

28523 - FONDAMENTI DI MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE T-2 modulo 1Corso di laurea: 9217 - **Ingegneria dell'Automazione**Scuola di Ingegneria e Architettura, Università di Bologna, a.a. **2019-20**

Docente: DdR. Ing. Alessandro Zanarini

#	Data	Argomenti
1	20/02/2020	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. Sezioni secondo superfici cilindriche di direttrice assegnata. Parti che non si sezionano.
2	03/03/2020	Semivista – semisezione. Sezioni ribaltate in luogo. Sezioni ribaltate in vicinanza. Tratteggio delle sezioni. Convenzioni particolari di rappresentazione. ESERCITAZIONE: Proiezioni ortogonali. ESERCITAZIONE: Semiviste e semisezioni.
3	05/03/2020	Quotatura. Linee di riferimento e di misura; frecce. Metodi di scrittura delle quote. Sistemi di quotatura. Quotatura in serie (o incatena). Quotatura in parallelo. Quotatura a quote sovrapposte. Quotatura combinata. Quotatura in coordinate (cartesiane o polari). Convenzioni particolari di quotatura. ESERCITAZIONE: Quotatura. 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.
4	10/03/2020	Richiami di sezioni particolari in proiezione ortogonale (piramidi tronche, intersezioni di piani e solidi con coni e cilindri). Rappresentazioni particolari. Filettature e organi filettati. Linguette e chiavette. Accoppiamenti scanalati. Ruote dentate. Lettura dei disegni di particolari e complessivi.
5	12/03/2020	Rugosità superficiale. Lettura ragionata ed analisi dei disegni d'insieme.
6	17/03/2020	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.
7	19/03/2020	Modello hertziano delle pressioni di contatto. Criteri di resistenza. Azioni interne. ESERCITAZIONE: Azioni interne in un albero di trasmissione. Richiami su creep, tenacità, resilienza, pendolo di Sharpy.
8	24/03/2020	La fatica nei materiali. Durezza superficiale. Prova di durezza Brinell. Prova di durezza Rockwell. Prova di durezza Vickers. Profilo di micro durezza nella cementazione. Classificazione dei materiali. Ghisa: produzione con altoforno. Ghisa grigia lamellare.
9	26/03/2020	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. Lettura commentata di una scheda materiale per 18NiCrMo5.
10	31/03/2020	Alluminio e leghe di Al. Rame e leghe di Cu. Magnesio e leghe di Mg. Titanio e leghe di Ti. Materiali non metallici. Materie plastiche. Materiali ceramici. Materiali compositi.
11	02/04/2020	Guida alla scelta del materiale con i diagrammi di confronto delle proprietà. 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; estrusione.
12	07/04/2020	Lavorazioni plastiche a caldo e a freddo: 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.
13	16/04/2020	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. Esempi di cicli di lavorazione.
14	21/04/2020	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. 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 sincronia dei rulli.
15	23/04/2020	Richiami sui contatti delle viti a ricircolo di sfere e a rulli. Confronto con altri tipi di azionamenti per il moto rettilineo. Modellazione elastodinamica di un azionamento con vite a ricircolazione di sfere. 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.
		Giunti mobili: giunto scanalato, giunto di Cardano. 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. 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.

16	28/04/2020	<p>Innesti. Innesti ad accoppiamento di forma. Innesti a denti frontali: calcolo delle forze trasmesse, profili rettangolari, trapezoidali, triangolari. Innesti a denti radiali. Innesti 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, frizioni a dischi multipli; lubrificazione. Scelta di una frizione: criteri di scelta, verifica di una frizione. Esempi: frizione industriale monodisco.</p>
17	30/04/2020	<p>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. Inneso sincronizzatore. Frizioni automatiche a forza centrifuga.</p> <p>Innesti di sopravanzo. Moti intermittenti: modalità per ottenerli. Innesti di sopravanzo ad arpionismo: schema funzionale ed utilizzi, vincolo teorico ed effettivo, soluzioni per evitare il ritorno del movente. Innesti di sopravanzo ad arpionismo: verifica della possibilità di sopravanzo, contromisure, passo morto e sua riduzione, moto intermittente a passi costanti (vantaggi e svantaggi). Innesti di sopravanzo ad attrito: schema funzionale, differenze con gli innesti 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.</p>
18	05/05/2020	<p>Croce di Malta: descrizione, rapporto tra numero di scanalature-alzata angolare-raggio movente-interasse-fase attiva-coefficiente di velocità-coefficiente di accelerazione, velocità ed accelerazione del cedente (qualitative). Variazione dell'alzata angolare con un riduttore. Intermittori a camme: descrizione e generalità. Legge di moto cicloidale con sosta intermedia. Intermittori con perni frontali e periferici. Numero di perni in presa con moti unidirezionali e bidirezionali. Tavole girevoli con moto intermittente.</p> <p>Inneso 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 inneso oleodinamico; dipendenza dalla velocità angolare e diametro della girante. Andamento sperimentale della funzione $h(\tau)$. 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.</p> <p>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 p_{max} 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.</p>
19	07/05/2020	<p>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. 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. 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 e ragionamenti sulla progettazione del movimento, con effetti accoppiati alla dinamica strutturale, con esempi.</p>

Testi d'approfondimento consigliati:

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.