

**28523 - FONDAMENTI DI MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE T-2 modulo 1**Corso di laurea: **0920 - Ingegneria dell'Automazione**Scuola di Ingegneria e Architettura, Università di Bologna, a.a. **2017-18**

Docente: DdR. Ing. Alessandro Zanarini

#	Data	Argomenti
1	2/22/2018	Introduzione al corso. Elementi di Disegno Tecnico Industriale: introduzione. Formato e piegatura dei fogli da disegno. Tipi di linee. Metodi di proiezione. Proiezioni ortogonali. Scale di rappresentazione. Metodo delle frecce di riferimento. Esempio di applicazione dei tipi di linea. Sezioni. Sezioni secondo un piano. Sezioni secondo più piani.
2	2/23/2018	Sezioni secondo superfici cilindriche di direttrice assegnata. Parti che non si sezionano. Semivista – semisezione. Sezioni ribaltate in luogo. Sezioni ribaltate in vicinanza. Tratteggio delle sezioni. Convenzioni particolari di rappresentazione.
3	2/26/2018	Quotatura. Linee di riferimento e di misura; frecce. Metodi di scrittura delle quote. Sistemi di quotatura. Quotatura in serie (o in catena). Quotatura in parallelo. Quotatura a quote sovrapposte. Quotatura combinata. Quotatura in coordinate (cartesiane o polari). Convenzioni particolari di quotatura.
4	3/1/2018	Tolleranze dimensionali. Accoppiamenti con gioco, interferenza, incerti. Sistema di tolleranze ISO. Gruppi di dimensioni nominali. Grado di tolleranza normalizzato. Posizione della tolleranza. Indicazione della tolleranza nella quotatura. Indicazione degli accoppiamenti ed accoppiamenti consigliati. Rilievi dimensionali. Calibro con nonio. Calibri fissi. Numeri normali. Rappresentazioni particolari. Filettature e organi filettati. Linguette e chiavette. Accoppiamenti scanalati. Ruote dentate. Rugosità superficiale.
5	3/8/2018	ESERCITAZIONE: Proiezioni ortogonali. ESERCITAZIONE: Semiviste e semisezioni.
6	3/9/2018	ESERCITAZIONE: quotatura dei disegni. Lettura di un complessivo
7	3/12/2018	ESERCITAZIONE: Lettura di disegni complessivi con rilievo degli aspetti funzionali e di montaggio.
8	3/15/2018	Elementi di meccanica dei materiali. Caratteristiche meccaniche. Equilibrio di un corpo soggetto a due forze assiali e a forze generiche. Sollecitazioni e deformazioni. Deformazione e scorrimento. Problema dell'equilibrio elastico. Trave di de Saint Venant. Trazione e compressione. Prova di trazione. Flessione retta; asse neutro; flessione deviata. Torsione: vari tipi di sezione. Taglio. Modello hertziano delle pressioni di contatto. Criteri di resistenza.
9	3/19/2018	Azioni interne. ESERCITAZIONE: azioni interne in un albero di trasmissione.
10	3/23/2018	Richiami su creep, tenacità, resilienza, pendolo di Sharpy, fatica. Durezza superficiale. Prova di durezza Brinell. Prova di durezza Rockwell. Prova di durezza Vickers. Profilo di micro durezza nella cementazione.
11	3/26/2018	Classificazione dei materiali. Ghisa: produzione. Ghisa grigia; ghisa sferoidale; ghisa bianca; ghisa malleabile. Acciaio: produzione; leganti principali e loro effetti. Designazione degli acciai. Principali trattamenti termici: cementazione, tempra, rinvenimento, invecchiamento, nitrurazione
12	4/5/2018	Esempio biella cementata e lettura scheda 18NiCrMo5Alluminio e leghe di Al, anodizzazione. Rame e leghe di Cu. Magnesio e leghe di Mg. Titanio e leghe di Ti. Materiali non metallici: Materie plastiche. Materiali ceramici. Materiali compositi. Diagrammi di scelta dei materiali
13	4/6/2018	Richiamo su Diagrammi di scelta dei materiali. Fonderia: generalità. Fonderia: forma e formatura; modelli; terre da fonderia; formatura a verde e a secco; fusione in conchiglia; pressofusione; microfusione. Lavorazioni plastiche a caldo e a freddo: forgiatura; laminazione;
14	4/9/2018	Lavorazioni plastiche a caldo e a freddo: estrusione; trafilatura; taglio; tranciatura; piegatura; imbutitura. Lavorazioni con asportazione di truciolo. Cenni sulla formazione del truciolo. Macchine utensili a moto di taglio rotatorio: tornio, fresatrice; trapano; alesatrice. Macchine a moto di taglio rettilineo: limatrice; stozzatrice; piallatrice; brocciatrice. La rettifica: mole abrasive; rettificatrice.
15	4/12/2018	La saldatura: generalità, scorie e ossidazione, preparazione lembi, cordone. Saldature autogene per fusione ad arco elettrico: con elettrodo rivestito; MIG; MAG; TIG; ad arco sommerso; a gas; ossidrica; ossiacetilenica; al plasma; laser; fascio elettronico; alluminotermica. Saldature autogene per pressione: per punti; a rulli; per attrito; ad ultrasuoni. Brasature: forti; dolci; saldobrasature. Rappresentazione delle saldature sui disegni tecnici. Cicli di lavorazione: definizioni e particolarità. Esempi di cicli di lavorazione.
16	4/13/2018	Cuscinetti volventi: generalità e montaggio. Tipologia: radiali a sfere; orientabili a sfere; obliqui a sfere, a rulli cilindrici; a rulli conici; assiali a sfere. Montaggio in opposizione per i cuscinetti assiali smontabili; concetti del montaggio a "O" e a "X". Cuscinetti volventi: a rullini; orientabili a rulli; a rulli conici; assiali a sfere; assiali a rulli cilindrici; assiali a rullini; assiali orientabili a rulli. Montaggio cuscinetti assiali. Capacità di carico e durata dei cuscinetti volventi: durata di base; coefficiente di carico dinamico; coefficiente di carico statico; carico dinamico equivalente. Esempio di calcolo della durata di cuscinetti radiali a sfere. Scelta dei cuscinetti volventi. Rappresentazione convenzionale dei cuscinetti volventi nei disegni tecnici.
17	4/16/2018	Guide lineari a sfere e a rulli. Viti a ricircolazione di sfere: generalità, tipi di ricircolo, rendimento; forma delle piste; rigidità; applicazioni. Viti a rulli: rulli satellite e ricircolo di rulli. Confronto con altri tipi di azionamenti per il moto rettilineo. Modellazione elastodinamica di un azionamento con vite a ricircolazione di sfere.
18	4/19/2018	Giunti: disallineamenti, scelta. Giunti rigidi: calcolo del momento flettente di un albero su due supporti, giunto a manicotto semplice e ad iniezione d'olio. Giunti rigidi: giunto Sellers, giunto a gusci, giunto a dischi/flange. Giunti deformabili torsionalmente rigidi: giunti a lamelle, giunti a elica, giunti a catena, giunti a denti. Giunti deformabili torsionalmente cedevoli: definizione e giustificazione dell'utilità. Calcolo della legge di moto di un utilizzatore collegato ad un albero motore mediante giunto torsionalmente cedevole in presenza di un carico resistente variabile. Parallelismo con vibrazioni forzate ed isolamento delle vibrazioni. Calcolo del momento motore e scelta delle caratteristiche del giunto per ridurre il disturbo dovuto al carico esterno variabile. Giunti deformabili torsionalmente cedevoli, esempi realizzativi: giunto a molle periferiche, giunto a lamine di flessione, giunto a pioli, giunto a tasselli elastici, giunti ad anelli elastici.
19	4/20/2018	Giunti mobili: giunto scanalato, giunto di Cardano. Giunti mobili: doppio giunto di Cardano, soluzione per mantenere il doppio giunto omocinetico anche in presenza di una variazione della posizione relativa tra gli alberi, giunti omocinetici a sfere, giunto Rzeppa, giunto di Oldham e calcolo della forza d'inerzia sulla croce, giunto di Schmidt e calcolo della posizione dell'elemento intermedio. Oscillazioni torsionali indotte dal giunto di Cardano: modello, approssimazione del rapporto di trasmissione, equazione differenziale del moto dell'utilizzatore, risoluzione dell'equazione del moto, integrale generale ed integrali particolari, velocità critica, esempio numerico. Effetti secondari nei giunti omocinetici: oscillazioni torsionali, coppie/forze elastiche, coppie secondarie.

20	4/23/2018	Innesti. Innessi ad accoppiamento di forma. Innessi a denti frontali: calcolo delle forze trasmesse, profili rettangolari, trapezoidali, triangolari. Innessi a denti radiali. Innessi ad attrito (frizioni): vantaggi, svantaggi, strisciamento e lavoro perduto. Frizioni piane: distribuzione delle pressioni in condizioni di slittamento ed aderenza, momento trasmesso e momento ammissibile. Frizioni piane: frizioni monodisco ad una o due superfici di contatto, frazioni a dischi multipli; lubrificazione. Scelta di una frizione: criteri di scelta, verifica di una frizione. Esempi: frizione industriale monodisco e multidisco, frizione automobilistica, parastrappi, frizione automobilistica con comando e parastrappi, frizione industriale a comando elettromagnetico monodisco, multidisco a bobina fissa e mobile. Frizioni coniche: differenze, vantaggi e svantaggi, momento d'attrito e momento trasmissibile, esempio industriale. Innesso sincronizzatore. Frizioni automatiche a forza centrifuga.
21	4/26/2018	Innessi di sopravanzo. Moti intermittenti: modalità per ottenerli. Innessi di sopravanzo ad arpionismo: schema funzionale ed utilizzi, vincolo teorico ed effettivo, soluzioni per evitare il ritorno del movente. Innessi di sopravanzo ad arpionismo: verifica della possibilità di sopravanzo, contromisure, passo morto e sua riduzione, moto intermittente a passi costanti (vantaggi e svantaggi). Innessi di sopravanzo ad attrito: schema funzionale, differenze con gli innessi ad arpionismo, limitazioni sulla coppia trasmessa, accumuli di errori. Soluzione commerciale a rulli: descrizione, coppia trasmessa, equilibrio di un rullo senza molla e cenni alla soluzione con molla, calcolo della forza/coppia limite, soluzione con puntalini. Esempi: ruota da bicicletta, meccanismo per nastro trasportatore, comando di un utilizzatore con due motori, avvitatore.
22	4/27/2018	Croce di Malta: descrizione, rapporto tra numero di scanalature-anzata angolare-raggio movente-interasse-fase attiva-coefficiente di velocità-coefficiente di accelerazione, velocità ed accelerazione del cedente (qualitative). Intermittitori a camme: descrizione e generalità. Legge di moto cicloidale con sosta intermedia. Intermittitori con perni frontali e periferici. Numero di perni in presa con moti unidirezionali e bidirezionali. Tavole girevoli con moto intermittente. Innesso oleodinamico: descrizione, pompa e turbina, principio di funzionamento. Rapporto di trasmissione, scorrimento, rendimento. Potenza dissipata. Andamento sperimentale del rendimento. Coppia trasmessa e potenza trasmessa da un innesso oleodinamico; dipendenza dalla velocità angolare e diametro della girante. Funzionamento del giunto al variare della coppia richiesta; condizione di avvio del motore. Accoppiamento del giunto idraulico con motore asincrono trifase: coppia, corrente, caratteristiche meccaniche. Vantaggi del giunto idraulico ed applicazioni. Cenni al convertitore di coppia ed alle sue applicazioni. Approfondimenti sui moti di ricircolo del fluido nei setti dell'innesso oleodinamico e del convertitore di coppia.
23	5/3/2018	Freni: utilizzi, classificazione, tipi di comando. Freni a ganasce: descrizione della macchina, calcolo della distribuzione delle pressioni ceppo-puleggia con Reye, angolo di avvolgimento ottimale, impostazione del calcolo di pmax e del momento d'attrito. Freni a ganasce: generalizzazione del calcolo della distribuzione delle pressioni ceppo-puleggia nel caso con ganasce rotante. Risultante delle pressioni di contatto nei freni a ganasce: cenni al modello, alle circonferenze ed ai punti di Romiti. Calcolo esatto del momento frenante. Modello approssimato per il calcolo della risultante e del momento frenante. Ceppi tesi, compressi, svolgenti e avvolgenti. Equilibrio di un ceppo compresso e svolgente. Equilibrio di un ceppo teso e avvolgente. Riduzione delle sollecitazioni sui supporti con ceppi contrapposti, esempio numerico. Soluzione industriale: ceppi flottanti (o ad accostamento libero) e differenze rispetto ai ceppi ad accostamento rigido; funzionamento; equilibrio del freno (per via grafica); freno equilibrato. Esempi. Freni ad espansione. Ceppi incernierati e flottanti. Ceppi tesi e svolgenti, ceppi compressi ed avvolgenti. Soluzioni con due ceppi compressi o con un ceppo compresso ed uno avvolgente: vantaggi e svantaggi. Esempi. Freni a nastro: generalità, richiami ai risultati ottenuti nel corso precedente. Esempio numerico di calcolo della coppia frenante e della relativa decelerazione angolare del tamburo con tamburo rotante in direzioni opposte. Condizioni di stazionamento.
24	5/4/2018	Freni a disco: generalità e similitudine con frizioni piane. Freni completi o parziali, monodisco o multidisco. Staffe e dischi mobili o fissi. Pressioni di contatto e coppia trasmessa in condizioni di strisciamento e di stazionamento. Esempi. Motore auto frenante. Scelta e verifica del freno: parametri progettuali utili. Calcolo delle condizioni di frenata. Calcolo del numero di frenate prima della manutenzione (cenni a Reye). Frenatura: equazioni del moto dell'albero, condizioni per una frenatura efficace, cenni al calcolo della legge di moto dell'albero. Calcolo approssimato del tempo di frenata, della decelerazione e dello spazio di arresto. Significato fisico delle approssimazioni introdotte. Potenza perduta ed energia dissipata nella frenata; relazioni esistenti con la variazione dell'energia cinetica dell'albero frenato, nel caso di momento resistente nullo, positivo o negativo. Esempio di applicazione nella frenatura di un impianto. Riduzione delle forze ed inerzie all'asse del cedente. Risultati numerici.
25	5/7/2018	<b>Extra:</b> dinamica sperimentale del rotore di Jeffcott e problemi di interazione fluido-struttura, whirl, whip, chatter, flutter; l'importanza della taratura dei modelli e della verifica dinamica delle condizioni al contorno; scelta del motore: equazioni del moto, condizioni al contorno, applicazioni industriali con la semplificazione del motore asincrono trifase.

#### Testo d'approfondimento consigliato:

E. Funaioli, A. Maggiore, U. Meneghetti	Lezioni di Meccanica Applicata alle Macchine, Seconda parte: Elementi di Meccanica degli Azionamenti, Pàtron Editore, Bologna
G. Manfè, R. Pozza, G. Scarato	Disegno Meccanico – Corso completo in tre volumi - Principato Editore.
M. Speluzzi, M. Tessarotto	Disegno di Macchine, Hoepli Editore.
A. Zanarini, A. Cavallini	"Experiencing rotor and fluid film bearing dynamics", ( <a href="#">link</a> ), Atti del convegno "Quinta giornata di studio Ettore Funaioli", 15 luglio 2011, Bologna, Italy, pp. 23-38, 2012. ( <a href="#">memorie complete</a> )