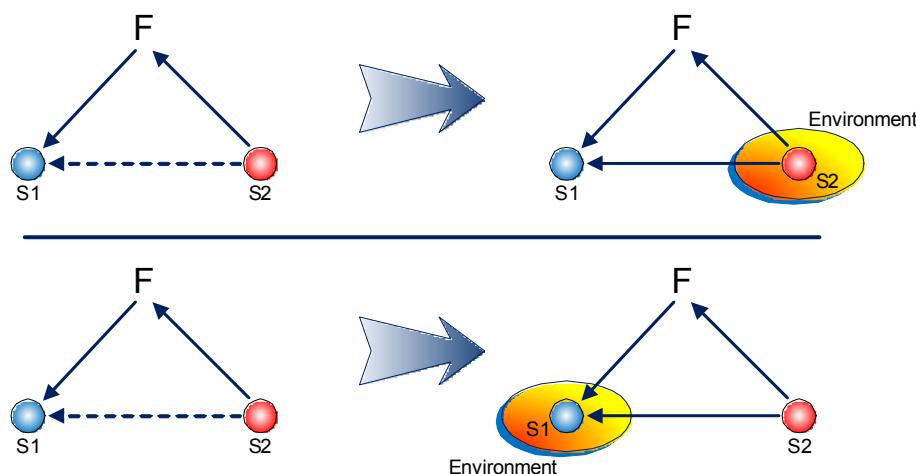
L'interazione può essere migliorata utilizzando l'ambiente come terza sostanza per aumentare l'efficienza del sistema.

### Teoria

Se c'è la necessità di migliorare l'effetto positivo di una funzione utile, e le condizioni al contorno prevedono limitazioni sull'introduzione di additivi alle sostanze d'arte, il problema può essere risolto utilizzando l'ambiente come terza sostanza per aumentare la controllabilità o fornire all'interazione Su-Field le proprietà necessarie.

Il ruolo dell'ambiente è quello di amplificare l'effetto dell'interazione esistente tra le sostanze sotto l'effetto del field esistente, o quello di aumentare il grado di controllo dell'interazione. È bene sottolineare però che non è permesso modificare la natura del field esistente tra le due sostanze.

### Modello



*Fig. 2.2.1.1.4.a – STANDARD 1-1-4: uso dell'ambiente per migliorare le interazioni*

### Strumenti

Questo Standard viene applicato quando l'azione utile è non sufficiente, cioè la modifica apportata sull'oggetto non soddisfa le aspettative, e non è permesso aggiungere sostanze esterne al tool. In questo caso, va verificato se l'ambiente circostante una qualsiasi delle sostanze interagenti può fornire le proprietà richieste al field.

Si devono seguire i seguenti passi:

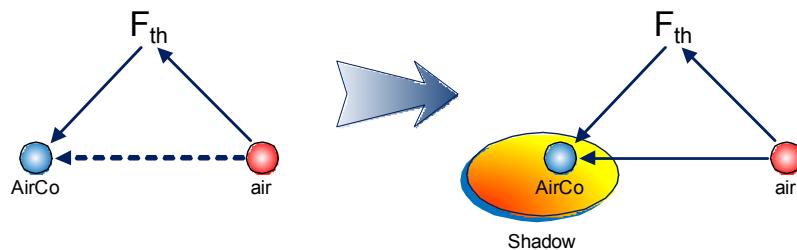
1. costruire un modello Su-Field della funzione utile insufficiente; identificare il parametro da migliorare;
2. definire le proprietà capaci di migliorare l'efficienza del field esistente;
3. analizzare le caratteristiche dell'ambiente circostante il tool o l'oggetto e verificare se in esso siano disponibili le proprietà definite al passo 2;
4. controllare che non ci siano limitazioni all'adozione dell'ambiente come terza sostanza dell'interazione Su-Field.



Nota: il secondo e il terzo passo possono essere supportati dalla tabella delle risorse Substance-Field.

## Esempio

Per migliorare l'efficienza di un sistema di aria condizionata, le ventole di raffreddamento esterne sono piazzate sul lato nord della casa, sfruttando i vantaggi della zona (ambiente) in ombra (fig. 2.2.1.1.4.b).



*Fig. 2.2.1.1.4.b - piazzamento del sistema di condizionamento dell'aria nella parte in ombra della casa*

## Autovalutazione

### Esercizio 1:

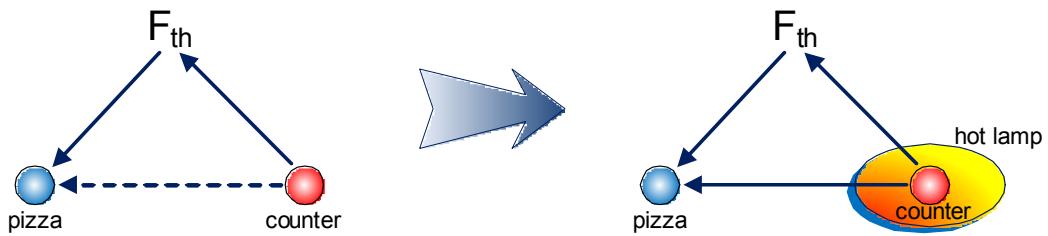
Quante volte abbiamo preso un trancio di pizza in un fast-food ma non ci ha soddisfatto perché era troppo fredda? Troppe. È possibile evitare un eccessivo raffreddamento della pizza seguendo lo Standard 1.1.4?



### Risposta 1:

Il problema è molto semplice da rappresentare con un modello minimo. Ci sono due sostanze, la pizza è il bancone del fast-food. Il field presente è termico, infatti potremmo considerare insufficiente l'isolamento termico tra la pizza il bancone (fig. 2.2.1.1.4.c, sinistra). Purtroppo la realizzazione di un bancone con un piano riscaldato costerebbe troppo; così dobbiamo usare una sostanza già presente nell'ambiente della pizza o del bancone come suggerisce la Soluzione Standard: le lampade sopra il bancone ad esempio rappresentano essere una buona soluzione per il mantenimento della temperatura della pizza (fig. 2.2.1.1.4.c destra).





*Fig. 2.2.1.1.4.c – il bancone da pizza modellato con i Su-Field*

### Bibliografia

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



## STANDARD 1-1-5: MODIFICA DELL'AMBIENTE PER MIGLIORARE LE INTERAZIONI

### Definizione

Migliorare un Su-Field significa migliorare l'effetto positivo di un'interazione funzionale tra S2 (*tool* o *utensile*) e S1 (*prodotto* o *oggetto*), senza modificare il field principale esistente tra le due sostanze.



L'interazione può essere migliorata utilizzando una modifica dell'ambiente come terza sostanza usata per aumentare l'efficienza del sistema.

### Teoria

Se c'è la necessità di migliorare l'effetto positivo di una funzione utile, e le condizioni al contorno prevedono limitazioni sull'introduzione di additivi alle sostanze date, e l'ambiente non contiene sostanze con le proprietà richieste, il problema può essere risolto sostituendo l'ambiente esistente o con un altro, o decomponendo quello esistente, o andando ad aggiungergli degli additivi in modo tale che quest'ambiente modificato possa agire come terza sostanza per aumentare la controllabilità del sistema o fornire all'interazione Su-Field le proprietà necessarie.

Il ruolo dell'ambiente modificato è quello di amplificare l'effetto dell'interazione esistente tra le sostanze sotto l'effetto del field esistente, o quello di aumentare il grado di controllo dell'interazione. Perciò, non è permesso modificare la natura del field esistente tra le due sostanze.

### Modello

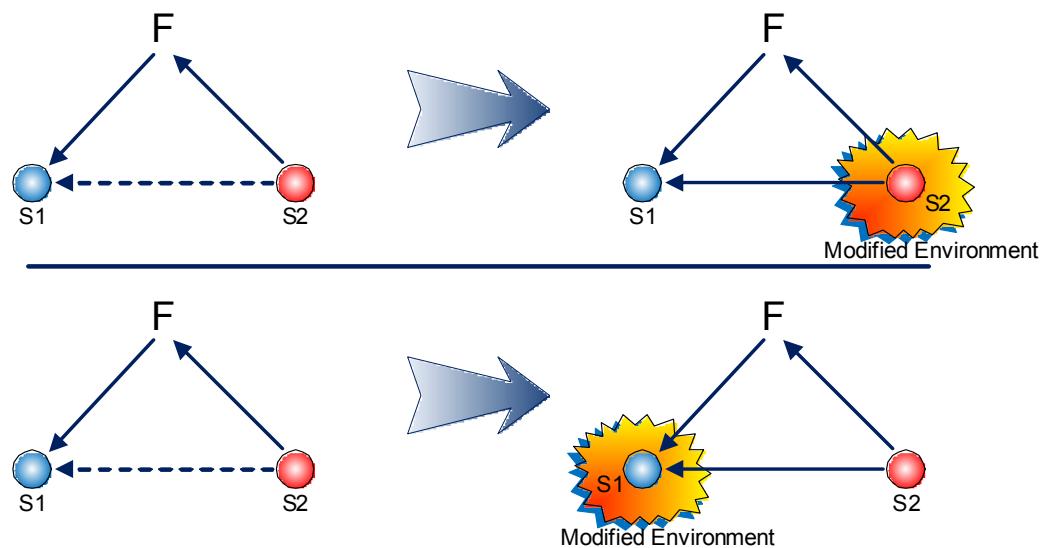


Fig. 2.2.1.1.5.a – STANDARD 1-1-5: modifica dell'ambiente per migliorare le interazioni

### Strumenti

Lo Standard viene applicato quando una funzione utile non è sufficiente, cioè la modifica apportata all'oggetto non soddisfa le aspettative, e non è permesso aggiungere sostanze esterne all'elemento che svolge la funzione di tool, e l'ambiente esistente non contiene le proprietà necessarie a migliorare l'interazione tra le due sostanze. In questo caso, va verificato se una modifica dell'ambiente circostante può fornire le proprietà richieste dal field.



Vanno applicati i seguenti passi:

1. costruire un modello Su-Field della funzione utile insufficiente; identificare il parametro da migliorare;
2. definire le proprietà capaci di migliorare l'efficienza del field esistente;
3. analizzare le caratteristiche dell'ambiente circostante il tool (fig. 2.2.1.1.5.a sopra) o l'oggetto (fig. 2.2.1.1.5.a sotto) e verificare se le proprietà definite a passo due possono essere ottenute da:
  - a. l'introduzione di una terza sostanza nell'ambiente;
  - b. la decomposizione dell'ambiente nelle sue sostanze costituenti;
  - c. il rimpiazzo dell'ambiente;
4. verificare se siano presenti limitazioni alle modifiche trovate per l'ambiente.

Nota: il secondo e il terzo passo possono essere supportati dalla tabella delle risorse Substance-Field.

### Esempio



In una sala fumatori, anche dopo poco tempo, l'aria diventa irrespirabile anche per un fumatore accanito, perché l'aria che circonda il fumatori non riesce a dissolvere adeguatamente il fumo (fig. 2.2.1.1.5.b sinistra).

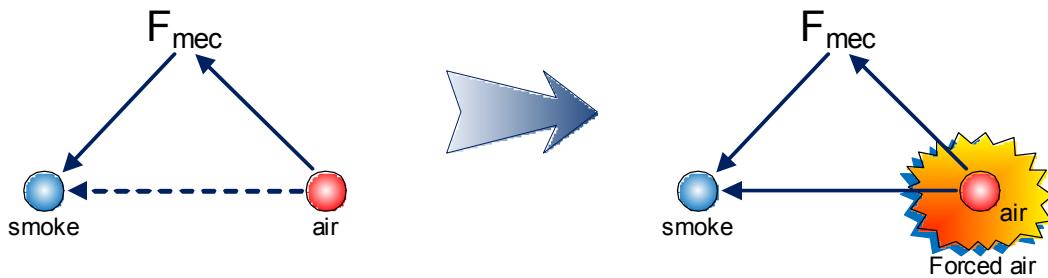


Fig. 2.2.1.1.5.b – un modello esemplificativo della Soluzione Standard 1.1.5

Se provassimo ad osservare l'ambiente troveremo, per esempio, aria pulita, che può aiutare a dissolvere il fumo più velocemente. Ma se l'aria, sia la parte pulita che quella inquinata, rimanesse immobile non riuscirebbe a modificare la situazione problematica. Quindi possiamo immaginare di introdurre nella stanza fumatori dell'aria forzata pulita in modo da portar via la maggior parte dell'aria densa di fumo in breve tempo (fig. 2.2.1.1.5.b destra).

### Autovalutazione

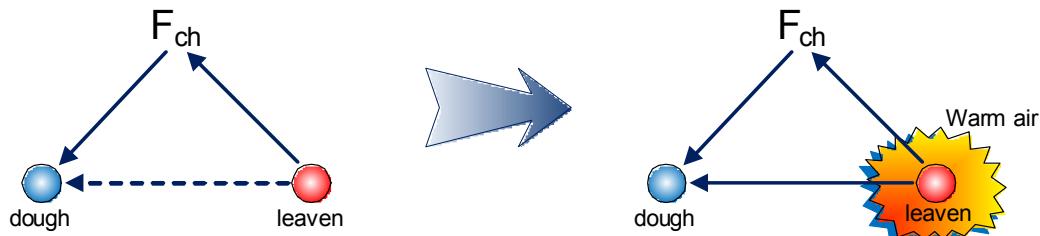


#### Esercizio 1:

Nina ha invitato i suoi amici per cena a mangiare una pizza fatta in casa. Sta leggendo la ricetta in un libro di cucina e prepara l'impasto, ma appena finito, scopre che questo non lieviterà in tempo per la cena, perché il tempo di lievitazione è molto lungo. Avendo appena studiato lo Standard 1.1.5, come pensi di aiutare la nostra amica Nina?

#### Risposta 1:

La situazione iniziale di Nina, per lei un po' preoccupante, è rappresentata in fig. 2.2.1.1.5.c sinistra, dove la S2, il lievito, attraverso un field chimico non è capace sufficientemente di far lievitare la S1, l'impasto, in tempo.



*Fig. 2.2.1.1.5.c – il modello per migliorare il processo di lievitazione*

Il parametro da migliorare è il tempo di lievitazione, e questo dipende, tra gli altri parametri di controllo, dalla temperatura. Secondo lo Standard 1.1.5 dobbiamo considerare l'ambiente dell'impasto e provare a cambiare qualcosa. Se l'impasto fosse investito da un'aria tiepida lieviterebbe molto più in fretta.

### Bibliografia

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



## STANDARD 1-1-6: FORNIRE IL MINIMO EFFETTO DI UN'AZIONE



### Definizione

La riduzione al minimo effetto di un'azione è richiesto quando questa viene svolta in maniera utile ma eccessiva e perciò è necessario ridurre l'impatto del tool sull'oggetto dell'interazione Su-Field.

### Teoria

Quando è presente un eccesso di una sostanza o un eccesso di un field ed è difficile o impossibile fornirne una quantità controllata (misurata, ottimale), si raccomanda di mantenere lo stato eccessivo della sostanza o del field e di rimuovere secondariamente il surplus. L'eccesso di una sostanza è rimosso per mezzo di un field (fig. 2.2.1.1.6.a, sopra), mentre l'eccesso di un field è rimosso per mezzo di una sostanza (fig. 2.2.1.1.6.a sotto).

### Modello

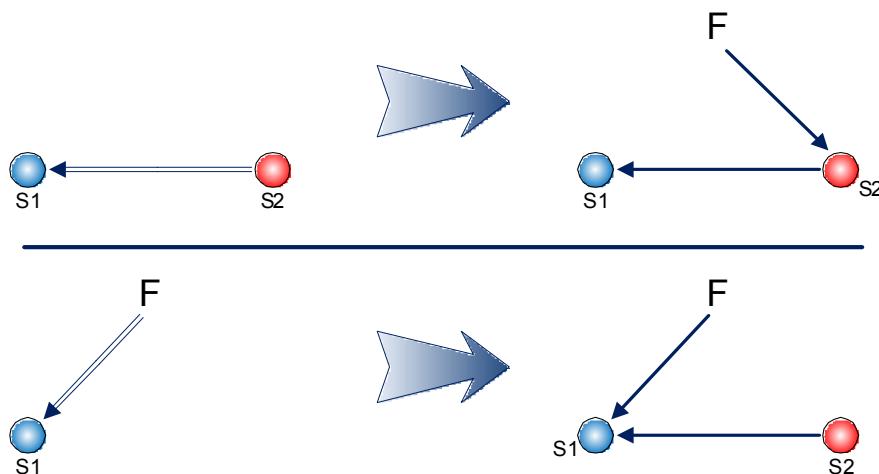


Fig. 2.2.1.1.6.a – STANDARD 1-1-6: fornire il minimo effetto di un'azione

### Strumenti

Si utilizza questo Standard quando nel sistema o è presente un'eccessiva quantità di sostanza o l'interazione utile è eccessiva (1.1.2 – Tipi di interazione e simboli relativi). Qualora sia troppo difficile o persino impossibile ridurre o controllare la quantità di sostanza/field, è necessario fare come segue:

1. costruire un modello Su-Field dell'interazione utile eccessiva;
2. identificare il parametro caratterizzato dal valore eccessivo;
3. introdurre una modifica capace di rimuovere l'eccesso:
  - a. se il parametro eccessivo è correlato alla sostanza S2, cercare una risorsa di field da applicare S2 capace di riportare il parametro di S2 al valore desiderato;
  - b. se il parametro eccessivo è correlato all'impatto del field F sulla sostanza S1, cercare tra le risorse una sostanza da applicare la S1 capace di produrre l'impatto desiderato del field F.

Nota: il passo 3 può essere sopportato con la tabella delle risorse Substance-Field.



## Esempio

Nina è in spiaggia, sta prendendo il sole. Ma come è noto, troppo sole è pericoloso per la nostra pelle, specialmente i raggi UV-B. È una studentessa di TRIZ e immediatamente si rende conto che può applicare una Soluzione Standard per risolvere il suo problema. Il sole è il sole, e non può farci niente, nemmeno sul field elettromagnetico che produce sebbene sia eccessivo; ma Nina vuole comunque prendere il sole. La situazione iniziale è come quella rappresentata in fig. 2.2.1.1.6.b sinistra.

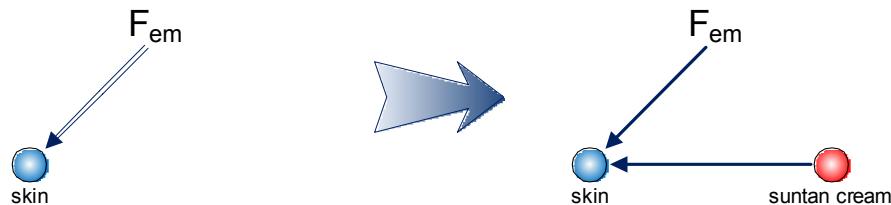


Fig. 2.2.1.1.6.b – risolvere il problema dell'abbronzatura con i Su-Field

Applicare la Soluzione Standard 1.1.6 significa trovare una seconda sostanza S2 per ridurre l'effetto prodotto dal sole. Questo sostanza è una crema solare che abbassa l'intensità dei raggi ultravioletti che colpiscono la pelle di Nina (fig. 2.2.1.1.6 destra).

## Autovalutazione

### Esercizio 1:

Bill è al lavoro, e deve progettare un apparato per riempire con delle palline tutti e 64 i fori disposti in maniera radiale su una ruota che gira. La ruota ha l'asse di rotazione posto orizzontalmente, è gira ad una velocità molto elevata. I fori servono per rilasciare una singola pallina alla volta ad un altro apparecchio meccanico che posiziona le palline su di un nastro trasportatore. Il sistema di carico della ruota attuale è composto da un serbatoio pieno di palline; la ruota attraversa questo serbatoio, e le palline cadono all'interno dei fori spinte dalla gravità e aiutate da un flusso d'aria forzata. Ma alla velocità di esercizio c'è un'alta percentuale di fori che rimangono vuoti. Come può Bill migliorare il suo apparecchio utilizzando lo Standard 1.1.6?



### Risposta 1:

Il primo passo verso la soluzione è cercare il modo di riempire la ruota con un numero di palline superiore al necessario. In questo modo abbiamo ottenuto la situazione di partenza per poter applicare lo Standard 1.1.6: un numero eccessivo di palline (S2) riempie una porzione della ruota (S1) come rappresentato in fig. 2.2.1.1.6.c.

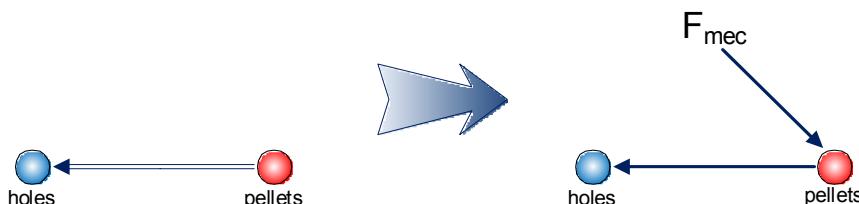


Fig. 2.2.1.1.6.c – miglioramento di un apparato meccanico utilizzando lo Standard 1.1.6

Il parametro che si trova ad un valore eccessivo è il numero di palline trasferito da una sostanza all'altra. Dobbiamo quindi trovare un field in grado di garantire che il parametro scelto torni al

valore giusto e desiderato. Abbiamo a disposizione una ruota che gira ad alta velocità: la forza centrifuga rappresenta la risorsa per soddisfare il modello Su-Field.



### Esercizio 2:

A volte per ripulire le superfici del bagno dal calcare o da altri tipi di macchie è necessario utilizzare degli acidi. Ma il loro effetto chimico potrebbe essere eccessivo per la porcellana che potrebbe essere erosa. Sapresti risolvere questo problema utilizzando lo Standard 1.1.6?



### Risposta 2:

Comincia con il modellare la situazione iniziale: è presente solamente un field ( $F_{ch}$ ) che svolge un'azione eccessiva nei confronti della porcellana (S1), come rappresentato in fig. 2.2.1.1.6.d sinistra. Il parametro che si trova ad un valore eccessivo in questo caso è il pH del detergente. Seguendo i suggerimenti dello Standard 1.1.6 dobbiamo trovare una seconda sostanza (S2) in modo tale che l'azione diventi utile e sufficiente. Questa seconda sostanza può essere un diluente neutralizzante interno alla bottiglia dell'acido che assorbe parte del suo potere corrosivo e abbassa il valore del pH della soluzione (fig. 2.2.1.1.6.d destra).

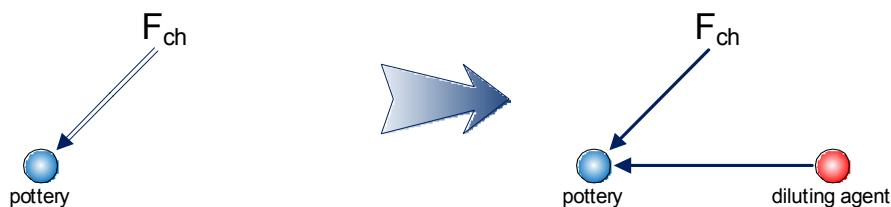


Fig. 2.2.1.1.6.d –una possibile soluzione per un field eccessivo



### Bibliografia

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



## STANDARD 1-1-7: FORNIRE IL MASSIMO EFFETTO DI UN'AZIONE

Vedi anche:

[4.1.1.2 – Tipi di interazioni e relativa simbologia](#)

### Definizione

Se si richiede il massimo effetto di un'azione nei confronti di una sostanza (oggetto) ma questo non è permesso a causa di problemi contingenti, si deve mantenere l'azione massima ma diretta verso un'altra sostanza connessa o attaccata alla prima.



### Teoria

Quando si desidera esercitare un effetto massimo nei confronti di un certo oggetto, ma le condizioni del sistema determinano dei vincoli all'azione diretta del field sull'oggetto (fig. 2.2.1.1.7.a, sinistra), si suggerisce di indirizzare lo stesso field verso un'altra sostanza connessa all'oggetto, in modo da conservare i benefici senza violare i vincoli dati dal sistema e/o senza causare possibili danni (fig. 2.2.1.1.7.a, destra).

### Modello

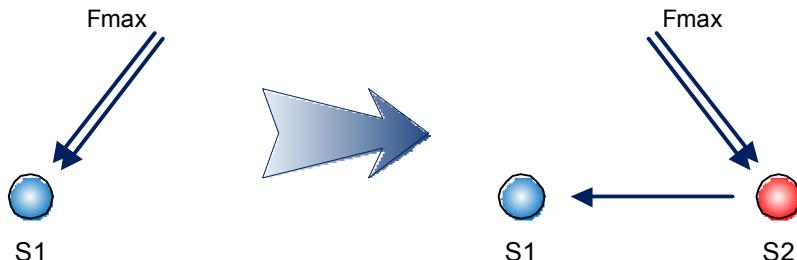


Fig. 2.2.1.1.7.a – STANDARD 1-1-7: fornire il massimo effetto di un'azione

### Strumenti

Questo Standard si applica quando si desidera un'azione utile al suo massimo livello, ma allo stesso tempo non può essere applicata, perché risulterebbe eccessiva ([4.1.1.2 – Tipi di interazione e simboli relativi](#)).



Se non si desidera ridurre o controllare la “quantità” di field, si dovrebbero seguire questi passi:

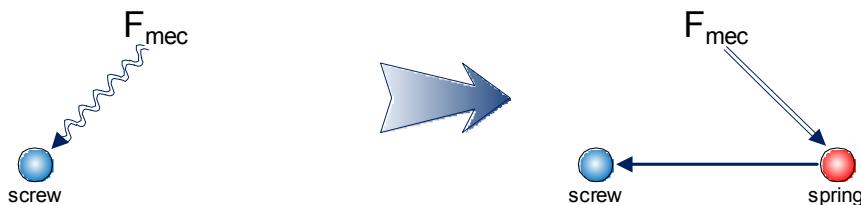
1. costruire il modello Su-Field dell'interazione utile ma eccessiva;
2. identificare il parametro caratterizzato dal valore eccessivo;
3. cercare sostanze che potrebbero essere sottoposte allo stessa interazione utile e in grado di tollerarne gli effetti;
4. identificare possibili risorse (proprietà, caratteristiche) della sostanza S1 da poter connettere alla sostanza aggiunta S2.

Il punto 3 e 4 possono essere supportati dalla tabella delle risorse Substance-Field.

## Esempio



Frequentemente per stringere una vite è richiesta una ben precisa coppia di serraggio. Applicare una forza troppo debole sulla chiave non permette di raggiungere il risultato desiderato. Ma se si applicasse una forza troppo elevata si potrebbe superare il valore desiderato della coppia, causando così il rischio di rottura della testa della vite. Traducendo ciò nel linguaggio Su-Field, abbiamo una sostanza S1, la vite, sulla quale è applicato un field meccanico (fig. 2.2.1.1.7.b sinistra).



*Fig. 2.2.1.1.7.b – il modello di un problema meccanico risolto con lo Standard 1.1.7*

Il field dovrebbe essere al suo massimo livello per raggiungere lo scopo finale, ma è impossibile applicarlo per non rischiare di sorpassare la tensione di snervamento della vite. Quindi è richiesta una seconda sostanza S2 tra il field meccanico e S1: questa sostanza può essere una molla che lascia trasferire la coppia fino ad un certo valore imposto, dopo di che si deforma in modo tale che la vite rimanga integra anche applicando il massimo della forza (fig. 2.2.1.1.7.b destra).

## Autovalutazione



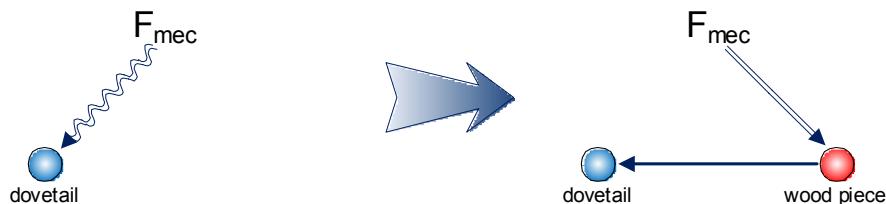
### Esercizio 1:

Il nonno di Nina è un falegname. Sta realizzando un armadio in legno e deve forzare un incastro a coda di rondine. Per far ciò deve colpire uno dei pezzi di legno da incastrare di con un martello, in quanto necessaria una forza considerevole, ma il martello rischia di ammaccare il legno. Sapresti aiutare il falegname?



### Risposta 1:

La situazione iniziale può essere modellata con un field, sviluppato dal martello quindi un field meccanico, che interagisce in una maniera eccessiva e dannosa con la coda di rondine di legno (S1), come mostrato in fig. 2.2.1.1.7.c sinistra. Secondo lo Standard 1.1.7, dobbiamo trovare una seconda sostanza attaccata alla prima che preservi il massimo effetto del field, ma che ne attenui gli effetti negativi, fig. 2.2.1.1.7.c destra. Questa seconda sostanza potrebbe essere un altro pezzo di legno appoggiato alla coda di rondine che trasmette la forza impulsiva del martello ma ne annulla le conseguenze negative distribuendo la forza del colpo su una superficie più grande.



*Fig. 2.2.1.1.7.c – una Soluzione Standard applicata in falegnameria*



## Bibliografia

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



## STANDARD 1-1-8: FORNIRE UN EFFETTO SELETTIVO

### Definizione

Si richiede un effetto selettivo di un'azione quando l'effetto di un certo field su una sostanza (oggetto) deve assumere differenti valori in zone diverse dell'oggetto stesso.



### Teoria

Quando si applica ad un certo oggetto un field utile, ma si vuole avere un impatto diverso dello stesso field in diverse regioni dell'oggetto sono possibili due opzioni:

- si applica un field al suo massimo valore e si introduce una sostanza protettiva nelle zone dove si richiede invece il minimo effetto (vedi 2.2.1.1.8.1);
- si applica un field al suo minimo valore e si aggiunge una nuova sostanza capace di amplificarne localmente l'effetto dove si richiede il massimo risultato (vedi 2.2.1.1.8.2).



### Bibliografia

[1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



## STANDARD 1-1-8-1: FORNIRE UN EFFETTO SELETTIVO CON UN FIELD MASSIMO E UNA SOSTANZA PROTETTIVA

Vedi anche:

[4.1.1.2 – Tipi di interazioni e relativa simbologia](#)



### Definizione

Si richiede un effetto selettivo di un'azione quando l'effetto di un certo field su una sostanza (oggetto) deve assumere differenti valori in zone diverse dell'oggetto stesso.

### Teoria

Quando si applica ad un certo oggetto un field utile, ma si vuole avere un impatto diverso dello stesso field in diverse regioni dell'oggetto, è possibile applicare un field massimo all'interno oggetto e introdurre una nuova sostanza protettiva nelle zone dove si richiede il minimo effetto.

### Modello

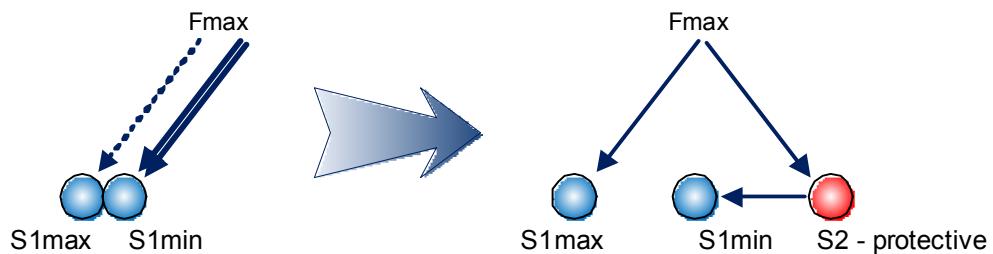


Fig. 2.2.1.1.8.1.a – STANDARD 1-1-8-1: fornire un effetto selettivo con un field massimo e una sostanza protettiva

### Strumenti

Questo Standard è applicato quando un'interazione utile è desiderata al suo massimo valore ma non può essere applicata all'intero oggetto risultando quindi eccessiva in una porzione dell'oggetto stesso ([1.1.2 – Tipi di interazione e simboli relativi](#)).

Se non si desidera ridurre/controllare la quantità di field, bisogna rispettare i seguenti passi:

1. costruire un modello Su-Field dell'interazione utile ed eccessiva;
2. identificare lo spazio operativo dell'interazione e distinguere le regioni della sostanza S1 dove si richiedono i diversi valori dello stesso farà;
3. cercare nuove sostanze che possono giocare un ruolo protettivo per la sostanza S1 e più precisamente per le regioni dove si richiede il minimo effetto;
4. identificare possibili risorse (proprietà, caratteristiche) per connettere le sostanze S1 e S2.

Nota il punto 3 e 4 possono essere supportati dalla tabella delle risorse Substance-Field.



## Esempio

Le auto moderne hanno dei grandi finestrini e degli ampi parabrezza per massimizzare la visibilità dell'ambiente esterno. Tuttavia, specialmente in estate, quando il sole è alto e la sua luce è molto forte, un parabrezza grande lascia passare troppa luce sugli occhi del guidatore e dei passeggeri.



Costruiamo il modello della situazione: è presente la luce del sole, che ha un field elettrомagneticо, che impatta su tutta la cabina di guida attraverso il parabrezza (fig. 2.2.1.1.8.1.b sinistra).

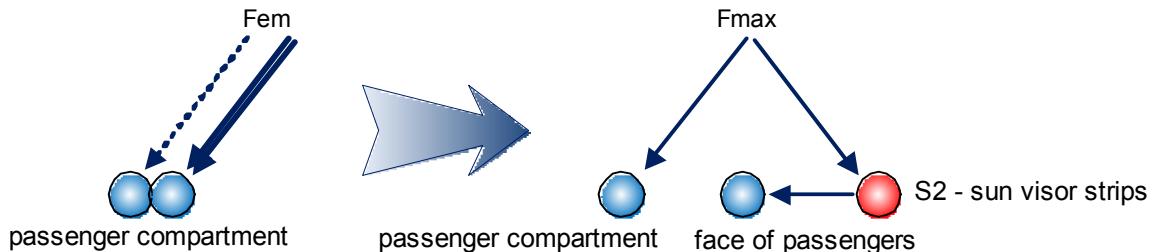


Fig. 2.2.1.1.8.1.b – si è usato lo Standard 1.1.8.1 per risolvere un problema di tutti giorni

Poiché la luce è eccessiva solo in una zona dell'abitacolo (all'altezza degli occhi del guidatore e dei passeggeri) secondo lo Standard 1.1.8.1 dobbiamo aggiungere una sostanza esterna tra il field e gli occhi mentre guidiamo, che assorba la parte dell'effetto eccessivo del field che potrebbe risultare dannoso. La soluzione può essere rappresentata da una striscia parasole sulla sommità del parabrezza come mostrato in fig. 2.2.1.1.8.1.b destra e 2.2.1.1.8.1.c, che ci permette di vedere attraverso ma riduce l'effetto abbagliante del sole.



Fig. 2.2.1.1.8.1.c – nella parte superiore del parabrezza è visibile la fascia parasole; ci permette di vedere attraverso ma il sole non è più abbagliante poiché la fascia è più scura del vetro trasparente

## Autovalutazione

### Esercizio 1:

Siamo in ospedale. Il fratello di Nina ha avuto un incidente, e deve essere sottoposto ad una radiografia a raggi X. Il medico non deve esaminare tutto il corpo ma soltanto alcune zone



critiche e di maggior interesse. Come tutti sanno i raggi X non sono salutari affatto, così Nina propone una soluzione inventiva. Avresti anche tu un'idea seguendo lo Standard 1.1.8.1?

### Risposta 1:

 La situazione iniziale può essere modellata come segue: un field elettromagnetico di forte intensità colpisce il corpo del fratello di Nina, ma in certe zone è utile, in altre invece può essere molto pericoloso, fig. 2.2.1.1.8.1.d sinistra.

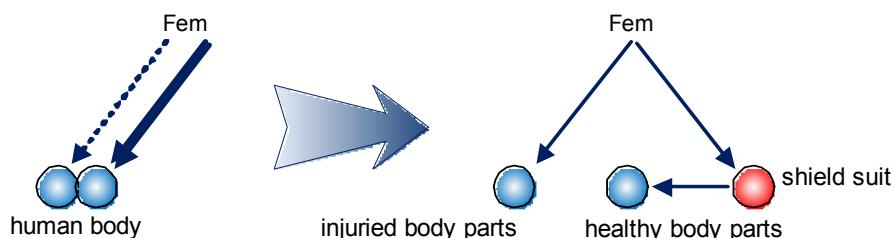


Fig. 2.2.1.1.8.1.d – un'applicazione dello Standard 1.1.8.1 in ambiente sanitario

Lo stesso field è desiderato in certe zone ma indesiderato in altre. Seguendo i suggerimenti dello Standard 1.8.1, abbiamo bisogno di una sostanza S2 che sia colpita dal field elettromagnetico e offra una protezione dei raggi X nelle zone di non interesse diagnostico (fig. 2.2.1.1.8.1.d destra). Questa seconda sostanza può essere una tuta speciale, fatta di un materiale che assorba i raggi X o che li riflette, con delle aperture in corrispondenza delle zone di interesse per la diagnosi.

### Bibliografia

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3





## STANDARD 1-1-8-2: FORNIRE UN EFFETTO SELETTIVO CON UN FIELD MINIMO E UNA SOSTANZA ATTIVA

Vedi anche:

[4.1.1.2 – Tipi di interazioni e relativa simbologia](#)



### Definizione

Si richiede un effetto selettivo di un'azione quando l'effetto di un certo field su una sostanza (oggetto) deve assumere differenti valori in zone diverse dell'oggetto stesso.

### Teoria

Quando si applica ad un certo oggetto un field utile, ma si vuole avere un impatto diverso dello stesso field in diverse regioni dell'oggetto, è possibile applicare un field minimo all'interno oggetto e introdurre una sostanza capace di amplificare localmente l'effetto dove si vuole che sia massimo.

### Modello

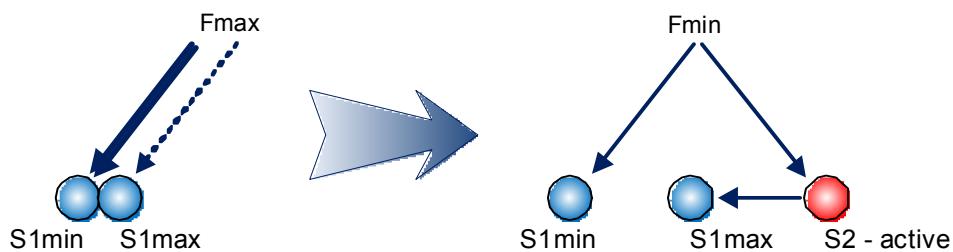


Fig. 2.2.1.1.8.2.a – STANDARD 1-1-8-2: fornire un effetto selettivo con un field minimo e una sostanza attiva



### Strumenti

Questo Standard è applicato quando un'interazione utile è desiderata al suo massimo valore ma non può essere applicata all'intero oggetto risultando perché risulterebbe eccessiva in una porzione dell'oggetto stesso ([1.1.2 – Tipi di interazione e simboli relativi](#)).

Se non si desidera ridurre/controllare la quantità di field, bisogna rispettare i seguenti passi:

1. costruire un modello Su-Field dell'interazione utile ed eccessiva;
2. identificare lo spazio operativo dell'interazione e distinguere le regioni della sostanza S1 dove si richiedono i diversi valori dello stesso parametro;
3. cercare nuove sostanze che possono giocare un ruolo protettivo per la sostanza S1 e più precisamente per le regioni dove si richiede il minimo effetto;
4. identificare possibili risorse (proprietà, caratteristiche) per connettere le sostanze S1 e S2.

Nota il punto 3 e 4 possono essere supportati dalla tabella delle risorse Substance-Field.

## Esempio



Può sembrare strano, ma alcuni dispositivi per produrre aria fredda, chiamati *direct-fired absorption chillers*, necessitano di acqua alla temperatura superiore ai 100 °C. I sistemi per l'aria condizionata sono utilizzati specialmente in estate, quando si hanno a disposizione molte giornate di sole. Quindi perché non utilizzare il sole per riscaldare l'acqua? Come si sa l'acqua di una piscina, anche se dovesse rimanere un giorno intero sotto un caldo sole d'estate non raggiungerebbe mai la temperatura di ebollizione. Sarebbe molto più facile riscaldare poca acqua alla volta come accade nel tubo di una caldaia, ma il sole da solo non riuscirebbe comunque a far raggiungere all'acqua le temperature richieste. Quindi abbiamo un field elettromagnetico, dato dal sole, che è sufficiente per la vita sulla terra, ma insufficiente per riscaldare un tubo pieno d'acqua sino a 100 °C. Questo è il modello Su-Field iniziale, come si vede in fig. 2.2.1.1.8.2 sinistra.

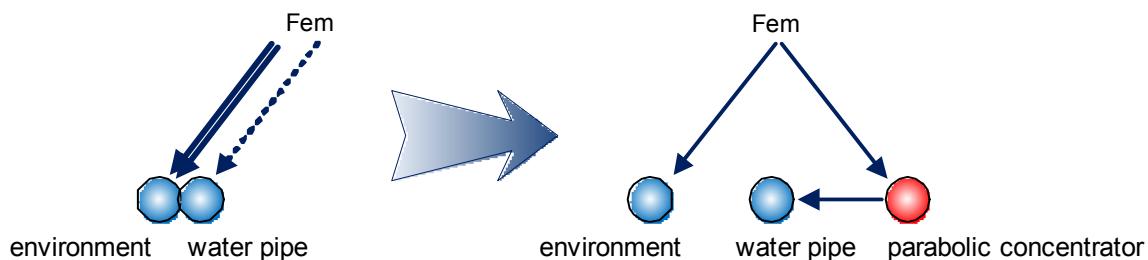


Fig. 2.2.1.1.8.2.b –un esempio dello Standard 1.1.8.2: il concentratore parabolico solare

Poiché non può essere aumentata alla potenza radiante del sole, bisogna trovare una seconda sostanza S2 in grado di “farlo” (fig. 2.2.1.1.8.2. destra). Uno specchio parabolico con il tubo passante per il suo fuoco, è in grado di amplificare molte volte l'effetto del sole, riscaldando l'acqua all'interno del tubo in breve tempo e ad una temperatura superiore anche ai 100 °C.

## Autovalutazione



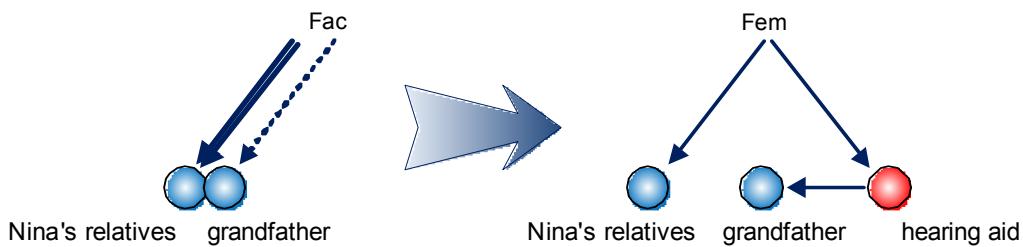
### Esercizio 1:

Il nonno di Nina ha 91 anni, e ormai il suo udito comincia ad avere qualche problema, così tutti i suoi parenti sono costretti a parlare a voce alta per farsi sentire. A Nina non piace questa situazione e così dopo aver studiato il problema ha trovato una buona soluzione che rispetta i consigli dati dallo Standard 1.1.8.2. Sapresti fare altrettanto?



## Risposta 1:

Il primo passo che Nina ha fatto è stato quello di modellare la situazione iniziale. È presente un field, field acustico, generato dalle persone che parlano, che è sufficiente per essere sentito da tutti (S2) ma insufficiente per il nonno di Nina (S1), vd. fig. 2.2.1.1.8.2.c sinistra. La Soluzione Standard 1.1.8.2 afferma che qualora un field sia necessario in maniera più forte in certe zone e più debole in altre, si dovrebbe trovare sempre al suo livello più basso e si dovrebbe aggiungere una sostanza esterna interagente col field stesso nelle zone in cui è richiesto il massimo effetto. Un apparecchio acustico è la giusta soluzione: viene introdotto nelle orecchie del nonno per amplificare i suoni (field acustici) esterni evitando così a tutti di urlare per essere sentiti.



*Fig. 2.2.1.1.8.2.c – una Soluzione Standard può essere usata ovunque anche con nostro nonno.  
In figura il modello di un problema con una persona sorda*

## Bibliografia

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



## CLASSE 1-2: ELIMINAZIONE DI UN'INTERAZIONE DANNOSA

### Definizione



L'eliminazione di un'interazione dannosa consiste nella modifica del sistema Su-Field in modo da evitare che l'utensile eserciti qualsiasi effetto indesiderato sull'oggetto dell'interazione.

### Strumenti

Gli Standard 1.2.1-1.2.5 forniscono le linee guida per eliminare o almeno minimizzare l'effetto negativo di interazioni funzionali indesiderate tra due sostanze.

### Bibliografia

[1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



## STANDARD 1-2-1 - ELIMINAZIONE DI UN'INTERAZIONE DANNOSA CON UNA SOSTANZA ESTERNA

### Definizione

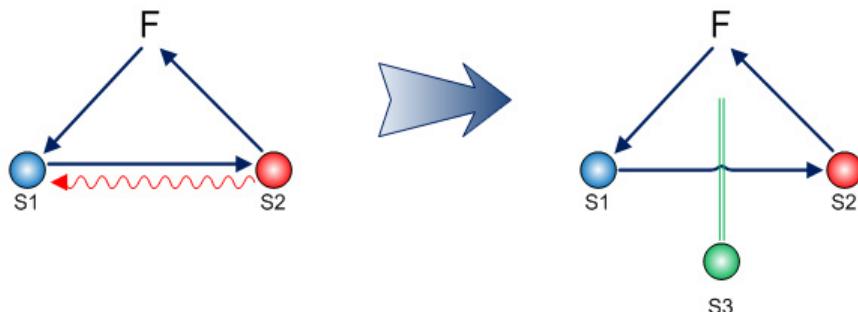
L'eliminazione di un'interazione dannosa consiste nella modifica del sistema Su-Field in modo da evitare che il tool eserciti qualsiasi effetto indesiderato sull'oggetto dell'interazione.



### Teoria

Se tra due sostanze in un modello Su-Field sono presenti sia effetti utili che dannosi e non c'è necessità di mantenere a diretto contatto le due sostanze, il problema può essere risolto andando ad aggiungere una terza sostanza tra di esse.

### Modello



*Fig. 2.2.1.2.1.a – STANDARD 1-2-1: eliminazione dell'interazione dannosa con una sostanza esterna*



### Strumenti

Questo Standard viene applicato quando due sostanze si scambiano contemporaneamente interazioni positive e negative (cioè quando vengono svolte funzioni utili e dannose), ed è permesso introdurre nel sistema sostanze additive tra gli elementi (fig. 2.2.1.2.1.a).

Bisogna rispettare i seguenti step:

1. costruire il modello Su-Field della funzione dannosa; identificare la modifica del parametro che va eliminata;
2. controllare che sia possibile introdurre sostanze additive esterne tra il tool e l'oggetto, cioè che non sia obbligatorio mantenere le due sostanze in contatto tra loro;
3. ricercare sostanze che possono essere interposte per interrompere l'interazione dannosa esiste;
4. controllare che non ci sia nessun vincolo all'introduzione di queste specifiche sostanze nel sistema tecnico.

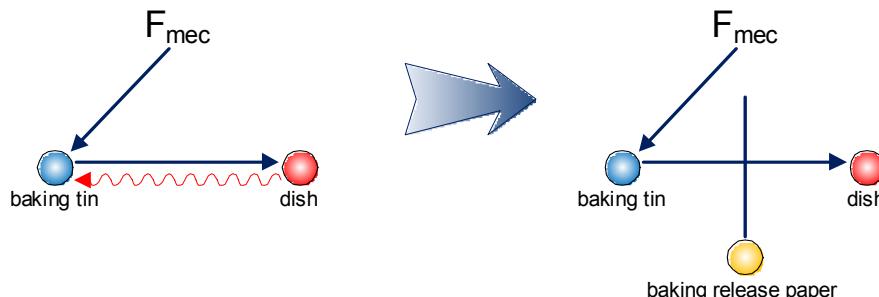
Nota: il punto 3 può essere sopportato dalla tabella delle risorse Substance-Field.

### Esempio

La mamma di Nina, a volte, prepara alcune piatti al forno, anche se non amo molto questo tipo di cucina perché le teglie di cottura si incrostano con il grasso bruciato. Se proviamo modellare questa situazione il risultato potrebbe essere come quello rappresentato in fig. 2.2.1.2.1.b sinistra, in cui la teglia da forno (S1) svolge un'azione utile per mezzo di un field meccanico di



contenere la pietanza (S2), ma nello stesso tempo il cibo sporca la teglia. Dobbiamo trovare una sostanza esterna capace di interrompere l'azione negativa. La soluzione può essere un foglio di carta da forno sotto il cibo che mantiene pulita la teglia (fig. 2.2.1.2.1.b destra).



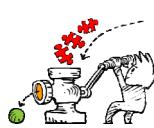
*Fig. 2.2.1.2.1.b – applicazione esemplificativa dello Standard 1.2.1 per rimuovere l'effetto negativo secondario generato da S2: una terza sostanza è stata introdotta tra S1 e S2*

## Autovalutazione



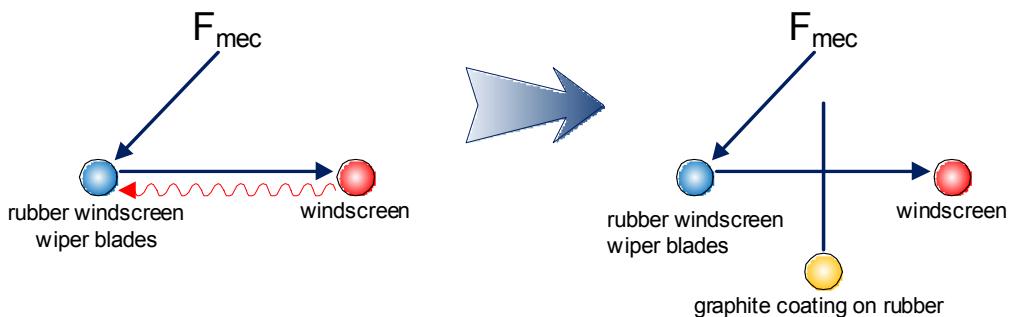
### Esercizio 1:

siamo in macchina, e fuori sta piovendo. Per detergere il parabrezza utilizziamo il tergicristallo. Però l'attrito tra la gomma e il vetro, utile per pulire, è dannoso per l'usura delle spazzole. Prova a risolvere questo problema seguendo le indicazioni della Soluzione Standard 1.2.1.



### Risposta 1:

La situazione iniziale può essere rappresentata con un mini-model composto da una prima sostanza S1, la gomma del tergicristallo, che per mezzo di un field meccanico ne pulisce una seconda S2, rappresentata dal parabrezza. Ma in aggiunta alla funzione di pulire, utile, dobbiamo rappresentare anche l'azione negativa, data dallo usura della gomma causata dal vetro per mezzo della stessa forza di attrito utile a detergere fig. 2.2.1.2.1.c sinistra. La Soluzione Standard 1.2.1 suggerisce di inserire nel sistema una terza sostanza capace di interrompere l'effetto negativo del field meccanico; vedi fig. 2.2.1.2.1.c destra. La soluzione pratica adottata è ricoprire la gomma con uno strato di grafite.



*Fig. 2.2.1.2.1.c – come usare lo Standard 1.2.1 per risolvere un problema con un tergicristallo*



## Bibliografia

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



## STANDARD 1-2-2 - ELIMINAZIONE DELL'INTERAZIONE DANNOSA CON LA MODIFICA DI UNA SOSTANZA ESISTENTE

### Definizione

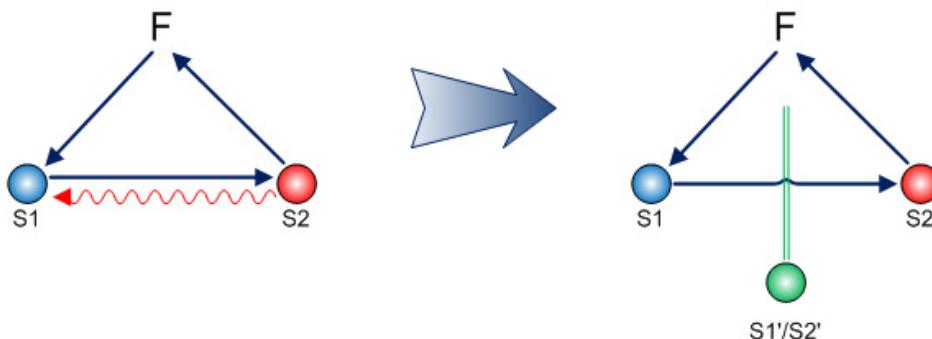
L'eliminazione di un'interazione dannosa consiste nella modifica del sistema Su-Field in modo da evitare che il tool eserciti qualsiasi effetto indesiderato sull'oggetto dell'interazione.



### Teoria

Se tra due sostanze in un modello Su-Field sono presenti sia effetti utili che dannosi e non c'è necessità di mantenere a diretto contatto le due sostanze, il problema può essere risolto andando ad aggiungere una terza sostanza data dalla modifica della prima o della seconda sostanza.

### Modello



*Fig. 2.2.1.2.2.a – STANDARD 1-2-2: eliminazione di un'interazione dannosa con la modifica di una sostanza esistente*



### Strumenti

Questo Standard viene applicato quando due sostanze si scambiano contemporaneamente interazioni positive e negative (cioè vengono svolte funzioni utili e dannose), ed è permesso introdurre nel sistema sostanze additive tra gli elementi (fig. 2.2.1.2.2.a).

Bisogna rispettare i seguenti step:

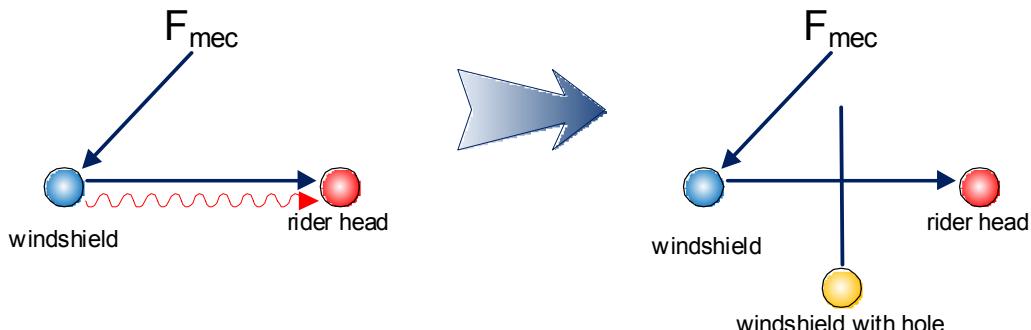
1. costruire il modello Su-Field della funzione dannosa; identificare la modifica del parametro che va eliminata;
2. controllare che sia possibile introdurre sostanze additive esterne tra il tool e l'oggetto, cioè che non sia obbligatorio mantenere le due sostanze in contatto tra loro;
3. cercare possibili modifiche alle sostanze interagenti S1 e S2, che le trasformino in una terza sostanza in modo tale da interrompere l'interazione dannosa esistente;
4. controllare che non ci sia nessun vincolo all'introduzione di questa specifica sostanza nel sistema tecnico.

Nota: il punto 3 può essere sopportato dalla tabella delle risorse Substance-Field.

## Esempio



Andando in moto a velocità sostenuta si può sentire la pressione dell'aria sul casco. Così di solito si monta un piccolo parabrezza che taglia l'aria al posto del casco da motociclista, ma nello stesso tempo crea delle turbolenze fastidiose. Andando modellare lo stato iniziale del nostro problema, abbiamo il parabrezza (S1) che per mezzo di un field meccanico protegge dalla pressione dell'aria la testa del motociclista (S2), ma allo stesso tempo genera turbolenza. Secondo lo Standard 1.2.2 S1 o S2 devono essere modificate in modo da rimuovere l'azione negativa del parabrezza. Una via per risolvere il problema è creare un foro nella parte bassa del parabrezza in modo che l'aria può seguire il profilo del parabrezza da entrambi i lati per ridurre così la formazione di piccoli turbini nella parte alta del vetro.



*Fig. 2.2.1.2.2.b – applicazione esplicativa dello Standard 1.2.2 per rimuovere l'effetto dannoso secondario generato da S1*

## Autovalutazione

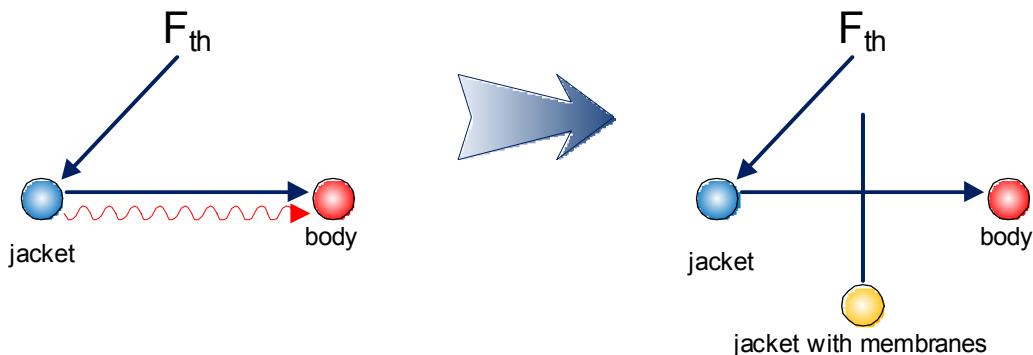


### Esercizio 1:

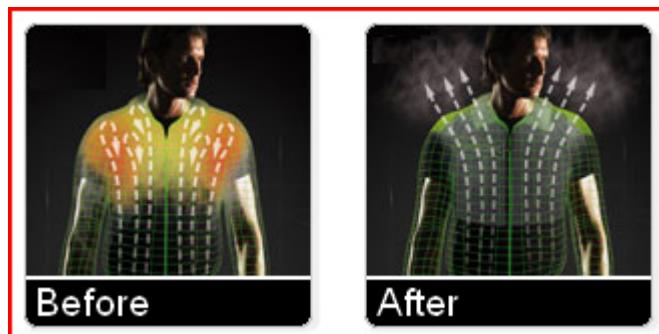
Quando fuori fa freddo, siamo soliti indossare giubbotti, impermeabili, ecc. Il nostro corpo, infatti, è una buona sorgente di calore, e il cappotto ha la funzione di isolare dalla fredda aria esterna. In particolari situazioni però può succedere che la temperatura interna aumenti, per esempio causata da uno sforzo fisico, provocando la formazione di sudore. Questa umidità rimane intrappolata nelle zone in cui il giubbotto è più aderente al corpo. È possibile risolvere questo problema aiutandoci con la Soluzione Standard 1.2.2?

## Risposta 1:

In questo caso il giubbotto svolge due azioni: la prima, utile, è quella di isolare il corpo dall'aria esterna, e la seconda, questa volta dannosa, è quella di impedire all'umidità di fuoriuscire. In termini Su-Field, ciò può essere tradotto come rappresentato in fig. 2.2.1.2.2.c sinistra, in cui la giacca è S1 che per mezzo di un field termico  $F_{th}$  isola e riscalda il corpo. Poiché è abbastanza difficile cambiare le proprietà del corpo umano, possiamo lavorare esclusivamente con S1, e dobbiamo trovare una sua modifica in modo tale da interrompere l'azione dannosa cioè la formazione di umidità (fig. 2.2.1.2.2.c destra). Sapendo che l'aria calda verso l'alto, potrebbe risolvere il problema una speciale membrana sulle spalle del giubbotto, (fig. 2.2.1.2.2.d).



*Fig. 2.2.1.2.2.c – applicazione esemplificativa dello Standard 1.2.2 per rimuovere l'effetto negativo secondario generato da S1.*



*Fig. 2.2.1.2.2.d – La soluzione commerciale dell'esercizio precedente*

## Bibliografia

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



## STANDARD 1-2-3 - ELIMINAZIONE DELL'EFFETTO NEGATIVO DI UN FIELD

### Definizione

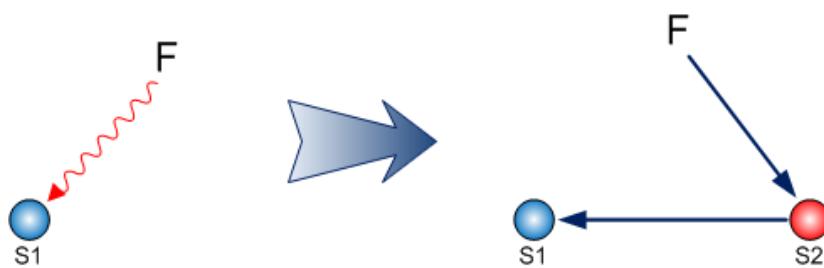


L'eliminazione di un field negativo consiste nella modifica di un sistema Su-Field in modo tale da evitare che un effetto indesiderato coinvolga una certa sostanza.

### Teoria

Qualora si richieda di eliminare l'effetto negativo di un film nei confronti di una sostanza, si può introdurre una seconda sostanza che assorba l'effetto negativo del field.

### Modello



*Fig. 2.2.1.2.3.a – STANDARD 1-2-3: eliminazione dell'effetto negativo di un field*

### Strumenti

Questo Standard si usa quando è esercitata verso un oggetto una funzione dannosa, ed è permesso introdurre nel sistema sostanze additive (fig. 2.2.1.2.3.a).



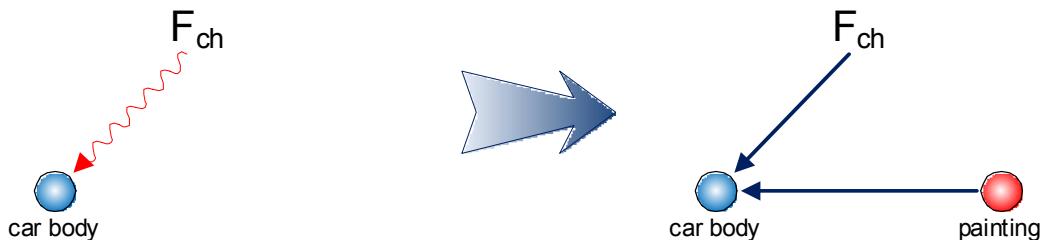
- Bisogna rispettare i seguenti passi:
1. costruire il modello Su-Field dalla funzione dannosa; identificare la modifica del parametro da eliminare;
  2. assicurarsi che sia possibile introdurre nuove sostanze nel sistema;
  3. cercare una sostanza esterna S2 capace di attrarre l'interazione negativa esistente in modo da preservare il sistema;
  4. controllare che non ci siano limitazioni all'introduzione di questa specifica sostanza nel sistema tecnico.

Nota il punto 3 può essere sopportato dalla tabella delle risorse Substance-Field.

### Esempio

La carrozzeria della nostra auto è fatta di metallo e può essere attaccata dalla ruggine. Se costruiamo un modello Su-Field, abbiamo un field chimico che svolge un'azione dannosa nei confronti della carrozzeria (S1), vedi fig. 2.2.1.2.3.b. sinistra. Dobbiamo rimuovere questo effetto. Secondo la Soluzione Standard 1.2.3 dobbiamo aggiungere un'altra sostanza per rimuovere l'effetto negativo del field. Chiaramente la sostanza che stiamo cercando è la vernice che ricopre la carrozzeria della nostra auto, che la protegge contro l'attacco della ruggine (fig. 2.2.1.2.3.b destra).





*Fig. 2.2.1.2.3.b – applicazione esemplificativa dello Standard 1.2.3 per rimuovere l'effetto negativo del field “attacco chimico”*

## Autovalutazione

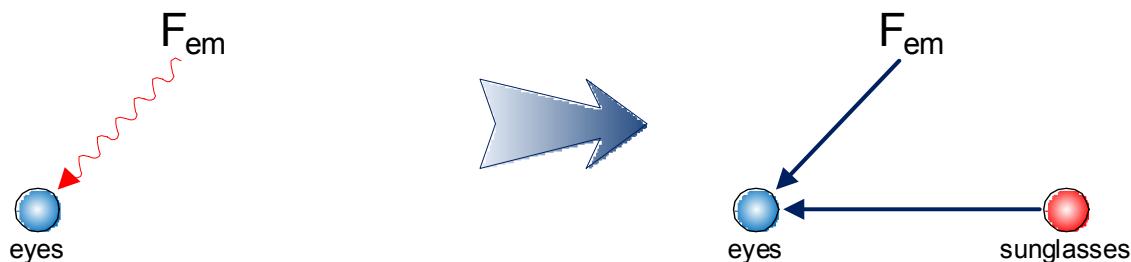
### Esercizio 1:

In una bella giornata di sole, la luce potrebbe essere troppo abbagliante per i nostri occhi. Prova modellare questa facile situazione e cerca una soluzione secondo lo Standard 1.2.3.



### Risposta 1:

Nella descrizione del problema abbiamo esclusivamente gli elementi per costruire un modello Su-Field. Infatti c'è la luce del sole che potremmo considerare con un field elettromagnetico che svolge un'azione dannosa nei confronti dei nostri occhi, che rappresentano una sostanza S1 (fig. 2.2.1.2.3.c.sinistra). Una seconda sostanza è richiesta per interrompere l'effetto del field. La soluzione è rappresentata da occhiali da sole scuri che permettono agli occhi di vedere attraverso, ma riducono la luminosità della luce del sole (fig. 2.2.1.2.3.c destra).



*Fig. 2.2.1.2.3.c – applicazione esemplificativa dello Standard 1.2.3 per rimuovere l'effetto negativo del campo elettromagnetico “abbagliamento”.*

## Bibliografia

- [1] VV.AA.: *A thread in the labyrinth* (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



## STANDARD 1-2-4 - ELIMINAZIONE DI UN EFFETTO NEGATIVO CON UN NUOVO FIELD

### Definizione



L'eliminazione di un field negativo consiste nella modifica di un sistema Su-Field in modo tale da evitare che un effetto indesiderato coinvolga una certa sostanza.

### Teoria

Se in un sistema Substance-Field sono presenti effetti sia positivi che negativi tra due sostanze, e si deve mantenere il contatto diretto tra le due, si può effettuare una transizione ad un sistema Substance-Field duplice, nel quale l'interazione utile continua ad essere fornita dal field esistente mentre il nuovo neutralizza gli effetti dannosi (o li trasforma da effetti dannosi in effetti utili).

### Modello

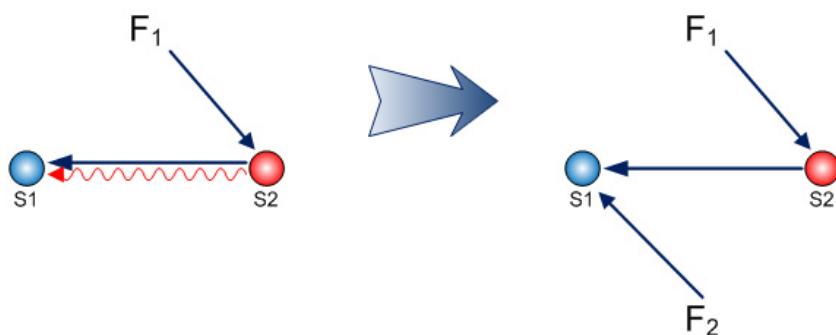


Fig. 2.2.1.2.4.a – STANDARD 1-2-4: eliminazione di un effetto dannoso con un nuovo field

### Strumenti

Questo Standard si usa quando un effetto negativo agisce su un certo oggetto, ed è possibile introdurre un nuovo field nel sistema (fig. 2.2.1.2.4.a).

Bisogna applicare i passi seguenti:

1. costruire il modello Su-Field della funzione dannosa; identificare la modifica del parametro che va eliminata;
2. controllare che sia possibile introdurre un nuovo field nel sistema;
3. cercare un nuovo field capace di neutralizzare l'effetto dannoso esistente in modo da preservare il sistema;
4. controllare che non ci sia nessuna limitazione all'introduzione di questo specifico field nel sistema tecnico.

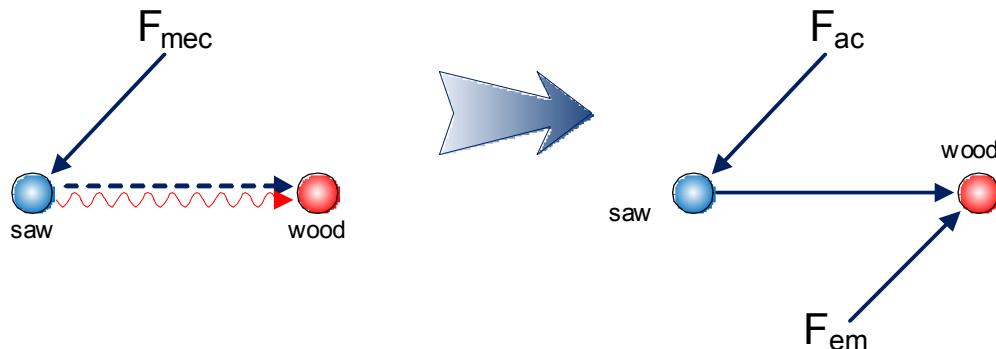
Nota: il punto 3 può essere sopportato dalla tabella delle risorse Substance-Field.

### Esempio

Matt lavora in una falegnameria. Molto spesso deve fare dei tagli diritti con un seghetto alternativo. Per prima cosa traccia una linea dritta con una matita sul pezzo di legno da tagliare a mo' di guida. Però, quando inizia tagliare, la segatura ricopre la linea vicino la linea e Matt è costretto a soffiare per rimuoverla. È possibile aiutare Gino utilizzando lo Standard 1.2.4? per prima cosa dobbiamo costruire il modello Substance-Field: estraendo dalla descrizione, troviamo la sega (S1) che per mezzo di un field meccanico svolge l'azione utile di tagliare il pezzo di legno (S2), vedi fig. 2.2.1.2.4.b sinistra. Però la sega svolge anche un'azione negativa:



la polvere creata ricopre la linea di riferimento sul legno. Il parametro danneggiato dall'effetto negativo è la possibilità di vedere il segno, così, secondo lo Standard 1.2.4 dobbiamo trovare un field in grado di pulire la linea dalla polvere o in grado di far svolgere in maniera corretta la funzione del taglio anche con la linea ricoperta di polvere. Un field elettromagnetico sembra essere una buona risposta, infatti un fascio laser che proietta una linea dritta può risolvere il problema (fig. 2.2.1.2.4.b. destra).



*Fig. 2.2.1.2.4.b – applicazione esemplificativa dello Standard 1.2.4: Il modello Su-Field è stato costruito per superare l'effetto negativo generato dal primo field*

## Autovalutazione

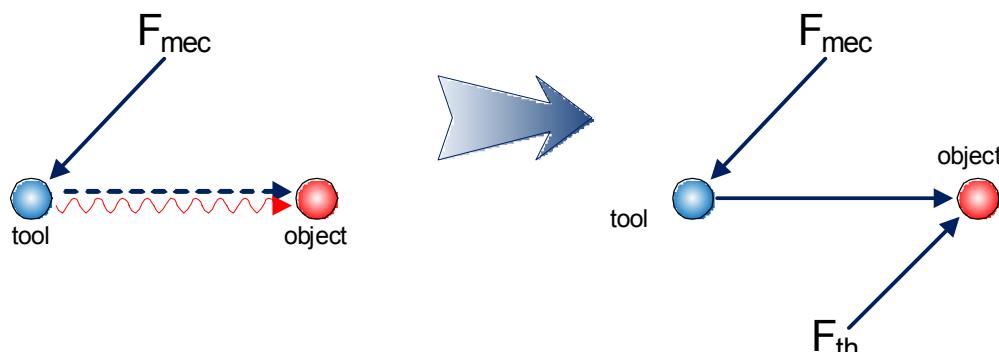
### Esercizio 1:

In un'azienda meccanica sono presenti molte macchine utensili. Una di esse lavora molto bene anche ad alti giri del motore ma l'attrito tra l'utensile e l'oggetto da lavorare può causare un surriscaldamento e quindi anche una possibile deformazione dell'oggetto rendendo il lavoro poco preciso. Prova a risolvere questo problema aiutandoti con la Soluzione Standard 1.2.4.



### Risposta 1:

Dobbiamo iniziare con una costruzione del modello. Abbiamo l'utensile della macchina (S1) che lavora l'oggetto (S2) per mezzo di un field meccanico, che svolge una funzione utile e sufficiente. Ma la descrizione afferma che l'attrito tra S1 ed S2, lo stesso che si dimostra essere utile per la funzione "lavorare il pezzo", causa un surriscaldamento dell'oggetto: questa è chiaramente una azione dannosa, in quanto genera una possibile deformazione dell'oggetto e quindi la perdita di accuratezza della lavorazione (fig. 2.2.1.2.4.c sinistra). Lo Standard 1.2.4 suggerisce di introdurre un nuovo field con lo scopo di neutralizzare l'effetto negativo del field che svolge anche la funzione utile del sistema. Il secondo campo per esempio potrebbe essere termico, agente solo sull'oggetto o su entrambi, utensile e oggetto, in modo tale da raffreddarli ed evitare la deformazione dell'oggetto e quindi la perdita di accuratezza.



*Fig. 2.2.1.2.4.c – la situazione iniziale della risoluzione del problema con una macchina utensile*

## Bibliografia

[1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



## STANDARD 2.1.1 - SINTESI DI UNA CATENA DEI SISTEMI SUBSTANCE-FIELD

### Definizione

Una catena di sistemi Substance-Field è un sistema complesso dove almeno una sostanza genera e contemporaneamente è soggetta a due field diversi.



### Teoria

L'efficienza di un modello Su-Field può essere migliorata trasformando una delle sue parti in un modello Su-Field controllabile indipendentemente, formando quindi una catena di sistemi Substance-Field.

### Modello

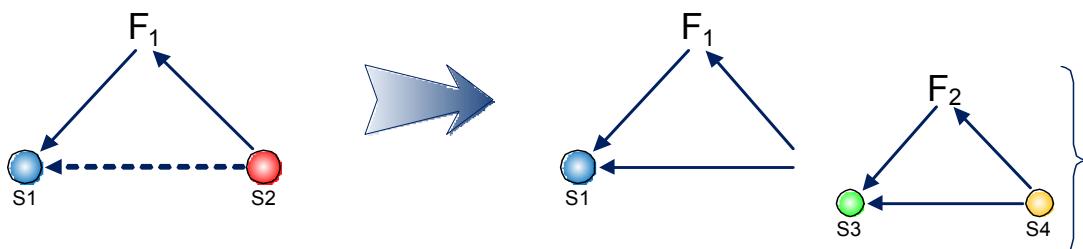


Fig. 2.2.2.1.1.a – STANDARD 2-1-1: sintesi di una catena di sistemi Substance-Field



### Strumenti

Questo Standard si usa quando una funzione utile non è sufficiente, cioè la modifica fatta sull'oggetto non soddisfa le aspettative, e non è permesso introdurre additivi nel sistema. Bisogna applicare i passi seguenti:

1. costruire il modello Su-Field della funzione insufficiente; identificare la modifica del parametro che va migliorata;
2. controllare che sia possibile sostituire il tool o l'oggetto con un sottosistema Su-Field controllabile indipendentemente;
3. cercare risorse che possono migliorare l'efficienza del field esistente;
4. controllare che non ci sia nessuna limitazione all'introduzione del field e delle sostanze identificate nel sistema tecnico.

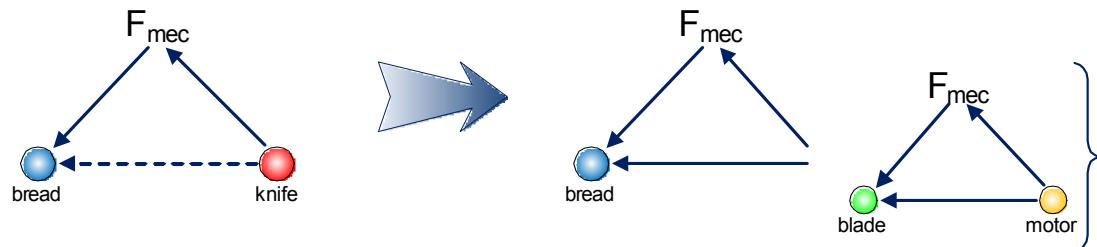
Nota: il punto 3 può essere sopportato dalla tabella delle risorse Substance-Field.



### Esempio

Nina sta organizzando una festa e deve preparare molti panini per il rinfresco. Mentre taglia le fette di pane dal filone intero con un coltello, realizza che questo può essere migliorato, in quanto per tagliare deve compiere col braccio contemporaneamente sia un movimento alternato orizzontale sia uno verticale e spesso il taglio non risulta poi così preciso. Nel costruire il modello Su-Field di questa situazione iniziale dobbiamo tenere in considerazione il filone del pane (S1), il coltello (S2) che interagiscono per mezzo di un field meccanico, fig. 2.2.2.1.1.b sinistra. La funzione è svolta dal coltello che per mezzo del field meccanico affetta il pane; questa funzione è da considerarsi utile ma insufficiente. Secondo la Soluzione Standard 2.1.1 per migliorare il modello iniziale dobbiamo trasformare il tool, in questo caso il coltello, in un nuovo modello Su-Field separato. Quindi dobbiamo aggiungere una nuova sostanza (S3) e un altro field associato alla lama, fig. 2.2.2.1.1.b destra. Possiamo aggiungere un motore (S3) che

fornisce il movimento alternato alla lama per mezzo di un field meccanico in modo da lasciare a Nina soltanto il compito di guidare il nuovo coltello (fig. 2.2.2.1.1.c).



*Fig. 2.2.2.1.1.b – il modello Su-Field del problema*



*Fig. 2.2.2.1.1.c – il coltello elettrico*

## Autovalutazione

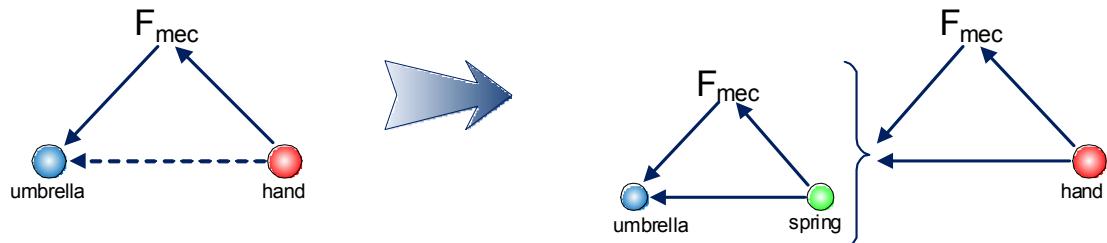
### Esercizio 1:



Nina è andata al centro commerciale a fare shopping. Mentre sta tornando a casa a piedi, inizia piovere. Così tira fuori dalla sua borsetta l'ombrellino: mentre prova ad aprirlo si trova in difficoltà perché ha una mano occupata con gli articoli acquistati e quindi è costretta ad utilizzarne una sola. Prova ad aiutare Nina a fare evolvere l'ombrellino secondo lo Standard 2.1.1.

### Risposta 1:

Il primo passo è capire bene il problema e costruire il suo modello Su-Field. La situazione iniziale può essere rappresentata con un mini-model composto da: l'ombrellino (S1) e una mano (S2) che per mezzo di un field meccanico ha alcune difficoltà ad aprire S1. La funzione di aprire l'ombrellino è ovviamente utile ma insufficiente (fig. 2.2.2.1.1 sinistra). Se vogliamo seguire i suggerimenti dello Standard 2.1.1, dobbiamo trasformare una delle sostanze in un nuovo modello Su-Field separato. Se dal lato "mano" risulta difficile, rimane invece molto più semplice dal lato "ombrellino". Dobbiamo aggiungere un'altra sostanza e un nuovo field, in modo da migliorare il sistema attuale. Possiamo immaginare la terza sostanza come una molla che quando richiesto dalla mano, per mezzo del nuovo field, anche in questo caso meccanico, apre l'ombrellino (fig. 2.2.2.1.1.d destra).



*Fig. 2.2.2.1.1.d – Soluzione Standard 2.1.1 applicata ad un ombrello*

## Bibliografia

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



## STANDARD 2.1.2 - SINTESI DI UN DOPPIO SISTEMA SUBSTANCE-FIELD

### Definizione

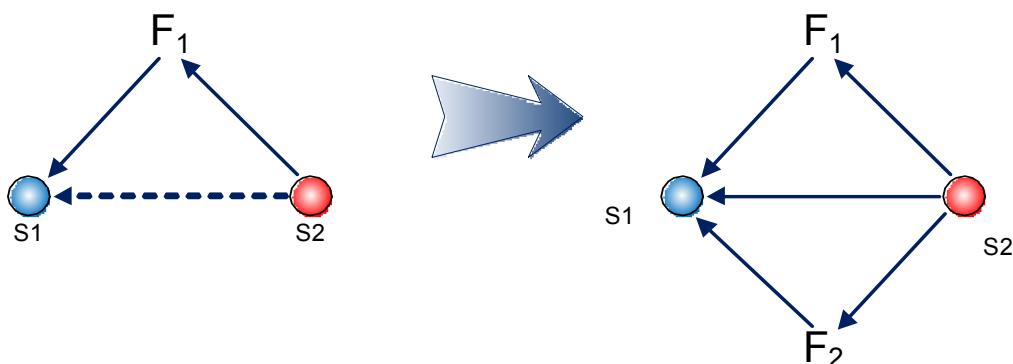


Un sistema Substance-Field doppio è un sistema complesso dove le sostanze interagiscono con due field paralleli.

### Teoria

Quando è necessario migliorare l'efficienza del sistema Substance-Field, e non è possibile una sostituzione degli elementi che lo compongono, il problema può essere risolto con il passaggio ad un sistema Substance-Field doppio introducendo un field facile da controllare.

### Modello



*Fig. 2.2.2.1.2.a – STANDARD 2-1-2: sintesi di un sistema Substance-Field doppio*

### Strumenti

Questo Standard si usa quando una funzione utile non è sufficiente, cioè la modifica fatta sull'oggetto non soddisfa le aspettative, e non è permesso introdurre additivi nel sistema. Bisogna applicare i passi seguenti:

- 
1. costruire il modello Su-Field della funzione insufficiente; identificare la modifica del parametro che va migliorata;
  2. controllare che sia possibile introdurre un nuovo field nel sistema;
  3. cercare un nuovo field da esercitare tra le due sostanze originali in grado di migliorare l'efficienza dell'interazione esistente;
  4. controllare che non ci sia nessuna limitazione all'introduzione del field identificato nel sistema tecnico.

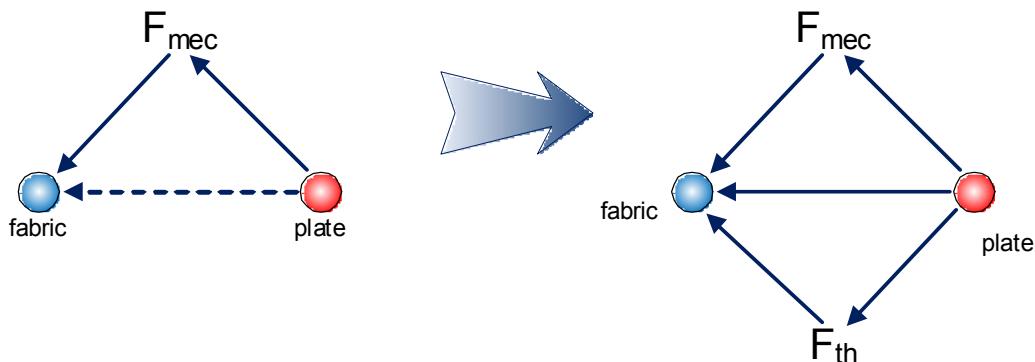
Nota: il punto 3 può essere sopportato dalla tabella delle risorse Substance-Field.

### Esempio

Nina è andata in vacanza con il suo fidanzato Luca. Quando sono arrivati in hotel, hanno trovato una stanza molto carina, con molti comfort come il mini bar, l'aria condizionata, la tv satellitare e lo stira pantaloni (fig. 2.2.2.1.2.c sinistra). Prima di andare a letto, Luca ha voluto provare a stirare i suoi pantaloni per essere perfetto il giorno successivo. La mattina seguente i pantaloni erano sì più stirati della sera precedente ma non come lui immaginava. Così pensò: "Perché non migliorare questo sistema utile ma insoddisfacente?".

Il primo passo da fare è costruire un modello: in questo caso c'è una pressa (S2), che per mezzo

di un field meccanico stira in maniera utile ma insufficiente i pantaloni (S1), fig. 2.2.2.1.2.b sinistra. La Soluzione Standard 2.1.2 suggerisce di introdurre nel modello iniziale un nuovo field in parallelo con quello già esistente in modo da rendere sufficiente l'azione insufficiente (fig. 2.2.2.1.2.b destra). Prendendo la lista di tutti possibili field da aggiungere, quello termico sembra essere il più conveniente. Così per stirare le pantaloni anziché usare solo una pressione che un field meccanico, l'introduzione in parallelo anche di un campo termico migliora l'azione utile delle stira pantaloni da hotel (fig. 2.2.2.1.2.c destra).



*Fig. 2.2.2.1.2.b – il modello del problema*

*Fig. 2.2.2.1.2.c – sulla sinistra il primo modello di pressa stira pantaloni, che lavora solo con*



*un field meccanico. Sulla destra la soluzione evoluta, che contiene anche un field termico accoppiato a quello meccanico*

## Autovalutazione

### Esercizio 1:

Per riscaldare una stanza, di solito si usa un radiatore. Questo scalda l'aria sfruttando i molti convettivi: l'aria calda lascia il radiatore passando dalla sua parte superiore, gira per tutta la stanza e nel frattempo si raffredda, e quindi entra di nuovo nella parte bassa del radiatore. Con questo sistema di riscaldamento della stanza è assicurato, ma richiede molto tempo. Come potresti migliorare il radiatore seguendo i suggerimenti della Soluzione Standard 2.1.2?



## Risposta 1:

Inizia col costruire il modello Su-Field della situazione iniziale. Possiamo considerare come prima sostanza la stanza che vogliamo riscaldare (S1), come seconda in radiatore (S2), che è il tool dell'azione utile svolta dal sistema, e come field di interazione un field termico (fig. 2.2.2.1.2.d sinistra). Dobbiamo migliorare questo modello aggiungendo un nuovo field che lavora in parallelo con quello già esistente (fig. 2.2.2.1.2.d destra). Il tempo per riscaldare la stanza deve essere diminuito: attualmente l'aria calda è mossa esclusivamente da molti convettivi, perciò dobbiamo trovare un modo per accelerare questo movimento. Un field meccanico sviluppato da una ventola può essere una buona soluzione, (fig. 2.2.2.1.2.e).

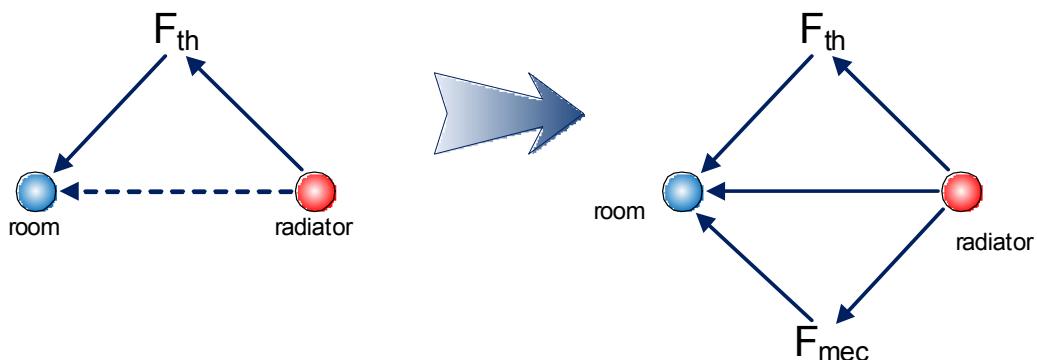


Fig. 2.2.2.1.2.d – La situazione iniziale della soluzione finale modellata con i Su-Field



Fig. 2.2.2.1.2.e – a sinistra un radiatore; a destra un convettore: al suo interno c'è un radiatore e una ventola per muovere più velocemente l'aria calda

## Bibliografia

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3

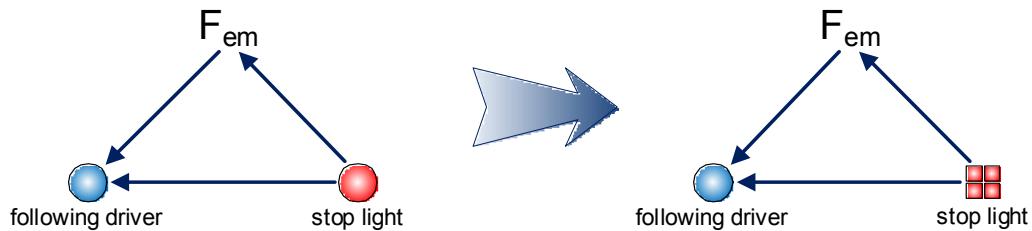


## STANDARD 2.2.2 - AUMENTARE IL GRADO DI SEGMENTAZIONE DEI COMPONENTI DI UNA SOSTANZA

### Teoria

l'efficienza del sistema Substance-Field può essere migliorata aumentando il grado di segmentazione della sostanza che agisce come tool nel sistema Substance-Field. Questa operazione dà il via ad un processo che termina con la sostituzione del tool da parte di un nuovo field in grado di svolgere la stessa funzione.

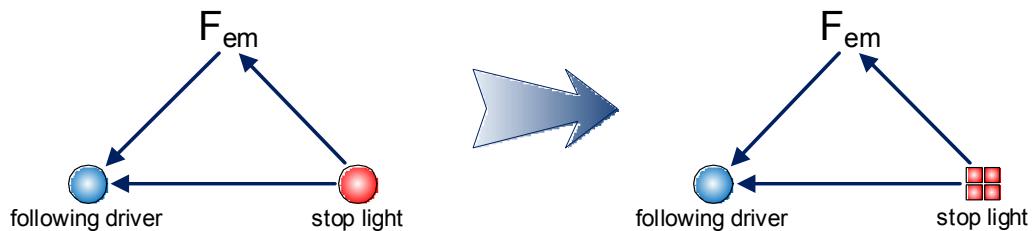
### Modello



*Fig. 2.2.2.2.2.a – STANDARD 2-2-2: aumentare il grado di segmentazione dei componenti di una sostanza*

### Esempio

Quando guidiamo una macchina, e premiamo sul pedale del freno, nella parte posteriore della nostra auto si accendono le luci degli stop per avvertire il guidatore che ci segue che stiamo frenando. Di solito ci sono tre luci, una a destra, una sinistra e una centrale. Per migliorare questo sistema seguendo le linee guida dello Standard 2.2.2, iniziamo con la costruzione del mini-model che rappresenta la situazione iniziale. La funzione dello stop è di informare il guidatore che ci segue: quindi si ha S1 rappresentato dal guidatore, l'oggetto della funzione, S2 sono le luci di stop, il tool, e il field di interazione è elettromagnetico, fig. 2.2.2.2.b sinistra. Lo Standard 2.2.2 suggerisce di aumentare il grado di segmentazione della sostanza che opera come tool nel modello, quindi dobbiamo segmentare le luci di stop. Ciò significa che invece di una singola lampadina per parte, la luce di stop può essere composta da un serie di lampadine più piccole, come i led, che permettono di dare forme differenti alle luci di stop, fig. 2.2.2.2.b destra.



*Fig. 2.2.2.2.2.b – il modello rappresentativo del sistema e la sua evoluzione*

## Autovalutazione

### Esercizio 1:



Il padre di Nina è un amante del bricolage e nel suo garage ha molti utensili: chiavi inglesi, cacciaviti, trapani, martelli, viti, chiodi, seghe, ecc. Molti di essi sono attaccati al muro, in modo da poter essere presi con facilità. Finché lavora in garage o vicino al muro “accessoriato”, non ha nessun tipo di problema, ma quando deve riparare qualcosa in giro per la casa deve portarsi dietro tutti gli utensili necessari, o andare avanti e indietro per prenderli. Prendendo in considerazione per esempio il cacciavite, come potresti migliorarlo secondo lo Standard 2.2.2?



### Risposta 1:

La costruzione del mini-model è molto semplice: dobbiamo considerare i cacciaviti. Durante il loro utilizzo interagiscono ovviamente con le viti, quindi il modello sarà composto da: S1, la vite, S2 il cacciavite, e il field di interazione che in questo caso è meccanico (fig. 2.2.2.2.c sinistra). Ora, lo Standard suggerisce di aumentare il grado di segmentazione del tool del modello, quindi in questo caso del cacciavite, fig. 2.2.2.2.c destra. Cosa significa aumentare il grado di segmentazione di un cacciavite? Una possibile interpretazione potrebbe portare a dividere il manico dalle punte per rendere gli utensili intercambiabili.

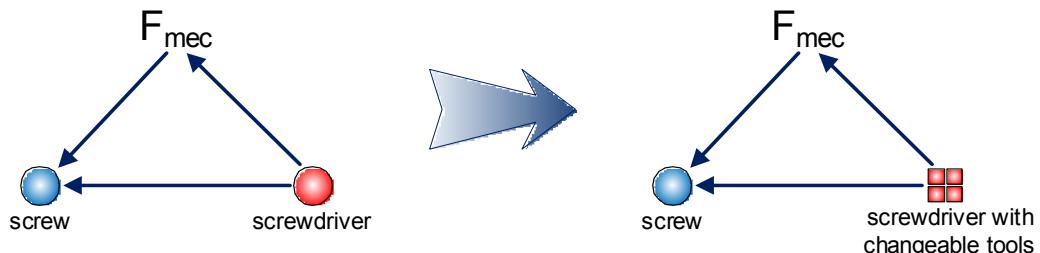


Fig. 2.2.2.2.c –il modello Su-Field di un cacciavite



Fig. 2.2.2.2.d – a sinistra un set di cacciaviti con punte diverse; a destra un singolo cacciavite con un set di punte intercambiabili per i differenti usi



## Bibliografia

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



## STANDARD 2.2.3 - TRANSIZIONE AD UN OGGETTO POROSO

### Teoria

L'efficienza del sistema Substance-Field può essere aumentata sostituendo nel modello Su-Field un oggetto solido e compatto con uno poroso.

### Modello

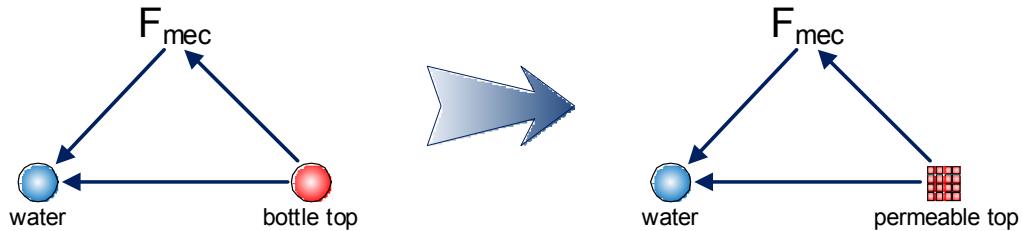


Fig. 2.2.2.3.a – STANDARD 2-2-3: transizione ad oggetti porosi

### Esempio

Quando Nina va in bicicletta, porta sempre con sé una bottiglia d'acqua per bere. Questa bottiglia deve essere chiusa per evitare che l'acqua fuoriesca. Però, quando Nina ha sete e vuole bere, deve fermarsi per aprire la bottiglia. Se volessimo migliorare il sistema “bottiglia d'acqua” seguendo le istruzioni dello Standard 2.2.3, come prima cosa dovremo modellare la situazione originale: la sostanza che funge da tool è il tappo della bottiglia (S2), mentre l'oggetto è l'acqua. Il field di interazione è meccanico (fig. 2.2.2.3.b, sinistra): infatti si può dire che il tappo blocca la fuoriuscita dell'acqua e questa altro non è che un'azione meccanica. Lo Standard 2.2.3 prevede il passaggio da un oggetto solido a uno poroso (fig. 2.2.2.3.3 destra). Ciò significa che il tappo della bottiglia deve essere poroso, cioè deve essere composto da una membrana che blocca la fuoriuscita dell'acqua se la pressione è al di sotto di un certo valore, ma ne permette il passaggio quando la pressione supera una data soglia. La pressione può essere aumentata per esempio strizzando una bottiglia.

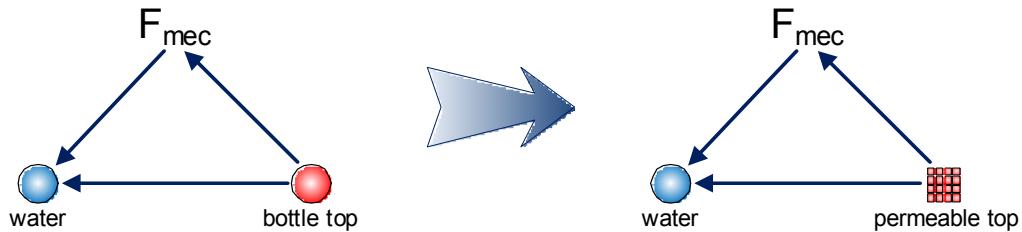


Fig. 2.2.2.3.b – migliorare un sistema aumentandone la sua porosità

### Autovalutazione

#### Esercizio 1:

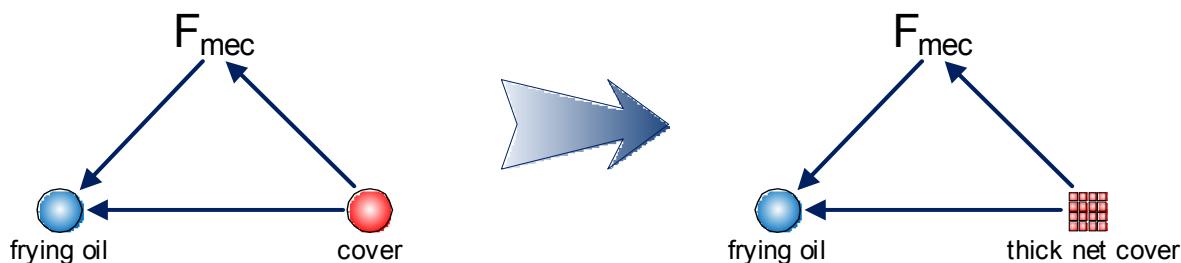
Nina è in cucina, e sua madre sta friggendo del pesce surgelato che le provoca qualche problema con l'olio caldo. Infatti quando si inserisce il pesce nell'olio caldo questo inizia a schizzare, sporcando tutto il piano della cucina e con il rischio di ustionare Nina e sua madre.



La soluzione più ovvia è quella di coprire la padella con un coperchio, ma se c'è un coperchio i fumi della frittura rimangono all'interno e danno un sapore cattivo al pesce. È possibile migliorare la situazione attuale del sistema seguendo la Soluzione Standard 2.2.3?

### Risposta 1:

Il primo passo consiste nel focalizzare l'attenzione sul sistema da migliorare: utilizziamo un coperchio per evitare che l'olio bollente esca dalla padella della frittura. Quindi una sostanza dell'olio per la frittura (S1), l'altra è il coperchio (S2); queste interagiscono per mezzo di un field meccanico (*fig. 2.2.2.2.3.c sinistra*). Lo Standard suggerisce di trasformare un oggetto solido prima con una cavità, poi con più cavità, quindi perforato o alla fine completamente poroso (*fig. 2.2.2.2.3.c destra*). Ora dobbiamo traslare questi concetti al nostro coperchio. Una buona soluzione potrebbe essere un coperchio fatto di una rete molto fitta, in grado di bloccare le gocce d'olio bollente ma allo stesso tempo di lasciar passare attraverso i fumi (*fig. 2.2.2.2.3.d*).



*Fig. 2.2.2.2.3.c –il modello Su-Field iniziale e finale di un coperchio per friggitrice*



*Fig. 2.2.2.2.3.d – la prima immagine rappresenta il classico coperchio in vetro; a destra il coperchio fatto di rete*

### Bibliografia

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3

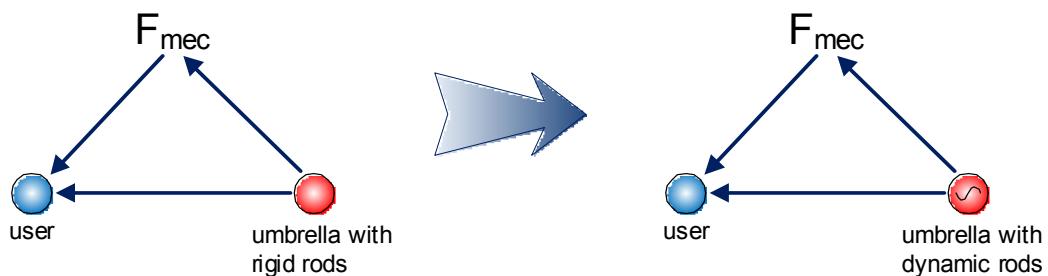


## STANDARD 2.2.4 - INCREMENTO DEL GRADO DI DINAMIZZAZIONE DI UN SISTEMA

### Teoria

L'efficienza del sistema Substance-Field si può essere aumentata incrementandone il grado di dinamizzazione (cioè il numero dei gradi di libertà), quindi passando ad una struttura del sistema più flessibile e più rapidamente modificabile.

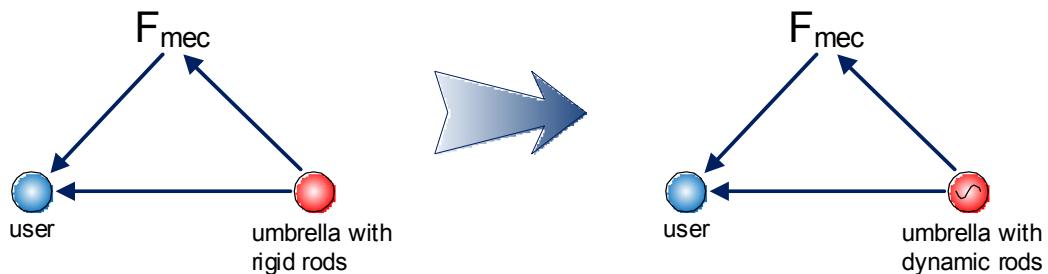
### Modello



*Fig. 2.2.2.4.a – STANDARD 2-2-4: incremento del grado di dinamizzazione di un sistema*

### Esempio

Nina sta camminando sotto la pioggia protetta da un ombrello. Mentre cammina, guarda e studia come è fatto l'ombrello stesso. È costituito da un lungo manico connesso con un insieme di barre rigide che hanno la funzione di mantenere tesa la tela impermeabile. Quando l'ombrello è aperto, per riparare nel miglior modo possibile, è necessaria un'ampia superficie, ma ciò implica un ingombro troppo elevato quando è chiuso. La funzione dell'ombrello è di proteggere l'utente dalle gocce di pioggia, e quando Nina inizia costruire il modello Su-Field deve considerare: come prima sostanza l'utente, come seconda l'ombrello e il field di interazione chiaramente meccanico. A questo punto, vorrebbe migliorare questo sistema utilizzando lo Standard 2.2.4: il controllo del sistema deve incrementare la sua dinamicità. L'ombrello, come già detto, è composto di due parti rigide, il manico e le stecche, e da una parte flessibile, e quindi già dinamica, la tela impermeabile. Quindi dovrebbe rendere dinamico o il manico o le stecche o entrambi. Rendere dinamico un corpo rigido significa fornirgli un grado di libertà, quindi invece di avere una bacchetta rigida potrebbe immaginare una bacchetta con una o più cerniere in modo da occupare meno spazio quando l'ombrello è chiuso. Lo stesso concetto può essere utilizzato per il manico.



*Fig. 2.2.2.4.b – dinamizzare un ombrello*

## Autovalutazione



### Esercizio 1:

Se guardiamo le finestre delle case, in molte di queste troveremo le persiane, utilizzate per evitare che la luce del sole e entri nelle stanze. Seguendo i suggerimenti dello Standard 2.2.4 prova a trovare qualche soluzione che incrementi il grado di dinamizzazione del sistema persiana.



### Risposta 1:

Il punto di partenza tipicamente è la costruzione del modello Su-Field. La prima sostanza è la luce del sole, la seconda una persiana in legno che per mezzo di un field elettromagnetico blocca il passaggio della luce (fig. 2.2.2.2.4.c sinistra e fig. 2.2.2.2.4.d.1). Lo Standard suggerisce di rendere il modello più dinamico e quindi più flessibile. Chiaramente non si può lavorare con la luce del sole, si trova già al suo massimo grado di dinamizzazione, è un field! Quindi dobbiamo trovare una soluzione per la persiana. Lo stato iniziale presenta una persiana rigida di legno a cui dobbiamo dare uno o più gradi di libertà. Ciò significa ad esempio che può essere aperta in modo da lasciar passare una piccola quantità di luce (fig. 2.2.2.2.4.d.2). Ma non è ancora abbastanza; infatti possiamo aumentare il grado di dinamizzazione, rendendo tutte le stecche della persiana inclinabili (fig. 2.2.2.2.4.d.3). Il passo successivo porta alla veneziana, in cui tutte le stecche che la compongono possono essere mosse e il grado di apertura e chiusura può essere scelta piacemente (fig. 2.2.2.2.4.d.4). Il prossimo grado dinamizzazione è rendere la “persiana” completamente flessibile, come rappresentato in fig. 2.2.2.2.4.d.5 da una tendina avvolgibile; l'ultimo passo dell'incremento della dinamizzazione è il passaggio ad un field, in cui la capacità di oscurare è trasferita direttamente al vetro della finestra creando un vetro auto oscurante con l'aiuto di un campo elettrico (fig. 2.2.2.2.4.d.6).

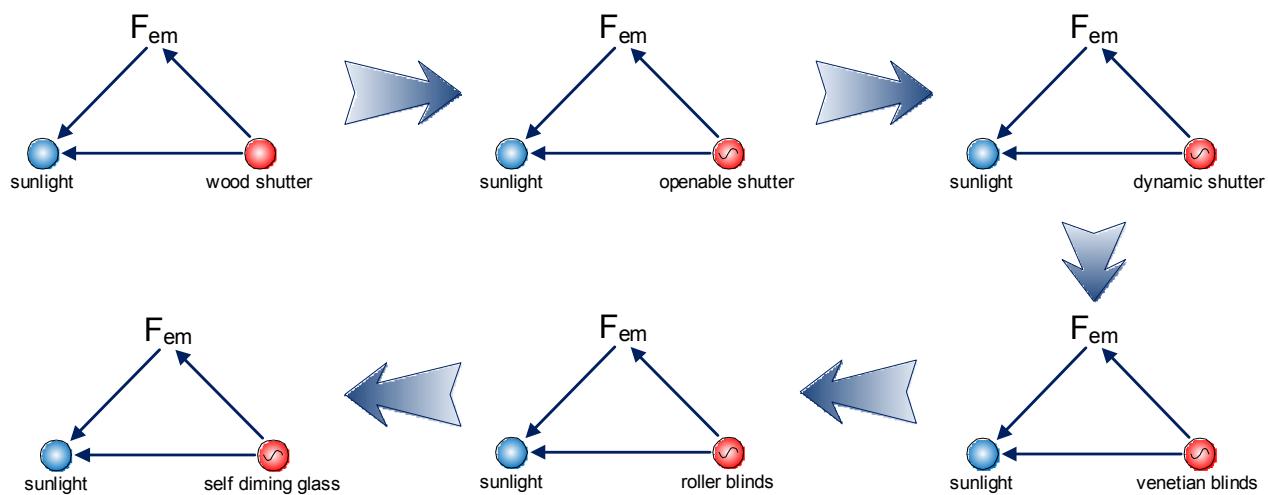


Fig. 2.2.2.2.4.c – come far evolvere una persiana con diversi modelli Su-Field



*Fig. 2.2.2.2.4.d – il processo di incremento del grado di dinamizzazione di una persiana: 1) La classica persiana rigida legno; 2) una persiana con la capacità di essere aperta a metà; 3) una persiana con le stecche dinamizzate; 4) una tenda alla veneziana; 5) una tenda a avvolgibile; 6) un vetro auto oscurante*

## Bibliografia

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



## STANDARD 3.1.1 - COMPOSIZIONE DI UN BI- E POLY-SYSTEM

### Modello

L'efficienza di un sistema ad uno qualsiasi dei suoi stadi di evoluzione può essere aumentata combinandolo con uno o più sistemi formando un bi- o poly-system.

### Strumenti

 La semplice formazione di un bi- e poly-system consiste nella combinazione di due o più componenti.

I componenti che possono essere combinati insieme possono essere sostanze, field, coppie Substance-Field o interi sistemi Substance-Field.

### Esempio

 Si pensi ai camion: possono trasportare dei carichi molto gravosi, ma a volte potrebbe succedere che questi siano talmente pesanti che gli assali abbiano problemi nel sopportarli. Quindi secondo lo Standard 3.1.1, il sistema può evolvere passando a un poli system, cioè potremo costruire un camion con un insieme di assali e di ruote più piccole per distribuire il peso (fig. 2.2.3.1.1.b).



Fig. 2.2.3.1.1.b –in figura un rimorchio con gli assali e voluti verso un poli system

### Autovalutazione

#### Esercizio 1:

 Sulla scrivania di Nina, in ufficio, c'è tutto ciò di cui lei ha bisogno: il computer, il telefono, il fax, la stampante, lo scanner e così via. Però a volte Nina avrebbe bisogno di più spazio libero a disposizione sulla scrivania per lavorare. Sapresti aiutarla utilizzando i consigli dello Standard 3.1.1?

## Risposta 1:

Per aumentare l'efficienza del sistema questo deve essere combinato con un altro sistema o con più di uno in modo da creare un bi- o un poli system. sulla scrivania di Nina invece di avere una serie di attrezzature da ufficio si potrebbe unirle in un singolo poli system: per esempio la stampante, lo scanner e il fax possono essere sostituiti da una stampante multifunzione in grado di svolgere tutte le funzioni dei singoli strumenti (fig. 2.2.3.1.1.c).



*Fig. 2.2.3.1.1.c – una stampante multifunzione: è un poli system composto da una stampante, uno scanner e un fax*



## Bibliografia

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3

## STANDARD 3.1.2 - SVILUPPO DI LINK ALL'INTERNO DI BI- E POLY-SYSTEM

### Teoria

L'efficienza di un bi- e poly-system può essere aumentata sviluppando dei collegamenti funzionali tra gli elementi del sistema.

### Strumenti

I collegamenti tra gli elementi di un bi- e poly-system possono essere fatti sia in maniera rigida che dinamica.

### Esempio

Nelle macchine di ultima generazione, sono inseriti come optional molte apparecchiature elettronici. Un classico bi-system è dato dall'autoradio con la connessione Bluetooth per ricevere le chiamate del cellulare direttamente in viva voce utilizzando l'impianto audio della macchina. L'evoluzione di questo sistema, seguendo i suggerimenti dati dallo Standard 3.1.2, consiste nel realizzare dei collegamenti funzionali tra gli elementi del sistema: per esempio si potrebbe far diminuire in automatico il volume della musica nel momento in cui arriva una telefonata.

### Autovalutazione

#### Esercizio 1:

Facendo attenzione ad alcune moto, si può notare che alcune di esse hanno due cavalletti: una centrale ed uno laterale. Quindi questi formano un bi-system. Prova a farlo evolvere secondo lo Standard 3.1.2.

#### Risposta 1:

Lo Standard 3.1.2 suggerisce di sviluppare un collegamento funzionale, un'interazione tra i componenti del bi-system rappresentato dai due cavalletti del motociclo. Una soluzione esemplificativa potrebbe essere: quando la moto è sorretta dal cavalletto centrale, l'apertura di quello laterale impedisce la chiusura del primo (fig. 2.2.3.1.2.b).



Fig. 2.2.3.1.2 – in figura i due cavalletti: il primo (il cavalletto centrale) sorregge la moto, mentre il secondo impedisce la chiusura del primo

### Bibliografia

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



## STANDARD 3.1.3 - AUMENTO DELLA DIFFERENZA TRA I COMPONENTI DI UN SISTEMA

### Teoria

L'efficienza di un bi- e poly-system può essere aumentata incrementando la differenza tra gli elementi del sistema. Si raccomandano le seguenti linee di evoluzione:

- componenti simili
- componenti con caratteristiche differenziate
- componenti diversi
- combinazione di “un componente + un componente che svolge la funzione opposta”.

### Esempio

Tutti conoscono le batterie ricaricabili, come ad esempio quelle per il cellulare. La loro carica può essere ristabilita con un caricatore. Se proviamo a far evolvere il caricatore di batterie secondo lo Standard 3.1.3 dobbiamo creare un bi- o un poly-system nel quale i componenti devono avere caratteristiche diverse o addirittura opposte. Potremmo immaginare, ad esempio, un caricatore di batteria unito ad un sistema per la scarica rapida (fig. 2.2.3.1.3.b).



*Fig. 2.2.3.1.3 –un sistema unito al suo posto: un caricatore/scaricatore di batterie*

### Autovalutazione

#### Esercizio 1:

Quando le macchine furono equipaggiate con le prime autoradio, vennero montati due speaker frontali, uno a sinistra e una destra. Quindi il sistema è nato come un bi-system. In seguito sono stati aggiunti altri altoparlanti, per esempio nei sedili posteriori. Prova a far evolvere a questo poly-system secondo lo Standard 3.1.3.



#### Risposta 1:

Gli step evolutivi percorsi dagli altoparlanti delle autoradio sono stati: due speaker (bi-system), quattro speaker (poly-system), sei speaker è così via. Ma, indipendentemente dal loro numero, gli altoparlanti montati sono tutti uguali. Lo Standard 3.1.3 propone di differenziare gli elementi, o, qualora fossero già diversi, aumentare le loro differenze. Potremmo quindi realizzare un sistema audio nel quale ogni altoparlante od ogni coppia di essi emette dei suoni diversi: per esempio due altoparlanti per le alte frequenze (tweeter), due per le basse frequenze (woofer) e due per quelle centrali.



### Bibliografia

[1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



## STANDARD 3.1.4 - INTEGRAZIONE DEI DIVERSI COMPONENTI IN UNO UNICO

### Teoria

L'efficienza di un bi- e poly-system può essere aumentata con la “convoluzione” (integrazione dei diversi componenti in uno unico) riducendo i componenti ausiliari. Un bi-o poly-system completamente convoluto diventa di nuovo un mono-system, e l'integrazione o il passaggio a nuovi bi- o poly-system può essere ripetuta ad un altro livello del sistema.



### Esempio

Nina ha una festa con i suoi amici, e vorrebbe essere a posto per il suo fidanzato. Per questo va a comprare alcuni trucchi: rossetto, fard, mascara, eye-liner e così via. Quando si trova nel reparto dei rossetti, nota un'idea a suo modo di pensare veramente geniale: una specie di penna con da una parte il rossetto, e dall'altra una matita per le labbra (fig. 2.2.3.1.4.b sinistra). Decide quindi di acquistarla. È rimasta molto contenta dei suoi acquisti, ma mentre torna a casa ha un'idea per migliorare quel bi-system: perché non migliorarlo seguendo le regole dello Standard 3.1.4? Sarebbe possibile una convoluzione del bi-system realizzando un rossetto con la matita contorna labbra inclusa (fig. 2.2.3.1.4.b destra).



Fig. 2.2.3.1.4.b – a sinistra un bi-system formato dal rossetto e dalla matita contorna labbra; a destra il sistema convoluto

### Autovalutazione

#### Esercizio 1:



Fino a pochi anni fa esistevano solo PC desktop, erano composti da un monitor, da un case, dalla tastiera e del mouse. Quando l'uso dei computer è diventato indispensabile ed è nata la necessità di usarlo anche al di fuori dell'ufficio, è stato creato un poly-system: è nata cioè l'idea del computer portatile. Questo nuovo sistema contiene tutti quelli precedentemente elencati in un unico sistema. Accertando i suggerimenti dello Standard 3.1.4 prova a farlo evolvere.

#### Risposta 1:



La Soluzione Standard 3.1.4 per migliorare l'efficienza di un bi-system o di un poly-system esistente prevede un processo di convoluzione. Ciò significa che dobbiamo trovare un nuovo sistema in grado di svolgere tutte le funzioni svolte dai singoli componenti del poly-system. Abbiamo quindi bisogno, nel nostro caso, di una *scatola nera* in grado di essere un monitor, un mouse, una tastiera, e un case per i componenti elettronici. Una buona soluzione a questo problema è tratta dai tablet PC di ultima generazione, nei quali tutte le azioni possono essere gestite da un monitor touch-screen posto nella parte superiore del box contenente le schede elettroniche (fig. 2.2.3.1.4.c).



*Fig. 2.2.3.1.4.c – un Tablet PC di ultima generazione: tutte le funzioni di input sono praticate sul monitor touch-screen.*

## Bibliografia

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



## STANDARD 3.1.5 - DISTRIBUIRE PROPRIETÀ INCOMPATIBILI TRA IL SISTEMA E LE SUE PARTI

### Teoria

L'efficienza di un bi- e poly-system può essere aumentata distribuendo proprietà incompatibili tra il sistema delle sue parti. Ciò può esser fatto utilizzando una struttura a due livelli nella quale il sistema nella sua totalità gode di una certa proprietà A, mentre le sue parti hanno la proprietà anti-A.

### Esempio



Nina sta andando a fare la spesa per cena passando pure per la macelleria. Appena entrata trova il macellaio che sta disossando un grande pezzo di carne. Improvvisamente però il macellaio perde il controllo del coltello e si provoca una ferita alla mano. Nina gli chiede quindi come mai non usa un guanto protettivo magari con degli insetti in metallo. Il macellaio le risponde che delle parti rigide, sebbene siano protettive, sono tutt'altro che confortevoli per il lavoro diminuendo la libertà di movimenti. Nina gli spiega allora che un guanto con degli inserti in metallo compone un bi-system, e per aumentare la sua efficienza bisogna distribuire proprietà incompatibili tra le sue parti: il sistema nella sua totalità gode di una certa proprietà ma i singoli componenti godono della proprietà opposta: ciò porta ad uno speciale guanto che sia macroscopicamente flessibile in modo da rendere il lavoro confortevole ma microscopicamente rigido per prevenire ferite all'utente (fig. 2.2.3.1.5.b sinistra). Questa soluzione è già stata adottata molto tempo fa per le armature dei soldati medievali per proteggerli dai colpi delle spade al posto di armature rigide (fig. 2.2.3.1.5.destra).



Fig. 2.2.3.1.5.c – a sinistra uno speciale guanto da macellaio; a destra un'armatura a maglia

### Autovalutazione



#### Esercizio 1:

Nelle vecchie televisioni in bianco e nero un fascio di elettroni ad alta energia, correttamente collimato e focalizzato, eccitava uno strato di fosfori posto dietro lo schermo in modo che questi emettessero luce creando l'immagine. Ovviamente l'immagine creata era in scale di grigio e non a colori. Secondo lo Standard 3.1.5 com'è possibile rendere l'immagine colorata?

## Risposta 1:

Per usare lo Standard 3.1.5 è necessario avere un bi- o un poly-system. Come è noto tutti i colori possono essere ottenuti per somma pesata dei tre colori primari, il rosso e il verde e il blu. Quindi potremo costruire uno schermo composto da tre strati sovrapposti, ciascuno in grado di creare un'immagine nella scala del proprio colore, oppure un singolo strato con una speciale matrice colorata in grado di essere eccitata da tre fasci elettronici, uno per ogni colore. In entrambi i casi abbiamo che l'immagine creata nella sua interezza guardata dall'esterno della televisione è completamente colorata, ma le sue parti (i suoi pixel) sono monocromatici (prova a vedere la televisione da una distanza molto ravvicinata e sarà in grado di vedere chiaramente i punti RGB).



## Bibliografia

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



## STANDARD 3.2.1 - TRANSIZIONE AL MICROLIVELLO

### Teoria

L'efficienza di un sistema a qualsiasi stadio della sua evoluzione può essere aumentata con una transizione da macro a micro livello: il sistema o una delle sue parti vengono sostituiti da una sostanza in grado di svolgere la funzione richiesta nel momento in cui interagisce con un field. È importante notare che esiste una moltitudine di micro livelli di una sostanza (reticolo cristallino, molecole, ioni, atomi, particelle fondamentali, campi di interazione, ecc.). Perciò si devono considerare diverse opzioni di transizione al micro livello e diverse opzioni di transizione da un micro livello ad un altro più basso.

### Esempio



Si prenda in considerazione un sistema elettrico, per esempio un'auto elettrica. Per svolgere qualsiasi azione necessita dell'energia fornita da un accumulatore elettrico (una batteria). Ovviamente a mano a mano che la batteria fornisce energia la sua carica diminuisce e necessita di essere ricaricata. Lo Standard 3.2.1 suggerisce che per migliorare un sistema bisogna sostituire o il sistema nella sua completezza o uno dei suoi componenti con una sostanza in grado di svolgere la stessa funzione dietro l'interazione con un field. Quindi nel nostro caso dobbiamo trovare una nuova sostanza da introdurre nella macchina in grado di fornire l'energia necessaria al motore cercando soluzioni però di micro livello. Einstein scoprì che alcuni materiali, quando colpiti dalle onde luminose, producono energia elettrica (effetto fotoelettrico). Utilizzando questo principio potremmo munire la macchina di celle solari per alimentare il motore.

### Autovalutazione



#### Esercizio 1:

Nina sta passando l'aspirapolvere in camera sua. Mentre lavora pensa a come funziona l'elettrodomestico che sta utilizzando. Ad un certo punto ha un'idea per migliorare il sistema di pulizia utilizzando la Soluzione Standard 3.2.1. E tu, hai qualche idea?

#### Risposta 1:

Lo Standard che Nina ha applicato per trovare una soluzione suggerisce una transizione dal macro al micro livello, cioè è necessario trovare una sostanza in grado di svolgere la funzione di "rimuovere la polvere e altre piccole particelle leggere di sporco" quando è soggetta ad un qualche field. Alcuni tessuti, come la lana o altri tessuti sintetici, se strofinati, quindi ad esempio mentre si pulisce, si elettrizzano staticamente acquistando così la capacità di attrarre e quindi raccogliere la polvere.



### Bibliografia

[1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3

## STANDARD 5.1.1.1- INTRODUZIONE DI SOSTANZE IN UN SISTEMA SOTTO CONDIZIONI LIMITATE

### Teoria

Qualora sia necessario introdurre una sostanza nel sistema, ma ciò non è ammesso, al posto della sostanza può essere introdotto il “vuoto”.



### Strumenti

Nota: si considera di solito “vuoto” o una sostanza gassosa, come l'aria, o lo spazio vuoto formato in un oggetto solido.

In alcuni casi il vuoto può essere formato da altre sostanze, come liquidi (schiuma) o corpi liberi.



### Esempio

In ogni casa sono presenti più finestre. Queste hanno la funzione di permettere il ricambio dell'aria della stanza e di permettere il passaggio della luce dall'esterno. Ma quando c'è una differenza di temperatura tra l'interno e l'esterno, le finestre hanno anche la funzione di isolare termicamente la stanza. A volte però, il loro vetro non è in grado di svolgere sufficientemente questa funzione. Una possibile soluzione per risolvere questo problema è l'incremento dello spessore del vetro, ma così facendo la finestra diventa più costosa e più pesante. Un altro modo per raggiungere la soluzione è introdurre uno strato di materiale termicamente isolante, come ad esempio uno strato di legno, ma in questo modo la finestra perderebbe la sua trasparenza. La Soluzione Standard numero 5.1.1.1 suggerisce che quando l'introduzione di una nuova sostanza in un sistema, necessaria al raggiungimento di un certo scopo, non è permessa, una giusta soluzione può essere rappresentata dal vuoto. Nel nostro problema vorremmo introdurre un'altra sostanza (vetro o legno o qualsiasi altra), ma ciò non è permesso a causa delle conseguenze negative che l'introduzione apporterebbe, quindi dobbiamo trovare un modo per risolvere la situazione problematica con il vuoto, o con l'aria, o con dello spazio vuoto. Una buona soluzione potrebbe essere due lastre di vetro sottili con un'intercapedine piena di aria ad esempio: l'aria è un buon isolante termico e la finestra è rimasta leggera e trasparente (fig. 2.2.3.1.1.b).



*Fig. 2.2.5.1.1.b –La sezione di una finestra con il vetro con intercapedine*

## Autovalutazione



### Esercizio 1:

Nina sta bevendo un caffè molto caldo, a tal punto che anche la tazzina scotta. Quindi inizia pensare a come sia possibile migliorare il sistema per evitare che l'utente possa bruciarsi le dita per bere semplicemente una tazza di caffè. Hai qualche idea per risolvere il problema utilizzando lo Standard 5.1.1.1?



### Risposta 1:

Questo Standard suggerisce di introdurre del vuoto se per qualche ragione l'introduzione di una qualsiasi altra sostanza è proibito. La tazzina di caffè di Nina è molto calda anche nella sua parte esterna. Il classico modo di pensare porta ad esempio ad introdurre delle sostanze più isolanti rispetto alla porcellana della tazzina. Ma ciò è molto costoso e inoltre complica il processo produttivo. Dobbiamo quindi seguire i suggerimenti dello Standard, e provare ad introdurre il vuoto in qualche maniera. Sappiamo che l'aria è un buon isolante termico, quindi dovremmo introdurre l'aria tra la superficie interna che è a contatto con il caffè caldo e quella esterna a contatto con le dita dell'utente. Una soluzione può essere una tazzina fatta come quella rappresentata in figura 2.2.5.1.1.c.

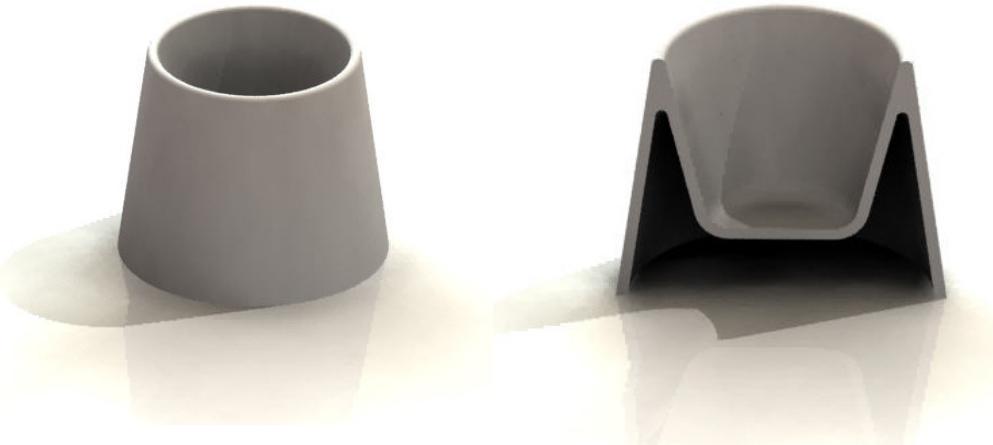


Fig. 2.2.5.1.1.c – una tazzina da caffè che previene l'ustione delle dita. A destra una sua sezione



## Bibliografia

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



## Vedi anche:

- 1.3 OTSM Triz
- 5.2 Tecniche per risolvere le Contraddizioni Tecniche
- 5.3 Tecniche per la risoluzione di Contraddizioni Fisiche
- 5.4 Tecniche per la risoluzione di Contraddizioni

## 5 Tecniche per risolvere le Contraddizioni/ Risorse/ Effetti

### 5.1 Definizione di contraddizione

#### Definizione

Letteralmente, una contraddizione significa dire “NO”, ma più in generale si riferisce ad una proposizione che afferma qualcosa di apparentemente incompatibile, opposto.



#### Teoria

TRIZ può essere riassunto come il risultato di un vasto studio e può essere presentato da tre postulati principali- uno di questi postulati indica l’importanza della “contraddizione” nel campo della risoluzione dei problemi e delle invenzioni: i tre postulati sono:

- L’esistenza delle Leggi evolutive.
- Il concetto di contraddizione come l’ostacolo chiave che limita l’evoluzione del sistema finché non si ha un’invenzione.
- Il concetto di situazione specifica che determina le condizioni specifiche e le risorse che influiscono sull’evoluzione di un sistema tecnico.

Per un problema, la soluzione inventiva più efficace, in accordo con TRIZ, è quella che supera le contraddizioni. [vedi capitolo 1-c]

#### Strumenti

Una contraddizione mostra “dove” (in TRIZ è la cosiddetta zona operativa) e “quando” (in TRIZ è il cosiddetto tempo operativo) si verifica un conflitto.



Le contraddizioni si hanno quando, migliorando un parametro o una caratteristica di un sistema tecnico, si influisce negativamente sulla stessa o su altre caratteristiche o parametri del sistema.

#### Esempio

La presenza di contraddizioni / dialettica può essere mostrato in vari campi:

- Matematica: più e meno, differenziale ed integrale;
- Fisica: azione e reazione meccanica, carica elettrica positiva e negativa
- Chimica: combinazione e dissociazione degli atomi;



### 5.1.1 Tipi di contraddizione

#### Definizione

Altshuller ed i suoi collaboratori differenziarono i seguenti tre tipi di contraddizione:

- Contraddizione amministrativa: si parla di contraddizione amministrativa quando è necessario fare qualcosa, ma non sappiamo cosa.
- Contraddizione Tecnica: si parla di Contraddizione Tecnica quando si migliora una parte (Parametro di Valutazione) di un sistema tecnico con l’aiuto di metodi noti, ma che comporta il peggioramento di un’altra parte (un altro Parametro di Valutazione) del sistema tecnico.
- Contraddizione Fisica: si parla di Contraddizione Fisica quando si impone requisiti opposti al medesimo Parametro di Controllo del sistema.



Ulteriori definizioni dei 3 tipi di contraddizioni saranno date nei paragrafi successivi.

## Teoria

In accordo con Altshuller, una soluzione inventiva è intrinseca in un certo numero di Contraddizioni Tecniche o fisiche. L'identificazione della contraddizione che impedisce il raggiungimento del "Most Desirable Result" (Risultato più Desiderabile), è il primo passo verso una soluzione inventiva all'inizio della risoluzione del problema.

Di solito, una buona formulazione della Contraddizione Fisica mostra il nucleo del problema e quando la contraddizione è intensificate all'estremo, la soluzione al problema è spesso semplice e lineare.

## Strumenti

Vedi il Capitolo 5.2, "Tecniche per risolvere le Contraddizioni Tecniche" ed il Capitolo 5.3, "Tecniche per la risoluzione di Contraddizioni Fisiche"

## Esempio



### Contraddizione amministrativa:

È necessario individuare il numero di particelle in un liquido con elevato grado di purezza ottico.

Le particelle riflettono male la luce, anche se si usa un laser.

Cosa fare?

### Contraddizione Tecnica:

Se le particelle sono molto piccole, il liquido si considera otticamente puro, MA le particelle sono invisibili.

Oppure, se le particelle sono molto grandi, sono individuabili, MA il liquido non è otticamente puro.

### Contraddizione Fisica:

La dimensione delle particelle deve incrementare per renderle visibili, E NON incrementare la dimensione per mantenere la purezza ottica nel liquido.

## 5.1.1.1 Contraddizione amministrativa



### Definizione

La contraddizione amministrativa afferma che c'è un problema con una soluzione ignota.

### Modello

È richiesto qualcosa per ottenere o ricevere un risultato, per evitare i fenomeni indesiderati, ma non è noto come raggiungere tale risultato.

### Esempio

Vogliamo incrementare la qualità della produzione e diminuire i costi delle materie prime.

Tale formulazione del problema richiama una situazione inventiva.

La contraddizione amministrativa stessa è provvisoria, non ha valori euristici, e non mostra la direzione per la risposta.

### Note

Molti professionisti che usano TRIZ ignorano completamente la contraddizione amministrativa a causa della mancanza di un significato tangibile.

## 5.1.1.2 Contraddizione Tecnica



### Definizione

Una Contraddizione Tecnica si ha quando due diversi Parametri di Valutazione (Evaluation Parameters) sono in conflitto l'un l'altro.

### Nota

Un Parametro di Valutazione è un parametro usato per valutare la qualità di un dato sistema.



## Teoria

Ci sono diversi modelli per definire una Contraddizione Tecnica:

La creazione o l'intensificazione della funzione utile in un sub-sistema crea una nuova funzione dannosa o ne intensifica una esistente in un altro sub-sistema (o nell'ambiente);

L'eliminazione o la riduzione della funzione dannosa in un sub-sistema peggiora la funzione utile in un altro sub-sistema;

L'intensificazione della funzione utile o la riduzione della funzione dannosa in un sub-sistema causa una complicazione inaccettabile di un altro sub-sistema o dell'intero sistema tecnico; oppure causa un'inaccettabile consumo di risorse.

## Modello

Ci sono diversi modelli per definire una Contraddizione Tecnica:

Il modello di contraddizione di OTSM (descritto successivamente- sezione Contraddizione Fisica);

Un'azione è contemporaneamente utile e dannosa;

Un'azione causa funzioni utili e funzioni dannose;

L'introduzione della funzione utile o la diminuzione dell'effetto dannoso comporta un deterioramento di alcuni sub-sistemi o dell'intero sistema.

## Strumenti

Vedi il capitolo 5.2 “tecniche per risolvere le Contraddizioni Tecniche”.

## Esempio

Se un contenitore diventa resistente, diventa anche pesante.

Vogliamo incrementare la resistenza e diminuire il peso.

Vogliamo incrementare la profondità di penetrazione degli ioni all'interno di un semiconduttore e diminuire la potenza elettrica (sorgente di energia) necessaria per l'operazione di impianto degli ioni.



### 5.1.1.3 Contraddizione Fisica

#### Definizione

Una Contraddizione Fisica definisce una situazione in cui c'è un conflitto di valore fra i parametri di controllo.

I parametri di controllo influiscono su un sistema e quindi rappresentano il dominio delle variabili. I parametri di controllo ed il loro valore, definiscono i mezzi con cui si agisce sul problema.

Ciò significa che tali parametri rappresentano quello che siamo in grado di cambiare all'interno del sistema.



## Teoria

Tale Contraddizione Fisica appare se:

Intensificando la funzione utile in un sub-sistema, contemporaneamente si intensifica la funzione dannosa esistente nello stesso sub-sistema.

Riducendo la funzione dannosa in un sub-sistema, contemporaneamente si riduce la funzione utile nello stesso sub-sistema.

Questo potrebbe essere anche utile contro un'altra funzione utile, dannosa contro dannosa, etc..

Vedi inoltre “The OTSM Model of a contradiction” (descritto successivamente).

## Modello

Un dato sub-sistema (elemento) dovrebbe avere una proprietà “A” per eseguire la funzione necessaria e la proprietà “NON A” o “ANTI A” per soddisfare le condizioni del problema.

Una Contraddizione Fisica implica dei requisiti incongruenti per la condizione fisica dello stes-

so sub-sistema (elemento) del sistema tecnico.

## Strumenti

Vedi il Capitolo 5. 4 “Tecniche per la risoluzione di Contraddizioni Fisiche”

## Esempio



Vogliamo contemporaneamente un elevato peso ed un basso peso.

Vogliamo che l'isolante in un semiconduttore abbia una bassa costante dielettrica k in modo da ridurre le capacità parassita; ma vogliamo che l'isolante abbia un elevata costante dielettrica k per memorizzare meglio le informazioni.

### 5.1.1.4 TRIZ e le Contraddizioni Fisiche e tecniche

#### Definizione



TRIZ afferma che le soluzioni inventive eliminano le contraddizioni piuttosto di accettarle, e che c'è un set definito di Principi Inventivi per aiutare ad eliminare tali contraddizioni.

Le ricerche di Altshuller mostraroni che non solo è possibile risolvere le contraddizioni, ma c'è un numero finito di modi per risolvere.

Le soluzioni ingegneristiche, molto spesso, sono trovate in seguito a ricerche casuali della soluzione (risoluzione dei problemi con il metodo “trial-and-error”) o prendendo ispirazione dalla propria conoscenza e dalle analogie. TRIZ offre un processo sistematico basato sul concetto dell'astrazione, in cui il solutore trasforma un problema specifico in una generica struttura, fuori dalla quale si perviene ad una soluzione, che viene poi applicata alla specifica situazione.

Identificare, comprendere e risolvere una contraddizione all'interno di un sistema è un potente modo di migliorare il sistema stesso. Il modo in cui identificare e risolvere le Contraddizioni Fisiche e tecniche all'interno del sistema, sono descritte qui di seguito.

#### Teoria e modello

Lo “Hill-Model” descrive molto bene tutti gli step del processo applicativo:

- Descrizione generale del problema;
- Astrazione del problema e definizione del problema come Contraddizioni Fisiche e tecniche;
- Applicazione delle tecniche TRIZ per risolvere le Contraddizioni Fisiche e tecniche, soluzione generale;
- Generazione dell'idea per la soluzione specifica del problema specifico.

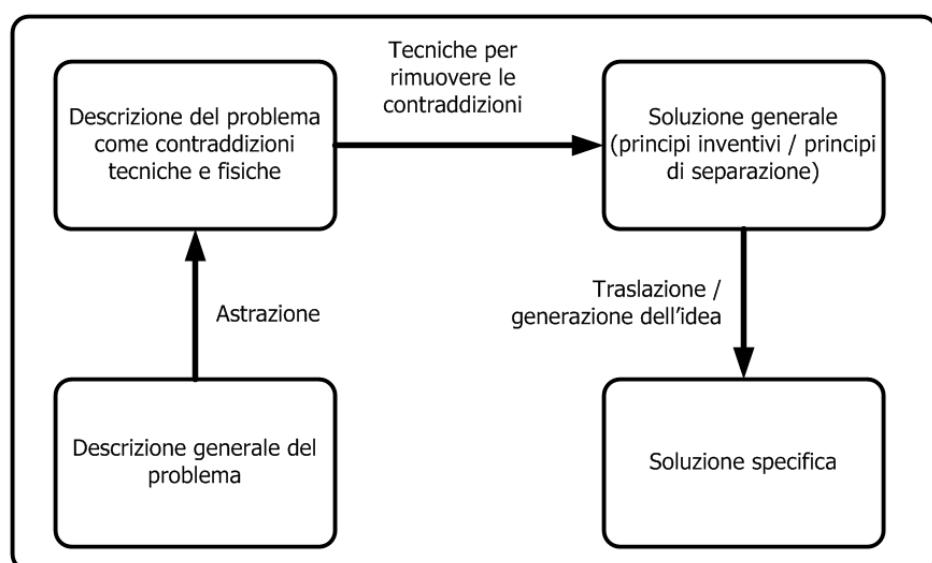


Figura 1 Hill Model

## Strumenti

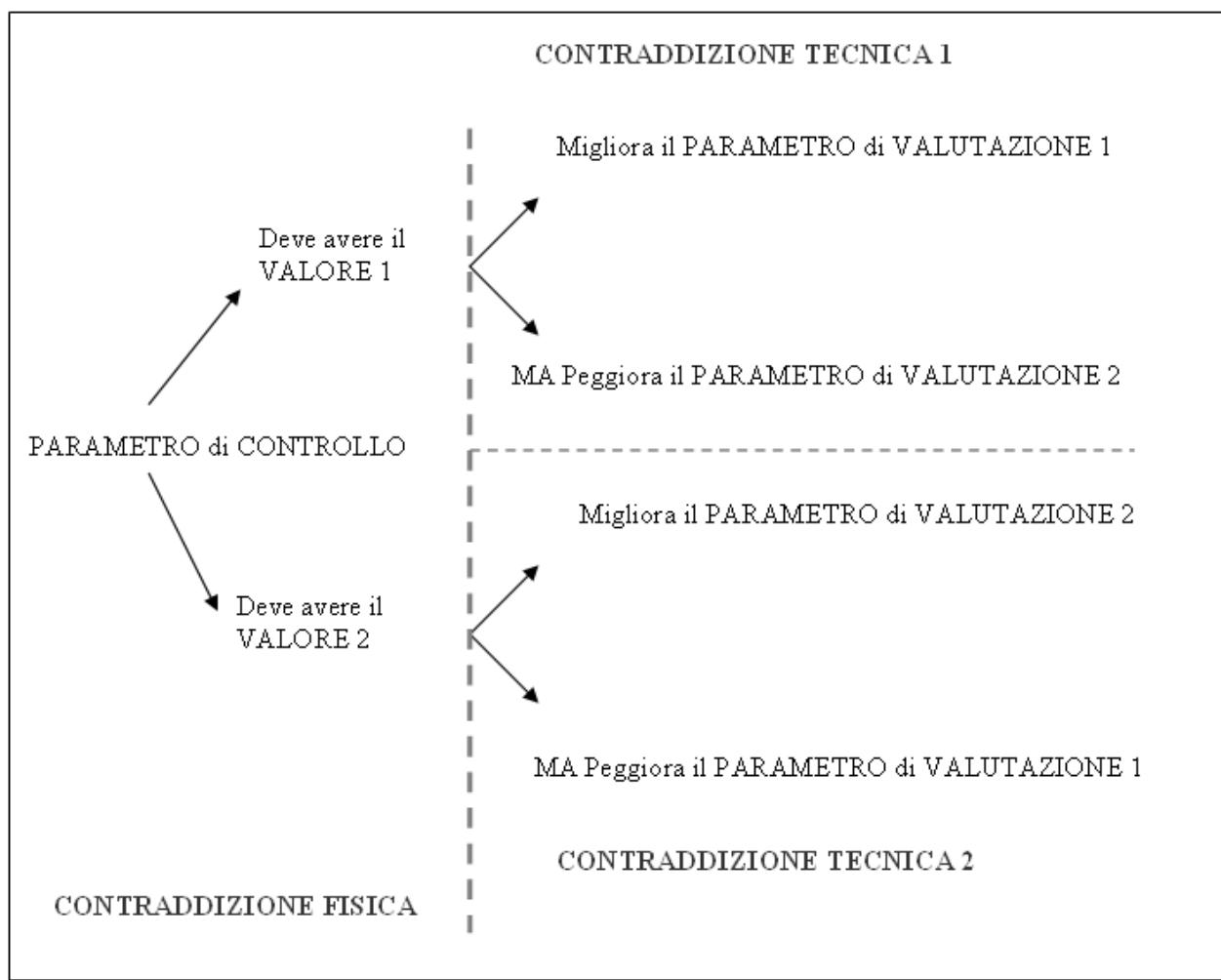
Vedi i capitoli 5.1 e 5. 4.

### 5.1.2 Modello di contraddizione OTSM

Questo sistema di contraddizione è basato sull'esistenza di una Contraddizione Fisica e due Contraddizioni Tecniche. Tali Contraddizioni Tecniche giustificano la necessità di due differenti stati della Contraddizione Fisica.

Le due contraddizioni sono complementari e corrispondono all'incremento del primo Parametro di Valutazione che implica la diminuzione del secondo Parametro di Valutazione. E l'incremento del secondo implica la diminuzione del primo.

I due Parametri di Valutazione della Contraddizione Tecnica sono definiti come facenti parte della descrizione del problema, mentre il Parametro di Controllo della Contraddizione Fisica è il mezzo per cambiare la situazione.



*Figura 2 Modello di contraddizione OTSM*

La rappresentazione grafica del modello di contraddizione OTSM rende la contraddizione molto chiara.

È stato definito un Parametro di Controllo e due Parametri di Valutazione del sistema. Dalla figura si osserva che nella parte a destra sono rappresentate le due Contraddizioni Tecniche, e nella parte a sinistra c'è la Contraddizione Fisica.

## Modello

Un certo Parametro di Controllo dovrebbe avere il “Valore 1” allo scopo di migliorare il Parametro di Valutazione 1, ma ciò peggiora il Parametro di Valutazione 2; il Parametro di Controllo dovrebbe avere il “Valore 2” per migliorare il Parametro di Valutazione 2, ma ciò peggiora il Parametro di Valutazione 1.

È chiaro che V1 e V2 possono assumere anche valori estremi ed opposti, come “presente / assente” o “vero / falso”.

## Esempio

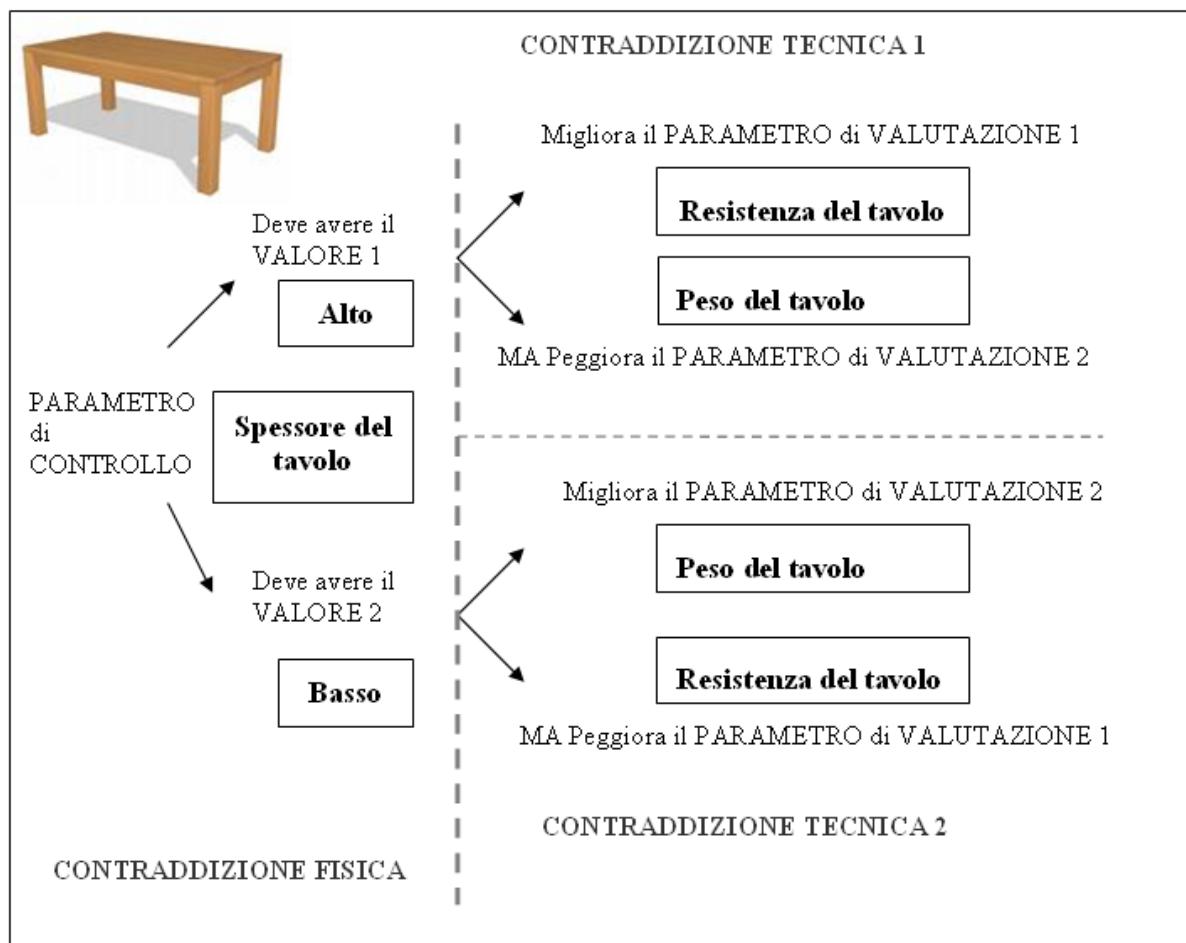


Figura 3 esempio di contraddizione – OTSM Model

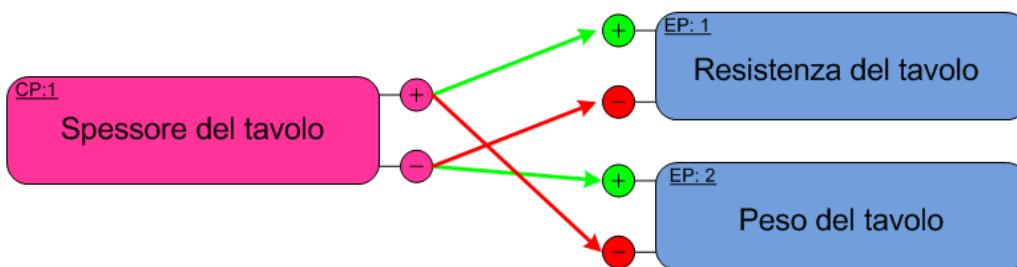


Figura 4 esempio di contraddizione – OTSM model

Contraddizione Tecnica 1: vogliamo migliorare la resistenza del tavolo ma normalmente peggiora il peso del tavolo.

Contraddizione Tecnica 2: se miglioriamo il peso (rendendo il tavolo leggero), la resistenza peggiora.

Possiamo quindi definire due Parametri di Valutazione:

EP1: resistenza del tavolo

EP2: peso del tavolo

Il prossimo stadio è quello di osservare il Parametro di Controllo: spessore del tavolo.

Il valore dello spessore può essere “grande” o “piccolo”.

Se lo spessore è grande, allora la resistenza sarà alta (positivo), ma il peso incrementerà (negativo);

Se lo spessore è piccolo, allora il peso sarà basso (positivo), ma la resistenza sarà bassa (negativo).

Quindi stiamo cercando una soluzione che dia uno spessore “grande” ed uno spessore “piccolo”!

## 5.2 Tecniche per risolvere le Contraddizioni Tecniche

### Definizione



Una Contraddizione Tecnica è un conflitto fra due caratteristiche all'interno del sistema quando, migliorando un parametro del sistema si peggiora un altro parametro. Altshuller identificò 40 Principi che potrebbero essere usati per eliminare le Contraddizioni Tecniche. Aveva identificato inoltre 39 caratteristiche del sistema tecnico, chiamati Parametri Tecnici, che possono essere usati per sviluppare e descrivere una Contraddizione Tecnica. Come strutturare il problema secondo una contraddizione è uno step essenziale per l'analisi del problema. La formulazione della Contraddizione Tecnica aiuta a capire meglio la radice del problema ed a trovare velocemente la giusta soluzione. TRIZ afferma che se non ci sono contraddizioni (tecniche) allora non si ha un problema inventivo (vedi il capitolo 3.2.3.1, "Uso della Matrice: descrizione del problema")

### Modello

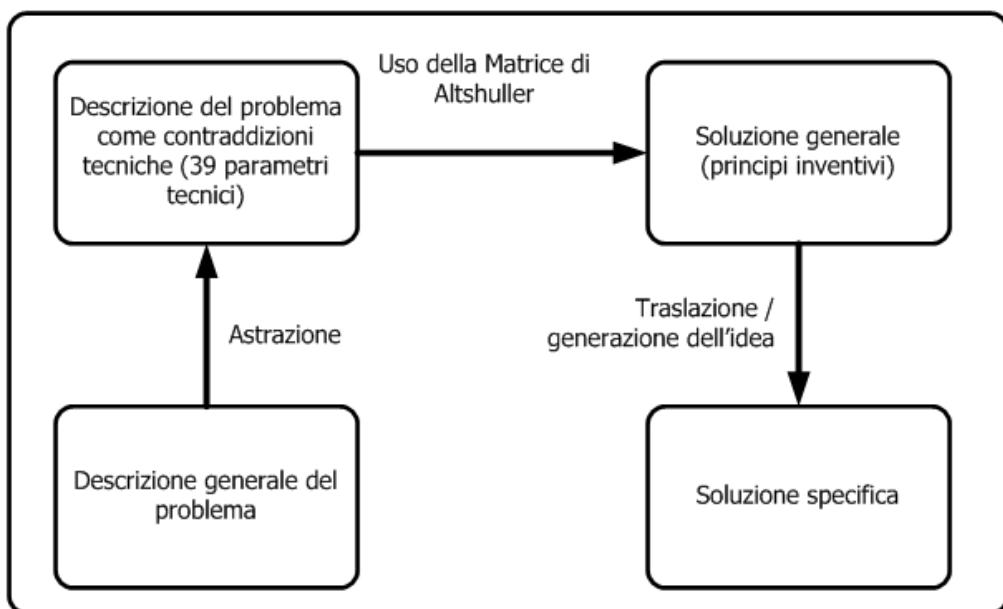


Figura 5 Hill model



### Esempio

L'incremento della potenza del motore (effetto desiderato) può causare l'incremento del peso del motore (effetto negativo)

## 5.2.1 I 40 Principi Inventivi

### Definizione



I Principi Inventivi sono uno strumento veramente semplice all'interno di TRIZ per la ricerca di idee e per risolvere le Contraddizioni Tecniche.

L'applicazione dei 40 Principi Inventivi non richiede nessuna conoscenza speciale e possono usarli sia i bambini che i professionisti.

La matrice di Altshuller fu progettata per formalizzare e facilitare l'uso di questo strumento TRIZ nell'attività pratica. Quindi l'uso dei Principi Inventivi in combinazione con la matrice di Altshuller (tavola delle contraddizioni), richiede un po' di esperienza pratica.

## Teoria

Altshuller propose un approccio allo sviluppo dei Principi Inventivi alla fine degli anni '50: selezionò i principi che ricorrevano più spesso, basandosi sull'analisi di una gran quantità di brevetti. Ognuno di questi principi "lavorava" efficacemente almeno per 80-100 invenzioni, quindi, come risultato, furono pubblicati i 40 principi usati più spesso.

## Modello

I quaranta Principi Inventivi:

1. Segmentation = Segmentazione
2. Extraction (Extracting, Retrieving, Removing, Taking out) = Estrazione (estrazione, ricupero, rimozione, portar fuori)
3. Local Quality = Qualità locale
4. Asymmetry = Asimmetria
5. Consolidation (Merging) = Unificazione (fusione)
6. Universality = Universalità
7. Nesting (Matrioshka, "Nested doll") = Inserimento all'interno (effetto bambola Matrioshka)
8. Counterweight (Anti-weight) = Contrappeso (anti-peso)
9. Prior Counteraction (Preliminary anti-action) = Azione contraria precedente (azione preliminare)
10. Prior Action (Preliminary action) = Azione precedente
11. Cushion in Advance (Beforehand cushioning) = Attenuare in anticipo (ammortizzamento in anticipo)
12. Equipotentiality = Equipotenzialità
13. Do it in Reverse ("The other way round") = Fare al contrario (nell'altro senso)
14. Spheroidality (Curvature) = Sfericità
15. Dynamics = Dinamicizza
16. Partial or Excessive Action = Azione parziale o eccessiva
17. Transition into a New Dimension (Another Dimension) = Passaggio ad un'altra dimensione
18. Mechanical Vibration = Vibrazione meccanica
19. Periodic Action = Azione periodica
20. Continuity of Useful Action = Continuità dell'azione utile
21. Rushing Through (Skipping) = Gettarsi da una parte all'altra (salto)
22. Convert Harm into Benefit ("Blessing in disguise" or "Turn Lemons into Lemonade") = Convertire il dannoso in utile (un male che si rivela un bene, trasformare i limoni in limonata)
23. Feedback
24. Mediator ("Intermediary") = Mediatore (intermediario)
25. Self-service
26. Copying = Copia
27. Dispose (Cheap Short-living Objects) = Smaltire (oggetti economici e di breve durata)
28. Replacement of Mechanical System (Mechanics Substitution) = Sostituzione di sistemi meccanici
29. Pneumatic or Hydraulic Constructions (Pneumatics and Hydraulics) = Costruzioni pneumatiche o idrauliche
30. Flexible Membranes or Thin Films (Flexible Shells and Thin Films) = Membrane flessibili o film sottili
31. Porous Material = Materiali porosi

32. Changing the Color (Color Changes) = Cambiamento del colore
33. Homogeneity = Omogeneità
34. Rejecting and Regenerating Parts (Discarding and Recovering) = Scarto e rigenerazione delle parti (scartare e ricuperare)
35. Transformation of Properties (Parameter Changes) = Trasformazione di proprietà
36. Phase Transition = Transizione di fase
37. Thermal Expansion = Espansione termica
38. Accelerated Oxidation (Strong Oxidants) = Ossidazione accelerata (elevata ossidazione)
39. Inert Environment (Inert Atmosphere) = Ambiente inerte (atmosfera inerte)
40. Composite Materials = Materiali composite

## Strumenti

Per ognuno dei 40 Principi Inventivi, Altshuller ed i suoi colleghi avevano previsto una descrizione dettagliata (vedere le annotazioni).

Il modello di ogni principio è costituito da:

- Titolo;
- Un certo numero di linee guida;
- Un certo numero di esempi (facoltativo);

### Principio 01- segmentazione

- Dividere un oggetto in parti indipendenti;
- Rendere un oggetto facilmente smontabile;
- Incrementare i gradi di frammentazione o segmentazione;

Varie descrizioni esemplificative sono poi state pubblicate. Negli ultimi anni inoltre, si sono rese disponibili anche altre descrizioni esemplificative dei Principi Inventivi, nei campi più disparati (architettura, biologia, chimica, costruzione, business & management, finanza...).

## Esempio

### Principio 01 – segmentazione

1. Dividi un oggetto in parti indipendenti
  - a Sostituire il computer centrale con i personal computer;
  - b Sostituire un grosso camion con un camion ed un rimorchio;
  - c Usare la suddivisione del lavoro per un grosso progetto;
2. Rendere un oggetto facilmente smontabile
  - a Arredi modulari;
  - b Giunti facilmente smontabili negli impianti idraulici;
3. Incrementare il grado di frammentazione e segmentazione
  - a Materiale di apporto per una migliore penetrazione della saldatura;
  - b Sostituisce tendaggi con tenda alla veneziana;

### 1 Principio 3 – qualità locale

1. Cambia la struttura di un oggetto da uniforme a non uniforme, cambia l'ambiente esterno (o l'influenza esterna) da uniforme a non uniforme.
  - a Usa un gradiente di temperatura, densità o pressione invece di valori costanti;
2. Rendi ogni parte di un oggetto funzionale per le condizioni più adatte alle sue funzioni.
  - a Confezioni per cibi con speciali scompartimenti per cibi solidi e liquidi, caldi e freddi;
3. Rendi ogni parte di un oggetto comprensivo di funzioni utili e diverse
  - a Lapis con gomma;
  - b Martello con estrattore per chiodi;



c Oggetto multifunzione che squama il pesce, agisce come pinza, sbuccia-fili, cacciavite, set per manicure;

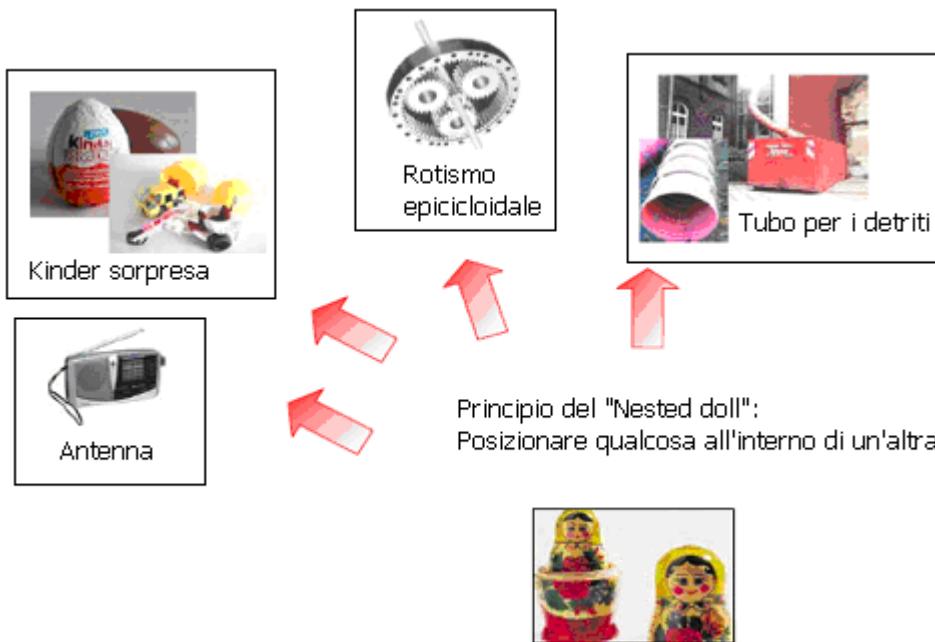


Figura 6 Nested doll, IP 7

### **Nota**

È presente anche un link verso lo strumento TRIZ corrispondente o verso le soluzioni standard (sezione 5 – Su FIeld e Campi Inserire riferimento).

Ad esempio:

IP1, IP5 sono collegati al corrispondente standard di classe 2;

IP13 è collegato allo standard 3.1.3;

IP10 e IP13 sono collegati al “system Operator”

### **L’uso dei Principi Inventivi**

In generale, ci sono due modi di applicare i Principi Inventivi nel corso del processo di “problem solving”:

Il metodo più semplice è che si prenda familiarità con i Principi Inventivi, provando ad applicare ciascun principio inventivo o una combinazione di essi per risolvere le Contraddizioni Tecniche ad un problema specifico. (nota: questo è solo un suggerimento per prendere confidenza con i Principi Inventivi, poiché non concordano con il principale scopo del lavoro Altshuller, cioè evitare la modalità di lavoro “trial and errors”)

Il secondo modo è la formulazione di Contraddizioni Tecniche e l’utilizzo della Matrice di Altshuller, con lo scopo di ottenere un determinato set di Principi Inventivi per risolvere il problema (vedi capitolo 2.2).

Un altro suggerimento è di soffermarsi sui Principi Inventivi che risultano strettamente correlati alla strategia di separazione nello spazio, poiché allargano la vista sulle possibili risorse da adottare (inoltre iniziano riducendo il livello di generalizzazione dalla soluzione ideale alla soluzione tecnica).

### **Familiarizzazione / brainstorming con i Principi**

#### **Strumenti**

Il metodo più semplice è che si prenda familiarità con i principi. In questo caso si prova a cercare un’applicazione di ciascun principio o una combinazione di essi per vedere dove sono usati nei prodotti e nei processi.



Più si acquista familiarità con i principi, più si vedranno in azione ovunque attorno a noi e più si potranno applicare nei processi di risoluzione dei problemi.

Il secondo step è relativo all'uso dei principi o di una loro combinazione come "slogan", "argomento principale" della sessione di brainstorming. Un buono ed utile suggerimento per i precedenti step è quello di definire i cosiddetti "spazio operativo" e "tempo operativo", che identificano dove e quando si verifica esattamente il problema.

## La contraddizione o Matrice di Altshuller

### Definizione



La matrice delle contraddizioni fu uno dei primi risultati del lavoro di Altshuller e dei suoi colleghi.

Altshuller astrasse e classificò le soluzioni inventive (Principi Inventivi) ed inoltre creò 39 Parametri Tecnici che possono descrivere tutte le differenti contraddizioni risolte. (vedi capitolo 3.2.2, "I 39 Parametri Tecnici").

Tali Parametri Tecnici furono posizionati in una matrice 39x39: nell'asse delle ascisse ci sono i parametri che peggiorano nella contraddizione, mentre nell'asse delle ordinate ci sono i parametri da migliorare.

### Modello

	Parametri che peggiorano →	Weight of moving object	Weight of stationary object	Length of moving object	Length of stationary object	Area of moving object	Area of stationary object
	Parametri che migliorano ↓	1	2	3	4	5	6
1	Weight of moving object			15,8,29,34		29,17,38,34	
2	Weight of stationary object				10,1,29,35		35,30,13,2
3	Length of moving object	8,15,29,34				15,17,4	
4	Length of stationary object		35,28,40,29				17,7,10,40
5	Area of moving object	2,17,29,4		14,15,18,4			
6	Area of stationary object		30,2,14,18		26,7,9,39		

Figura 7 Una parte della matrice di Altshuller

### Esempio

Uso della matrice di Altshuller: vedi capitolo 5.2.2.

### Altri approcci di selezione dei Principi Inventivi

Negli ultimi anni sono apparsi altri approcci di selezione dei Principi Inventivi.

Selezione in base alla frequenza di occorrenze nella matrice di Altshuller.

Selezione in base all'approccio di Fayer.

### Selezione in base alla frequenza di occorrenze nella matrice di Altshuller

La seguente figura mostra i Principi Inventivi elencati in base alla frequenza di occorrenze (FoO) all'interno della Matrice ( partendo con il principio citato più spesso)

Principi Inventivi FoO 1- 10	Principi Inventivi FoO 11-20	Principi Inventivi FoO 21-30	Principi Inventivi FoO 31-40
35	26	14	38
10	03	22	08
01	27	39	05
28	29	04	07
02	34	30	21
15	16	37	23
19	40	36	12
18	24	25	33
32	17	11	09
13	06	31	20

### Selezione in base all'approccio di Fayer

S.Fayer consiglia 4 gruppi di problemi, in cui i Principi Inventivi possono essere relativi a:

**gruppo 1:** cambiare qualcosa circa la sostanza (qualità, quantità, struttura, forma);

**Principi Inventivi:** 1, 2, 3, 4, 7, 14, 17, 30, 31, 40

**gruppo 2:** come trattare i fattori dannosi;

**Principi Inventivi:** 9, 10, 11, 12, 13, 19, 21, 23, 24, 26, 33, 39

**gruppo 3:** come incrementare l'efficienza e l'idealità;

**Principi Inventivi:** 5, 6, 15, 16, 20, 25, 26, 34

**gruppo 4:** usare effetti scientifici, speciali campi e sostanze;

**Principi Inventivi:** 8, 18, 28, 29, 32, 35, 36, 37, 38, 30, 31, 40

### 5.2.2 La Matrice di Altshuller / Matrice delle contraddizioni

#### 5.2.2.1 Il progetto della Matrice di Altshuller

##### Definizione

La Matrice delle contraddizioni o Matrice di Altshuller, sviluppata da G.S. Altshuller, suggerisce i Principi Inventivi per risolvere le contraddizioni che appaiono quando si prova a migliorare le caratteristiche dei prodotti, processi o servizi. La matrice delle contraddizioni è stato uno dei primi risultati del lavoro di Altshuller e dei suoi colleghi. Nonostante sia uno dei più vecchi componenti di TRIZ, la matrice è ancora utile nella risoluzione dei problemi.

Altshuller astrasse e classificò le soluzioni inventive (Principi Inventivi) ed inoltre creò 39 Parametri Tecnici che possono descrivere tutte le differenti contraddizioni risolte. (vedi capitolo 2.2.2 “i 39 Parametri Tecnici”).

Tali Parametri Tecnici furono posizionati in una matrice 39x39: nell'asse delle ascisse ci sono i parametri che peggiorano nella contraddizione, mentre nell'asse delle ordinate ci sono i parametri da migliorare.



La matrice delle contraddizioni fu progettata per formalizzare e facilitare l'uso di questo strumento TRIZ nell'attività pratica. La Matrice si presenta con 39 caratteristiche del sistema o Parametri Tecnici che rappresentano i Parametri di Valutazione in conflitto.

Le coppie di caratteristiche in contraddizione compongono la Matrice. Il primo termine della coppia è situato nella colonna di sinistra della Matrice ed è chiamato "Parametro Utile" (oppure caratteristica da migliorare...). L'altro termine della coppia è situato nella riga in alto della Matrice ed è chiamato "Parametro Dannoso" (oppure caratteristica che peggiora, risultato indesiderato...). Non tutte le coppie di contraddizioni hanno un set di Principi Inventivi associati.

## Modello

	<b>Parametri che peggiorano</b> ➡	<i>Weight of moving object</i>	<i>Weight of stationary object</i>	<i>Length of moving object</i>	<i>Length of stationary object</i>	<i>Area of moving object</i>	<i>Area of stationary object</i>
	<b>Parametri che migliorano</b> ↓	1	2	3	4	5	6
1	<i>Weight of moving object</i>			15,8,29,34		29,17,38,34	
2	<i>Weight of stationary object</i>				10,1,29,35		35,30,13,2
3	<i>Length of moving object</i>	8,15,29,34				15,17,4	
4	<i>Length of stationary object</i>		35,28,40,29				17,7,10,40
5	<i>Area of moving object</i>	2,17,29,4		14,15,18,4			
6	<i>Area of stationary object</i>		30,2,14,18		26,7,9,39		

Figura 8 Una parte della matrice di Altshuller

### 5.2.2.2 I 39 Parametri Tecnici

#### Definizione

Allo scopo di trovare uno strumento descrittivo e ben organizzato per l'applicazione dei Principi Inventivi, Altshuller definì ed astrasse le caratteristiche dei sistemi tecnici. L'obiettivo che si pose era quello di scoprire l'esistenza di alcuni principi che venivano usati più spesso di altri per la risoluzione di specifici problemi inventivi. In TRIZ queste caratteristiche sono chiamate 39 Parametri Tecnici o 39 caratteristiche. Altshuller, per ciascuno dei 39 Parametri Tecnici, ha fornito una descrizione più dettagliata (in allegato).

Una delle domande alla base fu quella di trovare l'esistenza di vari Principi Inventivi che erano stati usati più spesso di altri per la risoluzione di specifici problemi inventivi.



#### Strumenti

I 39 Parametri Tecnici:

1. Weight of moving object = Peso di un oggetto in moto
2. Weight of non-moving object = Peso di un oggetto non in moto
3. Length of moving object = Lunghezza di un oggetto in moto
4. Length of non-moving object = Lunghezza di un oggetto non in moto
5. Area of moving object = Area di un oggetto in moto
6. Area of non-moving object = Area di un oggetto non in moto
7. Volume of moving object = Volume di un oggetto in moto
8. Volume of non-moving object = Volume di un oggetto non in moto
9. Speed = Velocità
10. Force = Forza
11. Tension, pressure = Tensione, pressione
12. Shape = Forma
13. Stability of object = Stabilità di un oggetto
14. Strength = Resistenza
15. Durability of moving object = Durata di un oggetto in moto
16. Durability of non-moving object = Durata di un oggetto non in moto
17. Temperature = Temperatura



18. Brightness = Luminosità
19. Energy spent by moving object = Energia spesa per muovere un oggetto
20. Energy spent by non-moving object = Energia spesa per non muovere un oggetto
21. Power = Potenza
22. Waste of energy = Spreco di energia
23. Waste of substance = Spreco di sostanza
24. Loss of information = Spreco di informazione
25. Waste of time = Spreco di tempo
26. Amount of substance = Ammontare della sostanza
27. Reliability = Affidabilità
28. Accuracy of measurement = Accuratezza della misura
29. Accuracy of manufacturing = Accuratezza della fabbricazione
30. Harmful factors acting on object = Fattori dannosi che agiscono sull'oggetto
31. Harmful side effects = Effetti secondari dannosi
32. Manufacturability = Fabbricabilità
33. Convenience of use = Comodità d'uso
34. Repairability = Riparabilità
35. Adaptability = Adattabilità
36. Complexity of device = Complessità del dispositivo
37. Complexity of control = Complessità del controllo
38. Level of automation = Livello di automazione
39. Productivity = Produttività

## Esempio

### **TP 01- peso di un oggetto in moto**

La forza misurabile, dovuta alla gravità, che un oggetto in moto esercita sulla superficie che evita la sua caduta. Un oggetto in moto è un oggetto che cambia la propria posizione da solo o a causa della risultante delle forze esterne.



### **TP 02 – peso di un oggetto non in moto**

La forza misurabile, dovuta alla gravità, che un oggetto stazionario esercita sulla superficie sulla quale si trova. Un oggetto stazionario è un oggetto che non cambia la propria posizione da solo o a causa della risultante delle forze esterne.

### **TP 17 – temperatura**

La perdita o l'aumento di calore su un oggetto o su un sistema durante l'esercizio della funzione, che può causare potenziali cambiamenti indesiderati all'oggetto, al sistema o al prodotto.

### **5.2.2.3 Uso della matrice di Altshuller**

#### **Teoria**

L'uso della Matrice richiede un'opportuna analisi del problema, poiché una Contraddizione Tecnica (ce ne potrebbero essere più di una) deve essere definita all'interno del sistema.

I principali step nell'uso della Matrice sono:

Descrizione del problema;

Definizione della Contraddizione Tecnica (modi per modellare il sistema e ricerca delle contraddizioni);

Traduzione in Parametri Tecnici (caratteristiche che migliorano e che peggiorano);

Identificazione dei Principi Inventivi dalla Matrice di Altshuller;

Generazione delle idee con i Principi Inventivi;

Il primo punto implica la sintesi del problema da risolvere ed il contesto del problema.

In questa fase può essere utile osservare il problema e domandarsi che cosa impedisce di risol-

verlo: si evidenzierà un vincolo o verrà alla luce una contraddizione da risolvere.

Quindi, si prosegue traducendo l'analisi del problema in contraddizioni separate: la condizione desiderata non può essere raggiunta poiché qualcosa nel sistema lo impedisce.



### Esempio

L'ampiezza di banda incrementa (positivo) ma richiede più potenza (negativo);  
I servizi sono personalizzati per ogni cliente (positivo) ma il servizio di consegna del sistema diventa complesso (negativo);

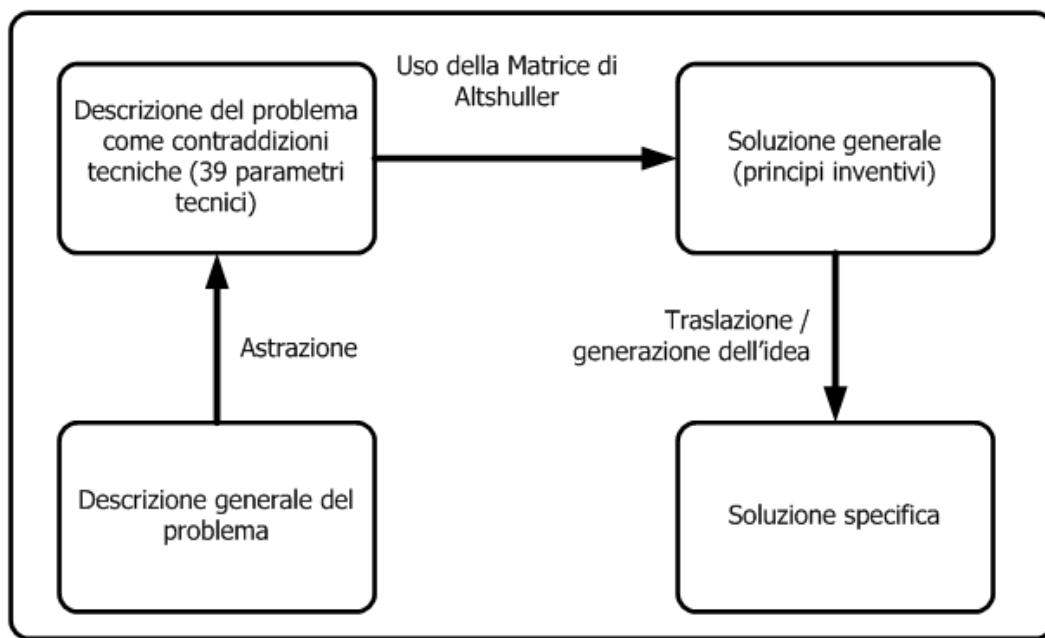
Lo step successivo implica la traslazione delle precedenti affermazioni in Contraddizioni Tecniche, adattando le precedenti caratteristiche in Parametri Tecnici.

### Nota

Questo step, inizialmente, può non essere facile: è importante quindi prendere confidenza con i parametri, questo significa studiare i parametri stessi ed iniziare ad fare una propria raccolta di esempi.

Poi è necessario cercare i parametri che migliorano quelli che peggiorano sulla Matrice di Altshuller, identificando i numeri dei Principi Inventivi che possono aiutare a risolvere la Contraddizione Tecnica. I numeri dei Principi Inventivi sono contenuti nella cella individuata dall'intersezione di righe e colonne. Il passo successivo è quello di cercare il Princípio corrispondente al numero e usarlo per generare e registrare le idee solutive. Le descrizioni di ciascun principio e gli indizi aggiuntivi, daranno poi delle tracce circa le possibili soluzioni.

### Modello



*Figura 9 Uso della Matrice di Altshuller*

### Esempio

Uso della matrice di Altshuller: vedi capitolo 5.2.2

### Uso della Matrice: descrizione del problema

#### Teoria

Gli esperti di problem solving affermano che un problema ben definito è un problema mezzo risolto; una buona analisi si ha se c'è una comprensione ottimale del sistema che sta attorno al problema. Di conseguenza, dovrebbero essere documentati sistematicamente i vari aspetti del problema.

Per una descrizione dettagliata del problema e dell'ambiente circostante il problema, TRIZ

consiglia il cosiddetto "Innovation-Situation-Questionnaire" (ISQ) – traducibile come "Questionario sullo Stato dell'Innovazione" o lista dell'innovazione. Il ISQ fu sviluppato dalla "Kishinev School of TRIZ" della Repubblica di Moldavia (Ideation International Inc.).

L'applicazione del ISQ non è obbligatorio nel lavoro con la Matrice di Altshuller, tuttavia può esser d'aiuto nella ricerca e nella definizione di importanti contraddizioni nel sistema.

#### **Nota**

ARIZ comprende e definisce il processo passo dopo passo per risolvere le Contraddizioni Tecniche e tradurle in Contraddizioni Fisiche (vedi il capitolo ARIZ).

#### **Strumenti**

Struttura dell'"Innovation-Situation-Questionnaire".

1. Informazioni circa il sistema da migliorare / creare e circa il suo ambiente
2. Nome del sistema
3. Funzione utile primaria del sistema
4. Struttura corrente o desiderata del sistema
5. Funzione del sistema
6. Ambiente del sistema
7. Risorse disponibili (vedi risorse Sostanza- Campo)
8. Informazione circa la condizione del problema
9. Miglioramento desiderato o difetti da eliminare
10. Meccanismo che causa il difetto, se risulta chiaro
11. Altri problemi da risolvere
12. Cambio del sistema
13. Cambiamenti disponibili
14. Limitazioni al cambiamento del sistema
15. Criteri di selezione dei concetti solutivi
16. Caratteristiche tecniche desiderate
17. Caratteristiche economiche desiderate
18. Tempistica desiderata
19. Novità attese
20. Altri criteri
21. Storia della soluzione al problema cercata
22. Tentativi precedenti
23. Altri sistemi nei quali esiste un problema analogo



#### **Esempio**

Vedi il libro: "Systematic Innovation – an Introduction to TRIZ", John Terninko, Allo Zusman, Boris Zlotin, (disponibile su: "books.google.com")



#### **Uso della Matrice: definizione delle Contraddizioni Tecniche (modalità di modellazione del problema – ricerca delle Contraddizioni Tecniche)**

Ci sono diverse strade e modelli descritti in TRIZ sulle modalità di ricerca delle contraddizioni nel sistema:

Definire "cosa migliora – cosa peggiora";

OTSM "Model of Contradictions", Modello di contraddizione OTSM (vedi Capitolo 2.2);

ARIZ (vedi il capitolo ARIZ).

#### **Teoria e strumenti**

Definire "cosa migliora – cosa peggiora" o "se-allora-ma"

Il modo più semplice per cercare i parametri in conflitto in un sistema è – dopo un frase di sintesi del problema – rispondere alle due domande seguenti:

Riassunto del problema da risolvere e del contesto del problema

Cosa migliora? (cosa è "good") Questo aspetto del sistema migliora....	Cosa peggiora? (cosa è "bad") A scapito di questo aspetto...
---	---

### Modello di contraddizione OTSM

Vedi il Capitolo 1.2

#### Esempio

##### 1: “incrementare la durata di un prodotto”

Definizione di “cosa migliora- cosa peggiora” o “se-allora-ma”



Riassunto del problema da risolvere e del contesto del problema

*La maggior parte delle strategie per incrementare la durabilità consiste nel sovra dimensionare la tipologia del materiale o la sua quantità. La soluzione più comune è quella di aggiungere materiale per rendere qualcosa più resistente*

Cosa migliora? (cosa è "good") Questo aspetto del sistema migliora....	Cosa peggiora? (cosa è "bad") A scapito di questo aspetto...
---	---

Il prodotto diventa più resistente...	...ma il suo peso incrementa
---------------------------------------	------------------------------

#### Risultato

Se voglio rendere un oggetto più “resistente”, il “peso” peggiora. (Contraddizione Tecnica)

### 2 Traduzione in Parametri Tecnici

#### Modello

Il passo successivo è di tradurre le contraddizioni formulate in generale, in Contraddizioni Tecniche usando i 39 Parametri Tecnici definiti.

All'inizio, questo step potrebbe non essere semplice, ma è importante prendere confidenza con i parametri: ciò significa studiare i parametri e iniziare a collezionare dei propri esempi pratici. (vedi allegato)

#### Strumenti

Lista dei 39 Parametri Tecnici (con spiegazioni)

#### Esempio

“incrementare la durata di un prodotto”



Riassunto del problema da risolvere e del contesto del problema

*La maggior parte delle strategie per incrementare la durabilità consiste nel sovra dimensionare la tipologia del materiale o la sua quantità. La soluzione più comune è quella di aggiungere materiale per rendere qualcosa più resistente*

Cosa migliora? (cosa è "good") Questo aspetto del sistema migliora...	Cosa peggiora? (cosa è "bad") A scapito di questo aspetto...
--	---

Il prodotto diventa più resistente...	...ma il suo peso incrementa
---------------------------------------	------------------------------

Parametro tecnico – caratteristica che migliora	Parametro tecnico – caratteristica che mi-
---	--

glierare	glierare
----------	----------

<i>Il prodotto diventa più resistente...</i>	<i>...ma il suo peso incrementa</i>
--	-------------------------------------

Resistenza – TP14	Peso di un oggetto non in moto – TP02
-------------------	---------------------------------------

Resistenza – TP14	Peso di un oggetto non in moto – TP02
-------------------	---------------------------------------

### 3 Identificare il principio inventivo dalla matrice di Altshuller

Cercare il parametro che migliora ed il parametro che peggiora sulla matrice di Altshuller. Identificare i numeri dei Principi Inventivi che possono aiutare a risolvere la Contraddizione Tecnica contenuti all'interno della cella, che si trova all'intersezione di righe e colonne.

Se la matrice di Altshuller non contiene numeri ma risulta vuota, è necessario provare a ribaltare la contraddizione oppure a ridefinire i parametri.

#### Strumenti

Matrice di Altshuller (allegato)



#### Esempio

“incrementare la durata di un prodotto”



Riassunto del problema da risolvere e del contesto del problema	
<i>La maggior parte delle strategie per incrementare la durabilità consiste nel sovra dimensionare la tipologia del materiale o la sua quantità. La soluzione più comune è quella di aggiungere materiale per rendere qualcosa più resistente</i>	

Cosa migliora? (cosa è "good")	Cosa peggiora? (cosa è "bad")
<i>Questo aspetto del sistema migliora...</i>	<i>A scapito di questo aspetto...</i>
Il prodotto diventa più resistente...	...ma il suo peso incrementa

Parametro tecnico – caratteristica che migliorare	Parametro tecnico – caratteristica che migliorare
<i>Il prodotto diventa più resistente...</i>	<i>...ma il suo peso incrementa</i>
Resistenza – TP14	Peso di un oggetto non in moto – TP02

Numeri del principio inventivo dell'intersezione, sulla Matrice, dei Parametri Tecnici: <i>(riga 14) vs. (colonna 2 → )Principi Inventivi: 40, 26, 27, 1</i>
---

	Parametri che peggiorano ➡ Parametri che migliorano ↓	Weight of moving object 1	Weight of stationary object 2	Length of moving object 3
1	<i>Weight of moving object</i>			15, 8, 29, 34
2	<i>Weight of stationary object</i>			
3	<i>Length of moving object</i>	8, 15, 29, 34		
4	<i>Length of stationary object</i>		35, 28, 40, 29	
5	<i>Area of moving object</i>	2, 17, 29, 4		14, 15, 18, 4
6	<i>Area of stationary object</i>		30, 2, 14, 18	
12	forma	8, 10, 29, 40	15, 10, 26, 3	
13	stabilità di un oggetto	21, 35, 2, 39	26, 39, 1, 40	
14	resistenza	1, 8, 48, 13	40, 26, 27, 1	

Figura 10 Numeri dei Principi Inventivi

### 4 Generazione dell'idea con i Principi Inventivi

Nell'ultimo step, le idee devono essere generate con i Principi Inventivi individuati.

#### Note

I Principi Inventivi devono essere usati come una precisa direzione da seguire per superare la corrispondente Contraddizione Tecnica. Un errore tipico: spesso il principiante appli-

ca i Principi Inventivi all'intero sistema (e non allo specifico elemento in cui si ha la Contraddizione Tecnica).

Le linee guida dei Principi Inventivi dovrebbe essere interpretate in maniera letterale, in modo da evitare il loro uso come una conferma dell'idea già concepita.

Le direzioni suggerite dai diversi principi proposte dalla medesima cella della matrice possono essere combinate, in quanto spesso prevedono suggerimenti complementari.

### Strumenti e esempio

“incrementare la durata di un prodotto”



Summarise the problem to be solved and the problem context

*La maggior parte delle strategie per incrementare la durabilità consiste nel sovra dimensionare la tipologia del materiale o la sua quantità. La soluzione più comune è quella di aggiungere materiale per rendere qualcosa più resistente*

Cosa migliora? (cosa è "good")	Cosa peggiora? (cosa è "bad")
<i>Questo aspetto del sistema migliora...</i>	<i>A scapito di questo aspetto...</i>
Il prodotto diventa più resistente...	...ma il suo peso incrementa

Parametro tecnico – caratteristica che mi-gliorare	Parametro tecnico – caratteristica che mi-gliorare
<i>Il prodotto diventa più resistente...</i>	<i>...ma il suo peso incrementa</i>
Resistenza – TP14	Peso di un oggetto non in moto – TP02

Numero del principio inventivo dell'intersezione, sulla Matrice, dei Parametri Tecnici:

(riga 14) vs. (colonna 2 → )Principi Inventivi: 40, 26, 27, I

Idée di soluzione	
IP 40 - materiali compositi	<i>Uso di materiali composite e leggeri in prodotti che avranno probabilmente una “vita lunga” e che beneficiano del fatto di essere leggeri o creazione di materiale composito da materiale di scarto.</i>
IP 26 – Copia, imita	<i>Elimina I componenti meccanici delle interfacce elettroniche usando uno schermo e pochi tasti, oppure usa solo il software con un robusto touch screens.</i>
IP 27 - prodotti economici e di vita breve	<i>Valuta se un prodotto deve avere una lunga vita. Usa la logistica già esistente ed incentivi per aumentare il riciclo, poi progetta i prodotti ed i suoi componenti per il ri-uso, l'aggiornamento o il riciclaggio.</i>
IP 1 - segmentazione	<i>Rendi il componente di un assemblaggio facilmente accoppiabile e smontabile alla fine del ciclo di vita. Quasi tutte le strategie per la fine del ciclo di vita di un prodotto si basano sulla facilità di separazione dei componenti e dei materiali.</i>



## 5.3 Tecniche per la risoluzione di Contraddizioni Fisiche

### Definizione

Una Contraddizione Fisica è un conflitto fra due requisiti fisici dello stesso parametro di un elemento del sistema, che si escludono a vicenda. Più precisamente, in accordo con il modello ENV (vedi il capitolo 1c), una Contraddizione Fisica si ha quando sono richiesti differenti valori per un dato Parametro di Controllo.



Per la risoluzione del problema, la formulazione della contraddizione ha il seguente formato: "un dato elemento del sistema dovrebbe avere la caratteristica A al fine di realizzare la funzione richiesta (per risolvere il problema) E lo stesso elemento dovrebbe avere la caratteristica NON A per soddisfare le limitazioni ed i requisiti esistenti".



### Esempio

Un elemento che deve essere caldo e freddo.

Un elemento che deve essere duro e soffice.

La Contraddizione Fisica può essere risolta secondo tre concetti:

Separazione dei requisiti in contraddizione (vedi i 4 principi di separazione);

Soddisfazione dei requisiti in contraddizione;

Bypass dei requisiti della contraddizione;

### Modello



Figura 11 Modello di risoluzione della Contraddizione Fisica

### 5.3.1 I quattro principi di separazione

#### Definizione

Quando si affronta una Contraddizione Fisica, ed i concetti di "soddisfazione" e "bypass" non sono efficaci, per superare questo tipo di contraddizione si può usare uno dei 4 Principi di Separazione:

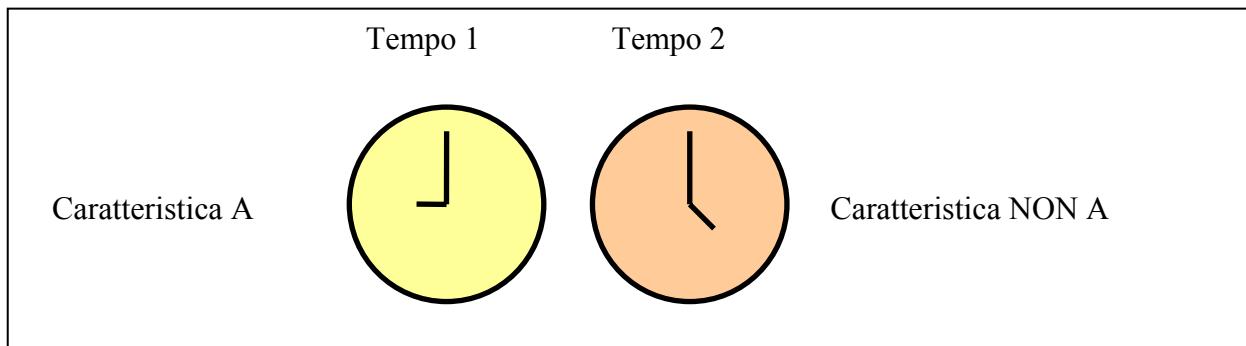


- Separazione nel tempo
- Separazione nello spazio
- Separazione su condizione / in relazione
- Separazione nel livello del sistema

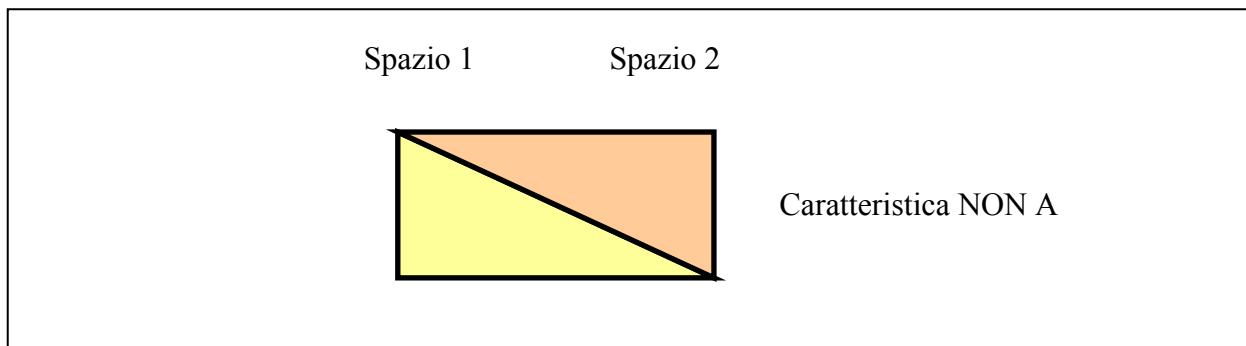
# tETRIS

## Modello

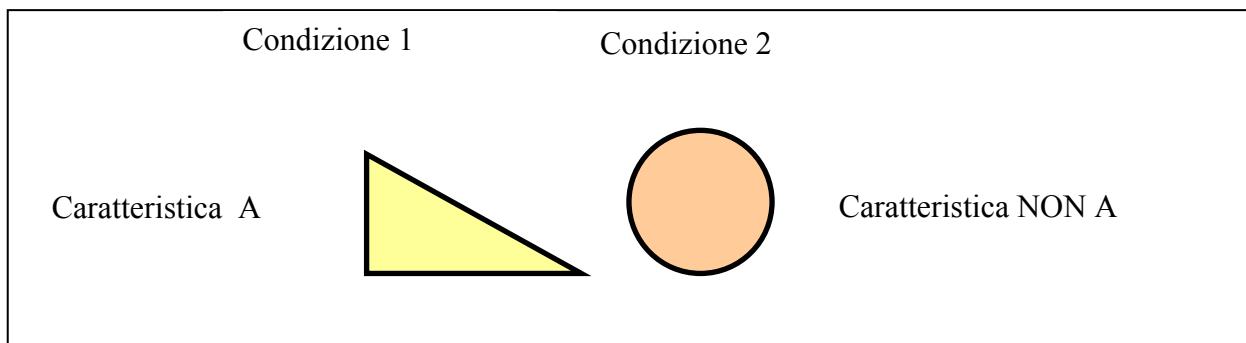
Separazione nel tempo



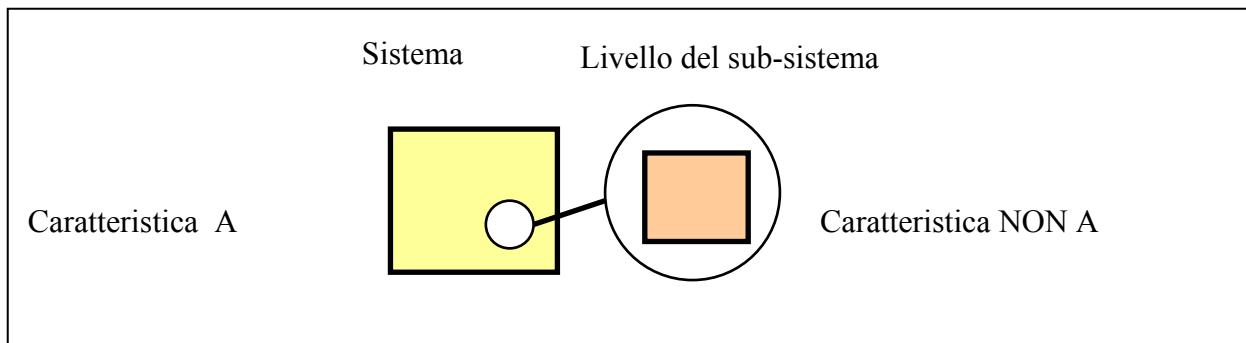
Separazione nello spazio



Separazione su condizione / in relazione



Separazione nel livello del sistema



## 5.3.1.1 Separazione nel tempo

### Definizione

Il concetto è quello di separare I requisiti opposti nel tempo

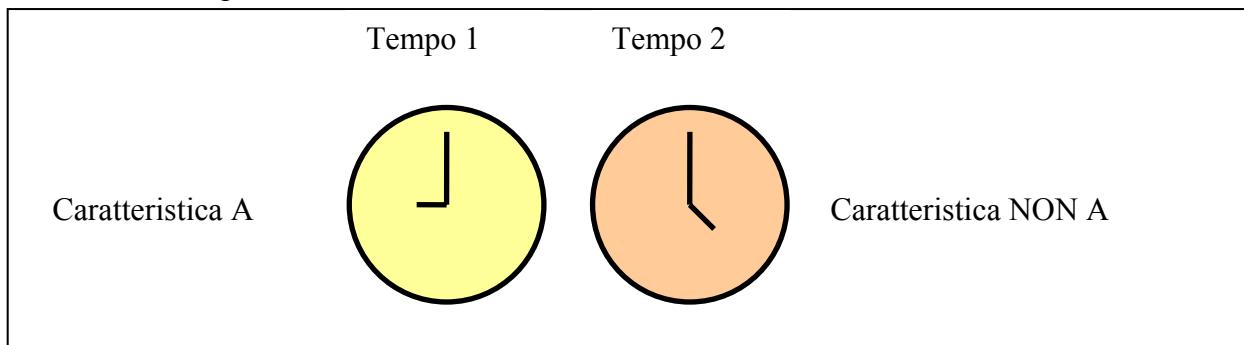
Se un sistema o un processo devono soddisfare un requisito in contraddizione, compiere un funzione in contraddizione o operare in condizioni contraddittorie, è possibile provare ad elencare le operazioni del sistema in modo tale che i requisiti, le funzioni o le operazioni che sono in conflitto, entrino in azione in diversi periodi di tempo.

Il concetto di separazione nel tempo è basato sulla definizione del cosiddetto “tempo operativo”: l’istante di tempo in cui si necessita avere requisiti opposti.



### Modello

La domanda da porsi è:



Abbiamo bisogno della caratteristica A sempre o solo in certi momenti?

Se la caratteristica A non è sempre necessaria, possiamo effettuare la separazione nel tempo.

### Strumenti

I Principi Inventivi che prevedono la separazione nel tempo sono: (la lista non è esaustiva)

IP 15 – Dynamics = Dinamizza

IP 34 – Rejecting and Regenerating Parts = Scarto e rigenerazione delle parti ( scartare e recuperare)



IP 10 – Prior Action = Azione precedente

IP 9 – Prior Counteraction = Contro-azione precedente

IP 11 – Cushion in advance = Attenuare in anticipo

### Esempio

#### Prodotto

Un metro dovrebbe essere lungo per avere un ampio campo di misura, ed un metro dovrebbe essere piccolo per essere facilmente trasportabile.



Il Principio Inventivo 15 consiglia la dinamizzazione: incrementare, ad esempio, i gradi di libertà del metro.

Il prodotto di tale principio inventivo è la cosiddetta “rotella metrica”.



Figura 12 rotella metrica

## Esempio 1



*Formulazione del problema: “cannoni a ricarica rapida”*

Durante una battaglia, i cannoni devono essere caricati sempre molto velocemente.

Quando si introduce rapidamente la polvere da sparo all'interno della canna del cannone, la polvere può incendiarsi. Perciò un rapido caricamento del cannone è molto pericoloso: il compito fu quello di sviluppare un “fast firing gun”, un cannone a ricarica rapida.



Fig. 13 cannone con avancarica (Foto: R. Adunka)

funzione “introdurre il colpo”.

Possiamo usare il concetto di Separazione nel tempo per trovare delle idee.

Uno dei Principi Inventivi consigliati che contengono una separazione nel tempo è:

IP 10– Prior Action = precedente azione

1. Esegui i cambiamenti richiesti completamente o parzialmente in anticipo;
2. Poni l'oggetto in avanti così che può entrare in azione immediatamente grazie alla posizione più conveniente.

## Soluzione

“La camera di caricamento” ha la polvere da sparo ed il proiettile in camere separate. Le camere sono preparate per ogni colpo extra. Un certo numero di queste camere possono essere preparate per una battaglia con una carica di polvere da sparo e possono essere usate durante la battaglia. I proiettili sono introdotti in modo continuativo dalla parte frontale, quindi il rischio di accensione della polvere da sparo, quando viene introdotta nel cannone è così ridotto.



Fig. 14 cannone a carica rapida, a retrocarica (Foto R. Adunka)

## Esempio 2

*Formulazione del problema: "ago con cruna dinamica"*

È difficile far passare un filo spesso attraverso la piccola cruna di un ago. È possibile formulare la seguente Contraddizione Fisica per rappresentare il problema: la cruna dovrebbe essere larga per facilitare l'inserimento del filo, e dovrebbe essere piccola per facilitare la cucitura.

Con la separazione nel tempo della contraddizione, il problema può essere formulato come segue:

- La cruna deve essere larga quando si inserisce il filo E
- La cruna deve essere piccola durante la cucitura.

R. Pace of Britain hanno progettato un ago composto di due fili metallici sottili e flessibili e di ugual lunghezza. I fili metallici sono saldati insieme da un lato, attorcigliati per  $\frac{3}{4}$  di giro, poi saldati dal lato opposto. L'ago risulta simile ad un ago tradizionale, ma quando viene leggermente svolto, si apre una fessura attraverso la quale può passare facilmente il filo. Quando poi viene rilasciato, l'ago torna nella sua forma iniziale e stringe il filo. (Riferimento: Ideation, TRIZ Tutorial)

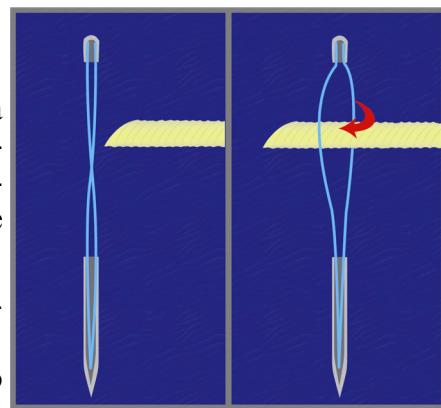


Fig. 15 soluzione al problema dell'ago

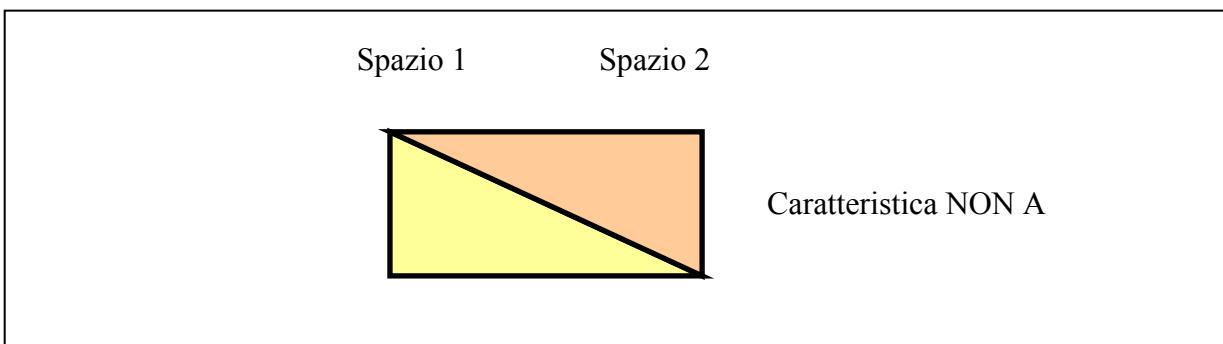
### 5.3.1.2 Separazione nello spazio

Il concetto è quello di separare i requisiti opposti nello spazio.

Se un sistema deve eseguire funzioni in contraddizione o operare sotto condizioni contrastanti, è possibile provare a dividere il sistema in sub-sistemi, assegnando poi ciascuna funzione in contraddizione o condizione contrastante, a diversi sub-sistemi.

#### Modello

La domanda da porsi è:



- Abbiamo ovunque bisogno della caratteristica A o solo in alcune parti?

Se la caratteristica A non è ovunque necessaria, possiamo effettuare la separazione nello spazio.

#### Strumenti

I Principi Inventivi che prevedono la separazione nello spazio sono:

- IP 1 – Segmentation = Segmentazione
- IP 2 – Extraction = Estrazione
- IP 3 – Local Quality = Qualità locale
- IP 7 – Nesting = Inserimento all'interno
- IP 4 – Asymmetry = Asimmetria
- IP 17 – Transition into an other Dimension = Passaggio ad un'altra dimensione
- IP 13 - The other way round = Nel verso opposto



## Esempio

### Prodotto



Una tazzina da caffè dovrebbe essere calda per mantenere il caffè alla giusta temperatura per un certo tempo, e la tazzina non dovrebbe essere calda per non bruciarsi le dita.

Il principio inventivo 7 consiglia di usare l'idea della "nidificazione".

La ditta Starbucks utilizza questo principio:

[www.jeremyadamdavis.com](http://www.jeremyadamdavis.com)



Fig. 16 tazzine da caffè Starbucks

## Esempio



### Formulazione del problema: "armatura"

Durante i tornei medioevali, l'armatura dei cavalieri doveva proteggerli dai colpi subiti: per far piacere al pubblico inoltre, le armature dovevano essere anche belle da vedere.



Fig. 17 Armatura (Foto R. Adunka)

Quindi, il compito fu quello di sviluppare un'"affascinante armatura".

Il problema può essere tradotto in una Contraddizione Fisica:

- L'armatura dovrebbe essere di metallo all'esterno per proteggere il cavaliere E
- L'armatura NON dovrebbe essere di metallo all'esterno per essere affascinante.

Possiamo usare il concetto di Separazione nello spazio per trovare delle idee.

Uno dei Principi Inventivi consigliati che contengono una separazione nello spazio è:

IP 3 – Local Quality = Qualità locale

1. per un oggetto o per l'ambiente esterno, transizione da una struttura omogenea ad una struttura eterogenea;
2. Parti diverse di un oggetto possono eseguire funzioni differenti;
3. Ciascuna parte di un oggetto dovrebbe essere posta sotto le condizioni più favorevoli per eseguire le operazioni.

## Soluzione

La cosiddetta "brigantina" è un'armatura costituita da placche metalliche dal lato interno e da tessuto o pelle dal lato esterno: era una sorta di giubbotto anti-proiettile del 15° secolo.



Figura 18 "brigantina" (Foto R. Adunka)

## Esempio

### *Ricoprimento di un pezzo meccanico metallico*

Le superfici metalliche sono ricoperte chimicamente nel modo seguente:



Il pezzo metallico è posizionato in una vasca riempita di soluzione di Sali metallici (nickel, cobalto..). Durante la reazione di riduzione, il metallo della soluzione precipita sulla superficie del pezzo. Più è alta la temperatura, più velocemente avverrà il processo; tuttavia, alle alte temperature la soluzione si decompone, e più del 75 % dei prodotti chimici sono persi a causa della precipitazione sui bordi della vasca. L'aggiunta di elementi stabilizzanti non è efficace e la conduzione del processo a bassa temperatura riduce drasticamente la produzione.

Per applicare il principio di separazione nello spazio, per esempio, dovremmo porci la seguente domanda:

- abbiamo bisogno che questo parametro- in questo caso la temperatura- sia alto (o basso) ovunque, o è necessario solo in certi posti?

Se la temperatura non deve essere alta (o bassa) ovunque, possiamo provare a separare questi requisiti opposti nello spazio.

In questo caso, necessitiamo dell'alta temperatura solo nell'intorno del pezzo, e non nell'intera vasca. Come possiamo realizzare ciò?

La risposta è la seguente: il pezzo metallico è riscaldato ad alta temperatura prima dell'immersione nella soluzione, ed il processo stesso avviene ad alta temperatura. La soluzione è perciò calda attorno al pezzo, e fredda altrove. (un altro modo per realizzare tale effetto è quello di applicare una corrente elettrica al pezzo durante il processo di ricoprimento).

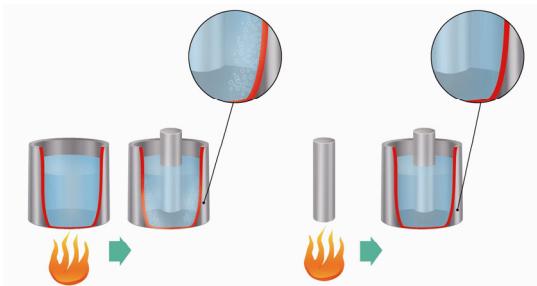


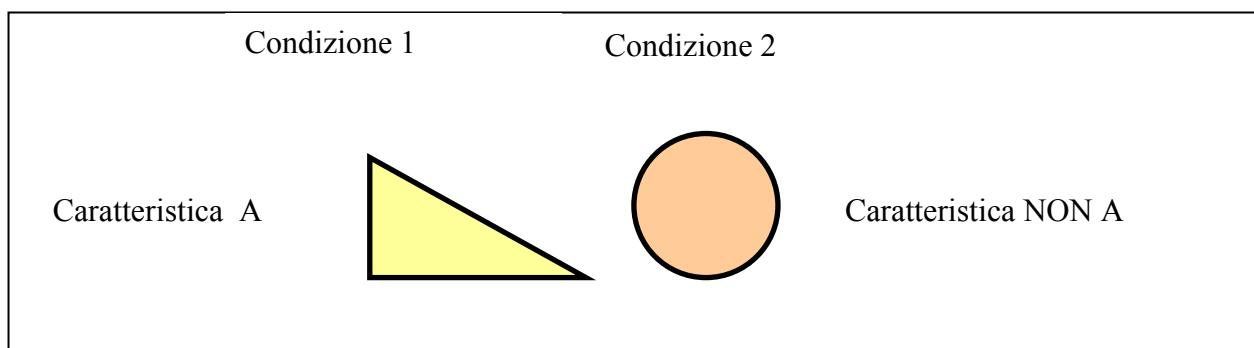
Figura 19 esempio di ricoprimento di un pezzo

### 5.3.1.3 Separazione su condizione / in relazione

#### Definizione

Il concetto di separare i requisiti opposti su condizione, consiste nel risolvere una contraddizione eseguendo il processo utile solo sotto la particolare condizione: si prende in considerazione il cambiamento del sistema o dell'ambiente circostante così da eseguire solo il processo utile.

Ad esempio, in cucina, lo scolapasta blocca la pasta ma non l'acqua.



## Modello

La domanda che dobbiamo porci è la seguente:

- Possiamo cambiare le condizioni del sistema o dell'ambiente circostante così da soddisfare entrambe le caratteristiche A e NON A?

## Strumenti

I Principi Inventivi che prevedono la separazione su condizione sono: (la lista seguente non è esaustiva):

- IP 40 – Composite Materials = Materiali compositi
- IP 31 – Porous Material = Materiali porosi
- IP 32 – Changing the Colour = Cambiamento del colore
- IP 3 – Local Quality = Qualità locale
- IP 19 – Periodic Action = Azione periodica
- IP 17 – Transition into an other Dimension = Passaggio ad un'altra dimensione

## Nota

In questo caso la relazione fra il concetto di separazione e i Principi Inventivi non è evidente).

## Esempio

*Formulazione del problema: "segatura"*

Un cliente di una segheria vuole acquistare della segatura pura: la segatura è raccolta creando il vuoto attorno alle lame della sega, cosicché, attraverso una tubazione metallica, la segatura finisce in un contenitore. Sfortunatamente spesso sono aspirati anche dei piccoli pezzetti di legno, quindi il contenuto del contenitore risulta contaminato.

La contraddizione può essere formulata come segue:

- L'aspirazione (il vuoto) dovrebbe essere potente per aspirare tutta la segatura (ma anche i pezzetti di legno) e l'aspirazione dovrebbe essere piuttosto debole per non risucchiare i pezzetti di legno.

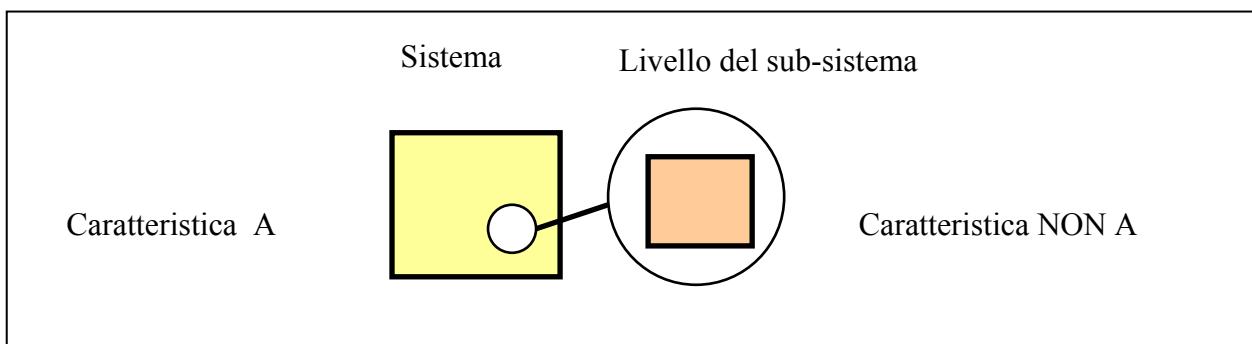
## Soluzione

Incrementando la sezione del tubo di aspirazione per una certo tratto (creando una convessità), la direzione del flusso può cambiare in modo tale che le parti più grosse (i pezzetti di legno) si accumulano lì e non fluiscono nel tubo di raccolta.

### 5.3.1.4 Separazione del livello del sistema / attraverso la transizione a Sub o a Supersistema

#### Definizione

Il concetto è quello di separare i requisiti contrapposti dentro l'intero sistema o dentro una parte di esso. Se un sistema deve eseguire funzioni contrarie o operare sotto condizioni contrapposte, è possibile provare a dividere il sistema ed assegnare una delle funzioni in contraddizione, o una condizione, al sub-sistema o a diversi super-sistemi, lasciando all'intero sistema le funzioni e condizioni restanti.





## Modello

La domanda da porsi è:

- È possibile soddisfare le caratteristiche A e NON A assegnando una di loro all'intero sistema e l'altra ad una sua parte?

## Esempio 1

### *Morsa per pezzi dalla forma complessa*

Per afferrare pezzi dalla geometria complessa, la morsa deve avere la forma corrispondente alla forma del pezzo. Risulta però estremamente costoso avere un'unica morsa per ogni pezzo. D'altronde un sistema di afferraggio deformabile è in grado di adattare la sua forma al pezzo da bloccare, ma la sua capacità di sostegno peggiora. (la morsa non risulta abbastanza rigida)

La Contraddizione Fisica è la seguente:

- La morsa dovrebbe essere rigida per supportare correttamente il pezzo, e la morsa dovrebbe essere deformabile in modo da modificare la sua geometria per adattarsi alla forma complessa del pezzo.

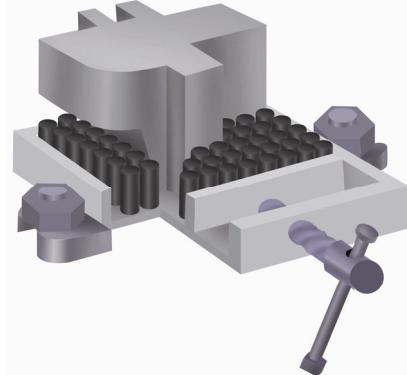


Fig. 20 Morsa per pezzi dalla forma complessa

La risposta è la seguente: è possibile usare una morsa comune, aggiungendo però degli elementi cilindrici multipli attorno al pezzo, i quali, muovendosi sul piano, si adattano alla forma del pezzo (alta deformabilità al livello del sistema e bassa deformabilità al livello del sub-sistema).

### 5.3.2 Soddisfazione & Bypass (ri-progetto)

#### 5.3.2.1 Soddisfazione

##### Teoria

Se la Contraddizione Fisica non può essere risolta con un principio di separazione, potrebbe essere possibile soddisfare i requisiti simultaneamente. In molti casi è necessario un radicale cambiamento della struttura del sistema.

Le Leggi di Evoluzione di TRIZ aiutano ad identificare la direzione per superare la contraddizione:

La Transizione a super-sistema include:

Il trend mono-bi-poly;

Il trend verso l'incremento delle differenze fra i sistemi

→ Riferimento alle Leggi di Evoluzione 6 e 7

Transizione da Micro-livello o Sub-sistema: ad esempio la transizione a sistemi alternativi

→ Riferimento agli effetti fisici, chimici e geometrici

I Principi Inventivi che prevedono la separazione con la transizione a Sub- o Super-sistema sono: (questa lista non è esaustiva)

- IP 1 – Segmentation = segmentazione
- IP 5 – Merging = fusione
- IP 33 – Homogeneity = omogeneità

IP 12 – Equipotentiality = equipotenzialità

##### Nota

In questo caso la relazione fra i concetti di separazione ed i Principi Inventivi non sono evidenti.

### 5.3.2.2 Bypass

#### Teoria

Se la Contraddizione Fisica non può essere risolta con uno dei principi di separazione, potrebbe essere possibile effettuare un bypass, evitare e girare attorno ad entrambi i requisiti. Questa nuova soluzione può rendere la contraddizione irrilevante.

Questo è possibile osservando i diversi schermi dello strumento “System Operator”. Gli schermi possono aiutare a trovare percorsi alternativi fermo restando l’obiettivo generale.

- Riferimento al System Operator e
- Riferimento alla “transizione a Super-sistema e Microlivello”.

	PASSATO	PRESENTE	FUTURO
<b>SUPERSISTEMA</b>	<i>Cosa dovrebbe fare ogni risorsa del super-sistema per prevenire l’insorgere del problema e per raggiungere il Risultato Più Desiderabile?</i>	<i>Cosa dovrebbe fare ogni risorsa del super-sistema per rendere il sistema capace di eseguire la funzione, senza che si abbiano effetti indesiderati e dannosi e per raggiungere il Risultato Più Desiderabile?</i>	<i>Se il problema non è stato risolto, cosa dovrebbe fare ogni risorsa del super-sistema per rendere il sistema capace di raggiungere il Risultato Più Desiderabile?</i>
<b>SISTEMA</b>	<i>Cosa dovrebbe fare il sistema per prevenire l’insorgere del problema e per raggiungere il Risultato Più Desiderabile?</i>	<i>Cosa dovrebbe fare il sistema per essere capace di eseguire la funzione, senza che si abbiano effetti indesiderati e dannosi e per raggiungere il Risultato Più Desiderabile?</i>	<i>Se il problema non è stato risolto, cosa dovrebbe fare il sistema per essere capace di raggiungere il Risultato Più Desiderabile?</i>
<b>SUBSISTEMA</b>	<i>Cosa dovrebbe fare ogni risorsa del sub-sistema per prevenire l’insorgere del problema e per raggiungere il Risultato Più Desiderabile?</i>	<i>Cosa dovrebbe fare ogni risorsa del sub-sistema per rendere il sistema capace di eseguire la funzione, senza che si abbiano effetti indesiderati e dannosi e per raggiungere il Risultato Più Desiderabile?</i>	<i>Se il problema non è stato risolto, cosa dovrebbe fare ogni risorsa del sub-sistema per rendere il sistema capace di raggiungere il Risultato Più Desiderabile?</i>

### 5.4 Effetti

#### Definizione

L’uso di effetti scientifici e di fenomeni aiutano l’inventore a sviluppare soluzioni ad alto livello innovativo, dato che le contraddizioni del problema formulate sono state risolte a livello fisico.

Allo scopo di trovare i giusti effetti da applicare, Altshuller iniziò a raccogliere i fenomeni fisici ed a classificarli in base agli effetti ed alle proprietà richieste: nacque quindi uno speciale database di conoscenza, sulla base del quale, nel corso degli anni, si sono sviluppati vari stru-



menti software e servizi on-line.

La tradizionale classificazione degli effetti in TRIZ si basa sulla differenziazione degli effetti fisici, chimici e geometrici:

Effetti fisici: consentono di trasformare una forma di energia in un'altra;

Effetti chimici: consentono di ottenere certe sostanze a partire da altre con, l'assorbimento o l'emissione di energia;

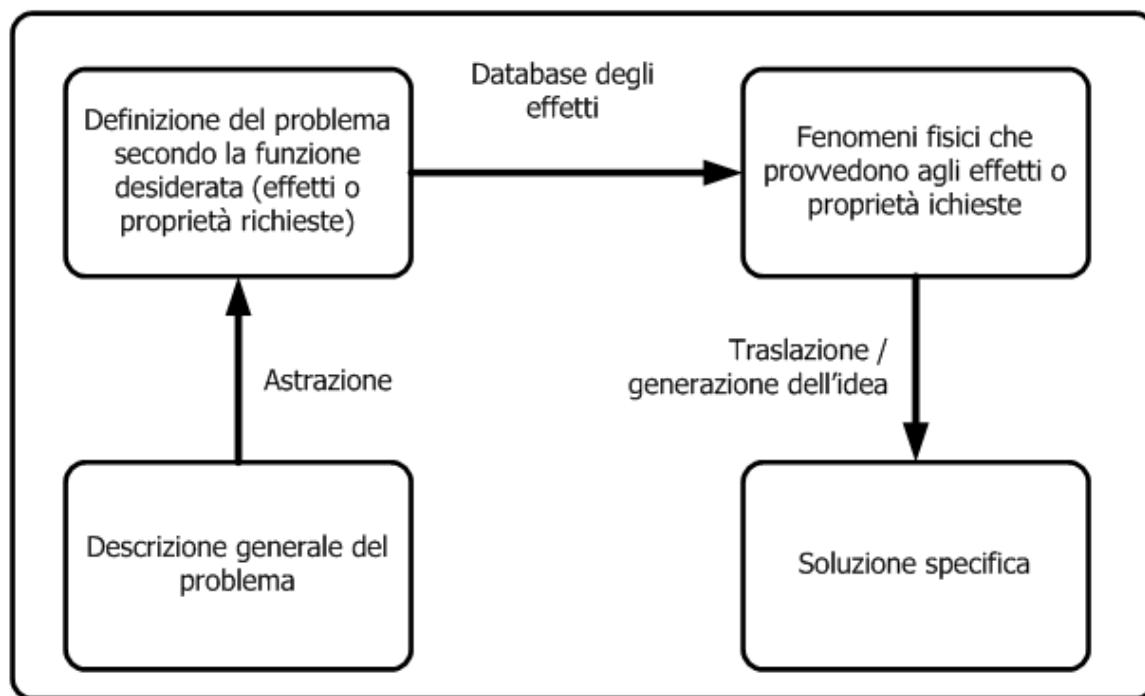
Effetti geometrici: organizzano e ridistribuiscono i flussi di energia e di sostanza che sono già disponibili nel sistema.

### Nota

Gli effetti geometrici hanno inizio dove terminano gli effetti fisici e chimici.

All'interno della letteratura TRIZ sono stati pubblicati studi più completi circa gli effetti geometrici (GE).

### Modello



*Figura 21 Modello a collina degli effetti fisici*

### Strumenti

I fenomeni fisici che prevedono le seguenti richieste di “effetti e proprietà” sono stati classificati e sono disponibili nell’allegato [inserisci collegamento per allegato]:



1. Measure temperature = Misurare la temperatura
2. Reducing temperature = Ridurre la temperatura
3. Increasing temperature = Incrementare la temperatura
4. Temperature stabilization = Stabilizzare la temperatura
5. Object location = Posizionare un oggetto
6. Moving an object = Muovere un oggetto
7. Moving a liquid or gas = Muovere un liquido o un gas
8. Moving an aerosol (dust particles, smoke, mist, etc.)= Muovere un aerosol (particelle di polvere, fumo, nebbia, etc..)
9. Formation of mixtures = Formare una miscela
10. Separating mixtures = Separare una miscela
11. Stabilizing object position = Stabilizzare la posizione di un oggetto

12. Generating and/or manipulating force = Generare e/o manipolare una forza
13. Changing friction = Cambiare l'attrito
14. Crashing objects = Rompere oggetti
15. Accumulating mechanical and thermal energy = Accumulare energia meccanica e termica
16. Transferring energy through mechanical, thermal, radiation, or electric deformation = Trasferire energia per via meccanica, termica, o elettrica
17. Influencing moving object = Influire sul moto di un oggetto
18. Measuring dimensions = Misurare le dimensioni
19. Varying dimensions = Variare le dimensioni
20. Detecting surface properties and/or conditions = Determinare lo stato e/o le proprietà superficiali.
21. Varying surface properties = Variare le proprietà superficiali
22. Detecting volume properties and/or conditions = Determinare lo stato e/o le proprietà volumetriche
23. Varying volume properties = Variare le proprietà di volumetriche
24. Developing certain structures, structure stabilization = Sviluppare strutture, stabilizzare strutture
25. Detecting electric and magnetic fields = Rilevare campi elettrici e magnetici
26. Detecting radiation = Rilevare radiazioni
27. Generating electromagnetic radiation = Generare radiazioni elettromagnetiche
28. Controlling electromagnetic fields = Controllare campi elettromagnetici
29. Controlling light, light modulation = Controllare e modulare la luce
30. Initiating and intensification of chemical reactions = Avviare ed intensificare reazioni chimiche

In questo campo sono stati sviluppati vari software e strumenti online:

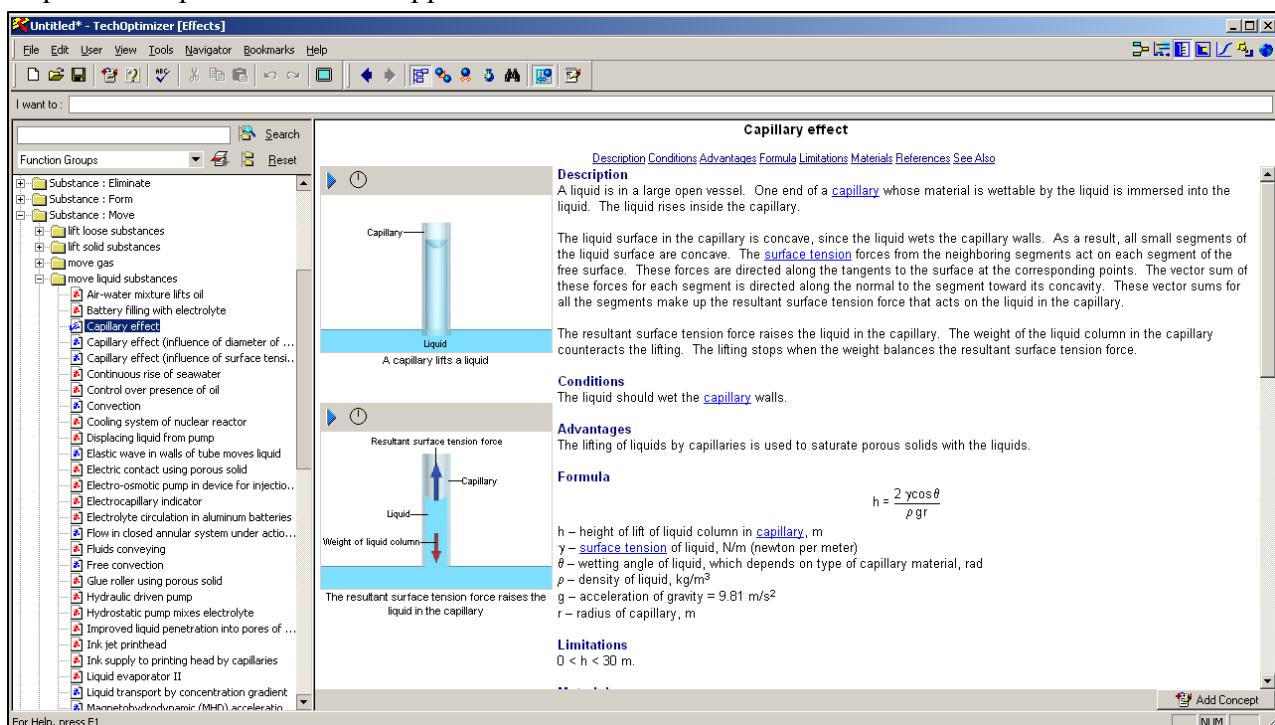


Figura 22 Software Invention Machince Inc.: TechOptimizer / Goldfire Innovator

The screenshot shows a Microsoft Internet Explorer window displaying the CREAx Function Database. The main content area is titled 'Coanda Effect'. It shows a diagram of a marine thruster using the Coanda effect. The diagram labels include: Primary jet, Wake free, Marine coanda, THRUSTER, Impeller, Shroud, Recirculating water, and Positive pressure exerted on tapered after body. Below the diagram is a 'ZOOM' button. To the left, there is a sidebar with a search function dropdown set to 'Moves' and a radio button for 'Solid'. A list of 34 search results is shown, with 'Coanda Effect' being the selected item. At the bottom of the sidebar is a copyright notice: 'Copyright © 2000-2005 CREAx. All rights reserved.'

Figura 23 Function Database CREAx : <http://fuction.creax.com>

## 5.5 Risorse di sostanza e campo

### Definizione

Durante la risoluzione di un problema, TRIZ raccomanda l'uso di risorse sostanza-campo interne, esterne, di sotto-prodotto e di insieme, del sistema esistente. Ciò va incontro ai requisiti di un sistema ideale e conduce alla soluzione con minime variazioni rispetto al risultato ottimale.

Una volta identificato il sistema tecnico e definita la contraddizione, è necessario valutare quali risorse sono disponibili per superare le contraddizioni. Per la risoluzione della contraddizioni, TRIZ raccomanda l'uso di risorse di sostanza-campo del sistema esistente: ciò va incontro ad i requisiti di un sistema ideale.

Una risorsa è qualsiasi cosa che può essere applicata per la risoluzione del problema, e migliora il sistema senza grosse spese. Le risorse dovrebbero essere facilmente accessibili, gratuite o di basso costo. Le risorse possono essere interne o esterne al sistema o al super-sistema. Le risorse possono sostanze o campi, o possono anche comprendere spazio e tempo, o altre cose, attorno al sistema.

L'identificazione di tali risorse fornisce molte opportunità per le soluzioni da sviluppare velocemente. Ogni risorsa è una potenziale soluzione al problema. Più sono le risorse disponibili, più ampio sarà lo spazio in cui si possono generare le soluzioni.

Le risorse di un sistema esistente, ed i suoi elementi, sono alla base delle migliori e più efficienti soluzioni. Usando tali risorse, ciascuna delle quali è una potenziale soluzione al problema, non è necessario aggiungere altro dall'esterno e si possono raggiungere risultati molto bu-



ni.

Le risorse inoltre giocano un ruolo importante in due concetti di TRIZ:

L'uso del System Operator per guidare / migliorare la ricerca delle risorse;

La ricerca delle risorse come mezzo per riformulare le Contraddizioni Fisiche (ARIZ parte 3)



## Modello

Che genere di risorse sono usate nella risoluzione dei problemi? Le risorse possono essere classificate come sostanze, energia, spazio, tempo, funzioni, informazioni e risorse combinate:

**Le risorse di sostanza** sono tutte le sostanze e le proprietà delle sostanze (ed esempio la transizione di fase, il punto di curie, la conduttività termica, elettrica, ottica...) usate nel sistema analizzato e nell'ambiente esterno.

**Le risorse di energia** sono tutte le forme di energia e di campo note (campo elettrico, elettromagnetico, termico etc..). le risorse sono già presenti nel sistema migliorato o nell'ambiente esterno in cui si trova il sistema.

**Le risorse di spazio**, sono gli spazi non occupati o i "vuoti", che possono essere usati i cambiamenti del sistema iniziale al fine di incrementare l'efficienza o la funzionalità.

**Le risorse di tempo** sono, per prima cosa, il tempo che precede l'inizio dei processi produttivi, e, secondariamente, il tempo fra due fasi del processo produttivo. Entrambi questi intervalli possono essere usati per migliorare le operazioni di base del sistema.

**Le risorse funzionali** sono le opportunità di usare le funzioni conosciute dell'oggetto per scopi diversi, oppure di identificare nuove funzioni nel sistema. La possibilità di eseguire funzioni aggiuntive in seguito a cambiamenti sono comunque risorse funzionali. È molto importante la percentuale di utilizzazione delle risorse in quanto la conoscenza e l'applicazione di diverse qualità o di proprietà caratteristiche mediante una nuova funzione agente sulla stessa sostanza, può significare una nuova invenzione.

Nota: la ricerca delle risorse funzionali causa spesso confusione, poiché la maggior parte di esse sono già elencate.

**Le risorse di informazione** sono usate comunemente nella risoluzione dei problemi di misura, identificazione, e separazione. Di conseguenza, le risorse di informazione sono informazioni circa le sostanze, i campi, cambiamenti di proprietà o di oggetti. Quindi, più si vogliono identificare le differenze di una sostanza rispetto ad un'altra, più efficientemente deve esser fatta la misura o il rilevamento.

**La combinazione di risorse** è la combinazione delle risorse precedenti. Un altro dato importante circa l'utilizzazione delle risorse, è l'applicazione delle proprietà delle sostanze che possono cambiare facilmente in seguito ad alcune influenze. Spesso nel sistema non ci sono risorse che rispondono alle richieste per la risoluzione del sistema. Possiamo risolvere il problema cambiando le sostanze esistenti nel sistema. Conosciamo ad esempio che un liquido può diventare solido, e viceversa, controllando la temperatura (acqua in ghiaccio; ghiaccio in acqua), il ferro può diventare magnetico, e una sostanza solida può cambiare volume e forma se riscaldato o raffreddato.

*Come usare le risorse per la risoluzione dei problemi?*

Qui di seguito è riportato un elenco, raccomandato per l'uso delle risorse:

Formulazione del problema;

Creazione di una lista di risorse nel seguente ordine: interne, esterne, di prodotto, complesse;

Definizione di che genere di risorsa è necessaria per la risoluzione del problema;

Stima per ciascuna risorsa ed effetto esistente del livello di utilizzazione;

Proposta di come usare la fusione delle risorse.

## Strumenti

Vedi allegato “5.6.5 – Substance-and-Field Resources – Risorse di sostanza e di campo”

Il System Operator è, grazie ad una scansione sistematica, uno strumento molto utile per la ricerca delle parti del sistema e del suo ambiente circostante, nell’arco dell’intero ciclo di vita del sistema.

## 5.6 Allegati

### 5.6.1. I 40 Principi Inventivi

#### Riferimento:

G. Altshuller – Lev Shulyak, Steven Rodman, *The Innovation Algorithm, TRIZ, Systematic Innovation and Technical Creativity, Technical Innovation Center, 2000*)

#### Principio 01 - Segmentation = Segmentazione

- Dividi un oggetto in parti indipendenti.
- Rendi un oggetto facilmente scomponibile.
- Incrementa il grado di scomposizione o segmentazione.

#### Principio 02 - Extraction (Extracting, Retrieving, Removing, Taking out) = Estrazione (estrazione, ricupero, rimozione, portar fuori)

- Estrai dall'oggetto la parte o la proprietà che "disturbo".
- Estrai dall'oggetto solo la parte necessaria.

#### Principio 03 - Local Quality = Qualità locale

- Transizione di un oggetto o dell'ambiente esterno da una struttura omogenea ad una eterogenea.
- Diverse parti del sistema dovrebbero eseguire funzioni differenti.
- Ciascuna parte del sistema dovrebbe essere posta nelle migliori condizioni per eseguire le operazioni.

#### Principio 04 – Asymmetry= Asimmetria

- Sostituisci le forme simmetriche con forme asimmetriche.
- B. Se un oggetto è già asimmetrico, incrementa il suo grado di asimmetria.

#### Principio 05 – Consolidation (Merging) = Unificazione (fusione)

- Unisci, consolida gli oggetti omogenei nello spazio, o gli oggetti destinati a svolgere operazioni continue.
- Unisci, consolida nel tempo le operazioni omogenee o continue.

#### Principio 06 – Universality = Universalità

- Un oggetto può svolgere diverse funzioni; di conseguenza possono essere rimossi altri elementi.

#### Principio 07 - Nesting (Matrioshka, "Nested doll") = Inserimento all'interno (tipo bambola "Matrioshka")

- Un oggetto è posto all'interno di un altro. A sua volta, questo oggetto è posto all'interno di un altro, e così via...
- Un oggetto passa in un altro oggetto attraverso una cavità.

#### Principio 08 – Counterweight (Anti-weight) = Contrappeso (anti-peso)

- Compensa il peso di un oggetto combinandolo con un altro oggetto che esercita una forza di sollevamento.
- Compensa il peso di un oggetto con forze aerodinamiche o idrodinamiche causate dall'ambiente esterno.

#### Principio 09 – Prior Counteraction (Preliminary anti-action) = Contro azione precedente (anti-azione preliminare)

- Pre-carica con una tensione opposta un oggetto per compensare un eccessivo ed indesiderato stress.

**Principio 10 – Prior Action (Preliminary action) = Azione preliminare**

Esegui i cambiamenti richiesti da un oggetto, completamente o parzialmente in anticipo.  
Posiziona gli oggetti in anticipo così che possano entrare immediatamente in azione a causa della posizione più conveniente.

**Principio 11 – Cushion in Advance (Beforehand cushioning) = Attenua in anticipo**

Compensa l'affidabilità relativamente bassa di un oggetto con misure di emergenza preparate in anticipo.

**Principio 12 - Equipotentiality = Equipotenzialità**

Cambia le condizioni di lavoro in maniera tale che non richiederà il sollevamento o l'abbassamento dell'oggetto.

**Principio 13 – Do it in Reverse (“The other way round”) = Inverti**

Invece dell'azione diretta imposta dal problema, implementa l'azione opposta (ad esempio raffredda invece di riscaldare).

Rendi stazionaria la parte mobile di un oggetto, o dell'ambiente esterno; oppure stazionarie le parti mobile.

Ruota la parte superiore di un oggetto verso il basso.

**Principio 14 - Spheroidality (Curvature) = Sfericità**

Sostituisci le parti lineari con parti curve, superfici piane con superfici curve, e cubi con sfere.

Usa cilindri, sfere, spirali.

C. Sostituisci il moto lineare con il moto rotazionale; usa la forza centrifuga.

**Principio 15 - Dynamics = Dinamizza**

Le caratteristiche di un oggetto o dell'ambiente esterno, devono essere modificate per eseguire la prestazione ottimale in ciascuno stage dell'operazione.

Se un oggetto è immobile, rendilo mobile. Rendilo intercambiabile.

Divide un oggetto in elementi capaci di cambiare la loro posizione relative.

**Principio 16 - Partial or Excessive Action = Azione parziale o eccessiva**

Se è difficile ottenere il 100% degli effetti desiderati, raggiungi più o meno l'effetto desiderato.

**Principio 17 – Transition into a New Dimension (Another Dimension) = Passaggio ad un'altra dimensione**

Passa dal movimento o dal posizionamento monodimensionale di un oggetto a quello bidimensionale, tridimensionale, etc...

Utilizza la composizione multi livello dell'oggetto.

Inclina l'oggetto o posizionalo dall'altro lato.

Utilizza l'altro lato della superficie.

Proietta le linee in vista sulle superfici vicine o dalla parte opposta dell'oggetto.

**Principio 18 - Mechanical Vibration = Vibrazioni meccaniche**

Utilizza le oscillazioni.

Se le oscillazioni esistono, incrementa la loro frequenza fino all'ultrasonico.

Usa la frequenza di risonanza.

Sostituisci le vibrazioni meccaniche con vibrazioni piezo-elettriche.

Usa le vibrazioni ultrasoniche insieme al campo elettromagnetico.

## Principio 19 - Periodic Action = Azione periodica

Sostitisci un'azione continua con un'azione periodica (impulso).  
Se l'azione è già periodica, cambia la loro frequenza.  
Usa una pausa fra due impulsi per eseguire un'azione aggiuntiva.

## Principio 20 - Continuity of Useful Action = Continuità dell'azione utile

Esegui un'azione senza interruzioni. Tutte le parti dell'oggetto dovrebbero lavorare alla massima capacità.  
Rimuovi i moti intermedi e inutili.  
Sostitisci il moto "avanti e dietro" con un moto rotativo.

## Principio 21 – Rushing Through (Skipping) = Attraversa velocemente (saltare)

Esegui le azioni dannose e pericolose ad alta velocità.

## Principio 22 – Convert Harm into Benefit ("Blessing in disguise" or "Turn Lemons into Lemonade") = Converti il male in beneficio (un male che si rivela un bene)

Utilizza i fattori dannosi, specialmente l'ambiente, per ottenere effetti positive.  
Rimuovi un fattore dannoso combinandolo con un altro fattore dannoso.  
Incrementa il grado di azione dannosa ad un'estensione tale da farlo cessare di essere dannoso.

## Principio 23 - Feedback (reazione)

Introduci un feedback.  
Se il feedback esiste già, cambialo.

## Principio 24 – Mediator („Intermediary“) = Mediatore, intermediario

Usa un oggetto intermedio per trasferire o eseguire un'azione.  
Connetti temporaneamente l'oggetto originale ad un altro che è più facilmente togliere.

## Principio 25 - Self-service

Un oggetto deve ripararsi da sé ed eseguire operazioni supplementari e di riparazione.  
Fai uso di materiali ed energia di scarto.

## Principio 26. Copying = Copia

A. Una copia semplice ed economica dovrebbe essere usata al posto di un oggetto fragile o di uno che è scomodo da usare.  
B. Se è usata una copia visibile, sostituiscila con una a luce infrarossi o ultravioletta.  
Sostitisci un oggetto (o un sistema di oggetti) con la sua immagine. L'immagine può essere ridotta o allargata.

## Principio 27 – Dispose (Cheap Short-living Objects) = Smaltire

A. Sostitisci un oggetto caro con uno economico, compromettendo altre proprietà (longevità).

## Principio 28 – Replacement of Mechanical System (Mechanics Substitution) = Sostituzione di sistemi meccanici

A. Sostitisci un sistema meccanico con uno ottico, acustico, termico, olfattivo.  
B. Usa un campo elettrico, magnetico, elettromagnetico per interagire con un oggetto.  
Sostitisci i campi:  
Stazionari con mobili.  
Fissi con variabili nel tempo.  
Random con strutturati.  
D. Usa I campi insieme a particelle ferromagnetiche



**Principio 29 – Pneumatic or Hydraulic Constructions (Pneumatics and Hydraulics) = Costruzioni pneumatiche o idrauliche**

Sostituisci le parti solide di un oggetto con del gas o del liquido. Tali parti possono ora usare l'aria o l'acqua per gonfiarsi, o usare la pneumatica o l'idrostatica per smorzare.

**Principio 30 – Flexible Membranes or Thin Films (Flexible Shells and Thin Films) = Membrane flessibili o film sottili**

- A. Sostituisci le consuete costruzioni con membrane flessibili o film sottili.
- B. Isola un oggetto dall'ambiente esterno con una membrana o un film sottile.

**Principio 31 - Porous Material = Materiali porosi**

- A. Rendi poroso un oggetto o usa elementi porosi supplementari.

Se un oggetto è già poroso, riempি prima i pori con altre sostanze.

**Principio 32 – Changing the Color (Color Changes) = Cambia il colore**

- A. Cambia il colore di un oggetto o del suo ambiente.
- B. Cambia la lucentezza di un oggetto o del suo ambiente.
- C. Usa un additive colorato per osservare un oggetto, o un processo, difficile da vedere.
- D. Se tale additive esiste già, usa le tracce luminescenti o traccia gli atomi.

**Principio 33 - Homogeneity = Omogeneità**

- A. Gli oggetti che si interfacciano con l'oggetto principale dovrebbero essere fatti dello stesso materiale dell'oggetto principale (o in materiale dalle proprietà simili).

**Principio 34 – Rejecting and Regenerating Parts (Discarding and Recovering) = Scarto e rigenerazione delle parti ( scartare e ricuperare)**

- A. Dopo aver completato la propria funzione, o esser diventato inutile, un elemento di un oggetto è scartato (eliminato, dissolto, evaporato) o è modificato durante il processo di lavoro.
- B. Le parti consumabili di un oggetto devono essere ripristinate durante il lavoro.

**Principio 35 – Transformation of Properties (Parameter Changes) = Trasformazione di proprietà**

- A. Cambia lo stato fisico del sistema.
- B. Cambia la concentrazione o la densità.
- C. Cambia il grado di flessibilità.
- D. Cambia la temperatura o il volume.

**Principio 36 - Phase Transition = Transizione di fase**

- A. Usa I fenomeni di cambiamento di fase (ad esempio un cambio di volume, il rilascio o l'assorbimento di calore, etc..).

**Principio 37 - Thermal Expansion = Espansione termica**

- A. Usa l'espansione o la contrazione dei metalli variando la loro temperature.
- B. Usa differenti materiali con diversi coefficienti di dilatazione termica.

**Principio 38 – Accelerated Oxidation (Strong Oxidants) = Ossidazione accelerata (elevata ossidazione)**

- A. Compi la transizione da un livello di ossidazione al livello superiore:
  - a. Aria ambientale per ossigenare.
  - b. Ossigenare con l'ossigeno.
  - c. Ossigeno in ossigeno ionizzato.
  - d. Ossigeno ionizzato in ossigeno azotato.
  - e. Ossigeno azotato in ozono.
  - f. Ozono in ossigeno.

**Principio 39 - Inert Environment (Inert Atmosphere) = Ambiente inerte**

- A. sostituisci l'ambiente normale con uno inerte.
- B. Introduci nell'oggetto una sostanza neutrale o un additivo.
- C. Svolgi il processo nel vuoto.

**Principio 40 - Composite Materials = Materiali compositi**

Sostituisci materiali omogenei con materiali compositi.

## 5.6.2. – I 39 Parametri Tecnici / caratteristiche

Fonte:

*G. Altshuller – Lev Shulyak, Steven Rodman, The Innovation Algorithm, TRIZ, Systematic Innovation and Technical Creativity, Technical Innovation Center, 2000)*



### TP 01 - Weight of moving object = Peso di un oggetto in moto

La forza misurabile, risultante dalla gravità, che un corpo mobile esercita sulla superficie che previene la caduta. Un oggetto mobile è uno che cambia la posizione da solo o a causa della risultante delle forze esterne

### TP 02 - Weight of non-moving object = Peso di un oggetto non in moto

La forza misurabile, risultante dalla gravità, che un corpo stazionario esercita sulla superficie sulla quale è posto. Un oggetto stazionario è un oggetto che non cambia la posizione da solo o a causa della risultante delle forze esterne.

### TP 03 - Length of moving object = Lunghezza di un oggetto in moto

La misura lineare di lunghezza, altezza o larghezza di un oggetto, nella direzione del moto osservato. Il movimento può essere causato da forza interne o esterne.

### TP 04 - Length of non-moving object = Lunghezza di un oggetto non in moto

La misura lineare di lunghezza, altezza o larghezza di un oggetto, nella direzione in cui non avviene il moto.

### TP 05 - Area of moving object = Area di un oggetto in moto

La misura della superficie di ogni piano o porzione di piano di un oggetto che, quando soggetto a forza interne o esterne, cambia la sua posizione nello spazio.

### TP 06-Area of non-moving object = Area di un oggetto non in moto

La misura della superficie di ogni piano o porzione di piano di un oggetto che, quando soggetto a forza interne o esterne, non cambia la sua posizione nello spazio.

### TP07-Volume of moving object = Volume di un oggetto in moto

La misura del volume di un oggetto che cambia la propria posizione nello spazio quando soggetto a forza interne o esterne.

### TP08-Volume of non-moving object = Volume di un oggetto non in moto

La misura del volume di un oggetto che non cambia la propria posizione nello spazio quando soggetto a forza interne o esterne.

### TP09-Speed = Velocità

La velocità con la quale un'azione o un processo è completata.

### TP10-Force = Forza

La capacità di causare cambiamenti fisici in un oggetto o nel sistema. Il cambiamento può essere totale o parziale, permanente o temporaneo.

### TP11-Tension/ Pressure = Tensione / Pressione

L'intensità della forza che agisce su un oggetto o su un sistema, misurata come forza di compressione o tensione per unità di area.

### TP12-Shape = Forma

L'apparenza esterna o il contorno di un oggetto o di un sistema. La forma può essere totalmente o parzialmente, in modo permanente o in modo temporaneo, cambiata a causa delle forze che agiscono sull'oggetto o sul sistema.

### TP13-Stability of object = Stabilità di un oggetto

La resistenza dell'intero oggetto o sistema ai cambiamenti causati dall'interazione con i suoi oggetti o sistemi associati.

### TP 14-Strength = Resistenza

Sotto condizioni e limiti ben definiti, l'abilità di un oggetto o di un sistema ad assorbire gli effetti di forza, velocità, stress etc.. senza rotture.

### TP 15-Durability of moving object = Durevolezza di un oggetto in moto

Il tempo oltre il quale un oggetto, che cambia la sua posizione nello spazio, è sempre in grado di svolgere le sue funzioni.

## **TP 16-Durability of non-moving object = Durevolezza di un oggetto non in moto**

Il tempo oltre il quale un oggetto, che non cambia la sua posizione nello spazio, è sempre in grado di svolgere le sue funzioni.

## **TP 17 –Temperature = Temperatura**

La perdita o l'aggiunta di calore di un oggetto o di sistema durante lo svolgimento delle funzioni, che possono causare potenziali cambiamenti indesiderati all'oggetto, al sistema o alla produzione.

## **TP 18-Brightness = Luminosità**

Il valore dell'energia luminosa che incide su un'area illuminata dal sistema o che si trova nel sistema. La luminosità comprende la qualità della luce, il grado di illuminazione ed altre caratteristiche.

## **TP 19-Energy spent by moving object = Energia spesa da un oggetto in moto**

L'energia richiesta da un oggetto o da un sistema che cambia la sua posizione nello spazio da solo o a causa della risultante delle forze esterne.

## **TP 20-Energy spent by non-moving object = Energia spesa da un oggetto non in moto**

L'energia richiesta da un oggetto o da un sistema che non cambia la sua posizione nello spazio da solo o a causa della risultante delle forze esterne.

## **TP 21-Power = Potenza**

Il rapporto fra il lavoro ed il tempo impiegato a svolgerlo.

## **TP 22-Waste of energy = Spreco di energia**

La perdita della capacità del sistema di compiere lavoro, in modo completo, parziale, permanentemente o in modo temporaneo.

## **TP 23-Waste of substance = Spreco di sostanza**

La diminuzione o l'eliminazione di materiale da un oggetto o sistema, specialmente quando non lavora o non sono fabbricati prodotti.

## **TP 24-Loss of information = Spreco di informazione**

La diminuzione o l'eliminazione di dati, o la possibilità di accedere ai dati, in un sistema o dal sistema.

## **T25-Waste of time = Spreco di tempo**

Incremento del tempo necessario per completare una data azione.

## **TP26-Amount of substance = Quantità di sostanza**

Il numero degli elementi o la quantità di un elemento usato per creare un oggetto o un sistema.

## **TP27-Reliability = Affidabilità**

La capacità di un oggetto o di un sistema di eseguire adeguatamente le funzioni richieste in un dato periodo di tempo o di un ciclo.

## **TP28-Accuracy of measurement = Accuratezza della misura**

Il livello con il quale una misura è prossima al valore vero della quantità da misurare.

## **TP29-Accuracy of manufacturing = Accuratezza della produzione**

Il livello di corrispondenza fra gli elementi di un oggetto o di un sistema con le specifiche di progetto.

## **TP30-Harmful factors acting on object = Fattori dannosi che agiscono sull'oggetto**

Le azioni, prodotte all'esterno, che agiscono su un oggetto o su un sistema che ne riducono l'efficienza e la qualità.

## **TP31-Harmful side effects = Effetti secondari dannosi**

Le azioni, prodotte all'interno, che agiscono su un oggetto o su un sistema che ne riducono l'efficienza e la qualità.

## **TP32-Manufacturability = Producibilità**

La comodità e la facilità con cui un oggetto o un sistema è prodotto.

**TP33-Convenience of use = Comodità d'uso**

La comodità e la facilità con cui un oggetto o un sistema è usato.

**TP34-Repairability = Riparabilità**

Comodità e facilità con cui un oggetto o un sistema è ripristinato alle condizioni operative in seguito ad un danno o ad un uso estensivo.

**TP35-Adaptability = Adattabilità**

La capacità di un oggetto o un sistema di cambiare forma o riassettersi da solo in seguito a cambiamenti delle condizioni esterne (ambiente, funzioni, etc..).

**TP36-Complexity of device = Complessità del dispositivo**

La quantità e la varietà di elementi che compongono l'oggetto o il sistema, incluse le relazioni fra gli elementi. La complessità può intendersi anche come la difficoltà nell'imparare a fondo l'uso di un oggetto o di un sistema.

**TP37-Complexity of control = Complessità del controllo**

La quantità e la varietà degli elementi usati per la misura ed il monitoraggio di un oggetto o di un sistema, come pure il costo della misura confrontato con l'errore accettabile.

**TP38-Level of automation = Livello di automazione**

La capacità di un oggetto o di un sistema di eseguire le operazioni senza l'intervento dell'uomo.

**TP39-Productivity = Produttività**

Il numero di operazioni o funzioni eseguite per unità di tempo.



### **5.6.3. – The Altshuller Matrix = La matrice di Altshuller**



Parte 1/4



PARAMETRI CHE PEGGIORAIO		PARAMETRI CHE MIGLIORAIO	
		peso di un oggetto in moto	peso di un oggetto non in moto
		lunghezza di un oggetto in moto	lunghezza di un oggetto non in moto
		area di un oggetto in moto	area di un oggetto non in moto
		volume di un oggetto in moto	volume di un oggetto non in moto
		velocità	forza
		tensione, pressione	forma
		stabilità di un oggetto	resistenza
		durata di un oggetto in moto	durata di un oggetto non in moto
		temperatura	luminosità
		energia spesa per muovere un oggetto	energia spesa per non muovere un oggetto
1	peso di un oggetto in moto	1	peso di un oggetto non in moto
2	peso di un oggetto non in moto	2	peso di un oggetto in moto
3	lunghezza di un oggetto in moto	3	lunghezza di un oggetto non in moto
4	lunghezza di un oggetto non in moto	4	lunghezza di un oggetto in moto
5	area di un oggetto in moto	5	area di un oggetto non in moto
6	area di un oggetto non in moto	6	area di un oggetto in moto
7	volume di un oggetto in moto	7	volume di un oggetto non in moto
8	volume di un oggetto non in moto	8	volume di un oggetto in moto
9	velocità	9	velocità
10	forza	10	forza
11	tensione, pressione	11	tensione, pressione
12	forma	12	forma
13	stabilità di un oggetto	13	stabilità di un oggetto
14	resistenza	14	resistenza
15	durata di un oggetto in moto	15	durata di un oggetto non in moto
16	durata di un oggetto non in moto	16	durata di un oggetto in moto
17	temperatura	17	temperatura
18	luminosità	18	luminosità
19	energia spesa per muovere un oggetto	19	energia spesa per non muovere un oggetto
20	energia spesa per non muovere un oggetto	20	energia spesa per muovere un oggetto

PARAMETRI CHE MIGLIORANO		PARAMETRI CHE PEGGIORANO	
parametri che migliorano	parametri che peggiorano	peso di un oggetto in moto	
		peso di un oggetto non in moto	lunghezza di un oggetto in moto
		area di un oggetto in moto	area di un oggetto non in moto
		volume di un oggetto in moto	volume di un oggetto non in moto
		velocità	forza
		tensione, pressione	forma
		stabilità di un oggetto	resistenza
		durata di un oggetto in moto	durata di un oggetto non in moto
		temperatura	luminosità
		energia spesa per muovere un oggetto	energia spesa per non muovere un oggetto
potenza	potenza	1	2
21	21	3	4
spreco di energia	spreco di energia	5	6
22	22	7	8
spreco di sostanza	spreco di sostanza	9	10
23	23	11	12
spreco di informazione	spreco di informazione	13	14
24	24	15	16
spreco di tempo	spreco di tempo	17	18
25	25	19	20
ammontare della sostanza	ammontare della sostanza	21	22
26	26	23	24
affidabilità	affidabilità	25	26
27	27	27	28
accuratezza della misura	accuratezza della misura	29	30
28	28	31	32
29	29	32	33
accuratezza della fabbricazione	accuratezza della fabbricazione	33	34
30	fattori dannosi che agiscono sull'oggetto	35	36
31	effetti secondari dannosi	37	38
32	fabbricabilità	39	40
33	comodità d'uso	41	42
34	riparabilità	43	44
35	adattabilità	45	46
36	complessità del dispositivo	47	48
37	complessità del controllo	49	50
38	livello di automazione	51	52
39	produttività	53	54

PARAMETRI CHE PEGGIORANO		potenza		spreco di energia		spreco di sostanza		spreco di informazione		spreco di tempo		ammontare della sostanza		affidabilità		accuratezza della misura		accuratezza della fabbricazione		fattori dannosi che agiscono sull'oggetto		effetti secondari dannosi		fabbricabilità		comodità d'uso		riparabilità		adattabilità		complessità del dispositivo		complessità del controllo		livello di automazione		produttività																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
PARAMETRI CHE MIGLIORANO	↓	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	990	991	992	993	994	9

#### 5.6.4. – Effects – EFFETTI

##### Fonte:

G. Altshuller – Lev Shulyak, Steven Rodman, *The Innovation Algorithm, TRIZ, Systematic Innovation and Technical Creativity, Technical Innovation Center, 2000*)

Effetti o proprietà richieste	Fenomeni fisici che forniscono l'effetto o la proprietà richieste
Measure temperature = Misurare la temperatura	Espansione termica ed influenza sulla frequenza naturale dell'oscillazione Fenomeni termoelettrici Spettro delle radiazioni Cambiamenti delle proprietà ottiche, elettriche e magnetiche Passaggio oltre il punto di Curie Effetti Hopkins, Barkhausen e Seebeck
Reducing temperature = Riduzione della temperatura	Transizione di fase Effetto Joule-Thomson Effetto Rank Effetto magnetocalorico Fenomeno termoelettrico
Increasing temperature = Aumento della temperatura	Induzione elettromagnetica Corrente di Eddy Surface effect Riscaldamento dielettrico Riscaldamento elettronico Scarica elettrica Assorbimento di radiazione Fenomeno termoelettrico
Temperature stabilization = Stabilizzazione della temperatura	Transizione di fase, incluso il passaggio oltre il punto di Curie
Object location = Localizzazione di un oggetto	Introduzione di un tracciante: sostanze capaci di trasformare i campi esistenti, (come i luminescenti) o generare dei campi propri (come materiali ferromagneticci) e che sono quindi facilmente identificabili con la Riflessione o l'effetto Photo Deformation. Radioattività e radiazioni a raggi X Luminescenze Cambiamenti nel campo elettrico o magnetico Scarica elettrica Effetto Doppler
Moving an object = muovere un oggetto	Campo magnetico applicato per esercitare un influsso su un oggetto o su un magnete attaccato all'oggetto Campo magnetico applicato per esercitare un influsso su un conduttore attraversato da corrente continua Campo magnetico applicato per esercitare un influsso su un oggetto caricato elettricamente Trasferimento di pressione in un liquido o in un gas Oscillazioni meccaniche Forza centrifuga Espansione termica Pressure of light = Pressione di luce

Moving a liquid or gas = muovere un liquido o un gas	Capillarità Osmosi Effetto Toms Onde Effetto Bernoulli Effetto Weissenberg
Moving an aerosol = muovere un aerosol (polvere, fumo, nebbia, etc.)	Elettrizzazione Applicazione di un campo elettrico o magnetico Pressure of light = Pressione di luce
Formation of mixtures = formazione di miscele	Ultrasuoni Cavitàzione Diffusione Applicazione di un campo elettrico Applicazione di un campo magnetico in combinazione con materiali magnetici Elettroforesi (movimento di particelle nel liquido a causa dell'influenza del campo elettrico) Solubilizzazione
Separating mixtures = separazione di miscele	Separazione elettrica e magnetica Applicazione di un campo elettrico e magnetico per cambiare la pseudo viscosità di un liquido Forza centrifuga Assorbimento Diffusione Osmosi
Stabilizing object position = stabilizzazione della posizione di un oggetto	Applicazione di un campo elettrico o magnetico Bloccaggio di un liquido attraverso l'indurimento per mezzo dell'influenza di un campo elettrico o magnetico Effetto giroscopico Forza di reazione
Generating and/or manipulating force = generazione e/o manipolazione della forza	Generazione di alta pressione Applicazione di un campo magnetico attraverso un materiale magnetico Transizione di fase Espansione termica Forza centrifuga Cambiamento delle forze idrostatiche influenzando la pseudo viscosità di un liquido magnetico elettro-conduttivo in un campo magnetico Uso di esplosivi Effetto elettroidraulico Effetto ottico-idraulico Osmosi
Changing friction = cambiamento dell'attrito	Effetto Johnson-Rabeck Effetto radiativo Effetto "Abnormally low friction" = attrito estremamente basso Rivestimento ceramico di basso attrito

Crashing objects = rotura dell'oggetto	Scarica elettrica Effetto elettroidraulico Risonanza Ultrasuoni Cavitazione Uso del laser
Accumulating mechanical and thermal energy = Accumulazione dell'energia meccanica e termica	Deformazione elastica Giroscopio Transizione di fase
Transferring energy through mechanical, thermal, radiation, or electric deformation = trasferimento dell'energia per via meccanica, termica, radiativa o per elettrica	Oscillazioni Effetto di Alexandrov Onde, inclusa onda d'urto irraggiamento conduzione termica convezione riflessione della luce fibre ottiche Laser Induzione elettromagnetica Superconduttività
Influencing moving object= esercitare un influsso su un oggetto in moto	Applicazione di un campo elettrico o magnetico, senza influenze attraverso il contatto fisico
Measuring dimensions = misurare le dimensioni	Misurazione delle frequenze naturali Applicazione e identificazione di segnalatori / generatori di campi magnetici ed elettrici
Varying dimensions = variare le dimensioni	Espansione termica Deformazione Magnetostrizione Piezoelettrico
Detecting surface properties and/or conditions = identificare le proprietà e/o lo stato superficiali	Scarica elettrica Riflessione della luce Emissione di elettroni Effetto Moiré Irraggiamento
Varying surface properties = variare le proprietà superficiali	Attrito Assorbimento Diffusione Effetto Bauschinger Scarica elettrica Oscillazioni meccaniche o acustiche Radiazione ultravioletta

Detecting volume properties and/or conditions = identificare le proprietà e/o lo stato volumetrico	<p>Introduzione di segnalatori; sono sostanze capaci di trasformare i campi esistenti (come i luminofori) o di generare dei campi propri (come i materiali ferromagnetici), a seconda delle proprietà del materiale</p> <p>Variazione della resistenza elettrica, che dipende dalla variazione della struttura e/o della proprietà</p> <p>Interazione con la luce</p> <p>Fenomeno Elettro- e/o magneto-ottico</p> <p>Polarizzazione della luce</p> <p>Radioattività e radiazioni a raggi X</p> <p>Risonanza Paramagnetica Elettronica o Risonanza Magnetica Nucleare</p> <p>Effetto Magneto-elastico</p> <p>Passaggio oltre il punto di Curie</p> <p>Effetto Hopkins e Barkhausen</p> <p>Ultrasuoni</p> <p>Effetto Moessbauer</p> <p>Effetto Hall</p>
Varying volume properties = variare le proprietà volumetriche	<p>Applicazione di campi elettrici o magnetici per variare le proprietà di un liquido (pseudo viscosità, fluidità)</p> <p>Influenza con campi magnetici per mezzo dell'introduzione di materiali magnetici</p> <p>Riscaldamento</p> <p>Transizione di fase</p> <p>Ionizzazione attraverso campi elettrici</p> <p>Radiazione ultravioletta, raggi X, radioattività</p> <p>Deformazione</p> <p>Diffusione</p> <p>Campo elettrico o magnetico</p> <p>Effetto Bauschinger</p> <p>Effetto termoelettrico, termo-magnetico, magneto-ottico</p> <p>Cavitazione</p> <p>Effetto fotocromatico</p> <p>Effetto Internal photo-electric = effetto foto-elettrico interno</p>
Sviluppo ed evoluzione della struttura	<p>Interferenza</p> <p>Onda che si erge</p> <p>Effetto Moiré</p> <p>Onde magnetiche</p> <p>Transizione di fase</p> <p>Oscillazione meccanica e acustica</p> <p>Cavitazione</p>

Detecting electric and magnetic fields = identificare campi elettrici e magnetici	Osmosi Elettrizzazione Scarica elettrica Effetto di segnali Piezoelettrici ed elettrici Electrets = Materiale dielettrico Emissioni elettriche Fenomeno elettro-ottico Effetto Hopkins and Barkhausen Effetto Hall Risonanza Magnetica Nucleare Fenomeno giromagnetico magneto-ottico
Detecting radiation = identificare le radiazioni	Effetto ottico - acustico Espansione termica Effetto photoelettrico Luminescenza Effetto fotoplastico
Generating electromagnetic radiation = generare radiazioni elettromagnetiche	Effetto Josephson Induzione di radiazione Effetto tunnel Luminescenza Effetto Hann Effetto Cherenkov
Controlling electromagnetic fields = controllare campi elettromagnetici	Uso di schermature Cambiamento delle proprietà (per esempio, variazione della conduttività elettrica) Cambiamento della forma dell'oggetto
Controlling light, light modulation = controllare la luce, modulazione della luce	Rifrazione e riflessione della luce Fenomeno Elettro- e magneto-ottico Foto-elasticità Effetti Kerr e faraday Effetto Hann Effetto Franz-Keldysh
Initiating and intensification of chemical reactions = avviare e intensificare reazioni chimiche	Ultrasuoni Cavitàzione Radiazione ultravioletta, raggi X, radioattività Scarica elettrica Onde d'urto

## 5.6.5. – Substance-and-Field Resources – Risorse di sostanza e di campo



### **fonte:**

G. Altshuller – Lev Shulyak, Steven Rodman, *The Innovation Algorithm, TRIZ, Systematic Innovation and Technical Creativity, Technical Innovation Center, 2000)*

### **Risorse di sostanza**

- Scarti
  - Materiali e prodotti greggi
  - Elementi del sistema
  - Sostanze economiche
  - Flusso della sostanza
- Proprietà delle sostanze

### **Risorse di campo**

- Energia nel sistema
- Energia dall'ambiente

Lo scarto del sistema diventa energia del sistema

### **Risorse di spazio**

- Spazio vuoto
- Altra dimensione
- Sistemazione verticale

Inserimento all'interno

### **Risorse di tempo**

- Pre-lavoro
- Programmazione
- Operazioni in parallelo

Post-lavoro

### **Risorse di informazione**

- Emissione di sostanza
- Proprietà intrinseca
- Informazioni mobili
- Informazioni temporanee

Cambiamento dello stato dell'informazione

### **Risorse funzionali**

- Risorse di spazio all'interno della funzione primaria
- Uso degli effetti dannosi

Uso delle funzioni secondarie generate

## Glossario: Contraddizioni / Effetti / Risorse



### Contraddizione

La Contraddizione uno dei principali postulati di TRIZ ed è un fattore decisivo per una risoluzione di un problema in modo inventivo.

In generale, è un requisito opposto per uno stesso oggetto.

Le contraddizioni si dividono in Amministrative, Tecniche e Fisiche:

#### Contraddizione amministrativa:

Si parla di contraddizione amministrativa quando è necessario fare qualcosa ma non conosciamo cosa (contraddizione fra i bisogni e le abilità).

#### Contraddizione Tecnica:

Si parla di Contraddizione Tecnica quando si migliora una parte (o un parametro) del sistema tecnico con l'aiuto di metodi conosciuti, ma ciò comporta il peggioramento di un'altra parte (o di un altro parametro) del sistema tecnico.

Questa contraddizione è un conflitto fra caratteristiche all'interno del sistema: il miglioramento di un parametro del sistema comporta il peggioramento di un altro parametro (una dipendenza inversa fra parametri/caratteristiche di una macchina o una tecnologia).

#### Contraddizione Fisica:

Si parla di Contraddizione Fisica quando imponiamo requisiti opposti allo stesso parametro su una stessa parte del sistema (opposto requisito fisico su un oggetto).

### Principi Inventivi:

Altshuller identificò 40 Principi che possono essere usati per eliminare le Contraddizioni Tecniche.

### Principi di separazione:

Per superare una Contraddizione Fisica, ci sono 4 principi "fisici" ed un database di fenomeni fisici e di effetti.

### Matrice delle Contraddizioni / matrice di Altshuller

Sviluppata da G. Altshuller, la matrice propone i Principi Inventivi per risolvere le contraddizioni che si manifestano quando si prova a migliorare una caratteristica di ogni prodotto, processo, sistema.

### Parametri Tecnici / caratteristiche

Altshuller identificò 39 parametri o caratteristiche dei sistemi tecnici che possono essere usati per sviluppare e descrivere la Contraddizione Tecnica. Con tali parametri possiamo usare la Matrice delle Contraddizioni.

### Riferimenti



1. Altshuller G.S., Creativity as an exact science, (translated by Anthony Williams)
2. Savransky Seymon, Engineering of Creativity, 2000
3. Terninko J., Zusman A., Zlotin B., Systematic Innovation, an Introduction to TRIZ, 1998
4. Mann Darrell, Hands on Systematic Innovation, 2002
5. Valery Krasnoslobodtsev, TRIZ Lessons, [www.triz.org/index.htm](http://www.triz.org/index.htm)
6. Larry K. Ball, TRIZ Journal 2004/01, Supplement to Breakthrough Thinking with TRIZ 2nd Edition
7. Adunka R., TRIZ Lecture (Presentation slides), 2008
8. A.A.V.V ., SUPPORT—Sustainable Innovation Tools, Training Materials, 2005

# **CASI STUDIO ESEMPLIFICATIVI PER L'UTILIZZO DEI MATERIALI DIDATTICI DEL PROGETTO TETRIS (IGOR KAIKOV)**

## **Introduzione**

Tutti i casi dimostrativi di seguito riportati sono espressi in forma semplificata ed adattata al contesto specifico di utilizzo e si sono, pertanto, scelti sistemi tecnici semplici e familiari a tutti, dedicandosi alla risoluzione di problemi reali di ingegneria meccanica che possono venire utilizzati a fini didattici per trattare molti dei principi e delle regole della TRIZ.

In ogni caso, visto lo scopo specifico di questo corso, tali esempi sono stati sottoposti ad un'opera di adattamento e semplificazione così significativa che potrebbe dare agli studenti un'idea sbagliata della sostanza e del livello di complessità dei problemi reali.

Crediamo che questa forma semplificata, infatti, se non accompagnata da una corrispondente descrizione della contestualizzazione del problema, della sua trasformazione da situazione confusa ad un inquadramento formalmente corretto e ben delineato, sia inappropriata e perfino dannosa per i fini specifici del corso.

Nelle versioni successive del manuale, pertanto, presenteremo problemi reali legati alla produzione, con corrispondenti spiegazioni dei metodi di transizione da una situazione diffusa alla formalizzazione del problema.

Nel presente corso limitiamo la descrizione ad esempi didattici analizzati nel dettaglio, con commenti e suggerimenti (assistenza) e possibili soluzioni (di prova). Ad ogni buon conto, gli studenti hanno facoltà di analizzare il problema in maniera indipendente e giungere a soluzioni proprie seguendo le regole della TRIZ.

E' da notare che, a norma di regola, si può arrivare alla medesima soluzione seguendo percorsi differenti e utilizzando strumenti diversi della TRIZ. Uno strumento apparirà, infatti, più o meno adatto ed efficace a seconda del tipo di problema che ci si trova ad affrontare e del livello di conoscenza ed abilità dell'utilizzatore. La capacità di usare i diversi strumenti della TRIZ è proprio una delle condizioni per il successo nella soluzione di problemi reali e vale la pena di ricordare in questa sede che uno degli obiettivi della teoria TRIZ è proprio fornire modalità di ragionamento, in modo tale che chi si trova a risolvere un dato problema sia in grado di scegliere da solo i propri strumenti di soluzione.

I problemi legati all'invenzione sono non lineari sotto svariati punti di vista e pertanto nel corso della loro risoluzione vale la pena a volte utilizzare un'encyclopedia o testi di riferimento per farsi un'idea della storia dello sviluppo di un dato sistema tecnico...

Una volta che si è risolto il problema, è consigliabile non fermarsi, ma cercare invece di individuare quali siano le proprie mancanze o gli svantaggi delle soluzioni proposte dagli autori di un dato testo. Il famoso naturalista francese del 18° secolo Georges Buffon (Buffon, Georges-Louis Leclerc, 1707-1788) era solito chiudere tutti i suoi articoli ed i suoi libri con una lista di quesiti irrisolti. Ciò dava una prospettiva aperta ed ampia sul problema, attralendo nuovi ricerchatori e facilitandone i passi successivi.

Buona fortuna!

## Problema 1: una chiave a prova di urto (Igor KAIKOV)

### 1) Contestualizzazione del problema

Le chiavi e la serratura rappresentate in Figg. 1, 2 e 3 vengono spesso utilizzate per la chiusura di cassetti, guardaroba e porte (Fig. 3). La parte della chiave che si tiene in mano per inserirla nella toppa si chiama “testa”, mentre la parte che viene inserita nella toppa per aprire o chiudere una serratura si chiama “punta”.



Fig  
<http://www.ps.com.ua/file.php?id=14>



Fig. 1.  
<http://keyservice.tomsk.ru/upload/avtorussia.JPG>



Fig. 3.  
<http://www.keyservice.ru/pics/keys/u5.gif>

Le chiavi sono sottili, leggere, occupano poco spazio all'interno di una tasca o di una borsa, ma presentano un notevole svantaggio: se vengono inavvertitamente urtate mentre sono inserite all'interno di una serratura si possono spezzare ed è poi difficoltoso estrarre la parte spezzata dalla toppa, senza considerare che si rende oltremodo difficile aprire la porta o il cassetto del tavolo in questione.

Per ovviare a queste spiacevoli conseguenze, sarebbe ideale avere una “chiave a prova di urto”. Si cerchi di sviluppare un progetto per una chiave che non si rompa anche se sottoposta a sollecitazioni molto importanti. Si mantengano tutte le altre componenti (tavolo, porta, serratura) invariate, poiché l'obiettivo è agire solo sulla chiave per modificarla e più precisamente sulla “testa” della chiave.

#### \*Errori tipici (commessi prima dell'acquisizione della metodologia per la risoluzione dei problemi)

Esiste una gamma di errori tipici che coloro che si accingono ad apprendere la metodologia commettono quando si accingono a risolvere un problema.

Il problema principale è orientarsi tra le opzioni disponibili, ovvero capire che cosa succederà se si opera in un certo modo piuttosto che in un altro e le relative conseguenze.

Non è rilevante indovinare quale sia la soluzione giusta: durante l'apprendimento di una metodologia, infatti, seguire le regole è più importante che trovare una risposta e l'analisi di un problema condotta correttamente seguendo le regole è più utile ed efficace di una risposta a cui si giunge per caso.

E' inoltre utile riflettere su quali soluzioni verrebbero proposte da corsisti non a conoscenza della TRIZ.

Si riporta di seguito una breve lista di alcuni tipici passi non corretti:

- Di norma si propone di utilizzare materiali più resistenti per la fabbricazione delle chiavi, ad esempio un acciaio speciale.
- Oppure si propone di cambiare il profilo della chiave, sostituendo quello piatto con uno rotondo o comunque diverso, che abbia maggiore durata e resistenza (ovviamente in questo caso sarebbe necessario modificare la serratura).
- Ancora, si propone l'installazione di segnali di avvertimento che invitino alla cautela e a non toccare incidentalmente la chiave quando questa si trova nella toppa.
- Infine, si propone di rimuovere ogni volta la chiave dopo le operazioni di apertura o di chiusura e non lasciarla inserita nella toppa.

Lasciamo al lettore il compito di individuare quali siano i punti deboli di ciascuna delle soluzioni proposte e poi di applicare le regole della TRIZ per ottenere una soluzione maggiormente soddisfacente.

## 2) Suggerimento-1

### **Risultato Finale Ideale (IFR):**

La chiave si auto-proteggere dalla rottura in caso di urto o sollecitazione accidentali, pur mantenendo la capacità di portare a termine la propria funzione principale di aprire e chiudere una serratura.

## 3) Suggerimento-2

### **Contraddizione 1:**

La chiave si deve rompere, dal momento che viene applicata una certa forza e, al contempo, la stessa chiave non si deve rompere per non essere costretti a cambiare la serratura o la porta.

## 4) Strumento

### **Risultato Finale Ideale (IFR):**

La chiave si auto-proteggere dalla rottura in caso di urto o sollecitazione accidentali, pur mantenendo la capacità di portare a termine la propria funzione di aprire e chiudere una serratura.

### **Contraddizioni:**

#### **Contraddizione 1:**

La chiave si deve rompere, dal momento che viene applicata una certa quantità di forza e, al contempo, la stessa chiave non si deve rompere per non essere costretti a cambiare la serratura o la porta.

#### **Commento 1:**

Una chiave si rompe sempre quando ad essa viene applicata una forza? Quando si apre una porta e si gira la chiave nella toppa, si applica ad essa una forza. Se la forza viene applicata nella direzione corretta, la chiave non si rompe ed adempie alla sua funzione, ovvero apre la porta. E' necessario controllare questo Sistema Tecnico (ST) utilizzando la Legge di Armonizzazione (vedasi: LESE - Leggi di Evoluzione dei Sistemi Ingegneristici, cap. 2).

### **Contraddizione 2:**

La chiave si deve rompere per trasformare la forza applicata in occasione di una sollecitazione accidentale e, al contempo, la stessa chiave non si deve rompere per non dover procedere alla sostituzione di serratura e porta.

### **Commento 2:**

Se la forza applicata incidentalmente non rompe la chiave durante una sollecitazione, ma la spinge all'interno della toppa, la stessa chiave non si rompe e l'energia utilizzata nella sollecitazione non causerà la sua rottura, ma la farà ruotare. Appare, tuttavia, un nuovo problema – l'involontaria apertura/chiusura della serratura in seguito a sollecitazioni casuali. A volte tale involontaria apertura/chiusura della serratura può risultare molto più pericolosa nelle sue conseguenze della rottura di una chiave.

L'analisi va condotta identificando il maggior numero possibile di contraddizioni per avere un profilo maggiormente dettagliato della soluzione ideale.

### **Contraddizione 3:**

La chiave deve ruotare in seguito a sollecitazioni casuali per evitare di rompersi e, al contempo, la stessa chiave non deve ruotare in seguito a sollecitazioni casuali per evitare di aprire e chiudere la porta involontariamente.

### **Contraddizione 4:**

La chiave deve fuoriuscire dalla toppa per poter essere utilizzata (per ruotare, aprire e chiudere la serratura, essere rimossa) e, al contempo, la stessa chiave non deve fuoriuscire dalla toppa per non essere sollecitata e spezzata.

### **Contraddizione 5:**

La "testa" della chiave dovrebbe essere abbastanza lunga da poter ruotare la chiave stessa ed aprire la serratura e, al contempo, la stessa "testa" della chiave deve essere corta perché non si rompa in caso di applicazione casuale di una forza alla stessa.

### **Modello a tenaglia**

- SI – Descrizione della Situazione Iniziale: situazione non auspicabile (negativa) (Effetto Negativo – EN). Cosa vorremmo cambiare? Se si sollecita per errore una chiave piatta, lasciata all'interno della toppa, questa si spezza. E' cruciale che una chiave piatta all'interno di una toppa non si rompa in occasione di qualunque sollecitazione casuale.
- Immaginate di avere in mano una bacchetta magica (MDR – Miglior Risultato Desiderabile) La chiave si auto-protegge dalla rottura in caso di contatto o sollecitazione accidentali, pur mantenendo la capacità di portare a termine la propria funzione di aprire e chiudere una serratura.
- Barriera (Contraddizione) che impedisce di superare l'effetto negativo (NE=SI) ed tenere il MDR: La chiave deve ruotare in seguito a sollecitazioni casuali per evitare di spezzarsi e, al contempo, la stessa chiave non deve ruotare in seguito a sollecitazioni casuali per evitare di aprire e chiudere la porta involontariamente.
- Seguendo la logica dell'ARIZ (Algoritmo per la Soluzione Inventiva dei Problemi), trattata al cap. 3 del manuale, è necessario identificare lo spazio ed il tempo operativi che contraddistinguono la contraddizione, quindi si possono applicare i principi di separazione per superare la contraddizione stessa (cap. 5). In realtà, si può procedere in questo caso a separare i diversi parametri nello spazio dal momento che sono richieste differenti caratteristiche comportamentali della chiave in funzione della direzione in cui viene ap-

plicata una data forza (una torsione per chiudere/aprire la serratura, una forza laterale nel caso di sollecitazione accidentale).

Emergono due principi inventivi che possono avere un ruolo efficace nel portare a termine la separazione:

#### **Principio Inventivo n. 1: “Segmentazione”**

- Dividere un oggetto in parti indipendenti
- Rendere un oggetto semplice da smontare.
- Aumentare il grado di frammentazione o segmentazione di un dato oggetto.

#### **Principio Inventivo n. 15: “Dinamizzazione”**

- Le caratteristiche di un oggetto (o dell’ambiente esterno) devono essere alterate per ottenere le condizioni ottimali di resa in ciascuna fase di una data operazione.
- Dividere un oggetto in elementi, ciascuno di essi in grado di cambiare la propria posizione rispetto agli altri.

#### **5) Possibile soluzione**

La “punta” e la “testa” della chiave sono incardinate l’una sull’altra e, quando la stessa chiave viene ruotata nella serratura, il cardine rimane immobile, dal momento che in questo caso la rotazione della “testa” e della “punta” sono coordinate e le due parti si muovono come un’entità unica. Il risultato si ottiene pertanto attraverso l’armonizzazione, il comportamento congiunto delle due parti nel momento in cui tale forza viene applicata.

Ad ogni buon conto, nel momento in cui una data forza viene applicata alla “testa” della chiave e la forza stessa ha una direzione perpendicolare all’asse della chiave stessa, la “testa” ruota sul cardine rispetto alla “punta” e in questo caso il comportamento delle due parti è disgiunto (Fig. 4).

Si compari il comportamento del cinturino metallico degli orologi piegato in una direzione quando i giunti del cinturino si spostano gli uni rispetto agli altri insistendo sui cardini o mentre rimane rigido nel caso in cui si applichi una sollecitazione ortogonale alla prima in maniera che i giunti non si muovano sui cardini come in Fig. 5.



*Fig.*

*Fotografia di I. Kaikov*



*4. (*

*Fig. 5. (Fotografia di I. Kaikov)*

## PROBLEMA 2: UN OMBRELLO (IGOR KAIKOV)

### 1) Contestualizzazione del problema

Come è noto, un ombrello grande protegge bene dalla pioggia ed è anche possibile che due persone si riparino utilizzando lo stesso ombrello. Forti raffiche di vento, tuttavia, possono rovesciare l'ombrello e talvolta anche romperlo. Un ombrello di piccole dimensioni, invece, resiste meglio alle raffiche, ma protegge meno dalla pioggia.



Di certo è possibile produrre un ombrello resistente e di dimensioni molto grandi, con raggi di grande spessore e tessuto altrettanto spesso e resistente, ma risulterà scomodo e difficoltoso trasportare l'ombrello, perfino per due persone, e in condizioni avverse è necessario tenerlo saldamente in mano.

Cosa si può fare?

Si cerchi di sviluppare un nuovo modello di ombrello che abbia una grande cupola e protegga bene dalla pioggia, che non si rompa in caso di forti raffiche di vento e sia comodo da trasportare.

Fig. 1

### \* Errori tipici (commessi prima dell'acquisizione della metodologia per la risoluzione del problema)

- Di norma si propone di rinforzare l'ombrello, renderlo più robusto con raggi o tessuto più spessi e consistenti. Se si paragona questa soluzione con la prima soluzione proposta per il Problema 1: una chiave a prova di urto (cfr. par. \*Errori tipici (commessi prima dell'acquisizione della metodologia per la risoluzione del problema)) si possono notare similitudini nella logica. La logica tradizionale, infatti, ci fornisce una cattiva soluzione, una cosiddetta soluzione "frontale". Il vento, però, potrebbe essere così forte che raggi e tessuto più resistenti potrebbero non risolvere il problema... Il paradosso della logica dialettica alla base della TRIZ è esattamente all'opposto: dobbiamo "indebolire" l'ombrello, per così dire, renderlo più flessibile e duttile.
- Una delle soluzioni più note al problema è l'ombrello SENZ che risolve parzialmente il problema. L'ombrello SENZ è stato progettato per soddisfare un'esigenza specifica, ovvero impedire che un forte vento rovesci l'ombrello. Il team di SENZ ha ridisegnato l'ombrello perché fosse insieme più forte e più aerodinamico (Fig. 2).



Fig.2. <http://www.moreinspiration.com/Innovation.aspx?id=1473>

- In ogni caso, l'ombrellino ha uno svantaggio significativo: la cupola ha una forma asimmetrica ed è necessario utilizzare l'ombrellino come si fa con una barca, orientandolo per mostrare la parte più stretta al vento. Secondo l'inventore, in questo modo l'ombrellino è meno soggetto alle raffiche di vento.
- In aggiunta alla complessità dell'utilizzo di tale modello di ombrello, sussistono problemi per la sua produzione: i raggi hanno lunghezze differenti e devono essere coordinati con una cupola asimmetrica nella fase di assemblaggio; inoltre il diametro dell'ombrellino così prodotto è di piccole dimensioni, è impossibile utilizzarlo in due ed il vento proveniente dai lati sarebbe comunque poco piacevole.
- Un'altra idea per rafforzare l'ombrellino è aggiungere elementi addizionali per sostenere i raggi nel resistere alla pressione esercitata dal vento: il risultato di tali operazioni è un ombrello certamente scomodo (Fig. 3).



Fig. 3

- Un'altra nota soluzione consiste nell'utilizzare una cupola flessibile: al sopraggiungere di una raffica di vento, l'ombrellino non si rompe, ma si rovescia. Nella posizione così invertita, tuttavia, l'ombrellino non protegge dalla pioggia e l'utente deve riportare la cupola alle sue condizioni originali ogni volta che affronta una raffica di vento.
- Giunti alla disperazione, alcuni si arrendono e dichiarano: realizziamo un ombrello di dimensioni tali che protegga un poco dalla pioggia e non si rompa in presenza di un vento moderato: in caso di forte pioggia e di forte vento rimarremo a casa... Forse questa soluzione potrà andare bene per alcuni, ma non per noi!

## 2) Suggerimento-1

### Risultato Finale Ideale (IFR):

L'ombrellino si auto protegge dalle raffiche di vento e non diminuisce la propria efficienza nello svolgere la funzione principale di protezione dalla pioggia, pur senza essere caratterizzato da un disegno complesso.

## 3) Suggerimento-2

### Contraddizione 1:

L'ombrellino deve essere grande per proteggere bene dalla pioggia, ma lo stesso ombrello deve, al contempo, essere piccolo per evitare che il vento possa romperlo.

## Contraddizione 2:

L'ombrelllo deve avere dei fori per impedire che il vento possa romperlo, ma lo stesso ombrello deve, al contempo, essere privo di fori per garantire la protezione dalla pioggia.

## Contraddizione 3:

L'ombrelllo deve avere una forma speciale per essere protetto dalle raffiche di vento, ma lo stesso ombrello deve, al contempo, avere una forma semplice perché sia facile da produrre.

## Contraddizione 4:

L'ombrelllo deve avere una forma speciale per essere protetto dalle raffiche di vento, ma lo stesso ombrello deve avere, al contempo, una forma normale, cioè una cupola di forma emisferica, per proteggere dalla pioggia in maniera uniforme.

## 4) Strumento

### Risultato Finale Ideale (IFR):

L'ombrelllo si auto-protegge dalle raffiche di vento e non diminuisce l'efficacia della propria azione protettiva.

### Modello a tenaglia

- SI - Descrizione della Situazione Iniziale: situazione non auspicabile (negativa) (Effetto Negativo – EN). Cosa vorremmo cambiare?
- Un ombrello di grandi dimensioni protegge bene dalla pioggia, ma forti raffiche di vento lo rovesciano, a volte ne causano la rottura, mentre un ombrello di piccole dimensioni resiste meglio alle raffiche, ma protegge molto meno dalla pioggia.
- Immaginate di avere in mano una bacchetta magica (MDR – Miglior Risultato Desiderabile) L'ombrelllo protegge bene una persona dalla pioggia e non viene rotto dalle raffiche di vento. L'ombrelllo si auto-protegge dalle raffiche e non diminuisce l'efficacia della propria azione protettiva dalla pioggia.
- Barriera (Contraddizione) che impedisce di superare l'effetto negativo (NE=SI) ed ottenere il MDR:
- Una cupola di grandi dimensioni funge da vela rispetto alle raffiche di vento, quindi le raffiche dirette all'interno della cupola sono quelle maggiormente pericolose che, in effetti, rovesciano l'ombrelllo e lo rompono, mentre le raffiche esterne scivolano sulla superficie.
- Si seguono le fasi dell'ARIZ (Algoritmo per la Soluzione Inventiva dei Problemi), o almeno la sua logica intrinseca, per analizzare la contraddizione, identificando la zona e i tempi operativi, le risorse disponibili e cercando di individuare opportunità di separazione. Si seguono le fasi da 1 a 3 dell'ARIZ come specificato al cap. 3 , quindi si applichino i principi di separazione come descritto al cap. 5.

Si esamineranno ora alcuni principi inventivi applicati alla contraddizione in esame.

### Principio Inventivo n. 1: “Segmentazione”

- Dividere un oggetto in parti indipendenti
- Rendere un oggetto semplice da smontare.
- Aumentare il grado di frammentazione o segmentazione di un dato oggetto.

## Commento

Si esaminerà la Contraddizione 1: un ombrello è grande/piccolo. Si consideri la seguente idea: dividere l'ombrello in due ombrelli, ad esempio per utilizzare due piccoli ombrelli invece di uno di grandi dimensioni (Fig. 4). L'ovvio svantaggio di questa soluzione è la scomodità dell'utilizzo.

Per fare un paragone, due coltelli appaiati non sono ancora un paio di forbici.



*Fig. 4. Come utilizzare due ombrelli piccoli invece di uno grande.  
[http://www.dvorec.ru/reg/foto/11455\\_1153293970.jpg](http://www.dvorec.ru/reg/foto/11455_1153293970.jpg)*

## Principio Inventivo n. 15: “Dinamizzazione”

- Le caratteristiche di un oggetto (o dell’ambiente esterno) devono essere alterate per ottenere le condizioni ottimali di resa in ciascuna fase di una data operazione.
- Dividere un oggetto in elementi, ciascuno di essi in grado di cambiare la propria posizione rispetto agli altri.

## Commento

Si esami la Contraddizione 1: un ombrello è grande/piccolo. Si consideri la seguente idea: Piove costantemente e fintanto che piove l’ombrello rimane aperto. Le raffiche di vento soffiano periodicamente all’interno dell’ombrello: in occasione di una raffica, l’ombrello si rimpicciolisce e, una volta che il vento si calma, questo ritorna grande.

## Principio Inventivo n. 21: “Gettarsi da una parte all’altra” (Salto)

Compire un’operazione dannosa o pericolosa, ovvero le fasi di questa, ad alta velocità.

## Commento

Si esami la Contraddizione 1, un ombrello è grande/piccolo, e la Contraddizione 2, un ombrello presenta un foro per far defluire le raffiche di vento e, al contempo, non presenta un foro per garantire la protezione dalla pioggia. Si consideri la seguente idea: il foro appare solo in occasione di una raffica di vento: è il vento stesso ad aprire una finestra. Si presenta, pertanto, una nuova sfida: come ci si protegge dalla pioggia quando il foro è aperto? Sebbene l’intervallo di tempo in cui il foro rimane aperto sia breve, durante questo lasso non si ha una buona protezione dalla pioggia.

## Commento

Si tratta di un punto molto importante: alcuni problemi, infatti, si risolvono in due fasi successive. Si è trovato un modo per far defluire una raffica di vento dall'interno della cupola dell'ombrelllo, ma non è chiaro come l'ombrelllo possa contestualmente proteggere dalla pioggia. La situazione è già stata descritta sotto forma di contraddizione ed è importante individuare un metodo per risolverla.

## Principio Inventivo n. 22: “Convertire il dannoso in utile” (“Una male che si rivela un bene” o “Trasformare i limoni in una limonata”)

- Utilizzare fattori dannosi – specialmente nell’ambiente – per ottenere un effetto positivo.
- Rimuovere un fattore dannoso combinandolo con un altro fattore dannoso.

## Commento

Si esamini la Contraddizione 2. un ombrello presenta un foro per far defluire una raffica di vento e non presenta un foro per proteggere dalla pioggia. Si consideri la seguente idea: una raffica di vento crea una pressione molto rilevante all’interno della cupola dell’ombrelllo. Il flusso di aria non permette alle gocce di pioggia di penetrare all’interno del foro praticato nella cupola dell’ombrelllo.

## Principio Inventivo n. 25: “Self-service”

- Un oggetto deve essere auto-sufficiente ed avere al suo interno ciò che può servire per operazioni aggiuntive e di riparazione.
- Utilizzare materiali ed energia di scarto.

## Commento

Si esamini la Contraddizione 1: un ombrello è grande/piccolo e la Contraddizione 2. un ombrello presenta un foro per far defluire le raffiche di vento e, al contempo, non presenta un foro per garantire protezione dalla pioggia. Si consideri la seguente idea: l’ombrelllo di grande diametro presenta un foro sotto forma di valvola, che si mantiene chiuso in posizione standard. Al momento della raffica di vento. Il flusso d’aria fa aprire la valvola e, dopo il passaggio, questa si richiude automaticamente, ad esempio sotto il peso della copertura della valvola stessa. La valvola può avere la forma di una toppa di tessuto posta al disopra del foro.

## 5) Possibile soluzione

La cupola dell'ombrellino consiste di due parti parzialmente sovrapposte. Una raffica di vento crea una pressione molto rilevante all'interno della cupola dell'ombrellino, il bordo della parte superiore della cupola si solleva al di sopra della parte inferiore, facendo defluire l'aria: è la raffica di vento stessa ad aprire questa specie di valvola nella cupola dell'ombrellino. Al momento del passaggio dell'aria, l'ombrellino ha un foro, ma le gocce di pioggia non riescono a penetrare nello spazio sottostante la cupola per effetto della pressione molto rilevante.

Una volta passato il flusso d'aria, il tessuto della parte superiore della cupola ricade per effetto del proprio peso e torna ad aderire alla parte inferiore della cupola, formando un tutt'uno ininterrotto. Le gocce cadono, scorrono sulla superficie superiore dell'ombrellino, non riescono a penetrare nello spazio sottostante, all'interno dell'ombrellino, dal momento che la parte superiore della cupola copre i bordi della parte inferiore di un paio di centimetri (in maniera simile alle tegole del tetto di una casa). Vedi Figg. 5-8.



*Fig. 5 (Fotografia di I. Kaikov)*



*Fig. 6 (Fotografia di I. Kaikov)*



*Fig. 7 (Fotografia di I. Kaikov)*



*Fig. 8 (Fotografia di I. Kaikov)*

## PROBLEMA 3: UN MODELLO INNOVATIVO DI BIELLA PER MOTORI AD ALTE PRESTAZIONI

### Note preliminari

Il presente esercizio trae ispirazione da un caso studio relativo ad un'attività reale svolta da Gaetano Cascini e Francesco Saverio Frillici per la SCAM s.r.l. durante l'estate del 2006, pertanto alcuni dettagli sono stati omessi.

### Introduzione

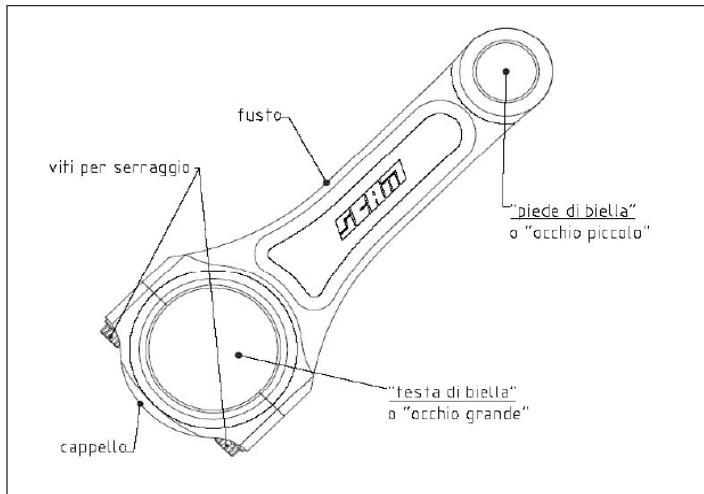
Una biella per un motore a quattro tempi è costituita da tre sottosistemi (Fig. 1): il fusto con un “occhio piccolo” sull'estremità più stretta in cui si inserisce il perno del pistone; il “cappello”, una parte di forma semi-circolare che, insieme all'estremità più ampia dello fusto, costituisce l’“occhio grande”, tramite il quale la biella è fissata sull'albero motore; due viti per il serraggio che fissano il cappello sul fusto.

La biella è soggetta a carichi affaticanti risultanti da carichi alternati di inerzia e condizioni di pressione dei gas nella camera di combustione. La conseguenza di quanto sopra esposto è che le viti sono chiamate a sostenere un carico di sollecitazione normale altamente variabile e nei motori ad alte prestazioni (ad es. nella Formula 1) queste costituiscono uno dei punti maggiormente critici dell'intero sistema.

Nel corso dell'ultimo decennio, si sono compiuti importanti passi avanti grazie all'acciaio speciale ed alle leghe al titanio appositamente sviluppate per essere in grado di sopportare carichi affaticanti e caratterizzati da un'alta resistenza e un basso grado di fragilità. In questo contesto, si è sviluppato un mercato di nicchia per le viti speciali in acciaio per condizioni estreme di carico. Due o tre grandi produttori si dividono l'intero mercato mondiale e tali aziende sono in grado di definire in maniera arbitraria il prezzo di vendita delle viti di serraggio.

Una piccola azienda competitiva che produce alberi motore e bielle per motori da competizione è chiaramente impossibilitata a concludere contratti esclusivi di fornitura con i suddetti produttori di viti in seguito ai ridotti volumi di produzione, inoltre i più importanti concorrenti hanno maggiori possibilità di concludere contratti esclusivi di fornitura, quindi si appalesa la necessità di procedere a cambiare radicalmente la struttura delle bielle.

Vale la pena di citare qui che, a causa di limitazioni esterne, non è possibile costruire una biella in un pezzo unico montandola su un albero motore in parti multiple ed è altrettanto evidente che data la destinazione speciale della biella, ridurre il peso è il criterio più importante da soddisfare.



*Fig. 1 – Biella per un motore a quattro tempi.*

Dal momento che il sistema è molto semplice, un’analisi funzionale non fornisce una visione chiara delle scelte di progettazione che stanno dietro a ciascuna dettaglio, tuttavia, prendendo in considerazione i parametri di progettazione, si possono evidenziare diverse contraddizioni. Tra queste è stata condotta un’accurata analisi ARIZ in tutte le sue fasi, come descritto di seguito.

### **ARIZ-85C, fase 1.1**

- TC-1: se la biella è dotata di viti di serraggio piccole/leggere che uniscono il fusto ed il cappello, le viti vengono sottoposte a sollecitazioni affaticanti che superano la loro resistenza massima.
- TC-2: se la biella è dotata di viti di serraggio in grado di sopportare i carichi affaticanti che insistono sulla biella stessa, il loro peso supera il valore massimo accettabile.

### **ARIZ-85C, fase 1.2**

La contraddizione tecnica sopra descritta comporta la seguente coppia di elementi in conflitto:

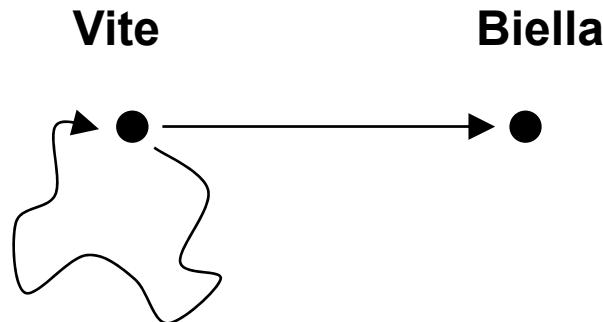
- Strumento: la vite (viti)
- Prodotto: la biella

### **ARIZ-85C, fase 1.3**

Nella Fig. 2 sono rappresentate le contraddizioni TC-1 e TC-2 raffigurando il peso eccessivo delle viti di serraggio come danno su se stesse, per quanto sarebbe maggiormente opportuno rappresentarlo come sovraccarico di inerzia (funzione dannosa) sull’intero sistema.



**Fig. 2a – ARIZ-85C - Fase 1.3: TC1**



**Fig. 2b – ARIZ-85C - Fase 1.3: TC2**

#### **ARIZ-85C, fase 1.4**

La contraddizione TC-1 è stata scelta come contraddizione su cui agire, data la sua maggiore prossimità alla condizione ideale (assenza di peso).

#### **ARIZ-85C, fase 1.5**

L'intensificazione della contraddizione porta all'eliminazione della vite: se la biella è dotata di viti più piccole/leggere, o addirittura in assenza di viti che congiungano il fusto al cappello, le viti non sono in grado di sopportare alcun carico.

#### **ARIZ-85C, fase 1.6**

In questo modo, il modello può essere riassunto come segue:

- la coppia di elementi in conflitto è costituita dalla vite e dalla biella;
- la vite assente non aggiunge alcun peso al sistema, ma non è in grado di sopportare alcun carico;
- è necessario individuare un/una componente/field/proprietà X che sopporti i carichi agendo sulla biella senza aggiungere peso alla stessa una volta assemblata.

#### **ARIZ-85C, fase 1.7**

Il problema esposto sopra può essere preliminarmente affrontato attraverso gli Standard Inventivi. In effetti, nella forma intensificata della contraddizione, si ha un modello S-F incompleto con soltanto una sostanza (la biella). Pertanto è possibile procedere all'applicazione dello standard 1-1-1.

A causa della natura stessa del sistema e dell'impossibilità di cambiare in maniera radicale la struttura dello stesso, va mantenuta un'interazione per mezzo di unField Meccanico.

In effetti, l'opportunità di sostituire le viti fissando il cappello al fusto (ad es. tramite saldatura, accoppiamento con interferenza) è stato probabilmente considerato, ma scartato per altri criteri che il sistema deve soddisfare.

#### **ARIZ-85C, fase 2.1**

La zona operativa in cui si colloca il conflitto è costituita dall'"occhio grande", ovvero la porzione della biella destinata a connettersi con l'albero motore.

## ARIZ-85C, fase 2.2

Gli intervalli temporali in cui la biella è sottoposta a carichi di trazione ( $T1'$ ) , il tempo in cui è sottoposta a carichi di compressione ( $T1''$ ) ed il tempo in cui la biella è montata sull'albero motore ( $T2$ ) costituiscono il tempo operativo.

## ARIZ-85C, fase 2.3

Le principali risorse interne si possono identificare come segue:

- Risorse di sistema: fusto, cappello, viti di serraggio con i relativi profili, posizione/orientamento geometrico, materiale, etc.;
- Risorse di sottosistema: l'occhio piccolo, la testa della vite, la filettatura della vite;
- Risorse di supersistema: spinotto del pistone, pistone, albero.

## ARIZ-85C, fase 3.1

IFR (Risultato Finale Ideale)-1: un componente X, senza complicare il sistema e senza causare effetti collaterali dannosi (soprattutto senza superare il massimo peso consentito) congiunge fusto e cappello di una biella sottoposta a carichi di trazione ( $T1'$ ) e di compressione ( $T1''$ ), e forma un occhio stabilmente chiuso per essere connesso all'albero motore e per conservare la capacità della biella di trasmettere le forze.

## ARIZ-85C, fase 3.2

Quindi il Risultato Finale Ideale si può conseguentemente intensificare evitando l'introduzione di nuove sostanze/campi ed applicando come componente X una delle risorse identificate alla fase 2.3, primariamente le risorse dello strumento stesso.

L'IFR si può riformulare di conseguenza:

- la dimensione/forma/posizione della vite senza superare il valore massimo consentito di peso congiunge fusto e cappello di una biella sottoposta a carichi di trazione ( $T1'$ ) e di compressione ( $T1''$ ), e forma un occhio stabilmente chiuso per essere connesso all'albero motore e per conservare la capacità della biella di trasmettere le forze.
- il fusto/cappello ha una forma tale da permettere l'adozione di viti leggere e in grado di congiungere fusto e cappello di una biella sottoposta a carichi di trazione ( $T1'$ ) e di compressione ( $T1''$ ), e forma un occhio stabilmente chiuso per essere connesso all'albero motore e per conservare la capacità della biella di trasmettere le forze.

## ARIZ-85C, fase 3.3

A livello macroscopico, le contraddizioni fisiche si possono esprimere analizzando lo stato/valore preferito di ciascun parametro fisico delle risorse sopra elencate.

Tra tutte le altre è stata selezionata la seguente contraddizione fisica:

nel corso degli intervalli  $T1'$  e  $T1''$  la vite va posizionata ortogonalmente all'asse della biella per evitare che venga sottoposta a carichi affaticanti e andrebbe posizionata parallelamente all'asse della biella per fissare insieme fusto e cappello della biella e per garantire un'appropriata trasmissione delle forze.

## ARIZ-85C, fase 3.4

La contraddizione fisica a livello microscopico si può formulare come segue:

- negli intervalli  $T1'$  e  $T1''$  dovrebbero intervenire particelle per la trasmissione delle forze (in questo caso vale la pena di considerare le particelle di un campo, non soltanto di una sostanza) in maniera tale che una vite ortogonale all'asse della biella congiunga fusto e

cappello della biella e non dovrebbero essere presenti particelle di trasmissione della forza in maniera da evitare carichi affaticanti sulla vite stessa.

### **ARIZ-85C, fase 3.5**

L'occhio grande della biella dovrebbe contenere particelle di trasmissione della forza in maniera tale che una vite ortogonale al suo asse congiunga il fusto ed il cappello della biella stessa senza dover applicare carichi affaticanti alla vite.

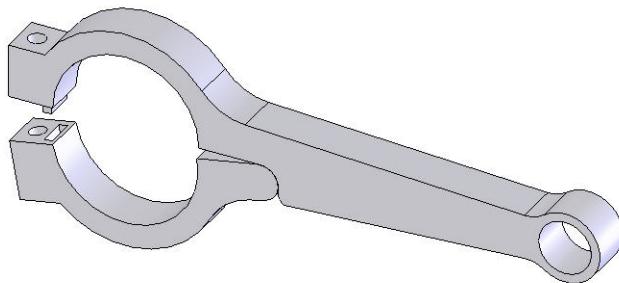
### **ARIZ-85C, fase 3.6**

L'ultima formulazione della contraddizione fisica produce una soluzione concettuale anche senza applicare un principio inventivo, semplicemente traducendo il IFR-2 in struttura, la biella viene rimodellata in maniera tale che la superficie di contatto del fusto e del cappello si posizionano parallelamente al suo asse; conseguentemente, una vite ortogonale all'asse li congiunge e, grazie al suo posizionamento ortogonale rispetto alla direzione della forza, non viene sottoposta a carichi affaticanti. Pertanto le tradizionali leghe di acciaio si possono adottare anche riducendo le dimensioni della vite stessa.

La soluzione è ormai quasi delineata, ma si deve ancora arrivare ad una definizione più chiara della modalità di trasmissione delle forze tra l'occhio grande e l'occhio piccolo.

Al fine di sottoporre la vite soltanto ad un normale carico statico, evitando la deformazione (sia statica che alternata!) ci si trova a dover introdurre un nuovo elemento nel sistema.

Un progettista meccanico è in grado di visualizzare immediatamente diverse possibili strutture che soddisfino i criteri richiesti. Nel caso in esame è stata proposta l'introduzione di una cerniera, come raffigurato in Fig. 3.



*Fig. 3 – Soluzione iniziale: la vite chiude l'occhio grande della biella, ma non è sottoposta a carichi affaticanti.*

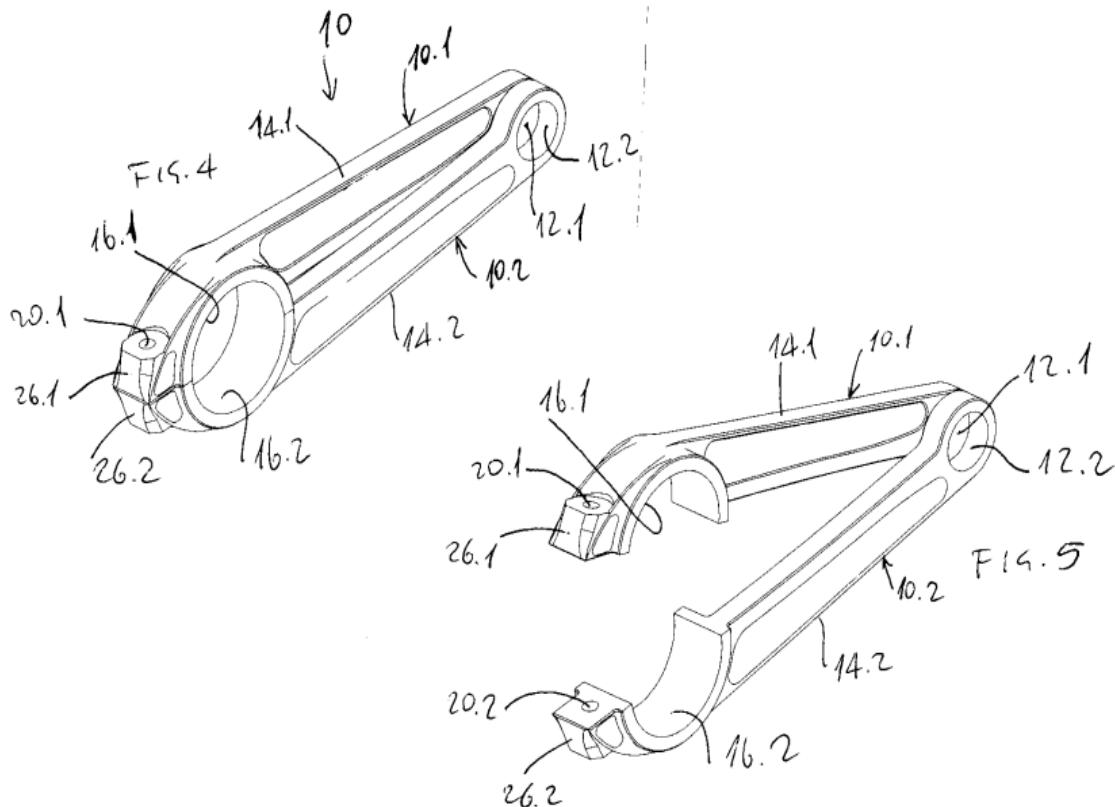
In effetti, l'introduzione di una nuova sostanza (la cerniera) aumenta la complessità del sistema.

In altre parole, la cerniera deve essere presente per il ruolo di trasmissione delle forze tra l'occhio grande ed il resto della biella, ma, al contempo, non deve essere presente per ridurre la complessità del sistema.

Con la stessa logica seguita nelle fasi 3.1 e 3.2, invece di introdurre nuove sostanze, si suggerisce di adottare le risorse disponibili.

Tra tali risorse a disposizione, come identificate alla fase 2.3, il perno del pistone si può utilizzare come perno della cerniera che permette alle due parti della biella di ruotare quando vengono montate sull'albero motore.

Di conseguenza, il design preliminare della biella viene aggiornato come raffigurato in Fig. 4



**Fig. 4 – Soluzione evoluta a seguito di un incremento nell’uso delle risorse disponibili. La versione finale della biella è del 12% più leggero rispetto all’originale e le viti sono sottoposte fondamentalmente a carichi statici invece che a carichi alternati di trazione/compressione.**

## Conclusione

La soluzione finale ha permesso lo sviluppo di una nuova generazione di bielle per i motori dei veicoli da competizione: con un processo di assemblaggio leggermente più complicato (uno svantaggio decisamente trascurabile nel contesto specifico di riferimento) si è ottenuto un vantaggio doppiamente significativo: la biella è del 12% più leggera rispetto all’originale, grazie alla ridotta massa del fusto destinata al contenimento della vite; inoltre, le viti in acciaio tradizionali si possono adottare al posto di quelle in leghe speciali, grazie all’assenza di carichi affaticanti.

## PROBLEMA 4: UNA PENNA A SFERA CHE EVITA FUORIUSCITE INVOLONTARIE DI INCHIOSTRO.

*Quante volte capita di vedere una penna a sfera che perde inchiostro in tasca o magari in borsa e causa grandi macchie! La sfera nella penna, infatti, lascia passare l'inchiostro anche quando non dovrebbe, producendo un effetto dannoso. Di seguito si cercherà di risolvere questo problema con gli strumenti messi a disposizione dalla TRIZ.*

La prima operazione per la risoluzione del problema è la selezione del giusto problema da risolvere: a questo scopo è utile adottare un sistema di ragionamento strutturato, ovvero utilizzare il System Operator (par. 1.3.3.5). Il punto di avvio è la definizione della casella di riferimento dello schema che definisce il livello di dettaglio e la scansione temporale del sistema e del problema che si vuole descrivere, da cui derivano tutte le altre caselle. Il problema è molto semplice: si tratta di una penna che macchia una stoffa: questa potrebbe essere una buona scelta per la casella centrale del *nove schermi*. La questione è capire come gli elementi del sistema - che sono la penna ed il tessuto - possano fare in modo che l'inchiostro non macchi. Le altre caselle vengono riempite secondo lo schema mostrato in Fig. 1.

<p><b>Elementi:</b> Altre penne, altro tessuto, utilizzatore, ambiente,...</p> <p><b>Domanda:</b> Come possono altre penne, un altro tessuto, utilizzatore, ambiente,... evitare la fuoriuscita accidentale di inchiostro?</p>	<p><b>Elementi:</b> Altre penne, altro tessuto, utilizzatore, ambiente,...</p> <p><b>Domanda:</b> Come possono altre penne, un altro tessuto, utilizzatore, ambiente,... evitare che l'inchiostro fuoriuscito dalla penna raggiunga il tessuto?</p>	<p><b>Elementi:</b> Altre penne, altro tessuto, utilizzatore, ambiente,...</p> <p><b>Domanda:</b> Come possono altre penne, un altro tessuto, utilizzatore, ambiente,... evitare che l'inchiostro sul tessuto lasci macchie?</p>
<p><b>Elementi:</b> Penna, tessuto</p> <p><b>Domanda:</b> Come possono penna e tessuto evitare la fuoriuscita accidentale di inchiostro?</p>	<p><b>Elementi:</b> Penna, tessuto</p> <p><b>Domanda:</b> Come possono penna e tessuto evitare che l'inchiostro fuoriuscito accidentalmente dalla punta della penna raggiunga la stoffa che si intende salvaguardare?</p>	<p><b>Elementi:</b> Penna, tessuto sporco</p> <p><b>Domanda:</b> Come possono penna e tessuto sporco evitare che l'inchiostro lasci una macchia sulla stoffa?</p>
<p><b>Elementi:</b> Sfera, inchiostro, serbatoio, punta, punta della penna, fibre del tessuto,...</p> <p><b>Domanda:</b> Come possono sfera, inchiostro, serbatoio, punta, ... evitare la fuoriuscita accidentale?</p>	<p><b>Elementi:</b> Sfera, inchiostro, serbatoio, punta, punta della penna, fibre del tessuto,...</p> <p><b>Domanda:</b> Come possono sfera, inchiostro, serbatoio, punta, ... evitare che l'inchiostro fuoriuscito dalla punta della penna raggiunga la stoffa?</p>	<p><b>Elementi:</b> Sfera, inchiostro, serbatoio, punta, punta della penna, fibre del tessuto,...</p> <p><b>Domanda:</b> Come possono sfera, inchiostro fuoriuscito, serbatoio, punta, ... evitare che l'inchiostro sulla stoffa lasci macchie?</p>

*Fig. 1: ricerca di problemi alternativi: il System Operator completo*

Come si può notare, la colonna relativa al *passato* quella cioè delle opportunità preventive, rappresenta il tempo precedente al momento in cui l'inchiostro fuoriesce dal serbatoio ed il problema diventa quindi come fermare l'inchiostro all'interno del serbatoio. Nella colonna relativa al *presente* si possono suggerire le soluzioni standard, come un cappuccio o una punta retrattile, mentre nella colonna di destra (*futuro*), cioè in quella della mitigazione del problema, la

questione è come trasformare un problema in un non-problema, per cui anche se l'inchiostro fuoriesce della penna, questo non produrrebbe alcun effetto indesiderato.

La fase successiva consiste nella scelta del problema giusto da affrontare e risolvere: ad esempio, si può considerare il sub-sytem *passato* come problema iniziale, poiché si hanno molti possibili soggetti in grado di risolverlo, ed è meglio prevenire alcuni problemi piuttosto che tentare di risolverli quando si sono già verificati. Pertanto è utile costruire un modello funzionale di questa situazione di partenza.

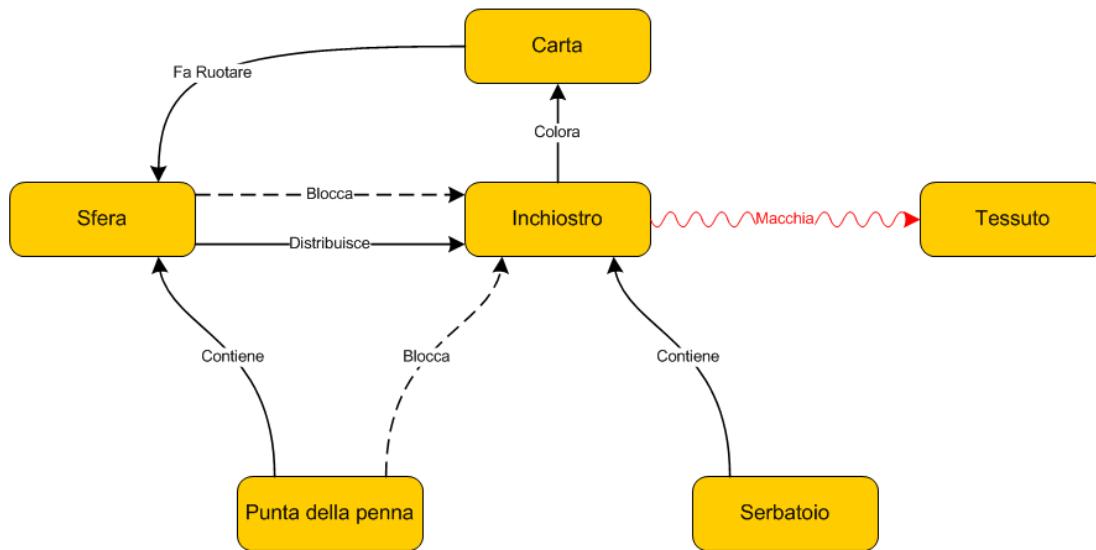


Fig. 2 – Modello funzionale della casella del sub-system passato del System Operator

Come si può vedere, si delineano tre funzioni critiche: due insufficienti ed una dannosa, che costituisce il problema principale da risolvere. A questo punto, si può formulare l'IFR della situazione problematica, ad iniziare dall'elemento che è causa della funzione dannosa, l'inchiostro. L'algoritmo ARIZ (Fig. 3) suggerisce che questo elemento, da solo e senza complicazioni sul sistema, nel momento desiderato, risolve il problema generato; nella nostra situazione specifica ciò si traduce in quanto segue: l'inchiostro, da solo e senza complicazioni sulla penna, quando la funzione di scrittura non è richiesta, non fuoriesce dal serbatoio. Questo è il nostro obiettivo, il nostro miglior risultato per quanto possa apparire stravagante. Adesso ci troviamo a doverci domandare per quale motivo non sia possibile ottenere l'IFR, prendendo in considerazione tutte le possibili risorse disponibili con l'intento di individuare una o più contraddizioni da risolvere. Concentrando l'attenzione sull'inchiostro, una delle cause della sua fuoriuscita è la fluidità dell'inchiostro stesso: se infatti l'inchiostro non fosse liquido non uscirebbe dal serbatoio e non causerebbe la macchia, ma, al contempo, non svolgerebbe più la sua funzione principale o comunque non in maniera altrettanto soddisfacente. Ci si trova, dunque davanti ad una contraddizione, come rappresentato in Fig. 3.

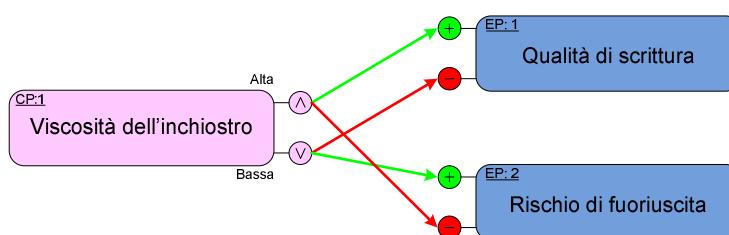


Fig. 3: Il modello di contraddizione secondo OTSM-TRIZ (par. 5.1.2)

Si possono rappresentare i due elementi della contraddizione anche attraverso un modello funzionale con lo scopo di vedere quali elementi e quali sotto funzioni del sistema siano coinvolti dalla modificazione del parametro di controllo.

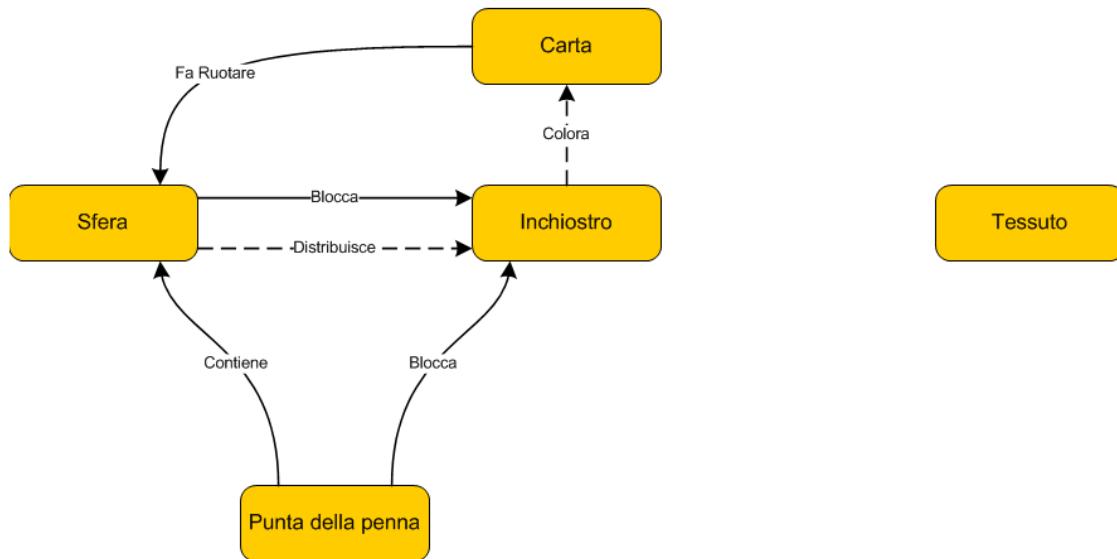


Fig. 3: Modello funzionale con il CP “viscosità dell’inchiostr” al valore opposto di quello attuale

Si può ora procedere con il tentativo di risolvere questa contraddizione iniziando dalla definizione della Zona Operativa e del Tempo Operativo. La Zona Operativa può essere considerata come la somma della superficie esterna della sfera, la superficie interna della punta, la quantità di inchiostro presente vicino alla sfera, il resto dell’inchiostr nel serbatoio e la superficie della carta. Mentre il Tempo Operativo è l’intervallo in cui la sfera ruota, vale a dire l’intervallo di tempo in cui si intende scrivere, sommato al periodo in cui la sfera non ruota, ovvero in cui non si intende scrivere. La fase successiva, seguendo l’algoritmo ARIZ, è l’esagerazione del conflitto. Per superare alcune barriere psicologiche, è necessario portare i valori opposti del Parametro di Controllo in contraddizione al loro estremo, così la viscosità dell’inchiostr va immaginata come pari a infinito o uguale a zero. Cosa significa viscosità infinita? Possiamo interpretare questa esagerazione come la situazione per cui l’inchiostr non è più fluido, ovvero è solido. Ciò potrebbe suggerire l’utilizzo di una matita invece di una penna. Dall’altra parte si deve immaginare un grado di viscosità molto basso, vicino allo zero, ovvero come quello di un gas. Si può immaginare ad esempio una miscela di alcol trasparente con particelle solide: l’alcol evapora a contatto con l’aria e le particelle solide creano un blocco sulla punta per il resto dell’inchiostr. Altre soluzioni possono essere suggerite applicando i Principi di Separazione (par. 5.3). Si inizi con la separazione nel tempo, E’ vero che un alto valore di viscosità è necessario per tutto il periodo operativo ed un basso valore di viscosità è necessario durante lo stesso intero periodo operativo? È ovvio che la risposta sia ‘no’, dunque è possibile applicare il principio di separazione. Si vorrebbe un alto valore di viscosità dell’inchiostr quando la sfera non rotola per impedire una fuoriuscita accidentale, al contempo, un basso valore di viscosità dell’inchiostr quando la sfera ruota, ovvero quando la penna scrive.

Qualche idea? Andiamo avanti...

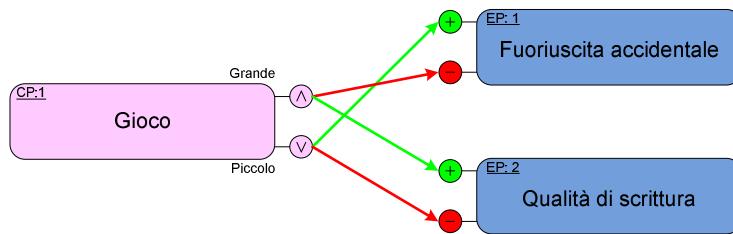
Per applicare la separazione nello spazio, si deve rispondere ‘no’ anche a questa domanda: è vero che è necessario un alto valore di viscosità dell’inchiostr nell’intera zona operativa e si desidera un basso valore di viscosità nella stessa intera zona operativa? Questa volta la risposta è ‘sì’, dunque non si può effettuare una separazione nello spazio.

Il terzo principio è quello della separazione su condizione. In quale condizione si desidera che la viscosità abbia un valore elevato? Ed in quale si desidera invece un valore basso? Se la penna scrive, ovvero la penna si muove, si necessita di un basso livello di viscosità, mentre se la penna è ferma la viscosità deve essere elevata. È possibile mutare il livello di viscosità con il movimento? Prendendo in considerazione il Database degli Effetti, uno strumento della Base Conoscitiva della TRIZ, si può vedere come alcuni fluidi siano in grado di avere una proprietà detta “tixotropia”: nel caso in cui venga somministrata una certa quantità di energia cinetica, la viscosità del fluido diminuisce per poi aumentare nuovamente nel caso in cui il fluido si fermi. Nella vita si utilizzano molte sostanze che presentano questa proprietà: dentifricio, miele, ketchup e vernice. Per quanto ciò possa apparire come una soluzione strana, una delle più famose marche di penne a sfera utilizza proprio questo tipo di inchiostro (vedasi Fig. 5).



*Fig. 5: La famosa penna che utilizza inchiostro tixotropico.*

Se si prende in considerazione nuovamente il modello funzionale rappresentato in Fig. 2, sulla parte sinistra appaiono due funzioni insufficienti: la sfera e la punta non fermano in maniera soddisfacente l'inchiostro. Per quale motivo? Quali sono i Parametri di Controllo responsabili del fallimento? Tra gli altri un CP che potrebbe essere lo stesso per entrambe le funzioni è il gioco tra la sfera e la punta della penna: se questo è troppo grande, l'inchiostro potrebbe fuoriuscire anche quando la penna non scrive. Cosa succede, invece, se il gioco risulta eccessivamente ridotto? L'inchiostro non uscirebbe involontariamente, ma è probabile che la sfera non sia più in grado di distribuirlo in maniera sufficiente quando è richiesto e, pertanto, la scrittura non è fluida come dovrebbe. Quindi ci si trova in presenza di un'altra contraddizione, rappresentata in Fig. 6.

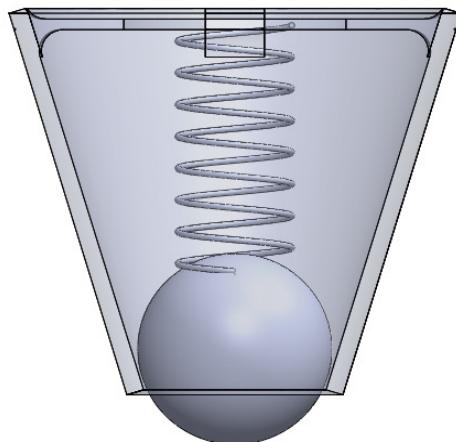


*Fig. 6: La rappresentazione OTSM della contraddizione*

Come già visto in precedenza, è necessario definire la Zona Operativa ed il Tempo Operativo della contraddizione: la prima è la somma della superficie interna della punta della penna e della superficie esterna della sfera; mentre il Tempo Operativo si può considerare come la somma

del periodo in cui la sfera scorre ed il periodo in cui è ferma. La fase successiva è l'esagerazione del conflitto. Come è possibile scrivere con la sfera attaccata alla punta (gioco uguale a zero)? Oppure come possiamo immaginare un gioco eccessivo tra la sfera e la punta della penna? Ad esempio, è possibile eliminare completamente la sfera e lasciare completamente aperto il canale all'interno della punta? Si cerchi di immaginare una soluzione a partire da queste indicazioni.

I Principi di Separazione sono gli strumenti da applicare per risolvere la contraddizione. Il primo è quello relativo al tempo: è vero che il gioco deve essere grande e piccolo nel corso dell'intero periodo operativo? La risposta è 'no', poiché è necessario un gioco di grandi dimensioni quando la sfera rotola, ovvero quando la penna scrive, ed un gioco di dimensioni ridotte quando la sfera è ferma. Come si può ottenere tale separazione? Ad esempio se viene inserita una molla dietro la sfera: quando un utilizzatore pressa la punta della penna sulla carta la sfera arretra, creando un gioco di dimensioni maggiori e quando la penna, invece, non scrive, la molla spinge la sfera contro il cono, chiudendo il gioco e così l'inchiostro non può fuoriuscire (Fig. 7).



*Fig. 7: Un modello schematico della soluzione proposta*

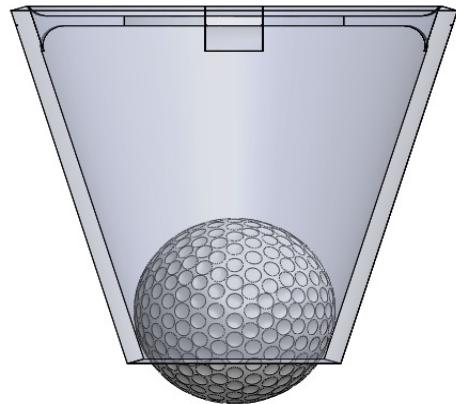
Tale concetto preliminare si può ulteriormente sviluppare analizzandolo con un approccio basato su un System Operator per ricercare quali risorse siano già disponibili all'interno del sistema e in grado di giocare il ruolo della molla (ad esempio grazie all'elasticità interna?).

Per applicare il secondo principio di separazione (ovvero la separazione nello spazio), la domanda "è vero che si desidera un gioco di grandi e, al contempo, di ridotte dimensioni per tutto lo spazio operativo?" deve avere risposta negativa. Questa volta, però, la risposta è sì, quindi non è possibile applicare il principio di separazione spaziale.

Non è nemmeno possibile applicare il terzo principio di separazione, poiché non sussistono condizioni differenti in cui è maggiormente appropriato avere un gioco di dimensioni più importanti piuttosto di uno più ridotto.

Il quarto principio è quello a livello di sistema, o in macro- micro livello: come è possibile avere un gioco di grandi dimensioni a livello macroscopico e di dimensioni ridotte a livello microscopico? O meglio viceversa: è possibile avere a livello macroscopico un gioco di dimensioni ridotte e a livello microscopico uno di dimensioni maggiori? Una modalità possibile di interpretazione di questo suggerimento è quella di realizzare una sfera simile ad una palla da golf, ovvero una sfera che presenta una serie di cavità sulla superficie: il diametro della sfera stessa

chiude qualsiasi gioco con la punta della penna, in maniera che l'inchiostro non possa fuoriuscire inavvertitamente, ma se la sfera ruota, le cavità portano l'inchiostro dal serbatoio alla carta, in maniera che la penna possa scrivere normalmente.



**Fig. 8:** La soluzione suggerita – una sezione della punta e la sfera simile ad una palla da golf.

## PROBLEMA 5: CEDIMENTO DI UNA LINEA DI ALTA TENSIONE.

Siamo in inverno, nei pressi di una piccola cittadina di montagna. Di notte l'aria è molto fredda e la temperatura scende al di sotto degli 0° C. In queste condizioni, l'umidità dell'aria solidifica ed il ghiaccio ricopre tutto, inclusi i cavi dell'alta tensione. Inoltre, a volte nevica e la neve caduta si accumula sui fili. Se la neve viene sciolta dal sole nelle ore più calde della giornata, questa si trasforma di nuovo in ghiaccio durante la notte e, di giorno in giorno, lo strato di ghiaccio cresce ed il peso sollecita i cavi, che si potrebbero spezzare. Se ciò dovesse succedere, le persone che vivono nella cittadina non avrebbero elettricità nelle abitazioni fino a che il danno non fosse riparato. Pertanto è necessario proporre una soluzione per l'azienda fornitrice di elettricità.



*Fig. 1: Cavi elettrici ricoperti dal ghiaccio*

La prima soluzione proposta è stata incrementare il diametro dei cavi di rame, ma è noto che questo è un materiale molto costoso e sarebbe necessario sostituire i cavi sull'intera rete di distribuzione. Un'altra soluzione potrebbe essere quella di interrare tutti i cavi per proteggerli, ma l'investimento non sarebbe sostenibile per la piccola cittadina, come quello per raddoppiare il numero dei pali della linea.

Uno dei tecnici suggerisce di sfruttare il calore generato dall'effetto Joule dai cavi stessi; ciò nonostante, sarebbe necessario incrementare l'intensità della corrente che suppone un aumento del consumo energetico.

Si deve trovare una soluzione non standard, seguiamo quindi il processo di problem solving suggerito dalla TRIZ.

Quando non è chiaro come risolvere un problema o quale sia il problema da risolvere, il primo strumento della TRIZ da utilizzare è il System Operator (par. 1.3.3.5) che permette di scegliere quale sia il problema giusto analizzando la situazione iniziale anche da un punto di vista temporale o in una catena di rapporti causa-effetto. Si inizia con la definizione della casella di rife-

rimento (il ‘presente del sistema’). Non ha importanza quale sia il livello di dettaglio o la fase temporale scelta come casella di partenza, ma è di estrema importanza condurre un’analisi coerente mentre si cerca di individuare problemi alternativi nelle altre caselle.

Ci si trova davanti al problema iniziale, ovvero si forma molto ghiaccio sui cavi elettrici e ciò comporta la rottura dei cavi; pertanto si può scegliere questa come casella centrale del nostro sistema e gli elementi da elencare saranno soltanto cavi, ghiaccio e corrente. La domanda da considerare sarà: come possono gli elementi del ‘sistema presente’ contrastare l’azione dannosa del ghiaccio sui cavi? Ora è possibile completare lo schema come rappresentato in Fig. 2.

	<p><b>Elementi:</b> catenaria, piloni, aria, ambiente,...</p> <p><b>Domanda:</b> Come possono catenaria, piloni, ... fare in modo che il ghiaccio non faccia spezzare i cavi?</p>	
	<p><b>Elementi:</b> cavi, corrente, ghiaccio</p> <p><b>Domanda:</b> Come possono cavi, corrente, ... fare in modo che il ghiaccio non spezzi i cavi?</p>	
	<p><b>Elementi:</b> materiale di cui sono costituiti i cavi, forma dei cavi, elettroni, acqua</p> <p><b>Domanda:</b> Come possono il materiale di cui sono costituiti i cavi, la forma dei cavi, ...fare in modo che il ghiaccio non spezzi i cavi?</p>	

*Fig. 2: Ricerca dei problemi alternativi: colonna presente del System Operator*

Va ricordato che tutte le caselle della stessa colonna sono caratterizzate dalla medesima ‘fase temporale’, mentre le caselle sulla stessa riga rappresentano lo stesso livello di dettaglio del sistema; vale la pena ricordare che ciascuna colonna è caratterizzata dallo stesso problema/domanda, mentre i soggetti, ovvero le risorse per risolverlo, cambiano. Concentrare l’attenzione sulla colonna di sinistra della matrice (*passato*) significa guardare alle opportunità di prevenzione: il periodo di tempo a cui fanno riferimento le caselle di sinistra è quello in cui il ghiaccio non si è ancora formato ed è ancora acqua, neve o umidità ed ovviamente uno strato di ghiaccio ancora sottile. Al contrario, spostare l’attenzione verso la parte destra della matrice (*futuro*) significa ammettere che il problema non è stato ancora risolto nella colonna relativa al presente ed un approccio compensativo va ricercato nel futuro. In questo caso, sulla colonna di destra si suppone che il ghiaccio abbia spezzato i cavi.

La conseguenza di tutto ciò è che diverse domande e problemi specifici vengono associati a differenti caselle della matrice del System Operator. Lo schema completo è riportato in Fig. 3. Vale la pena notare che, in una situazione generale, il System Operator può essere costituito da più di nove caselle dal momento che ciascun sottosistema si può ulteriormente suddividere in sotto-sottosistemi, ciascuna fase temporale ha un passato e un futuro, etc. Si suggerisce di bloccare l’analisi quando la domanda porta a compiti che si collocano al di fuori del ruolo o delle capacità operative del risolutore del problema (ad esempio: come si può riuscire ad evitare un cambiamento delle condizioni atmosferiche?).



# tETTRIS

<b>Elementi:</b> catenaria, piloni, aria, ambiente, ... <b>Domanda:</b> Come possono catenaria, piloni, ... fare in modo che il ghiaccio non si formi sui cavi?	<b>Elementi:</b> catenaria, piloni, aria, ambiente, ... <b>Domanda:</b> Come possono catenaria, piloni, ... fare in modo che il ghiaccio non faccia spezzare i cavi?	<b>Elementi:</b> catenaria, piloni, aria, ambiente, ... <b>Domanda:</b> Come possono catenaria, piloni, ... fare in modo che la corrente attraversi i cavi anche se spezzati?
<b>Elementi:</b> cavi, corrente, acqua, umidità - neve <b>Domanda:</b> Come possono cavi, corrente, ... fare in modo che il ghiaccio non si formi sui cavi?	<b>Elementi:</b> cavi, corrente, ghiaccio <b>Domanda:</b> Come possono cavi, corrente, ... fare in modo che il ghiaccio non spezzi i cavi?	<b>Elementi:</b> cavi rotti, ghiaccio <b>Domanda:</b> Come possono cavi rotti e ghiaccio fare in modo che la corrente attraversi i cavi anche se spezzati?
<b>Elementi:</b> materiale di cui sono costituiti i cavi, forma dei cavi, elettroni, ... <b>Domanda:</b> Come possono il materiale di cui sono costituiti i cavi, la forma dei cavi, ... fare in modo che il ghiaccio non si formi sui cavi?	<b>Elementi:</b> materiale di cui sono costituiti i cavi, forma dei cavi, elettroni, acqua <b>Domanda:</b> Come possono il materiale di cui sono costituiti i cavi, la forma dei cavi, ... fare in modo che il ghiaccio non spezzi i cavi?	<b>Elementi:</b> materiale di cui sono costituiti i cavi, forma dei cavi, elettroni, acqua <b>Domanda:</b> Come possono il materiale di cui sono costituiti i cavi, la forma dei cavi, ... fare in modo che la corrente attraversi i cavi anche se spezzati?

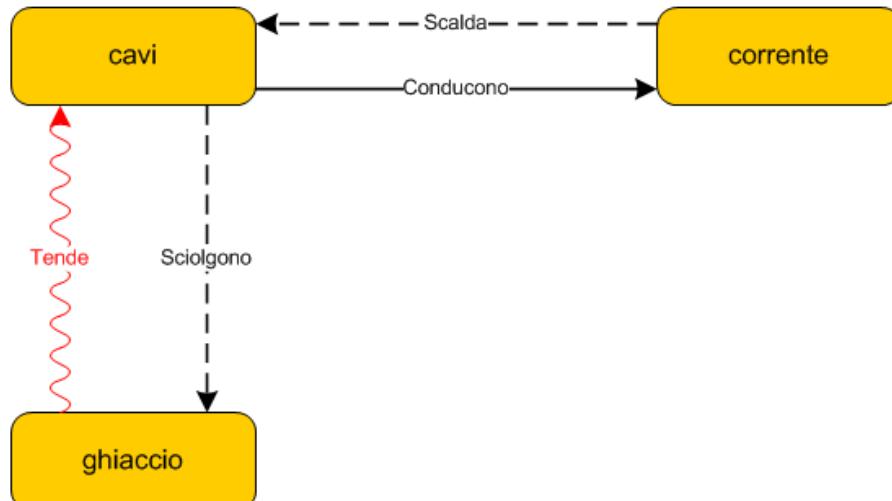
*Fig. 3: La ricerca di problemi alternativi: System Operator completo*

Bisogna adesso scegliere tra nove (e forse anche di più) diversi problemi specifici, tutti con lo stesso obiettivo finale: garantire agli abitanti della cittadina di montagna un servizio di fornitura elettrica regolare.

Iniziamo dalla casella centrale.

Per comprendere meglio come funzioni il sistema e come si manifesti il problema, è utile costruire un modello funzionale del sistema stesso sottoposto alle condizioni operative corrispondenti alla casella selezionata del System Operator.

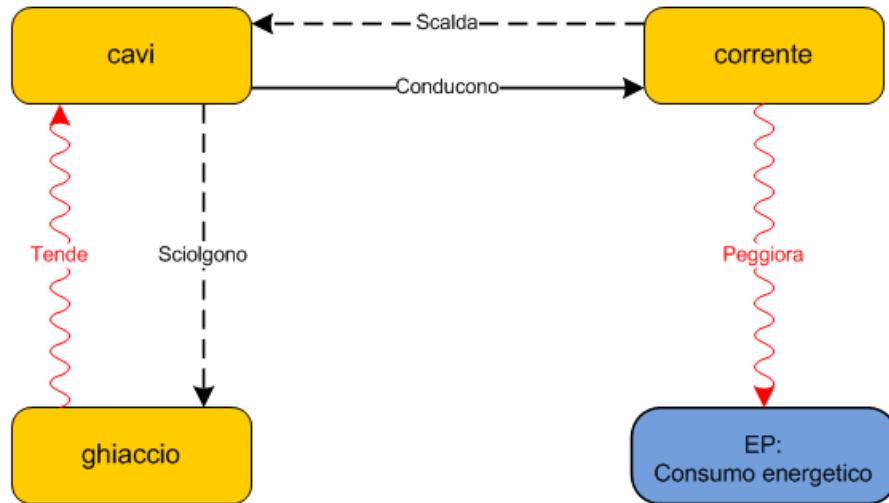
In questo caso, il modello sarà molto semplice dal momento che si tratta solo di pochi elementi. Si deve iniziare con la rappresentazione della funzione utile principale (u.f.) del sistema: i cavi conducono la corrente,. Poi si possono aggiungere tutti gli altri elementi presenti che partecipano alla u.f. o ne sono conseguenza ed eventualmente quelli che producono o partecipano alla funzione dannosa, come ad esempio il ghiaccio che spezza i cavi. Nel momento in cui si sono elencati tutti gli elementi, vanno considerate tutte le azioni compiute da ciascun elemento nei riguardi degli altri. I risultati vengono presentati in Fig. 4.



*Fig. 4: Modello funzionale a descrivere la situazione nella casella presente del sistema dell'System Operator*

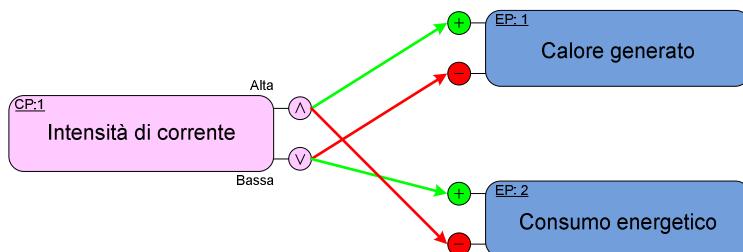
# TETRIS

Per evitare che il ghiaccio spezzi i cavi, si può utilizzare il calore generato dalla corrente, nonostante questo non sia sufficiente a far sciogliere il ghiaccio. Pertanto si può immaginare di incrementare l'intensità della corrente per incrementare l'effetto Joule e così la temperatura dei cavi. Si deve ora procedere a costruire un modello con l'ipotesi di una corrente ad alta intensità che scorre nei cavi (Fig. 5).



*Fig. 5: Modello funzionale del sistema quando una corrente ad alta intensità viene applicata alla linea elettrica.*

Come rappresentato in Fig. 5, una corrente ad alta intensità non svolge direttamente una funzione dannosa su di un elemento, ma semplicemente va a peggiorare un parametro di valutazione. Si ha pertanto una contraddizione: se l'intensità della corrente ha un valore alto, il problema del ghiaccio è risolto, ma si ha una funzione dannosa in termini di consumo energetico. Il modello della contraddizione è rappresentato in Fig. 6.



*Fig. 6: Il modello OTSM di una contraddizione (par. 5.1.2)*

Seguendo le fasi suggerite dall'algoritmo ARIZ (cap. 3) vanno identificati Zona Operativa e Tempo Operativo.

La Zona Operativa si può considerare come la somma della superficie esterna dei cavi, la superficie occupata dal ghiaccio in contatto con i cavi stessi e la sezione dei cavi in cui passa la corrente. Mentre il tempo operativo è l'intervallo in cui il ghiaccio provoca l'allungamento dei cavi, il ghiaccio inizia a formarsi e durante la trasmissione della corrente elettrica.

Come già illustrato al paragrafo 5.3 del manuale TETRIS, si possono applicare i principi di Separazione per risolvere la contraddizione fisica. Il primo è la separazione nel tempo: si può applicare questo principio se la seguente domanda ha risposte negative: è vero che si desidera un alto valore di corrente nel corso dell'intera operazione e che si desidera un valore basso (normale) di corrente durante l'intera operazione? È chiaro che la risposta qui è no.

Si ha bisogno extra correnti solo nel momento in cui il ghiaccio provoca la tensione dei cavi e

di correnti normali in tutte le altre occasioni. Quali sono le risorse del super-system o direttamente disponibili capaci di cambiare l'intensità della corrente a seconda della sollecitazione meccanica dei cavi? A questo punto nasce un nuovo problema: come è possibile misurare gli stress tensionali sui cavi o un sovraccarico in modo da cambiare l'intensità della corrente? Possibili soluzioni si possono individuare utilizzando la Classe 4 delle Soluzioni Standard (cap. 4).

Il secondo principio per il superamento delle contraddizioni fisiche è la separazione nello spazio. In maniera non dissimile a quanto previsto per il principio precedente, il principio è applicabile nel caso in cui la seguente domanda abbia risposta negativa: è vero che si desidera un alto valore dell'intensità di corrente nell'intera Zona Operativa e si desidera al contempo un valore basso dell'intensità di corrente nell'intera Zona Operativa?

In effetti, un valore alto dell'intensità di corrente è necessario soltanto sulla superficie dei cavi per riscalarli e far sciogliere il ghiaccio, mentre un valore normale (basso) dell'intensità di corrente è richiesto nel resto della sezione dei cavi per rifornire la cittadina e ridurre gli sprechi energetici.

Che tipo di risorse sono disponibili all'interno del sistema o di facile accesso dal super-system per creare un valore differente di densità di corrente sulla superficie dei cavi e nella loro sezione interna?

Se la conoscenza personale o del team non è sufficiente per arrivare alla risposta per questo tipo di domanda, si può prendere in considerazione un altro strumento della base di conoscenza della TRIZ, il Database degli Effetti (par. 5.6.4), in cui si può individuare *l'effetto pelle o di superficie*, secondo il quale se la corrente alternata ha una frequenza elevata, la sua densità vicino alla superficie del cavo è maggiore che al suo interno.

Pertanto si possono riscaldare i cavi solo se realmente necessario senza un consumo eccessivo di energia sovrapponendo una corrente ad alta frequenza e a bassa intensità sulla normale rete a 50-60 Hz.

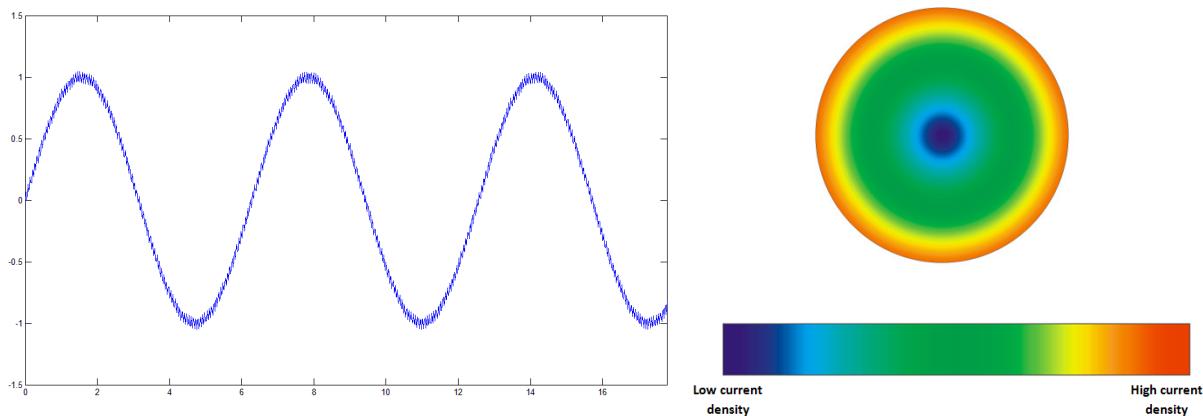


Fig. 7: A sinistra: onda sinusoidale principale della corrente alternata con la sovrapposizione della corrente addizionale ad alta frequenza; a destra: la distribuzione della densità di corrente in una sezione trasversale del cavo.