

Università di Tor Vergata

Dipartimento di Ingegneria dell'Impresa «Mario Lucertini»

CORSI DI

PROTOTIPAZIONE VIRTUALE – Ing. Gestionale

**PROTOTIPAZIONE VIRTUALE E
SIMULAZIONE DEI SISTEMI MECCANICI** –
Ing. Meccanica

BIOPROTESI – Ing. Medica

P0: Introduzione ai corsi

Pier Paolo Valentini @ 2020

I corsi

- ✓ I corsi vogliono offrire agli studenti una **conoscenza approfondita** sulle **metodologie** e gli **strumenti** a supporto delle attività di ingegneria assistita dal calcolatore prevedono una serie di lezioni frontali (**in questo a.a. in modalità a distanza**), una serie di esercitazioni e un progetto di gruppo, specifico per i corsi.
- ✓ I contenuti dei tre corsi si distinguono in base alle specifiche esigenze curriculari (6 c.f.u. PV, 12 c.f.u. PVSSM, 6 c.f.u. Bioprotesi). I corsi prevedono l'addestramento su software commerciale diffuso in realtà industriali.
- ✓ Il corso di PV è svolto dal prof. P.P. Valentini. I corsi di PVSSM e Bioprotesi sono mutuati e svolti in **codocenza** (Prof. P.P. Valentini e Prof. E. Pennestrì). Ciascun docente è responsabile per gli argomenti di sua competenza (lezioni, ricevimenti, esercitazioni)
- ✓ Tutte le informazioni dei corsi (programmi, orari e argomenti lezioni, ricevimenti, esami, testi consigliati, etc.) possono essere trovate sul sito:

<http://dmmf.mec.uniroma2.it/CorsiPV.htm>

<http://dmmf.mec.uniroma2.it/CorsiPVSSM.htm>

<http://dmmf.mec.uniroma2.it/CorsiBioprotesi.htm>

Perchè nella stessa aula virtuale?

- ✓ E' assolutamente necessario che un ingegnere moderno possieda nel suo bagaglio delle conoscenze per l'impiego di attuali strumenti assistiti dal calcolatore (modellazione geometrica, simulazioni ed analisi tecnico-economiche).
- ✓ Essi rappresentano un linguaggio comune per lo sviluppo e la gestione di processi e progetti che deve essere posseduto
- ✓ I corsi prevedono una **base comune di conoscenze** e una serie di **personalizzazioni** in base al proprio curriculum. Ad esempio, gli allievi di ing. gestione affronteranno tematiche di costi ed ottimizzazioni prodotto, gli allievi di ing. meccanica si concentreranno sullo sviluppo e simulazione di prodotti industriali, mentre gli allievi di ing. medica si concentreranno su protesi e dispositivi medicali.
- ✓ Per questo, **alla fine di ogni settimana verrà pubblicato sulle pagine dei corsi l'orario delle lezioni della settimana successiva.**
- ✓ La convivenza nella stessa aula, seppur virtuale, oltre a semplificare l'erogazione dei contenuti comuni vuole favorire l'interazione e lo scambio tra studenti con percorsi culturali differenti.

La didattica a distanza (a.a. 2020-2021)

- ✓ In ottemperanza alle line guida di Ateneo, **i corsi verranno impartiti in modalità a distanza.**
- ✓ Per ciascun corso è stato creato un canale Microsoft Teams nel quale collezionare il materiale didattico e le discussion sui vari argomenti. L'iscrizione al canale passa attraverso il portale Delphi.
- ✓ Le lezioni saranno convocate mediante riunioni Teams, nel rispetto degli orari previsti dal calendario accademico.
- ✓ I ricevimenti saranno anch'essi svolti a distanza mediante richieste via chat di Teams o discussioni aperte sui vari canali.
- ✓ Gli esami saranno svolti in modalità telematica secondo regolamenti che verranno condivisi in seguito.
- ✓ **Qualora le line guida di Ateneo rendessero possibili altre modalità didattiche, le modalità di erogazione di lezioni e ricevimenti e di svolgimento degli esami potranno subire variazioni.**

Argomenti dei corsi in grandi linee

PROTOTIPAZIONE VIRTUALE

- ✓ Elementi geometrici di modellazione (curve e superfici)
- ✓ Modellazione solida
- ✓ Modellazione con superfici
- ✓ Ingegneria inversa
- ✓ Assiemi e complessivi
- ✓ Analisi dei costi assistita dal calcolatore
- ✓ Resa fotorealistica

PROTOTIPAZIONE VIRTUALE E SIMULAZIONE DEI SISTEMI MECCANICI

- ✓ Elementi geometrici di modellazione (curve e superfici)
- ✓ Modellazione solida
- ✓ Modellazione con superfici
- ✓ Ingegneria inversa
- ✓ Assiemi e complessivi
- ✓ Messa in tavola
- ✓ Simulazione del movimento
- ✓ Resa fotorealistica
- ✓ Prof. Pennestrì → dinamica computazionale

BIOPROTESI

- ✓ Modellazione solida
- ✓ Modellazione con superfici
- ✓ Ingegneria inversa
- ✓ Assiemi e complessivi
- ✓ Simulazione del movimento
- ✓ Prof. Pennestrì → richiami di cinematica del corpo umano
- ✓ Prof. Pennestrì → cinematica e dinamica computazionale

Dall'a.a. 2020-2021 Gli argomenti di Ingegneria Inversa sono posticipati nel corso di TAPAC – Tecniche Avanzate di Progettazione Assistita dal Calcolatore (2° semestre, facoltativo).

I corsi avanzati

Le tematiche della prototipazione saranno poi approfondite in corsi facoltativi attivi nel secondo semestre.

TECNICHE AVANZATE PER LA PROGETTAZIONE ASSISTITA DAL CALCOLATORE

TECNICHE AVANZATE PER LA PROGETTAZIONE DI DISPOSITIVI PROTESICI

- ✓ Modellazione avanzata assistita dal calcolatore: Tecniche di modellazione di forme organiche. Superfici di suddivisione, sculpting, modellazione diretta. Modellazione per la stampa 3D.
- ✓ Ingegneria Inversa. Metodologie di ricostruzione delle forme geometriche a partire da oggetti reali. Sistemi di scansione. Processamento della nuvola di punti acquisiti. Ricostruzione funzionale e organica.
- ✓ Progettazione e simulazione avanzata dei meccanismi: Meccanismi cedevoli. Modelli cineto-dinamici pseudo-rigidi. Simulazione di meccanismi cedevoli con tecniche multibody.
- ✓ Tecniche di ottimizzazione topologica e morfologica di componenti e meccanismi. Tecniche di ottimizzazione delle forme: ottimizzazione topologica e modellazione generativa. Strutture lattiginose. Richiami al metodo degli elementi finiti. Ottimizzazioni strutturali.
- ✓ Tecniche avanzate di simulazione immersiva e interattiva. Realtà Virtuale e Aumentata. Sistemi aptici a ritorno di forza.

Gli esami

✓ Sono previste sei prove d'esame così articolate:

2 prove a fine corso (gennaio-febbraio 2021)

2 prove a fine secondo semestre (giugno-luglio 2021)

2 prove di recupero a settembre 2021

✓ Per il corso di Prototipazione Virtuale:

- Una prova pratica applicativa (al calcolatore) sull'impiego di programmi di modellazione assistita dal calcolatore.

✓ Per il corso di PVSSM:

- Una prova pratica applicativa (al calcolatore) sull'impiego di programmi di modellazione e simulazione assistita dal calcolatore
- Una prova scritta (domande teoriche ed esercizi) su tutti gli argomenti del corso

✓ Per il corso di Bioprotesi:

- Una prova scritta (domande teoriche ed esercizi) su tutti gli argomenti del corso

✓ In caso di sufficienza alla prova/prove scritte, **al voto finale contribuirà la valutazione del progetto di gruppo svolto durante il corso.** Il progetto di gruppo potrà essere presentato anche per gli anni accademici futuri

La valutazione degli esami

- ✓ Per il corso di Prototipazione Virtuale:

VOTO FINALE = VOTO PROVA APPLICATIVA
(30 punti) + VOTO PROGETTO (0-4 punti)

- ✓ Per il corso di PVSSM:

VOTO FINALE = (VOTO PROVA TEORICA (30 punti) +
VOTO PROVA APPLICATIVA (30 punti)) / 2 + VOTO
PROGETTO (0-4 punti)

- ✓ Per il corso di Bioprotesi:

VOTO FINALE = VOTO PROVA APPLICATIVA
(max 27 punti) + VOTO PROGETTO (0-4 punti)

E' possibile presentare una revisione del progetto
dopo la consegna per migliorare la valutazione.

Lezioni PVSSM e Bioprotesi

✓ Il corso di Prototipazione Virtuale e Bioprotesi sono corsi estensivi (su tutto il semestre), mentre il corso di PVSSM è intensivo. Inoltre occorre differenziare parte del programma per i tre corsi, secondo le esigenze curriculari.

✓ Al fine di facilitare la frequenza alle lezioni di interesse per gli studenti che devono sostenere l'esame di Bioprotesi, nonché per quelli che devono sostenere solo un'integrazione, **settimanalmente sarà reso noto sul canale MS-Teams il programma delle lezioni della settimana successiva**, specificando la tipologia di argomenti trattati e a quali corsi si riferiscono.

✓ Ad esempio per questa settimana:

Mercoledì 23 settembre: Introduzione al corso + Argomenti Prof. P.P. Valentini
→ PV + PVSSM + Bioprotesi

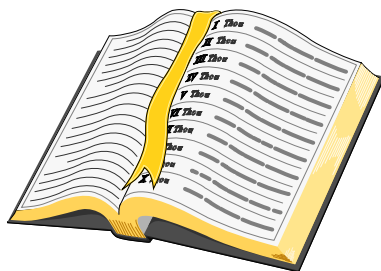
Giovedì 24 settembre: Argomenti Prof. P.P. Valentini → PV + PVSSM

Venerdì 25 settembre: Argomenti Prof. E. Pennestrì → Bioprotesi

Parte I: Materiale e testi consigliati

- ✓ Visto il carattere applicativo del corso è richiesta la conoscenza e l'utilizzo del calcolatore elettronico.
- ✓ **E' fondamentale prevedere l'istallazione di una versione recente (>2016) del pacchetto Solidworks**

Testi consigliati (anche biblioteca):

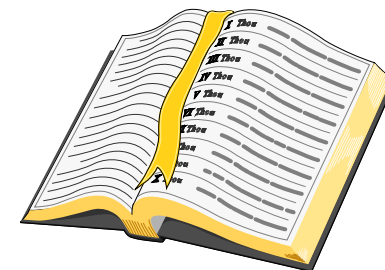


- ✓ E. Chirone, S. Tornincasa, "Disegno Tecnico Industriale" vol. 1 e 2 – Ed il Capitello – Torino. (contiene esercizi di utilizzo del sw Solidworks)
- ✓ Kuang-Hua Chang "E-Design", Academic Press, Elsevier
- ✓ Farin G. "Curves and Surfaces for CAGD", Morgan Kaufmann Pub., USA
- ✓ Piegel L., Tiller W. "The Nurbs Book", Springer
- ✓ **Dispense a cura del docente (caricate sul canale Teams)**

Elenco Dispense – Prof. Valentini

Dall'a.a. 2015-2016 I programmi dei corsi sono stati profondamente rivisti. Le dispense aggiornate verranno condivise sul canale Teams di volta in volta

- ✓ P1. Introduzione alla prototipazione virtuale → PV + PVSSM + BIOPROTESI
- ✓ P2. La modellazione geometrica → PV + PVSSM + BIOPROTESI
- ✓ P3. La rappresentazione formale delle geometrie → PV + PVSSM
- ✓ T1. La schematizzazione delle curve → PV + PVSSM
- ✓ T2. La schematizzazione delle superfici → PV + PVSSM
- ✓ T3. Elementi di geometria differenziale di curve e superfici → PV + PVSSM
- ✓ ~~P13. Ingegneria Inversa → PV + PVSSM + BIOPROTESI~~
- ✓ P16. Analisi dei costi → PV
- ✓ Esercizi applicativi → PV + PVSSM



Dall'a.a. 2020-2021 Gli argomenti di Ingegneria Inversa sono posticipati nel corso di TAPAC – Tecniche Avanzate di Progettazione Assistita dal Calcolatore (2° semestre, facoltativo).

Parte I: Recapito docente



Prof. Pier Paolo Valentini

Dipartimento di Ingegneria dell'Impresa "Mario Lucertini"

Via del Politecnico, 1 – 00133 Roma

Tel. +39 06 7259 7137

Email valentini@ing.uniroma2.it

Sito internet del gruppo di prototipazione e disegno:

<http://dmmf.mec.uniroma2.it>

Ricevimento PV, PVSSM e Bioprotesi: mediante chat MS-Teams

Progetto di gruppo Prototipazione Virtuale

- ✓ **Scopo:** Esercitarsi a disegnare e analizzare possibili varianti in ambiente CAD un prodotto consumer con funzionalità estetica composto da un giusto numero di parti opportunamente montate e preparare una relazione tecnica di documentazione
- ✓ **Tema:** libero da concordare con il docente (es. piccoli elettrodomestici, apparecchiature di bellezza, fitness)
- ✓ **Gruppi:** composti da 2 (o max 3) studenti. Studenti singoli saranno accorpati d'ufficio
- ✓ **Scadenze:** Entro 23 ottobre (meglio prima) composizione gruppi (+ email) e idee progetti (3-4 pagine con foto e descrizioni). Progetto completo da presentare entro 21 gennaio 2021.
- ✓ **Presentazione:** CD/DVD con tutto il materiale elettronico

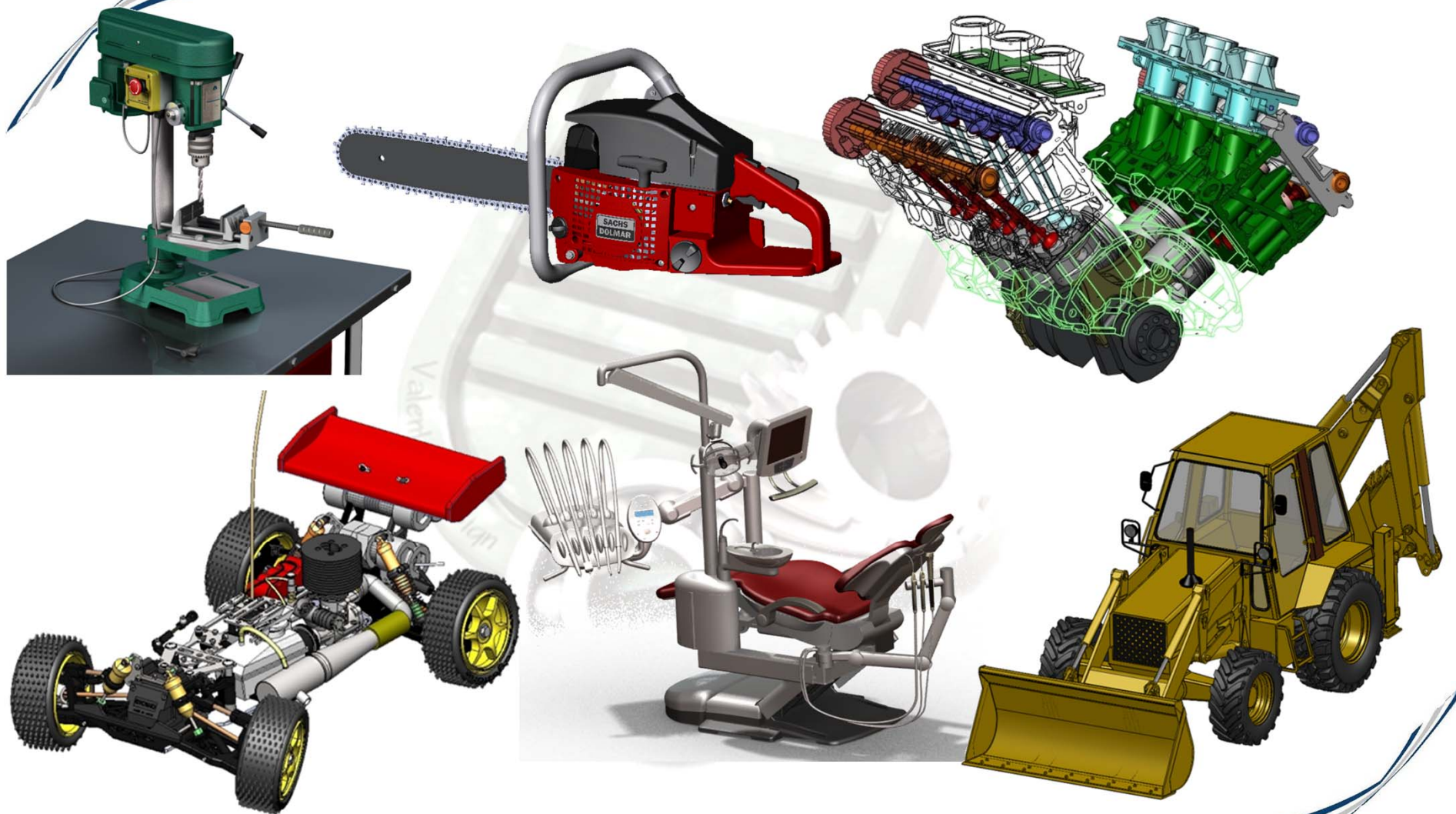
Esempi di prodotti di consumo



Progetto di gruppo PVSSM

- ✓ **Scopo:** Esercitarsi a disegnare e simulare in ambiente CAD un complessivo meccanico composto da numerose parti opportunamente montate e preparare una documentazione tecnica di supporto
- ✓ **Tema:** libero da concordare con il docente (es. Elettrodomestici, attrezzi sportivi, parti motore, modelli in scala)
- ✓ **Gruppi:** composti da 2 a 3 studenti. Studenti singoli saranno accorpati di ufficio
- ✓ **Scadenze:** Entro 23 ottobre (meglio prima) composizione gruppi (+ email) e idee progetti (3-4 pagine con foto e descrizioni). Progetto completo da presentare entro 21 gennaio 2021.
- ✓ **Presentazione:** CD/DVD con tutto il materiale elettronico

Esempi di progetti degli anni precedenti



Progetto di gruppo Bioprotesi

✓ **Scopo:** Esercitarsi a disegnare e simulare in ambiente CAD una protesi/ortesi o di un dispositivo di interesse biomedico da analizzare e simulare a partire da uno studio brevettuale. Prendere dimestichezza con i principali componenti nella pratica industriale

✓ **Tema:** unico per tutti i gruppi:

Studio, modellazione, ottimizzazione e simulazione del dispositivo oggetto del brevetto **US6277057**

Saranno previste delle personalizzazioni assegnate a ciascun gruppo.

✓ **Gruppi:** composti da 2-3 studenti. Gli studenti singoli saranno accorpati

✓ **Scadenze:** Entro 23 ottobre (meglio prima) composizione gruppi (+ email). Progetto completo da presentare entro 21 gennaio 2021.

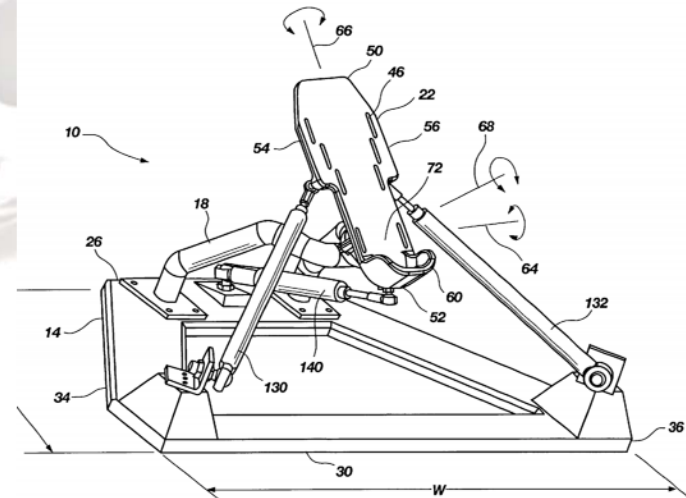
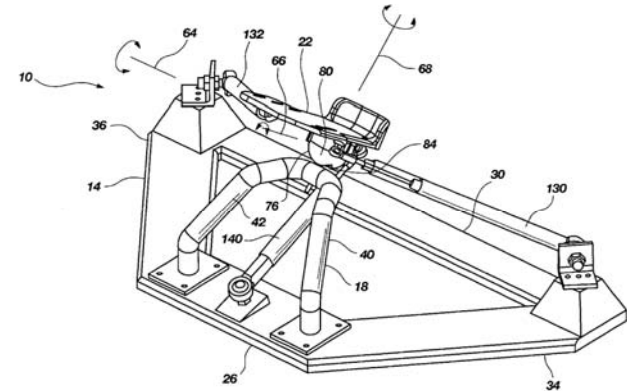
✓ **Presentazione:** CD/DVD con tutto il materiale elettronico.

Il dispositivo del brevetto US6277057

Si tratta di un dispositivo riabilitativo della caviglia.

Viene descritto il funzionamento e alcune possibili implementazioni costruttive.

- ✓ Leggere con attenzione il brevetto, capendo sia il funzionamento generale sia il ruolo di ciascun componente.
- ✓ Scegliere una delle implementazioni (quella principale o più dettagliata)
- ✓ Ragionare sulle regole di montaggio (perni, snodi, viti, dadi ecc.) che rappresentano uno standard nel settore industriale.
- ✓ Proporre una soluzione DIMENSIONANDO i vari componenti nel rispetto della funzionalità anatomica, a quella meccanica e ai requisiti specifici (valutazioni cinematiche e dinamiche).
- ✓ Ulteriori indagini verranno assegnate a metà corso individualmente a ciascun gruppo (ad esempio modellazione anatomica, scelta di componenti da catalogo, etc...)



Saper leggere un brevetto

☑ I brevetti sono disponibili per la consultazione nelle banche dati nazionali e/o internazionali:

[http:// www.uspto.gov](http://www.uspto.gov)

<http://www.google.com/?tbs=pts>

<http://www.epo.org/searching/free/espacenet.html>

☑ Il brevetto contiene le informazioni “giuste” per proteggere tutti gli aspetti di un’idea ma per non svelarne anche tutti i dettagli.

☑ Generalmente è composto da una breve parte di stato dell’arte, una descrizione e una serie di rivendicazioni (una lista di ciò che protegge il brevetto, varianti incluse).

☑ Il brevetto va studiato (bene!) per comprendere il funzionamento e le particolarità. Le immagini aiutano la comprensione, ma vanno sempre interpretate con spirito ingegneristico.

