

1. Fondamenti sui sistemi di produzione

L'esame "Sistemi di Produzione" si focalizza sull'analisi e la gestione dei processi produttivi aziendali. Si coprono i fondamenti dei sistemi di produzione, la valutazione di fattibilità, il project management, gli aspetti progettuali e il dimensionamento del sistema. Inoltre, si esplora la gestione degli approvvigionamenti e dei materiali, l'analisi dei tempi di lavoro e la conduzione multipla, nonché la manutenzione dei sistemi.

1.1 Definizioni di base

L'impianto industriale

L'impianto industriale è un insieme di più componenti che ha come obbiettivo quello di **trasformare** le materie prime in modo da ottenere un **prodotto finito** il quale valore è **maggiore** delle materie prime utilizzate; il "prodotto finito" può essere sia un **bene** che un **servizio**.

Capiamo quindi che **l'obbiettivo è quello di produrre un utile** al netto di tutti i *costi di produzione*.

Come abbiamo detto, un sistema di produzione è composto da diversi altri "blocchi", senza i quali esso non potrebbe funzionare; questi sono **impianti complementari** come:

- Impianto elettrico
- Rete informatica
- Impianto idraulico
- etc.

Questi impianti vengono definiti come **impianti di servizio**.

Classificazione dell'impianto industriale

Possiamo *classificare* un'impianto industriale a seconda di vari fattori, come:

- **Natura** delle trasformazioni e del prodotto finito

Natura delle Trasformazioni
e del prodotto finito



Impianti del
tipo

{ Ceramiche
meccanici
tessili
elettrici
...

- **Dimensioni**

Dimensioni



industria

{ Piccola
media
grande

- **Capitale** e lavoro

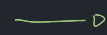
Capitale e lavoro



Distribuzione del capitale

- **Processo** produttivo

Processo produttivo



{ monolinea
Sintetico
analitico

—▷ Processo lineare di operazioni
—▷ Combinazione di diverse fasi
—▷ Suddivisione delle op. in sottoprocessi

- **Continuità** del processo produttivo

Continuità del
Processo
Produttivo



{ Ciclo continuo
Ciclo intermittente

I diversi tipi di commesse

L'azienda può trovarsi davanti a tre tipi di commesse diverse:

- Produzione su commessa singola
- Produzione su commessa ripetitiva
- Produzione per il magazzino

Produzione su commessa singola

In questo caso l'azienda riceve ordini di natura anche molto diversa tra di loro; deve quindi impegnarsi a realizzare un **progetto dedicato** e studiare il **ciclo di lavorazione** anche per un singolo prodotto finito.

Produzione su commessa ripetitiva

In questo caso **il progetto è definito e consolidato**; le aziende che rientrano in questa categoria sono quelle che producono prodotti **con caratteristiche definite** oppure quelle che producono sulla base di un **catalogo**, ma solo dopo che è stato effettuato un ordine (ovvero non producono in anticipo).

Produzione per il magazzino

In questo caso l'azienda produce un volume medio-alto di prodotto che poi viene stoccato all'interno di un magazzino; l'azienda dispone di una **struttura logistica** che si occupa di **ridistribuire** il prodotto finito all'utente finale (che in fase di produzione non è noto!).

Diversi output del prodotto

A seconda della frequenza dell'output del prodotto, le aziende possono essere classificate nel seguente modo:

1. Produzioni unitarie

In questo caso l'azienda produce un singolo ordine; questo è dovuto principalmente alla grande diversità dei prodotti richiesti.

2. Produzioni intermittenti o a lotti

L'azienda produce una quantità medio-alta di prodotti finiti, che vengono poi conservati in un magazzino; questo prodotto che rimane "fermo" è detto **scorta**.

3. Produzioni continue

In questi casi il flusso di prodotti in uscita è ininterrotto.

La natura del prodotto finito

Il prodotto finito può essere di due tipi, e di conseguenza la produzione può essere ulteriormente classificata nel seguente modo:

Produzioni per processo continuo

In questo caso il prodotto assume un "aspetto" che non permette il **riconoscimento delle singole** materie prime utilizzate.

Rientrano in questa classificazione i seguenti beni:

- Carta
- Cemento
- Acciaio
- etc.

Produzioni per parti

In questo caso invece il prodotto finale può essere ulteriormente scomposto in elementi **discreti**. In questo caso il processo di produzione comprende sia le **fasi di fabbricazione** sia le **fasi di montaggio**.

Rientrano in questa classificazione i seguenti beni:

- Automobili
- Elettrodomestici
- Apparecchiature elettroniche
- etc.

1.2 Classificazione delle tipologie di produzione

Le **produzioni manifatturiere** possono essere classificate a seconda che esse richiedano delle **specifiche trasformazioni** dei materiali; in questo caso parliamo di fabbricazioni o assemblaggi:

Fabbricazioni

Queste **soluzioni** sono ordinate in ordine crescente di **scalabilità** e quindi di **volumi unitari di produzione**; è ovvio però che man mano che il volume aumenta, la **flessibilità** del sistema diminuisce.

1. Produzione per reparti

In questo tipo di produzione ogni unità di lavoro (prodotto che si sta producendo) viene trasportata da un reparto all'altro in un contenitore chiamato **pallet**. In ogni reparto viene effettuata una serie di operazioni.

In questo caso non si può effettuare altro raggruppamento oltre a quello che prevede tutte le macchine che effettuano lavorazioni simili in un unico reparto.

2. Produzione per celle di macchine

A partire dal caso precedente, quando è possibile individuare delle famiglie di pezzi con cicli di lavorazione che hanno in comune macchine e/o attrezzature, è possibile **creare gruppi/celle** di macchine diverse tra loro.

In questo modo è possibile abbassare sia i tempi di produzione che di trasporto

3. Linee di produzione per prodotto

In questo caso, che solitamente è **automatizzato**, abbiamo un insieme di macchine diverse che vengono aggregate in modo da realizzare rigidamente una sequenza **prefissata** di operazioni al fine di produrre un pezzo finito standardizzato.

Montaggi

- **Montaggio a posto fisso**

In questo caso l'oggetto da realizzare non viene spostato; è l'operatore invece che compie l'assemblaggio del prodotto (spostandosi).

- **Montaggio a trasferimento (linea)**

- **Linee a ritmo non imposto**

In questo caso abbiamo una serie di stazioni di lavoro che sono disposte in successione con **polmoni** (ovvero dei depositi che fungono da buffer) intermedi; queste stazioni sono collegate da un sistema di trasporto meccanico. Le varie stazioni possono essere considerate come postazioni di montaggio a posto fisso; la linea che li congiunge facilita lo spostamento del prodotto che gli operatori completano step dopo step (in maniera fissa).

- **Linee con ritmo imposto**

In questo caso non sono presenti dei veri e propri polmoni (ma potrebbero essercene per rendere più flessibile la linea) e quindi **il ritmo è scandito dalla velocità del trasporto**. Questa soluzione è adottata per **prodotti di grandi dimensioni** come automobili o lavatrici.

Differenza tra fabbricazione e montaggio

La differenza sostanziale tra i due, è che nella fabbricazione vengono adottati macchinari e processi che **trasformano** le materie prime, mentre nell'assemblaggio diverse **parti fabbricate** vengono **unite** (assemblate) in modo da ottenere un prodotto finito.

Un esempio di processo di fabbricazione totalmente diverso da quello di assemblaggio potrebbe essere la produzione di materiali plastici mediante **estrusione**. Questo processo di fabbricazione plastica si concentra sulla trasformazione del materiale grezzo (granuli di plastica) in una forma specifica.

Classificazione in funzione del grado di automazione

Il livello di automazione di un impianto è il **livello di autosufficienza degli impianti nello svolgere le attività produttive**:

- **Linee semiautomatiche**

In questo caso sono presenti un gran numero di operazioni automatiche che vengono però accompagnate da operazioni manuali; questo approccio è adottato nel montaggio di prodotti di media/alta serie, come ad esempio i motori.

- **Linee automatiche**

Questo approccio è adottato nell'assemblaggio in produzione di **altissima serie**, come ad esempio le schede elettroniche o nelle *lampadine*

Gli stati di un impianto

Gli stati sono espressi in ore e si parte dalle ore totali, dette **tempo di apertura impianto T**.

Il tempo in cui l'impianto è effettivamente operativo

- **Produzione buona PB** La macchina produce unità buone
- **Produzione di scarto PS** Le unità prodotte non superano le ispezioni
- **Prove PR** La macchina produce unità di test
- **Guasti G** è fuori servizio
 - svuotamento della macchina, raffreddamento della macchina, etc.
 - Intervento di manutenzione
 - etc.
- **Fermata programmata F** è fuori servizio ma in modo "previsto"
- **Setup S** (la macchina viene *riattrezzata* per poter passare da un tipo di produzione all'altro)

- Mancanza ordini MO
- Mancanza materiali MM
- Scioperi SC
- **Organizzazione O** l'impianto è fermo per motivi organizzativi:
 - Mancanza di materiali nonostante siano disponibili nel magazzino.
 - esistono degli ordini di produzione che richiedono la macchina, ma i prodotti sono ancora ad una fase precedente.

Disponibilità A

Possiamo calcolare la disponibilità con la seguente formula:

$$A = \frac{T - MO - MM - SC - F - G}{T - MO - MM - SC}$$

IN PIU'

Disponibilità

$A \leq 1$

$A = 1$ se $F = G = 0$

1.3 Flessibilità e versatilità nei sistemi produttivi

La **Flessibilità** solitamente fa riferimento a diversi ambiti del processo produttivo, come al personale, agli impianti, tecnologie, perfino le strutture.

DISPONIBILITA'

$$A = \frac{T - MO - MM - SC - G - F}{T - MO - MM - SC}$$

CAPACITA' DI TARGA

CAPACITA' TEORICA

$$P_t = \textcircled{PT} \cdot A \quad [UNITA'/ORA]$$

UNITA' PRODUCIBILI
MIX DI PROD.

$$NP = \sum_i \left[\overset{??}{\textcircled{RS_i}} (\underset{\substack{\text{Prod} \\ \text{Buona}}}{\textcircled{PB_i}} + \underset{\substack{\text{Prod} \\ \text{Scarto}}}{\textcircled{PS_i}}) \right] [UNITA']$$

IN UN INSIEME DI
PERIODI i

1.3 Flessibilità e versatilità nei sistemi produttivi

La **Flessibilità** solitamente fa riferimento a diversi ambiti del processo produttivo, come al personale, agli impianti, tecnologie, perfino le strutture.

La **Versatilità**, invece, fa riferimento **solo ed unicamente** ai macchinari ed agli impianti.

La versatilità e la flessibilità sono necessari per poter far fronte a **rapidi cambiamenti**.

Misuriamo la flessibilità in termini di **tempi** e di **costi**:

- **Flessibilità statica** : in questo caso il processo di produzione **non è ancora partito** ; questa è la capacità del sistema di riassortire in tempi e costi contenuti i prodotti
Maggiore è il numero di prodotti che si riesce a riassorbire maggiore sarà la flessibilità
- **Flessibilità dinamica** : ovvero la capacità di **industrializzare un nuovo prodotto** quando il sistema sta già producendo un altro prodotto. Capiamo quindi che è detta "*dinamica*" perché il sistema è già avviato alla produzione di *un altro* prodotto.
- **Flessibilità di Mix** : ovvero la capacità di cambiare "il mix" di prodotti con tempi e costi contenuti
- **Flessibilità di volume**: ovvero la capacità **di incrementare** il volume di produzione (il che è relativamente semplice andando ad esempio ad aumentare il numero di macchine) **senza incidere troppo sui costi e sui tempi** .

Per quanto riguarda l'ultimo punto, ci sono diversi modi per aumentare il volume di produzione:

- Aumentare i turni dei lavoratori
- Acquistare nuove macchine
- Subappaltare il lavoro

Dobbiamo però mantenere uguale (o molto simile) il **costo unitario** dell'oggetto:
questo è il **costo effettivo** del **singolo** prodotto finito. Se riusciamo ad aumentare il volume senza aumentare anche il prezzo del singolo prodotto, allora **abbiamo un'alta flessibilità di volume**.

Misurare la flessibilità

Possiamo anche misurare la flessibilità:

- **Statica** : si misura in **Lead Time** di consegna: "il tempo necessario per la consegna dei prodotti con l'impianto riconfigurato". Con questo si intende che il prodotto non deve solo essere prodotto, ma anche consegnato al cliente.
In questo caso il sistema deve solo essere **riconfigurato** ; questa è un'operazione relativamente semplice visto che il processo di produzione non è ancora partito (non bisogna arrestare il processo di produzione come nel caso successivo).
- **Dinamica**: L'impianto deve essere **riconvertito** , quindi misuriamo la **convertibilità** , che è misurata da un tempo detto **Time to market** : questo valore misura il tempo che impiega il prodotto ad essere disponibile sul mercato (e non solo prodotto!).
Questa operazione è più complessa e dispendiosa, visto che il processo di produzione deve essere arrestato. Questo tempo aggiuntivo necessario all'arresto è detto **tempo di inattività** .
- **Di Volume**: in questo caso misuriamo la flessibilità con un valore detto **break-even-point** .