



# Università degli Studi di Udine

**ESAMI DI STATO**  
DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI **INGEGNERE**

**1^ SESSIONE – ANNO 2015**

---

## **SEZIONE B**

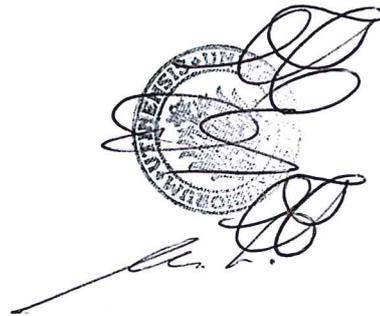
**SETTORE:**  
**INGEGNERIA INDUSTRIALE JUNIOR**

### **1^ PROVA SCRITTA**

ING/IND

**Tema n. 1/B1**

Relativamente al tema delle lavorazioni per deformazione plastica di materiali metallici, il candidato ne descriva innanzi tutto i principi fisici fondamentali, evidenziando le differenze tra il comportamento plastico dei metalli a caldo ed a freddo. Il candidato proceda dunque ad una classificazione generale di tali lavorazioni, e si soffermi almeno su due lavorazioni di particolare importanza per il mondo industriale, illustrandone in modo schematico la cinematica, la meccanica e le caratteristiche dei prodotti ottenuti. Il candidato fornisca qualche esempio di pezzi ottenibili da tali lavorazioni.





**Università degli Studi di Udine**

**ESAMI DI STATO**  
DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI **INGEGNERE**

**1^ SESSIONE – ANNO 2015**

---

**SEZIONE B**

**SETTORE:**  
**INGEGNERIA INDUSTRIALE JUNIOR**

**1^ PROVA SCRITTA**

ING/IND  
**Tema n. 2/B1**

Il candidato, in base a tutti i tipi di guasti elettrici che si possono verificare in una fabbrica, faccia una panoramica di tutti i sistemi di protezione da adottare dal punto di vista elettrico a protezione delle persone ed dell' impianto stesso.



# Università degli Studi di Udine

**ESAMI DI STATO**  
DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI **INGEGNERE**

**1^ SESSIONE – ANNO 2015**

---

## **SEZIONE B**

**SETTORE:**  
**INGEGNERIA INDUSTRIALE JUNIOR**

### **1^ PROVA SCRITTA**

ING/IND

**Tema n. 3/B1**

Il candidato presenti il tema del bilancio di esercizio, della sua analisi e degli indici di Bilancio. Predisponga il Bilancio di un'azienda di un settore a scelta, con dati di propria invenzione. Proceda, quindi, alla riclassificazione e commenti, dopo averli calcolati, i principali indici.



# Università degli Studi di Udine

ESAMI DI STATO  
DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI **INGEGNERE**

**1^ SESSIONE – ANNO 2015**

---

## SEZIONE B

SETTORE:  
**INGEGNERIA INDUSTRIALE JUNIOR**

### 1^ PROVA SCRITTA

ING/IND

**Tema n. 4/B1**

Descrivere, anche per mezzo di schemi e formule, i meccanismi di scambio termico per conduzione, convezione e irraggiamento e approfondire la trattazione per un meccanismo a scelta.  
Illustrare dei casi in cui i singoli meccanismi assumono particolare importanza in ambito industriale.



# Università degli Studi di Udine

**ESAMI DI STATO**  
DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI **INGEGNERE**

**1^ SESSIONE – ANNO 2015**

---

## **SEZIONE B**

**SETTORE:**  
**INGEGNERIA INDUSTRIALE JUNIOR**

### **2^ PROVA SCRITTA**

ING/IND

**Tema n. 1/B2**

Il candidato rediga una relazione tecnica a carattere generale sui criteri per la progettazione, dimensionamento di massima e collaudo di inserti da taglio (placchette) per la tornitura esterna o interna di componenti meccanici di precisione costituiti da una data lega metallica, evidenziando eventuali riferimenti normativi.

Nella fattispecie, supponendo note le condizioni di taglio (caratteristiche del grezzo di partenza, profilo da realizzare, regime di taglio – sgrossatura o finitura – e parametri di taglio di riferimento, etc.) si illustrino i parametri di progetto, le possibili scelte e criteri di scelta/dimensionamento relativamente al materiale del cuore dell'utensile, agli eventuali rivestimenti superficiali, alla geometria macroscopica della placchetta ed a quella della sezione normale del tagliente.

Si descriva in sintesi il processo di fabbricazione della placchetta.

Si descrivano infine le metodologie sperimentali per il collaudo dell'utensile (strumenti di misura, procedure sperimentali, etc.) volendo valutare la durata dell'utensile, l'efficacia del rompitrucciolo, la qualità della superficie lavorata ed altri eventuali grandezze fisiche di interesse (ad esempio, forze e potenza di taglio).



# Università degli Studi di Udine

ESAMI DI STATO  
DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI **INGEGNERE**

**1^ SESSIONE – ANNO 2015**

---

## SEZIONE B

SETTORE:  
**INGEGNERIA INDUSTRIALE JUNIOR**

### 2^ PROVA SCRITTA

ING/IND

**Tema n. 2/B2**

Illustrare le proprietà dell'aria umida, le trasformazioni tecniche che si realizzano negli impianti di trattamento dell'aria e, schematicamente, i componenti d'impianto in cui si realizzano tali trasformazioni. Scrivere i bilanci di massa e di energia per le trasformazioni e rappresentarle qualitativamente su diagrammi psicrometrici.



# Università degli Studi di Udine

**ESAMI DI STATO**  
DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI **INGEGNERE**

**1^ SESSIONE – ANNO 2015**

---

## **SEZIONE B**

**SETTORE:**  
**INGEGNERIA INDUSTRIALE JUNIOR**

### **2^ PROVA SCRITTA**

ING/IND

**Tema n. 3/B2**

Il candidato descriva come deve essere strutturato il fascicolo relativo ad un progetto elettrico per alimentare una piccola scuola elementare facendo un esempio concreto corredato da semplici schemi topografici ed elettrici di massima.



Università degli Studi di Udine

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

1<sup>^</sup> SESSIONE – ANNO 2015

## SEZIONE B

SETTORE:  
**INGEGNERIA INDUSTRIALE JUNIOR**

### PROVA PRATICA

ING/IND

#### Tema n. 1/B3

Lo scambiatore interno ad un accumulatore di acqua calda sanitaria ha un'area di scambio  $A=0,63 \text{ m}^2$  ed un coefficiente di scambio termico globale  $U=520 \text{ W/m}^2\text{K}$  ed è attraversato da una portata  $\dot{m}=0,1333 \text{ kg/s}$  di fluido caldo con calore specifico  $c=4187 \text{ J/kg K}$  e densità  $\rho=1000 \text{ kg/m}^3$ . Il candidato supponga che la temperatura dell'accumulo sia uniforme ( $C_{\text{accumulo}} \gg C_{\text{min}}$ ).

1. Nell'ipotesi che l'efficienza dello scambiatore sia esprimibile mediante la formula

$$\varepsilon = 1 - \exp(-UA / \dot{m} c)$$

il candidato calcoli il flusso termico scambiato quando la temperatura di ingresso del fluido caldo è  $t_{ci}=57 \text{ }^\circ\text{C}$  e la temperatura dell'acqua nell'accumulo è  $t_{acc}=45 \text{ }^\circ\text{C}$ .

2. Il candidato calcoli la potenza idraulica della pompa di circolazione del fluido caldo sapendo che la perdita di carico complessiva di tale circuito è pari a 60 kPa.

L'accumulatore ha forma cilindrica con diametro esterno  $D_e=0,46 \text{ m}$  ed una altezza  $H=1,10 \text{ m}$  ed è isolato da uno spessore uniforme  $s=7,0 \text{ cm}$  di poliuretano espanso con conduttività termica  $\lambda=0,025 \text{ W/(m K)}$

3. Il candidato calcoli le dispersioni termiche quando la temperatura dell'acqua è pari a  $60^\circ\text{C}$  e la temperatura dell'ambiente esterno è  $10^\circ\text{C}$  tenendo conto, per semplicità, della sola resistenza termica dell'isolante.



**Università degli Studi di Udine**

**ESAMI DI STATO**  
DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI **INGEGNERE**

**1^ SESSIONE – ANNO 2015**

## **SEZIONE B**

**SETTORE:**  
**INGEGNERIA INDUSTRIALE JUNIOR**

### **PROVA PRATICA**

ING/IND

**Tema n. 2/B3**

Si consideri la puleggia illustrata in Figura 1, realizzata in ghisa grigia G20.

La puleggia considerata è la condotta di un sistema di trasmissione a cinghia che trasmette il moto di rotazione al mandrino di un tornio di piccole dimensioni. Come si evince dalla figura, il diametro di riferimento di tale puleggia (diametro asse neutro della cinghia) è  $D_2=180$  mm. Si svolgano i seguenti punti.

1. Si completi il dimensionamento dell'accoppiamento tramite linguetta (ovvero si forniscano le dimensioni precise di linguetta e cava), supponendo che il motore asincrono trifase che trasmette il moto eroghi una potenza nominale massima pari a 10 kW ed una coppia massima di 208 Nm a 800 rpm. Si assuma che il diametro della puleggia conduttrice  $D_1$  (solidale al motore) sia pari a circa 104 mm, ovvero che il rapporto di trasmissione sia  $\tau=D_1/D_2\approx 0.57$ . Si verifichi che l'accoppiamento così dimensionato sia in grado di sopportare il carico richiesto, adottando opportuni coefficienti di sicurezza.
2. Ipotizzare che la puleggia venga prodotta per asportazione di truciolo a partire da una barra piena di sezione circolare di diametro 192 mm e lunghezza assiale 84. Si assuma che tali lavorazioni vengano eseguite su un tornio CNC multifunzionale ed una stozzatrice. Il tornio è dotato di un mandrino principale, un contromandrino e due torrette portautensili, che possono montare sia utensili "stazionari" per tornitura sia utensili "motorizzati" rotanti per fresatura/foratura, con estrema flessibilità. Per ciascuna fase, sottofase ed operazione il candidato evidenzi con semplici illustrazioni e descrizioni le superfici lavorate, gli utensili impiegati (scelti a partire dalla Tabella 1 – Figura 2) ed il sistema di fissaggio del pezzo. Qualora il candidato ritenga opportuno il ricorso ad altri utensili o attrezzature di fissaggio del pezzo non standard, si fornisca un disegno illustrativo di tali componenti.
3. Per ciascuna delle operazioni ad asportazione di truciolo si descrivano, anche in modo approssimato, le strategie di lavorazione adottate (traiettorie utensile) e si dimensionino i parametri di taglio, rispettando i vincoli derivanti dalla macchina, ovvero il numero di giri massimo e le curve di coppia e potenza illustrati in Figura 3. Per le lavorazioni di finitura si scelgano gli avanzamenti in modo da soddisfare i requisiti di qualità superficiale riportati in Figura 1. Si scelgano le velocità di taglio all'interno degli intervalli indicati, in modo da consentire la lavorazione consecutiva di un numero adeguato di pezzi prima di dover arrestare la macchina per sostituire gli utensili usurati. Per tale scopo si supponga che ogni utensile abbia una durata pari a  $T=20$  min in corrispondenza al valore medio dell'intervallo di riferimento indicato (ad esempio, l'utensile 1 dura 20 min se  $v_c=275$  m/min), e supponendo che l'esponente di Taylor sia  $m=0.2$  per tutti gli utensili (facendo riferimento alla legge di Taylor scritta in forma classica, ovvero  $v_c T^m=K$ ).
4. Stimare i tempi e costi di produzione, a partire dai seguenti dati: costo materiale (in lingotti) 3 €/Kg;



## Università degli Studi di Udine

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

### 1<sup>^</sup> SESSIONE – ANNO 2015

---

costo globale dell'inietto-fusione 15 €/getto. Dati relativi al tornio multifunzionale CNC: costo originale tornio  $C_0=250000$  €; tasso di inflazione annuo 3%; anni di ammortamento tornio  $a=6$ : giorni lavorativi all'anno  $gg=220$ ; turnazione  $h=16$  ore/giorno; costi di manutenzione  $C_{man}=3000$  €/anno; costo dell'operatore/programmatore che gestisce il tornio 25 €/ora. Per il calcolo del tempo ciclo (sul tornio) si tenga in considerazione i seguenti tempi passivi: cambio utensile 6 s; altri tempi passivi associati a ciascuna operazione = 10 s + 15% del tempo attivo. Si trascurino i tempi passivi associati ai fermi macchina necessari per la manutenzione e per ripristinare gli utensili usurati. Si tenga invece conto del costo associato al consumo degli utensili. Costi generali  $C_g=25\%$  del totale.

5. Si supponga di voler ottimizzare una delle lavorazioni di finitura (ad esempio, una tornitura esterna eseguita – a velocità di taglio costante – con il finitore 2 o una tornitura interna eseguita con il finitore 7). Si ottimizzi innanzitutto la velocità di taglio secondo il criterio del minimo costo, sfruttando i dati del punto precedente e supponendo che il tempo di fermo macchina per la sostituzione dell'utensile usurato sia pari a  $t_{su}=10$ min. Si calcoli il tempo ed il costo totali associati a tale operazione. Si supponga ora di adottare un nuovo inserto più costoso (costo di ripristino utensile usurato 18 €), le cui durate sono riportate in tabella 3. Si ottimizzi l'operazione – sempre secondo il criterio del minimo costo – con il nuovo inserto e si calcolino il tempo e il costo totali associati all'operazione. Si scelga infine l'utensile migliore e si argomenti la scelta.

In generale, il candidato introduca e dimensioni eventuali dati mancanti per lo svolgimento dei vari punti facendo riferimento alla letteratura tecnica ed alla propria esperienza.





# Università degli Studi di Udine

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

1<sup>^</sup> SESSIONE – ANNO 2015

Tabella 1. Lista utensili disponibili su tornio-fresatrice CNC.

# ut.	Descrizione utensile-portautensile	Profondità di passata $a_p$ [mm]	Avanzamento al giro $f$ [mm]	Velocità di taglio $v_c$ [m/min]	Costo ripristino utensile [€]
1	Tornitore per esterni per sgrossatura con inserto rombico 80°	0.6-4	0.15-0.4	200-350	3.5
2	Tornitore per semifinitura e finitura con inserto rombico 35°	0.1-2	0.08-0.2	300-450	4.5
3	Utensile per gole per esterni	0.1-3 (esecuzione gola); 0.1-0.5 (tornitura longitudin.)	0.1-0.35 (esecuzione gola); 0.1-0.2 (tornitura longitudin.)	150-250	9
4	Punta elicoidale D=8mm, autocentrante		0.1-0.35 (al giro)	140-260	10
5	Punta elicoidale D=30 mm		0.15-0.4 (al giro)	140-260	18
6	Bareno per tornitura interna - sgrossatura	0.4-3	0.15-0.4	180-280	4
7	Bareno per tornitura interna - finitura	0.1-1.5	0.08-0.25	210-320	4
8	Scanalatore frontale, per eseguire gole frontali con diametro da 70 a 150 mm	0.1-3 (esecuzione gola); 0.1-0.5 (tornitura)	0.1-0.35 (esecuzione gola); 0.1-0.2 (tornitura)	150-250	9
9	Fresa torica D=18mm	0.2-4	0.08-0.22 (al dente)	220-360	24

Tabella 2. Durate nuovo tipo di inserto per finitura

# prova usurante	Velocità di taglio $v_c$ [m/min]	Durata misurata $T$ [min]
1	300	90
2	300	75
3	300	86
4	500	15
5	500	5
6	500	12



# Università degli Studi di Udine

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

1<sup>^</sup> SESSIONE – ANNO 2015

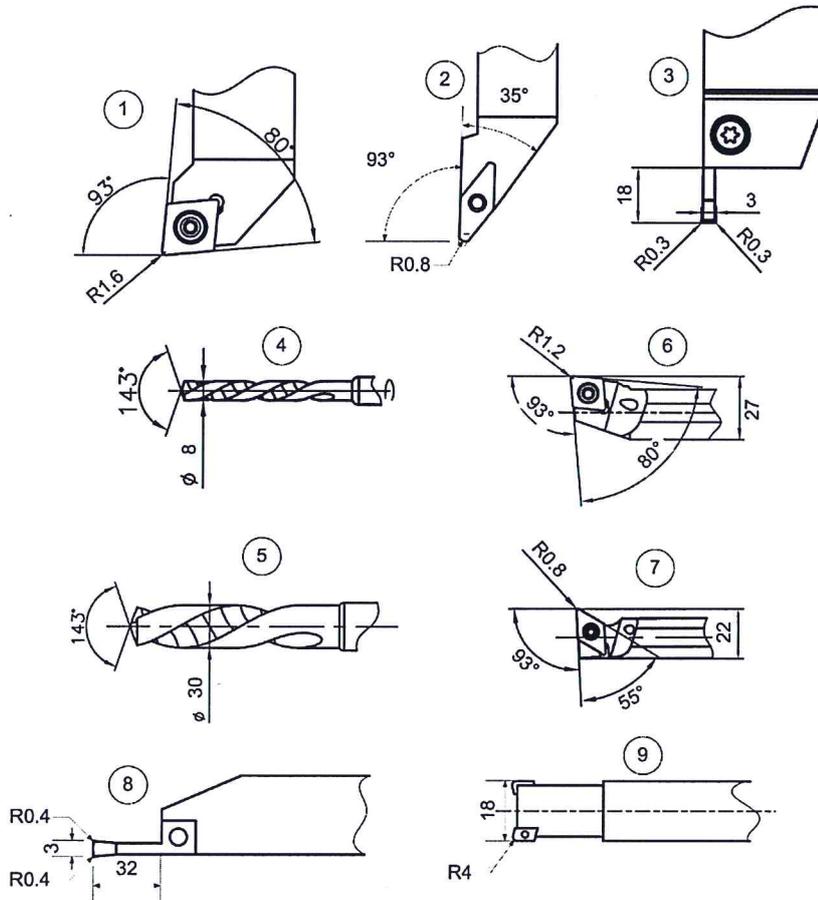


Figura 2. Utensili a disposizione per le lavorazioni ad asportazione di truciolo sul tornio multifunzionale CNC.

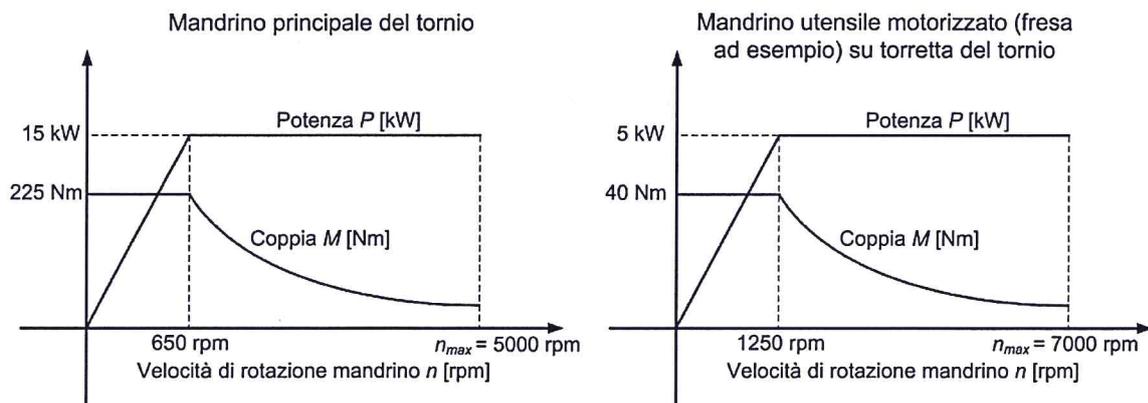


Figura 3. Curve di coppia e potenza mandrini del tornio multifunzionale CNC.



**Università degli Studi di Udine**

**ESAMI DI STATO**  
DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI **INGEGNERE**

**1^ SESSIONE – ANNO 2015**

---

**SEZIONE B**

**SETTORE:**  
**INGEGNERIA INDUSTRIALE JUNIOR**

**PROVA PRATICA**

ING/IND

**Tema n. 3/B3**

Il candidato esegua il progetto completo di una cabina elettrica di trasformazione per un impianto industriale, alimentata dalla rete Enel a media tensione, costituita da un trasformatore in olio da 1 MVA con rapporto di trasformazione 20.000/400 v.

Il candidato descriva tutte le varie componenti del progetto e ponga in essere tutti gli elementi dell'impianto non tralasciando gli schemi elettrici e topografici a monte ed a valle del trasformatore in conformità alla normativa vigente.

Eventuali dati mancanti restano a scelta del candidato.