

# PROGRAMMA DETTAGLIATO DEL CORSO DI DISEGNO DI MACCHINE A.A. 2011/2012

Docente: Prof. Ing. Roberto Muscia

## **- Introduzione al corso**

Finalità ed impostazione generale: il disegno come linguaggio grafico per la comunicazione delle informazioni tecniche e sua funzione come mezzo di rappresentazione e di modellazione dei prodotti industriali per la progettazione e produzione. Significato esteso del “documento” disegno. Problematiche connesse alle rappresentazioni grafiche bidimensionali e tridimensionali, utilità della conoscenza di base del disegno tecnico in relazione all’uso del CAD. Obiettivi finali del corso: a) conoscenza e capacità di scelta/integrazione dei vari tipi di disegno tecnico nell’ambito industriale, b) conoscenza e rappresentazione normata dei principali organi di macchina c) lettura, interpretazione e stesura di un disegno tecnico di progetto secondo la normativa UNI, d) sviluppo razionale dell’iter progettuale di un dispositivo con l’uso adeguato dell’ opportuna rappresentazione grafica tecnica.

## **- Geometria descrittiva, Costruzioni geometriche e Metodi grafici di visualizzazione**

Richiami di geometria elementare: curve coniche dal punto di vista della geometria descrittiva, ovali ed ovoli, curve armoniche, evolvente di cerchio, spirali, cicloidi, epicicloidi ed ipocicloidi, altre curve piane. Nozioni sul proiettare e secare, piano di proiezione, piano e retta proiettanti, centro di proiezione, definizioni di proiezioni prospettica, ortogonale e di assonometria. Cenno alla teoria mongiana: piani geometrici, quadro, di profilo, primo, secondo e terzo proiettante, proiezioni ortogonali della retta, del punto e del piano.

Tipi di poligoni. Definizione di solidi poliedrici e non poliedrici e relative sezioni piane. Intersezioni delle superfici dei solidi poliedrici. Eliche ed elicoidi, definizione delle superfici rigate, superfici di rotazione. Determinazione delle intersezioni delle superfici dei solidi non poliedrici con i metodi dei piani ausiliari. Concetto di sviluppabilità di una superficie, metodi per lo sviluppo delle superfici di solidi non poliedrici (metodi dei solidi e dei triangoli approssimanti).

## **- Le principali norme del Disegno Tecnico**

Formati, iscrizioni e piegature dei disegni (UNI 936, 938), tipi e grossezze delle linee (UNI 3968), tipi e dimensioni dei caratteri (UNI 7559). Cartigli e organizzazione del disegno (UNI 8187). Scale dimensionali: definizione, scelta della scala, indicazione (UNI 3967). Le proiezioni ortogonali unificate (UNI 3970). Proiezioni assonometriche unificate (UNI 4819) e cenno proiezioni prospettiche unificate (UNI 7349-74). Sezioni (UNI 3971) e tratteggi per la rappresentazione convenzionale dei materiali (UNI 3972). Convenzioni particolari di rappresentazione (UNI 3977). Rappresentazione convenzionale delle filettature (UNI 3978), serie numeri normali di Renard e relativa utilizzazione nel disegno tecnico (UNI 2017). Quotatura dei disegni, linee di misura e di riferimento e linee per indicazioni particolari (UNI 3973), sistemi di quotatura e scelta dei riferimenti, quote e loro disposizione (UNI 3974). Convenzioni particolari di quotatura (UNI 3975).

## **- Cenno ai materiali meccanici**

Fattori che condizionano la scelta del materiale. Nozioni di base sulle caratteristiche meccaniche e tecnologiche dei materiali: curve sforzo-deformazione per acciai e ghise a trazione/compressione, carichi di rottura a trazione, snervamento e proporzionalità, definizione del modulo di Young. Durezze Brinell, Vickers e Shore, resilienza, concetto di resistenza a fatica e a termine, nozione di limite di fatica. Cenni sulla struttura metallografica e cristallina degli acciai, cenno al diagramma Ferro-Carbonio e ai trattamenti termici di cementazione, tempra, bonifica e rinvenimento. Cenno alla

definizione, classificazione e designazione degli acciai secondo UNI EN 10020 e UNI EN 10027, simboli addizionali ECISS - CI10. Ghise: ghise bianche, ghise grigie, ghise meehanite, ghise sferoidali, ghise malleabili, ghise speciali. Designazione delle ghise secondo le norme UNI. Ottoni, bronzi, materiali antifrizione, leghe dall' alluminio, leghe del magnesio, leghe dello zinco. Caratteristiche ed impieghi dei principali tipi di lega e loro designazioni secondo le norme UNI. Cenni sui principali tipi di materie plastiche, elastomeri e materiali lignei.

### **- Cenni sulle principali lavorazioni meccaniche in relazione al Disegno Tecnico**

Classificazione dei procedimenti di lavorazione, relazione tra forma da ottenere e lavorazione, fattori da considerare per la scelta del processo di lavorazione. Nozioni di fonderia e classificazione dei procedimenti di formatura: in forma di terra, a guscio, cold-box, microfusione a cera persa, in conchiglia (per gravità, sottovuoto, pressofusione), per colata centrifuga. Disegno dei pezzi prodotti per fusione in relazione agli angoli di spoglia e al ritiro. Nozioni sulle lavorazioni per deformazione plastica e relativa classificazione: laminazione, estrusione, trafilatura, forgiatura. Disegno dei pezzi prodotti per stampaggio in relazione agli arrotondamenti e agli angoli di spoglia, rappresentazione semplificata di particolari ottenuti per fusione o stampaggio secondo ISO 10135-1994. Lavorazione delle lamiere: taglio e punzonatura, deformazione libera a freddo (piegatura e calandratura), imbutitura, lavorazioni speciali. Disegno dei pezzi ottenuti con imbutitura. Lavorazioni con asportazione di materiale: con taglianti a geometria definita (tornitura, foratura, alesatura, fresatura, piallatura, brocciatura, stozzatura, dentatura), con taglianti a geometria indefinita (rettificazione, lappatura, sabbiatura), con metodi non convenzionali (elettroerosione, laser, jet cutting, ultrasuoni, elettrochimica). Zigrinatura o godronatura e relativa rappresentazione semplificata a disegno secondo UNI 149. Il disegno dei fori in generale. Disegno dei pezzi ottenuti per stozzatura e brocciatura. Disegno dei pezzi rettificati (estensione della zona rettificata, gole di scarico unificate UNI 4388/86-75). Rappresentazione grafica e designazione unificate secondo UNI 8189 dei fori da centro. Cenni al controllo numerico con uso abbinato di programmi CAD/CAM. Cenni alla metrologia di officina e ai relativi strumenti di misura (strumenti misuratori, strumenti di controllo fissi o calibri fissi, strumenti comparatori).

### **- Tolleranze di lavorazione 1**

Definizioni e generalità riguardanti le tolleranze dimensionali. Accoppiamenti: giochi ed interferenze. Sistema di tolleranze ISO, temperatura di riferimento, campo di applicazione. Gruppi dimensionali nominali, unità di tolleranza, qualità di tolleranza, scostamenti fondamentali e posizione delle tolleranze, regola generale e regola speciale. Accoppiamenti albero base - foro base, controlli e strumenti di misura, criteri di scelta degli accoppiamenti.

### **- Tolleranze di lavorazione 2**

Indicazione delle tolleranze nei disegni. Quote senza indicazione di tolleranza, tolleranze generali. Serie e catene di quote tollerate, quote ausiliarie. Tolleranze geometriche di forma e di posizione secondo UNI 7226/1 ISO 1101: caratteristiche e simboli relativi, indicazioni a disegno, definizione della zona di tolleranza. Principio del massimo materiale.

### **- Errori geometrici delle superfici**

Distinzione tra errori microgeometrici e macrogeometrici. Conseguente definizione del concetto di rugosità. Definizione e classificazione della superficie, della sezione, dei profili delle irregolarità della superficie secondo UNI. Rugosità della superficie: prescrizione della rugosità secondo UNI, termini e definizioni, valori da prescrivere in relazione al processo di produzione, parametri di rugosità di altre norme (AA, CLA, RMS), relazione tra rugosità massima e tolleranze. Indicazione dello stato della superficie sui disegni secondo UNI.

### **- Tipi diversi di Disegno Tecnico**

Disegno di progetto, di pezzo finito, di fabbricazione. Nozione di complessivo, gruppo, sottogruppo, particolare e relativa organizzazione del “documento” disegno. Quotatura funzionale, di fabbricazione e di controllo. Problema del trasferimento di quote.

### **- Il Disegno Tecnico per progettare**

Funzioni meccaniche elementari e coppie cinematiche. Modalità di utilizzo razionale dello schema funzionale e della rappresentazione semplificata nella progettazione meccanica. Relazioni tra schema funzionale, rappresentazione semplificata, disegno di progetto e verifiche strutturali.

### **- Alcuni organi di macchine e relative rappresentazioni normate**

#### Collegamenti meccanici

Le filettature: generalità, elementi geometrici delle filettature, definizioni. Filettature metrica ISO, Whitwork, Gas cilindrica e conica, trapezia, a denti di sega, cenno alle BA, ACME, tonde ed autofilettanti. Modalità di designazione unificate secondo UNI. Distinzione delle viti di serraggio da quelle di manovra. Modalità di rappresentazione tecnica unificata degli elementi filettati (rappresentazione reale, convenzionale e schematica per dadi e teste delle viti). Collegamenti con viti: con vite mordente, con bullone, con prigioniero. Disegno dei collegamenti citati. Tipi vari di viti e dadi unificati, fori passanti unificati per viti, rosette e piastrine unificate, dispositivi antisvitamento e relativo principio di funzionamento. Classificazione generale dei collegamenti meccanici in funzione di: a) forma delle superfici dei pezzi da collegare, b) caratteristiche costruttive (collegamenti elastici e rigidi), c) principio meccanico o tecnologico utilizzato per realizzare il collegamento (per fusione ed incollaggio, per attrito ed ostacolo, per ostacolo, per attrito). Esempi dei collegamenti citati realizzati con organi di macchine disegnati secondo le prescrizioni dell' UNI (introduzione all' accoppiamento conico, al profilo scanalato, agli anelli elastici, alle linguette, alle chiavette, alle spine, alla chiodatura). Analisi del principio di funzionamento delle chiavette e delle linguette (a disco e non), uso appropriato delle stesse, tipi unificati e relativa modalità di rappresentazione grafica unificata del collegamento, designazioni unificate. Chiavette tangenziali, modalità di rappresentazione grafica unificata del collegamento, principio di funzionamento. Quotatura di cave per linguette e chiavette. Estremità d' albero unificate e modalità di calettamento del relativo mozzo. Accoppiamenti scanalati: modalità di centraggio e unificazione, rappresentazioni grafiche unificate. Definizioni di conicità, rastremazione ed inclinazione, relativa quotatura unificata con applicazione agli organi meccanici. Perni, spine e biette: definizioni, modalità d' uso, funzionamento, disegno e quotatura unificate, esempi d' uso. Chiodature: principio di funzionamento, tipi di chiodi, rivetti e ribattini, rappresentazione unificata, esempi di giunti chiodati. Saldature: definizioni, procedimenti di saldatura unificati e relative caratteristiche, rappresentazione grafica unificata dei giunti saldati, designazione e quotatura, esempi di giunti saldati.

#### Ruote dentate

Ruote di frizione, generalità, ruote cilindriche e cuneiformi, ruote coniche, rapporto di trasmissione. Applicazione dell' evolvente di cerchio per la generazione del profilo dei fianchi dei denti delle ruote dentate a denti dritti, definizione della retta d' azione e dell' angolo di pressione, proporzionamento normalizzato della dentatura. Ruote dentate cilindriche, coniche e ingranaggi, indicazioni generali, rappresentazione convenzionale unificata, criteri di scelta del tipo di ingranaggio. Problema del numero minimo di denti e dell' interferenza (trattazione qualitativa), rapporto di trasmissione, cenno alle dentature corrette e scopo della correzione. Dentiera di riferimento normalizzata, organizzazione del disegno del particolare ruota dentata cilindrica a denti dritti secondo UNI 7462. Generazione concettuale di una ruota dentata cilindrica a denti elicoidali. Scopo e definizione della ruota dentata ideale associata alla ruota dentata cilindrica a denti elicoidali. Grandezze geometriche caratteristiche. Organizzazione del disegno del particolare ruota dentata

cilindrica a denti elicoidali secondo UNI 7462. Generazione concettuale delle ruote dentate coniche a denti dritti (evolvente sferica, approssimazione di Tredgold). Scopo e definizione della ruota dentata ideale associata alla ruota dentata conica a denti dritti. Organizzazione del disegno del particolare ruota dentata conica a denti dritti secondo UNI 7463. Trattazione qualitativa delle forze mutuamente scambiate tra due ruote dentate ingranate. Identificazione della direzione e del verso delle forze scaricate dalla singola ruota dentata sull' albero su cui è calettata.

### Cuscinetti volventi

Cenno ai supporti e ai cuscinetti a strisciamento (bussole antifrizione), cenno alla sostentazione idrodinamica nei perni portanti e spingenti. Cuscinetti volventi: principio di funzionamento, elementi e dimensioni caratteristiche di un cuscinetto a sfere, materiali utilizzati, tipi di cuscinetti volventi radiali, obliqui, assiali e speciali con disegno semplificato e rappresentazione simbolica. Criteri di scelta del cuscinetto volvente (in relazione a: ingombro, carico, allineamento dei supporti, velocità angolare di rotazione, precisione, rigidità). Cuscinetti volventi radiali che generano spinte assiali, criterio di montaggio ad "O" e ad "X", criterio generale di bloccaggio degli anelli per cuscinetti radiali e radiali-assiali. Tolleranze più comuni per il calettamento dei cuscinetti radiali e radiali-assiali. Prescrizione delle tolleranze geometriche sulle sedi dei cuscinetti volventi radiali e radiali-assiali. Cenno alla normazione dei cuscinetti volventi. Disegno e montaggio di cuscinetti radiali, rigidi a sfere e a rulli (rappresentazioni grafiche a norma UNI di soluzioni progettuali). Utilizzazione di spallamenti e raccordi per il disegno delle sedi dei cuscinetti radiali, rigidi, a sfere e a rulli e fissaggio assiale degli stessi. Soluzioni di fissaggio assiale-radiale dei cuscinetti con foro conico con e senza uso di spallamenti. Disegno e montaggio di cuscinetti radiali, rigidi a rullini. Gioco all' interno del cuscinetto e compensazione. Disegno e montaggio di cuscinetti radiali obliqui e a rulli conici (montaggio a contrasto ad "O" e ad "X"). Registrazione del gioco nei cuscinetti volventi radiali obliqui. Disegno degli spallamenti per i cuscinetti a rulli conici e registrazione del gioco. Cuscinetti obliqui a sfere ad una corona di sfere per montaggio in coppia (caratteristiche e disegno delle soluzioni progettuali). Cuscinetti a due corone di sfere. Disegno e montaggio dei cuscinetti assiali, modalità di funzionamento ed esempi di utilizzazione. Estrattori. Protezione dei cuscinetti volventi: organi di tenuta. Criteri di scelta dei dispositivi di protezione. Alcuni tipi di tenute (striscianti e non striscianti). Cuscinetti stagni. Disegno e funzionamento dei vari tipi di tenute. Lubrificazione dei cuscinetti volventi: a grasso e a olio (a bagno, a circolazione, ad iniezione sotto pressione, a nebbia). Disegno di soluzioni progettuali che utilizzano i vari tipi di lubrificazione, pregi e difetti.

### Giunti

Tipi principali di giunti e innesti per la trasmissione del moto rotatorio.

### *ESERCITAZIONI*

E' prevista l'esecuzione di nove tavole preparatorie di difficoltà graduata e crescente. Le tavole richieste sono elaborate preliminarmente a livello di schizzi e successivamente vengono eseguite, secondo la normativa UNI discussa a lezione, in modo preciso, ma con l'ingrossatura a mano libera. Alcune tavole vengono illustrate con l'uso di un modellatore solido di ultima generazione. Il modellatore viene fornito gratuitamente agli studenti che ne fanno richiesta ed è pure installato nei calcolatori della facoltà.

### *TESTI CONSIGLIATI*

- [1] *Disegno Tecnico Industriale*, Vol.I,II, Emilio Chirone, Stefano Tornincasa, Editore Il Capitello, Torino, Ultima edizione.  
(Testo con impostazione tecnica, sintetico, consigliato per chi non possiede alcuna cultura di base relativa al disegno tecnico industriale).

- [2] *Disegno Meccanico*, Vol.I,II,II, Andrea Mandelli, Paravia, Torino, Ultima edizione.  
(Testo con impostazione tecnica consigliato per chi possiede già una cultura tecnica di base relativa al disegno tecnico industriale, adatto per consultazione ad uso professionale).
- [3] *Disegno Meccanico*, Vol.I,II,II, G. Manfé, R. Pozza, G. Scarato, Principato Editore, Milano, Ultima edizione.  
(Testo con impostazione tecnica consigliato per chi non possiede alcuna cultura di base relativa al disegno tecnico industriale).
- [4] *Disegno di Macchine*, A. Donnarumma, UTET, Torino, Ultima edizione.  
(Testo con impostazione scientifico-tecnica consigliato per chi non possiede alcuna cultura di base relativa al disegno tecnico industriale).
- [5] *Disegno di Costruzioni Meccaniche*, Vol.I,II,III, L. Straneo, R. Consorti, Principato Editore, Milano, Ultima edizione.  
(Testo con impostazione tecnica consigliato per chi non possiede alcuna cultura di base relativa al disegno tecnico industriale).
- [6] *Disegno Tecnico*, Vol.I,II, Zocconi, Libreria Goliardica, Trieste, Ultima edizione.  
(Testo con impostazione scientifica consigliato per chi non possiede alcuna cultura di base relativa al disegno in generale).
- [7] *Catalogo Tabelle UNI in rete*: <http://webstore.uni.com/unistore/public/searchproducts?language=it>
- [8] *Dispensa di alcune parti del corso e integrazioni fotocopiate di argomenti monografici*.