



ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

I SESSIONE 2017

1^a PROVA SEZ. B - INDUSTRIALE

Il candidato deve rispondere a 3 quesiti, scelti tra i 10 di seguito riportati.

- ***Si deve utilizzare un foglio di 4 facciate per ogni quesito, riportando in intestazione il numero del corrispondente quesito, il nome e la data di nascita del candidato. Ciascuna risposta deve essere contenuta in un massimo di 2 facciate. Nel caso di utilizzo delle altre due facciate (ad es. come brutta copia) queste ultime dovranno essere barrate e non saranno oggetto di valutazione. Non saranno distribuiti altri fogli.***
- *Il foglio contenente il testo delle domande e quelli con le risposte devono essere restituiti all'interno della busta che è stata consegnata.*
- *La busta deve riportare all'esterno i numeri delle domande scelte ed il Settore*
- *La durata della prova è di 3 ore*
- *Non si possono consultare libri o appunti*
- *È vietato l'uso di apparecchiature elettroniche (telefoni, tablet, computer, ...).*
- *Non è consentito allontanarsi temporaneamente dall'aula (ad es. per usufruire dei servizi igienici) prima di due ore dall'inizio della prova*

La Commissione valuterà la correttezza della risposta, la chiarezza espositiva e la capacità di sintesi.

1. Il candidato schematizzi il tornio parallelo indicando in particolare le funzioni degli elementi peculiari.
2. Il candidato descriva gli angoli caratteristici dell'utensile da tornitura.
3. Il candidato descriva un sistema vibrante forzato ad 1 g.d.l.
4. Il candidato descriva in generale il fenomeno dell'attrito di rotolamento.
5. Il candidato rappresenti graficamente nel piano termodinamico T-s ed analiticamente attraverso i bilanci di energia ed entropia in forma letterale, la trasformazione termodinamica subita da una portata di vapore d'acqua saturo che, in condizioni stazionarie, attraversa un condensatore dal quale esca in condizioni di liquido saturo. Si suppongano noti la pressione di saturazione a cui ha luogo il processo ed il titolo del vapore all'ingresso.
6. Il candidato descriva mediante l'analogia elettrica lo scambio termico cui è soggetto un fluido che scorre entro un condotto in acciaio a sezione circolare rivestito da uno strato di isolante e soggetto a scambi termici convettivi sia sul lato interno sia su quello esterno, esprimendo in forma letterale le diverse tipologie di resistenza termica. Per tale geometria, si definisca il raggio critico di isolamento.
7. Il candidato descriva il bilancio energetico di un trasformatore trifase reale.
8. Il candidato descriva le principali caratteristiche tecniche di una macchina sincrona trifase a poli lisci, facendo riferimento anche alle curve coppia-velocità di rotazione e coppia-angolo di carico.
9. Il candidato descriva il tracciamento e l'applicazione dei digrammi di Bode per l'analisi dei sistemi lineari tempo invarianti
10. Il candidato descriva il passaggio dei parametri in linguaggio C.

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
I SESSIONE 2017
1^a PROVA SEZ. B - INDUSTRIALE

Il candidato deve rispondere a 3 quesiti, scelti tra i 10 di seguito riportati.

- ***Si deve utilizzare un foglio di 4 facciate per ogni quesito, riportando in intestazione il numero del corrispondente quesito, il nome e la data di nascita del candidato. Ciascuna risposta deve essere contenuta in un massimo di 2 facciate. Nel caso di utilizzo delle altre due facciate (ad es. come brutta copia) queste ultime dovranno essere barrate e non saranno oggetto di valutazione. Non saranno distribuiti altri fogli.***
- *Il foglio contenente il testo delle domande e quelli con le risposte devono essere restituiti all'interno della busta che è stata consegnata.*
- *La busta deve riportare all'esterno i numeri delle domande scelte ed il Settore*
- *La durata della prova è di 3 ore*
- *Non si possono consultare libri o appunti*
- *È vietato l'uso di apparecchiature elettroniche (telefoni, tablet, computer, ...).*
- *Non è consentito allontanarsi temporaneamente dall'aula (ad es. per usufruire dei servizi igienici) prima di due ore dall'inizio della prova*

La Commissione valuterà la correttezza della risposta, la chiarezza espositiva e la capacità di sintesi

1. Il candidato descriva i moti caratteristici dei processi di fresatura, distinguendo tra fresatura in opposizione e in concordanza nel caso di un solo dente in presa.
2. Il candidato esegua una classificazione dei processi di formatura dei materiali, proponendo altresì esempi di processi industriali reali.
3. Il candidato descriva le tipologie di smorzamento meccanico, descrivendo un qualsiasi metodo di calcolo.
4. Il candidato descriva in generale il fenomeno dell'attrito di strisciamento.
5. Specificare nel piano p-v le caratteristiche salienti della regione bifasica dell'acqua, riportando nel diagramma la compressione isoterma reversibile di un vapore surriscaldato sino alla condizione di liquido sottoraffreddato. Inoltre, supponendo di disporre della tabella dell'acqua satura, si esprimano in funzione delle grandezze di stato (in termini letterali) il lavoro di variazione di volume ed il calore scambiati esclusivamente durante il cambiamento di stato.
6. Dopo aver definito analiticamente le leggi fondamentali del corpo nero si rappresenti nel piano $E_\lambda - \lambda$, il legame esistente tra esse. Si definisca inoltre la funzione di radiazione del corpo nero f_λ ed il suo legame con la legge di Planck e con la legge di Stefan-Boltzmann e si esprima in termini letterali la potenza emessa da un corpo nero in un intervallo di lunghezze d'onda $\lambda_1 - \lambda_2$.
7. Il candidato illustri i principi di base della misura delle correnti di dispersione e descriva la protezione differenziale.
8. A partire dalla caratteristica meccanica di una macchina asincrona trifase, il candidato descriva la regione di funzionamento stabile ed instabile della macchina, indicandone i punti caratteristici.
9. Descrivere la rappresentazione tramite funzione di trasferimento e matriciale dei sistemi lineari tempo invarianti
10. Il candidato descriva le strutture di controllo ed iterazione in linguaggio C.

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
I SESSIONE 2017

2^a PROVA SEZ. B - INDUSTRIALE

Il candidato dovrà elaborare un tema, scelto tra quelli di seguito riportati. Saranno distribuiti due fogli di quattro facciate ciascuno.

- ***Il tema dovrà essere contenuto in un foglio di 4 facciate riportando in intestazione il numero del tema, il nome e la data di nascita del candidato. Nel caso di utilizzo dell'altro foglio distribuito (ad es. come brutta copia) le relative facciate dovranno essere barrate e non saranno oggetto di valutazione. Non saranno distribuiti altri fogli.***
- *I due fogli distribuiti insieme a quello contenente il testo dei temi devono essere restituiti all'interno della busta che è stata consegnata.*
- *La busta deve riportare all'esterno il tema scelto ed il Settore*
- *La durata della prova è di 3 ore*
- *Non si possono consultare libri o appunti*
- *È vietato l'uso di apparecchiature elettroniche (telefoni, tablet, computer, ...)*
- *Non è consentito allontanarsi temporaneamente dall'aula (ad es. per usufruire dei servizi igienici) prima di due ore dall'inizio della prova*

La Commissione valuterà la correttezza della risposta, la chiarezza espositiva e la capacità di sintesi.

1. Il candidato discuta i processi di lavorazione per asportazione di truciolo a lui noti citando, ove possibile, eventuali implicazioni pratiche industriali.
2. Descrivere lo schema di impianto ed il ciclo termodinamico di un impianto frigorifero a compressione di vapore. Facendo riferimento alle rappresentazioni dei processi termodinamici e supponendo noto il rendimento isoentropico del compressore:
 - per ogni componente d'impianto, si descrivano sinteticamente la trasformazione attuata, gli scambi di energia e, ove rilevante, la generazione di entropia;
 - per l'impianto complessivo, le prestazioni reali e quelle ideali conseguibili supponendo che gli scambi termici con i serbatoi di energia termica avvengano reversibilmente.
3. Descrivere il principio di funzionamento di un trasformatore trifase, indicando i modelli matematici e le principali caratteristiche costruttive.
4. Descrivere un metodo di sintesi per tentativi
5. Descrivere in generale il fenomeno dell'usura.



ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
I SESSIONE 2017

2^a PROVA SEZ. B - INDUSTRIALE

Il candidato dovrà elaborare un tema, scelto tra quelli di seguito riportati. Saranno distribuiti due fogli di quattro facciate ciascuno.

- ***Il tema dovrà essere contenuto in un foglio di 4 facciate riportando in intestazione il numero del tema, il nome e la data di nascita del candidato. Nel caso di utilizzo dell'altro foglio distribuito (ad es. come brutta copia) le relative facciate dovranno essere barrate e non saranno oggetto di valutazione. Non saranno distribuiti altri fogli.***
- *I due fogli distribuiti insieme a quello contenente il testo dei temi devono essere restituiti all'interno della busta che è stata consegnata.*
- *La busta deve riportare all'esterno il tema scelto ed il Settore*
- *La durata della prova è di 3 ore*
- *Non si possono consultare libri o appunti*
- *È vietato l'uso di apparecchiature elettroniche (telefoni, tablet, computer, ...)*
- *Non è consentito allontanarsi temporaneamente dall'aula (ad es. per usufruire dei servizi igienici) prima di due ore dall'inizio della prova*

La Commissione valuterà la correttezza della risposta, la chiarezza espositiva e la capacità di sintesi.

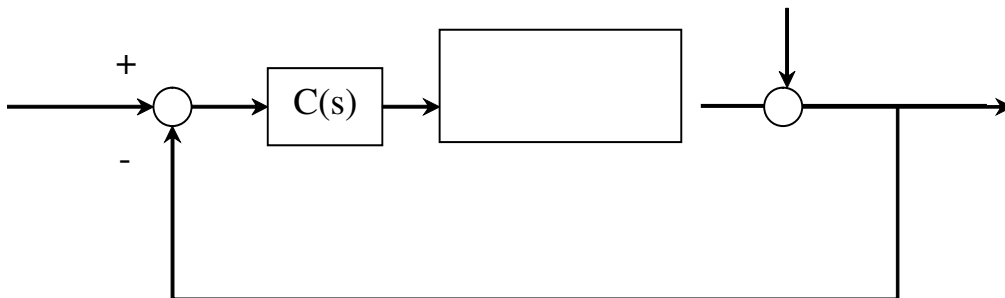
1. Il candidato discuta, con il supporto di opportuni esempi applicativi, i principali processi di formatura dei materiali.
2. Ricorrendo al metodo della differenza di temperatura media logaritmica, si descriva sinteticamente la procedura per il calcolo di un generico scambiatore di calore di tipo shell & tube con più passaggi nei tubi e nel mantello.
3. Descrivere i principali metodi di avviamento utilizzati per le macchine asincrone trifasi.
4. Descrivere l'utilizzo dei regolatori PID
5. Descrivere i metodi per la scrittura delle equazioni della dinamica nei sistemi meccanici, mettendo in evidenza le differenze dei metodi usati.

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
I SESSIONE 2017
4^a PROVA SEZ. B INDUSTRIALE

- Il candidato deve sviluppare uno dei progetti di seguito riportati. La durata della prova è di 6 ore.
- Si deve riportare in intestazione su ogni foglio il numero del corrispondente tema, il nome e la data di nascita del candidato.
- I fogli contenenti il testo dei progetti e quelli con lo svolgimento devono essere restituiti all'interno della busta che è stata consegnata.
- La busta deve riportare all'esterno il nome del Candidato, il numero del tema scelto ed il Settore.
- La Commissione valuterà l'attinenza, la chiarezza espositiva e la capacità di sintesi.
- Per la prova progettuale è possibile utilizzare esclusivamente manuali tecnici privi di esercizi.

TEMA PROGETTUALE 1)

Si consideri il sistema di controllo retroazionato rappresentato nel seguente schema.



Determinare un sistema di controllo $C(s)$ tale che:

1. Errore a regime al gradino ≤ 0.05
2. Margine di fase desiderato $\approx 80^\circ$
3. Pulsazione di attraversamento desiderata 30 rad/sec

Il candidato fornisca oltre alla funzione di trasferimento del controllore progettato $C(s)$, tutte le prove che ritiene utili per illustrare il raggiungimento delle specifiche di progetto.

Infine il candidato indichi come sia possibile implementare in forma analogica e/o digitale il controllore progettato nel continuo.

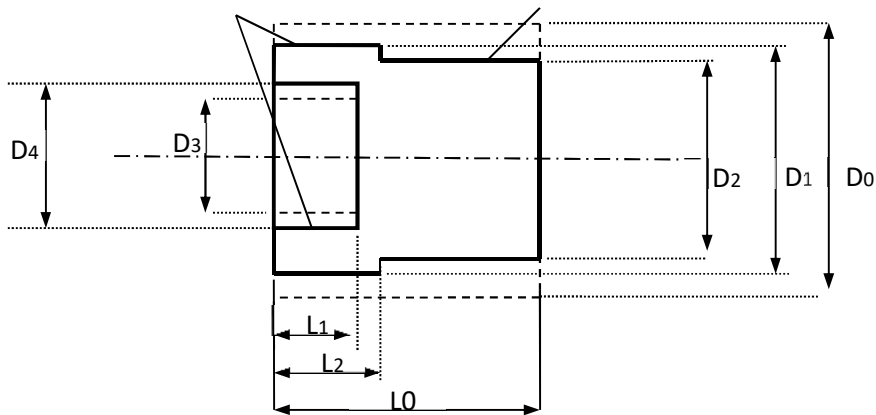
TEMA PROGETTUALE 2)

Dato un semilavorato cilindrico tubolare ($ks_0 = 2200 \text{ N/mm}^2$; $z=0,17$) di dimensioni $D_0=320 \text{ mm}$ e $L_0 = 280 \text{ mm}$, si vuole ottenere un prodotto finito per mezzo di una serie di passate di tornitura. Le sgrossature devono avere $Ra=10 \text{ } \mu\text{m}$. Le finiture devono avere $Ra = 2,5 \text{ } \mu\text{m}$. Tutte le superfici interne ed esterne devono essere sgrossate e finite. Le dimensioni finali del pezzo sono: $D_1= 307 \text{ mm}$, $D_2= 301 \text{ mm}$, $D_3= 180 \text{ mm}$, $D_4=186 \text{ mm}$, $L_1=100 \text{ mm}$, $L_2=160 \text{ mm}$. Gli utensili a disposizione hanno le seguenti caratteristiche:

- DNMM 15 06 **16**-PR $p=3(2-6) \text{ mm}$; $a=0.60[0,30 - 0,90] \text{ mm/giro}$ $V_c= 250(200-300) \text{ m/min}$
- 1. DNMG 12 04 **06**-PF $p=0.4(0.2-0.6) \text{ mm}$; $a=0.20[0,10 - 0,30] \text{ mm/giro}$ $V_c= 350(300-400) \text{ m/min}$
- 2. DNMG 12 04 **12**-PF $p=0.8(0.2-1.4) \text{ mm}$; $a=0.40[0,20 - 0,60] \text{ mm/giro}$ $V_c= 300(250-350) \text{ m/min}$

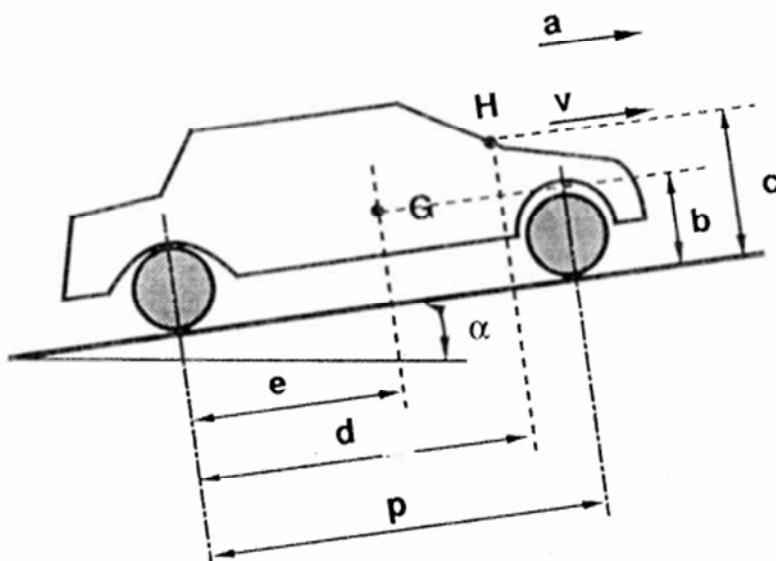
Rendimento macchina utensile ($\eta=0,8$), placchette triangolari;

1. Individuare il tipo e il numero di setup necessari a lavorare il pezzo.
2. Sviluppando il piano di lavoro, calcolare il tempo totale di lavorazione di un lotto di 5.000 pz.
3. Calcolare il costo totale di produzione dell'intero lotto, comprensivo di: costo di energia ($ce=0,26 \text{ €/kWh}$), costo utensili ($cut=19 \text{ €/placch.}$).



TEMA PROGETTUALE 3)

Descrivere la dinamica dell'autoveicolo con i seguenti dati numerici:



Sono noti:

$$M_a = 1.250 \text{ kg}$$

$$b = 800 \text{ mm}$$

$$R_r = 330 \text{ mm}$$

$$J_{ra} = 3,0 \text{ kgm}^2$$

$$\eta_p = 0,92$$

$$V_o = 30 \text{ km/h}$$

$$f_a = 0,6$$

$$\rho = 1,25 \text{ kgm}^{-3}$$

$$p = 2.600 \text{ mm}$$

$$c = 950 \text{ mm}$$

$$i = 5 \%$$

$$J_m = 0,75 \text{ kgm}^2$$

$$\tau_{cII} = 1/1,86$$

$$f_v = f_o + 6 \cdot 10^{-6} \cdot v^2 \quad f_o = 0,02$$

$$C_r = 0,35$$

$$\beta = 20^\circ$$

$$e = 1.200 \text{ mm}$$

$$d = 1.800 \text{ mm}$$

$$J_{rp} = 3,5 \text{ kgm}^2$$

$$\eta_{cII} = 0,82$$

$$\tau_p = 1/4,2$$

$$S_a = 1,9 \text{ m}^2$$

TEMA PROGETTUALE 4)

Si considerino proprietà termofisiche dell'acqua costanti e valutate alla temperatura media di 50°C.

Un condotto avente diametro esterno pari a 50 mm, alla temperatura superficiale di 280 °C, deve essere isolato in modo che la superficie esterna dell'isolante non superi i 50 °C e che la potenza termica dispersa per unità di lunghezza non sia maggiore di 150 W/m; il coefficiente di convezione verso l'aria ambiente è pari a $h=8 \text{ W/m}^2\text{K}$. Avendo scelto una fibra isolante di conducibilità termica pari a $\lambda = 0.15 \text{ W/m K}$, si proceda a:

- verificare se la scelta dell'isolante sia appropriata
- determinare lo spessore di isolante che è necessario utilizzare al fine di soddisfare le specifiche di progetto.



TEMA PROGETTUALE 5)

Il candidato progetti l'impianto elettrico di un appartamento di cinque vani.

Si considerino almeno le seguenti utenze prevedibili nell'appartamento, oltre l'illuminazione:

- Forno Elettrico 1800W;
- Lavabiancheria 1500 W;
- Lavastoviglie 1500 W;
- Frigorifero 170 W;
- Televisore 100 W.

Si realizzi:

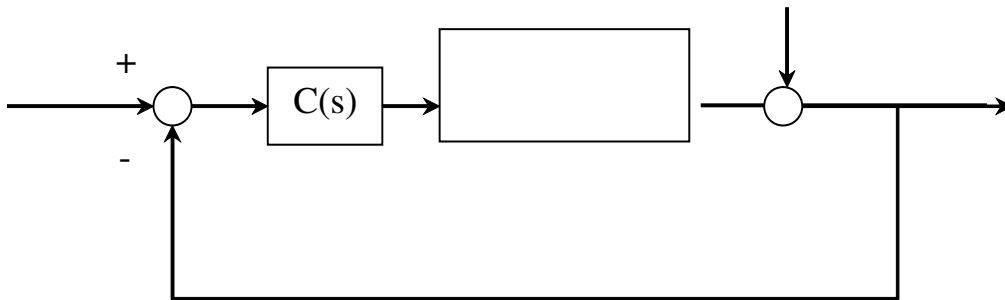
1. Lo schema elettrico del quadretto della singola unità abitativa;
2. L'impianto di illuminazione, calcolato, di almeno un vano;
3. Il dimensionamento della/e dorsali elettriche dell'appartamento;
4. Inoltre si dimensiona la condotta di alimentazione del circuito luce scala del condominio formato da 6 piani fuori terra composto da 4 appartamenti per piano.

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
I SESSIONE 2017
4^a PROVA SEZ. B INDUSTRIALE

- Il candidato deve sviluppare uno dei progetti di seguito riportati. La durata della prova è di 6 ore.
- Si deve riportare in intestazione su ogni foglio il numero del corrispondente tema, il nome e la data di nascita del candidato.
- I fogli contenenti il testo dei progetti e quelli con lo svolgimento devono essere restituiti all'interno della busta che è stata consegnata.
- La busta deve riportare all'esterno il nome del Candidato, il numero del tema scelto ed il Settore.
- La Commissione valuterà l'attinenza, la chiarezza espositiva e la capacità di sintesi.
- Per la prova progettuale è possibile utilizzare esclusivamente manuali tecnici privi di esercizi.

TEMA PROGETTUALE 1)

Si consideri il sistema di controllo retroazionato rappresentato nel seguente schema.



Determinare un sistema di controllo $C(s)$ tale che:

1. Errore a regime alla rampa ≤ 0.2
2. $M_r \approx 5\text{dB}$
3. Pulsazione di attraversamento desiderata 5 rad/sec

Il candidato fornisca oltre alla funzione di trasferimento del controllore progettato $C(s)$, tutte le prove che ritiene utili per illustrare il raggiungimento delle specifiche di progetto.
Infine il candidato indichi come sia possibile implementare in forma analogica e/o digitale il controllore progettato nel continuo.

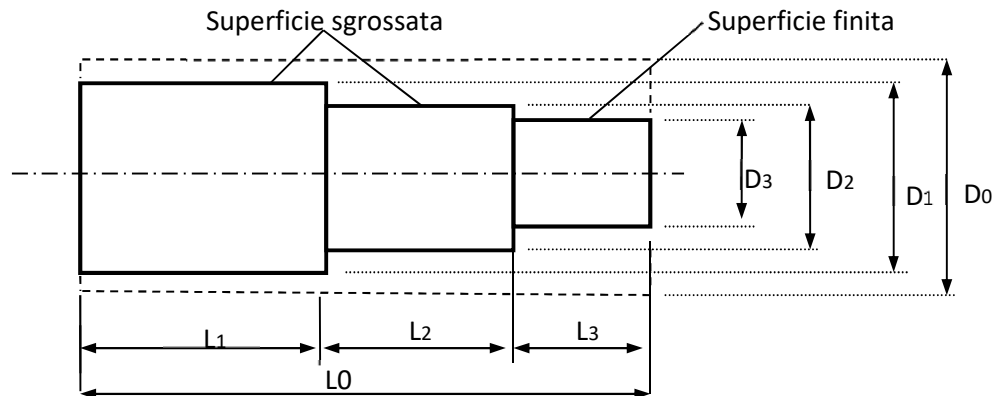
TEMA PROGETTUALE 2)

Dato un semilavorato cilindrico ($ks_0 = 2000 \text{ N/mm}^2$; $z=0,19$) di dimensioni $D_0=250 \text{ mm}$ e $L_0 = 550 \text{ mm}$, si vuole ottenere un prodotto finito per mezzo di una serie di passate di tornitura. Le sgrossature devono essere condotte con l'obiettivo di utilizzare i parametri consigliati dell'utensile ed ottenere un grado di rugosità media superficiale pari a $10 \mu\text{m}$. Le finiture devono avere una rugosità media di $2 \mu\text{m}$. Le dimensioni finali del pezzo sono: $D_1= 244 \text{ mm}$, $D_2=238 \text{ mm}$, $D_3=231$, $L_1=300$, $L_2=150 \text{ mm}$. Gli utensili a disposizione hanno le seguenti caratteristiche:

- TNMM 12 04 **05**-PR $p=3.0 [2.0 - 6.0] \text{ mm}$; $a=0,40 [0.20 - 0.60] \text{ mm/ giro}$ $V_c= 250 [300 - 200] \text{ m/min}$
- TNMM 12 04 **12**-PR $p=3.5 [2.5 - 6.5] \text{ mm}$; $a=0,35 [0.15 - 0.55] \text{ mm/ giro}$ $V_c= 220 [180 - 260] \text{ m/min}$
- TNMM 12 04 **06**-PF $p=0.4 [0.2-0.6] \text{ mm}$; $a=0.15 [0.05 - 0.25] \text{ mm/ giro}$ $V_c= 345 [395 - 295] \text{ m/min}$
- TNMM 12 04 **08**-PF $p=0.8 [0.2-1.4] \text{ mm}$; $a= 0.20 [0.10 - 0.30] \text{ mm/ giro}$ $V_c= 300 [240 - 360] \text{ m/min}$

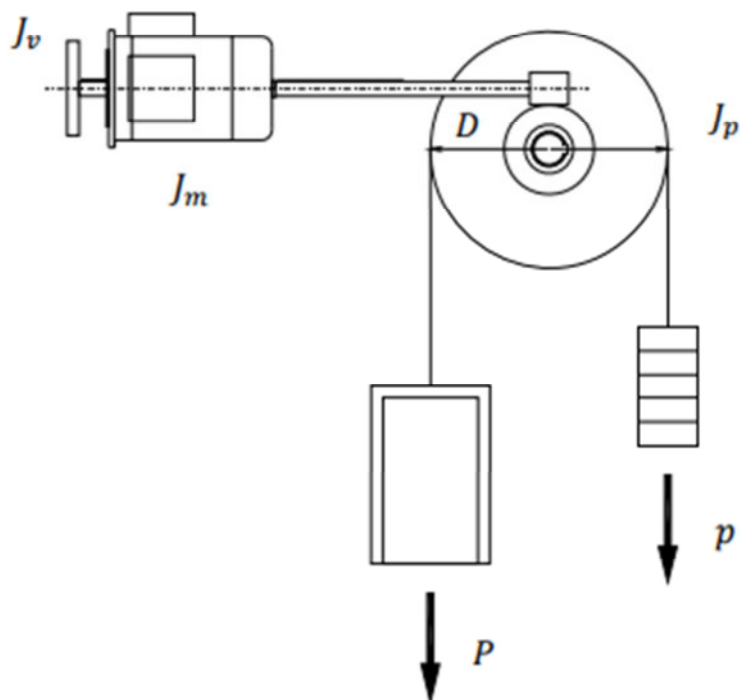
Supponendo di impiegare un tornio a controllo numerico($\eta=0.8$) :

1. Definire e motivare i setup idonei per lavorare il pezzo;
2. Sviluppare il piano di lavoro, calcolando il costo di energia totale ($ce=0.26 \text{ €/kWh}$) per produrre una commessa di 40.000 pezzi.
3. Calcolare il costo totale utensili SOLO SGROSSATURA ($cu=10 \text{ €/placch}$) per l'intera commessa.



TEMA PROGETTUALE 3)

Descrivere la dinamica dell'ascensore analiticamente e successivamente numericamente supponendo i dati numerici necessari:



TEMA PROGETTUALE 4)

Si consideri un impianto motore a vapore che operi secondo un ciclo Rankine con risurriscaldamento e generi una potenza netta di 120 MW. Il vapore entra nella turbina ad alta pressione a 10 MPa e a 520°C e nella turbina a bassa pressione a 2 MPa e a 500°C ed entrambe le turbine hanno rendimento isoentropico pari a 0.9.

Il vapore esce dal condensatore sotto forma di liquido saturo a una pressione di 20 kPa. Supponendo isoentropico il comportamento della pompa, dopo aver rappresentato il ciclo su un opportuno diagramma termodinamico, si determinino:

- il titolo del vapore (o la sua temperatura) all'uscita della turbina;
- il rendimento termico del ciclo;
- la portata massica del vapore;
- la portata minima di acqua di raffreddamento necessaria per garantire che l'acqua di raffreddamento subisca un incremento di temperatura non superiore a 15°C.

TEMA PROGETTUALE 5)

Ipotizzando le principali utenze prevedibili, si progetti l'impianto elettrico di un capannone di dimensioni 25x25x4,2m adibito a laboratorio artigianale e uffici.



In particolare, sono richiesti i seguenti punti:

5. Lo schema elettrico del quadro generale e di eventuali quadri secondari;
6. L'impianto di illuminazione;
7. Il piano di installazione completo di condutture dorsali;
8. Il dimensionamento della/e dorsali elettriche.