



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI BRESCIA
Facoltà di Ingegneria

ESAME DI STATO DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
(Lauree Specialistiche D.M. 509/99 - Lauree Magistrali D.M. 270/04)

SEZIONE A - Seconda sessione 2010

PRIMA PROVA SCRITTA DEL 23 novembre 2010

SETTORE INDUSTRIALE

Tema n. 1

Si descrivano la meccanica di formazione del truciolo nel taglio ortogonale e le analogie con il taglio obliquo in operazioni di tornitura cilindrica.

Si spieghi inoltre come effettuare la stima della forza di taglio in tornitura e come questa influisca sulla lavorazione (potenza assorbita, flessione e trascinamento del pezzo).

Tema n. 2

Il candidato descriva il ruolo del sistema di controllo nel progetto mecatronico di un servomeccanismo, alla luce della tecnologia esistente e della strumentazione disponibile sul mercato.

Tema n. 3

Con riferimento alla progettazione del servizio elettrico di un impianto industriale, indiate i principali riferimenti normativi e legislativi applicabili. Illustrate inoltre la procedura di progettazione da seguire e le specifiche verifiche da attuare. Precisate infine, con riferimento alla salute e sicurezza nei luoghi di lavoro ed in particolare ad i rischi connessi con la presenza dell'impianto elettrico, quali sono le principali modalità per la valutazione ed il controllo di tale rischio, sia con riferimento agli utilizzatori dell'impianto elettrico che ai manutentori dell'impianto stesso.

Tema n. 4

Il candidato illustri, sulla base delle conoscenze maturate durante il corso di studio o sulla base di esempi applicativi relativi alla propria esperienza, i vantaggi e le problematiche connesse con l'utilizzo di materiali polimerici come alternativa ai materiali metallici per la realizzazione di manufatti tecnici in ambito industriale



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI BRESCIA
Facoltà di Ingegneria

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

(Lauree Specialistiche D.M. 509/99 - Lauree Magistrali D.M. 270/04)

SEZIONE A - Seconda sessione 2010

SECONDA PROVA SCRITTA DEL 1 dicembre 2010

SETTORE INDUSTRIALE

**(classi di laurea appartenenti al settore: 29/S - Ingegneria dell'automazione; 34/S -
Ingegneria gestionale; 36/S - Ingegneria meccanica; LM/33 - Lauree Magistrali in Ingegneria
Meccanica)**

Tema classe 29/S - Ingegneria dell'automazione

Il candidato descriva le fasi principali del progetto di un controllore industriale (non trascurando gli aspetti realizzativi) per un processo termico costituito da un forno la cui temperatura è manipolata da resistenze elettriche comandate da interruttori statici. Si ipotizzino le diverse specifiche di controllo che possono emergere nei casi applicativi.



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI BRESCIA
Facoltà di Ingegneria

ESAME DI STATO DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
(Lauree Specialistiche D.M. 509/99 - Lauree Magistrali D.M. 270/04)

SEZIONE A - Seconda sessione 2010

SECONDA PROVA SCRITTA DELL'1 dicembre 2010

SETTORE INDUSTRIALE

(classi di laurea appartenenti al settore: 29/S - Ingegneria dell'automazione; 34/S - Ingegneria gestionale; 36/S - Ingegneria meccanica; LM/33 - Lauree Magistrali in Ingegneria Meccanica)

Tema n. 3 classe 34/S - Ingegneria gestionale

Con riferimento alle nozioni fondamentali di teoria dell'oligopolio, collusivo e non, si descrivano le funzioni teoriche e gli interventi conseguenti delle cosiddette autorità "antitrust" tipiche dell'ordinamento economico di tutti i paesi economicamente avanzati [quali ad esempio la Federal Trade Commission negli Stati Uniti (FTC), la Direzione Generale per la Concorrenza nell'Unione Europea (DG Competition), o l'Autorità Garante della Concorrenza e del Mercato in Italia (AGCM)].



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI BRESCIA
Facoltà di Ingegneria

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

(Lauree Specialistiche D.M. 509/99 - Lauree Magistrali D.M. 270/04)

SEZIONE A - Seconda sessione 2010

SECONDA PROVA SCRITTA DEL 1 dicembre 2010

SETTORE INDUSTRIALE

**(classi di laurea appartenenti al settore: 29/S - Ingegneria dell'automazione; 34/S -
Ingegneria gestionale; 36/S - Ingegneria meccanica; LM/33 - Lauree Magistrali in Ingegneria
Meccanica)**

Il candidato svolga uno dei seguenti temi

Tema n. 1: classe 36/S - Ingegneria meccanica

1. Si descriva il processo di stampaggio tra stampi chiusi evidenziandone le problematiche generali, le soluzioni e gli accorgimenti. Si faccia inoltre riferimento all'esecuzione di pezzi cavi.
2. Si confrontino i processi di estrusione diretta e inversa (Processo, Forze, Limiti).

Tema n. 2: classe 36/S - Ingegneria meccanica

Il candidato descriva il processo di estrusione delle materie plastiche facendo riferimento a caratteristiche e problematiche inerenti la selezione del materiale, le attrezzature e la geometria del manufatto da ottenere.



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI BRESCIA
Facoltà di Ingegneria

ESAME DI STATO DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
(Lauree Specialistiche D.M. 509/99 - Lauree Magistrali D.M. 270/04)

SEZIONE A – Seconda sessione 2010

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE DEL 17 febbraio 2011

SETTORE INDUSTRIALE

(classi di laurea appartenenti al settore: 29/S - Ingegneria dell'automazione; 34/S - Ingegneria gestionale; 36/S - Ingegneria meccanica; LM/33 - Lauree Magistrali in Ingegneria Meccanica)

Tema n. 1: classe 36/S - Ingegneria meccanica

Si vuole realizzare una ruota dentata attraverso un processo di stampaggio massivo ed uno di asportazione di truciolo. Tenendo conto che: il suo diametro nominale è pari a $\varnothing 165\text{mm}$, verrà calettata con interferenza su un albero di diametro $\varnothing 80\text{mm}$ per una lunghezza pari a 120mm, dovrà trasmettere una coppia massima di 3100 Nm ed il coefficiente d'attrito fra albero e mozzo è $f=0.1$, si chiede di:

- Determinare il grado di finitura e la qualità della lavorazione delle superfici a contatto
- L'interferenza efficace minima richiesta tra albero e mozzo
- Scegliere l'accoppiamento
- Quotare il pezzo finito.

Supponendo di voler realizzare lo sbozzato utilizzando una maglia a doppio effetto, si chiede di:

- Progettare la geometria della cavità degli stampi
- Dimensionare la billetta di partenza (volume e dimensioni)
- Stimare l'energia richiesta dalla lavorazione
- Supponendo una pressione di esercizio pari a 190bar su una sezione utile di 707mm^2 , effettuare un dimensionamento di massima del maglia (corsa, masse di mazza ed incudine) e determinare il numero di colpi necessari alla lavorazione.
- Stilare il ciclo di lavorazione del pezzo alle macchine utensili. Riguardo alla scelta degli utensili, se ne indichi la tipologia

Il candidato effettui le ipotesi di lavoro necessarie allo svolgimento del tema.

Siano noti inoltre:

Pezzo	
<i>Materiale</i>	AISI 1043
<i>Legame sforzo-deformazioni</i>	
<i>Temperatura di stampaggio (1300°C)</i>	
<i>Temperatura bave (1150°C)</i>	
<i>Coefficiente d'attrito</i>	$\mu = 0.32$

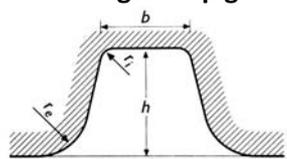
Tabella 1 Ritiro termico lineare

	Contraction (%)	Expansion (%)
Aluminum	7.1	Bismuth 3.3
Zinc	6.5	Silicon 2.9
Al - 4.5% Cu	6.3	
Gold	5.5	
White iron	4-5.5	
Copper	4.9	
Brass (70-30)	4.5	
Magnesium	4.2	
90% Cu - 10% Al	4	
Carbon steels	2.5-4	
Al - 12% Si	3.8	
Lead	3.2	

Tabella 2 Sovrametallo per pezzi stampati

Dimensioni nominali (mm)	Lunghezza del pezzo (mm)			
	≤ 100	100 + 300	300 + 500	500 + 1000
≤ 50	1,8 + 2,3	1,8 + 2,3	2,3 + 3,1	3 + 3,4
50 + 75	2 + 3	2 + 3	2,5 + 3	3,5 + 4
75 + 100	2 + 3,5	2 + 3,5	3 + 3,5	3,5 + 4,5
100 + 400	3 + 3,5	3 + 4	3,5 + 4,5	4,5 + 5
400 + 800	4 + 4,5	4 + 5	4,5 + 5	5 + 5,5
800 + 1000	4 + 5	4,5 + 5,5	5,5 + 6	5 + 6,5

Tabella 3 Raccordi di angoli e spigoli nello stampaggio



h/b	r_i (mm)	r_e (mm)
≤ 2	$0,06h + 0,5$	$2,5r_i + 0,75$
2 + 4	$0,07h + 0,6$	$3r_i + 0,75$
> 4	$0,08h + 0,75$	$3,5r_i + 0,75$

Tabella 4 Dimensioni della camera scartabava

s	b	r	H	L
0,6	6	1	3,3	18
0,8	6	1	3,4	20
1	7	1	3,5	22
1,6	8	1	4,3	22
2	9	1,5	5	25
3	10	1,5	6,5	28
4	11	2	8	30
5	12	2	9,5	32
6	13	2,5	11	35
8	14	3	14	38
10	15	3	17	40

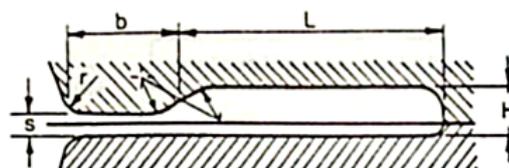


Tabella 5 Coefficiente per il calcolo della forza massima (η) e media (λ)

Lu/La	η	$\lambda=(0.15\div 0.25)$	
		$\lambda\downarrow$	$\lambda\uparrow$
1	1		
2	1.08	Pezzi di semplice geometria	Pezzi di forma complessa
5	1.2	Corse di deformazione elevate	Ridotte corse di deformazione
10	1.35	Bave sottili	Elevati spessori di bava



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI BRESCIA
Facoltà di Ingegneria

ESAME DI STATO DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
(SEZ. B: Lauree I Livello D.M. 509/99 e D.M. 270/04 e Diploma Universitario)

SEZIONE B - Seconda sessione 2010

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE DEL 17 febbraio 2011

SETTORE INDUSTRIALE
(classe di laurea 10 - Ingegneria industriale)

Tema n. 1 - Ambito: meccanica

Si vuole realizzare una ruota dentata attraverso un processo di stampaggio massivo ed uno di asportazione di truciolo. Tenendo conto che: il suo diametro nominale è pari a $\varnothing 165\text{mm}$, verrà calettata con interferenza su un albero di diametro $\varnothing 80\text{mm}$ per una lunghezza pari a 120mm , dovrà trasmettere una coppia massima di 3100 Nm ed il coefficiente d'attrito fra albero e mozzo è $f=0.1$, si chiede di:

- Determinare il grado di finitura e la qualità della lavorazione delle superfici a contatto
- L'interferenza efficace minima richiesta tra albero e mozzo
- Scegliere l'accoppiamento
- Quotare il pezzo finito.

Supponendo di voler realizzare lo sbozzato utilizzando una pressa oleodinamica, si chiede di:

- Progettare la geometria della cavità degli stampi
- Dimensionare la billetta di partenza (volume e dimensioni)
- Stimare energia e forza massima richieste dalla lavorazione
- Identificare le lavorazioni alle macchine utensili necessarie alla realizzazione del pezzo.

Il candidato effettui le ipotesi di lavoro necessarie allo svolgimento del tema.

Siano noti inoltre:

Pezzo
<i>Legame sforzo-deformazioni</i>
Temperatura di stampaggio (1300°C)
Temperatura bave (1150°C)
Coefficiente d'attrito $\mu = 0.32$

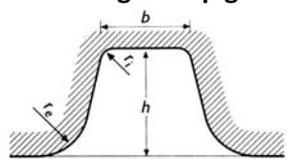
Tabella 6 Ritiro termico lineare

	Contraction (%)	Expansion (%)
Aluminum	7.1	Bismuth 3.3
Zinc	6.5	Silicon 2.9
Al - 4.5% Cu	6.3	
Gold	5.5	
White iron	4-5.5	
Copper	4.9	
Brass (70-30)	4.5	
Magnesium	4.2	
90% Cu - 10% Al	4	
Carbon steels	2.5-4	
Al - 12% Si	3.8	
Lead	3.2	

Tabella 7 Sovrametallo per pezzi stampati

Dimensioni nominali (mm)	Lunghezza del pezzo (mm)			
	≤ 100	100 + 300	300 + 500	500 + 1000
≤ 50	1,8 + 2,3	1,8 + 2,3	2,3 + 3,1	3 + 3,4
50 + 75	2 + 3	2 + 3	2,5 + 3	3,5 + 4
75 + 100	2 + 3,5	2 + 3,5	3 + 3,5	3,5 + 4,5
100 + 400	3 + 3,5	3 + 4	3,5 + 4,5	4,5 + 5
400 + 800	4 + 4,5	4 + 5	4,5 + 5	5 + 5,5
800 + 1000	4 + 5	4,5 + 5,5	5,5 + 6	5 + 6,5

Tabella 8 Raccordi di angoli e spigoli nello stampaggio



h/b	r_i (mm)	r_e (mm)
≤ 2	$0,06h + 0,5$	$2,5r_i + 0,75$
2 + 4	$0,07h + 0,6$	$3r_i + 0,75$
> 4	$0,08h + 0,75$	$3,5r_i + 0,75$

Tabella 9 Dimensioni della camera scartabava

s	b	r	H	L
0,6	6	1	3,3	18
0,8	6	1	3,4	20
1	7	1	3,5	22
1,6	8	1	4,3	22
2	9	1,5	5	25
3	10	1,5	6,5	28
4	11	2	8	30
5	12	2	9,5	32
6	13	2,5	11	35
8	14	3	14	38
10	15	3	17	40

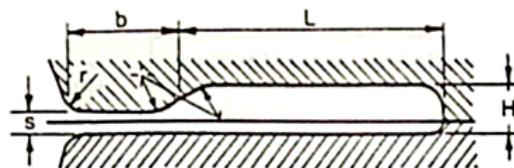


Tabella 10 Coefficiente per il calcolo della forza massima (η) e media (λ)

Lu/La	η	$\lambda=(0.15\div 0.25)$	
		$\lambda\downarrow$	$\lambda\uparrow$
1	1		
2	1.08	Pezzi di semplice geometria	Pezzi di forma complessa
5	1.2	Corse di deformazione elevate	Ridotte corse di deformazione
10	1.35	Bave sottili	Elevati spessori di bava



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI BRESCIA
Facoltà di Ingegneria

ESAME DI STATO DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO
DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
(Lauree Specialistiche D.M. 509/99 - Lauree Magistrali D.M. 270/04)

SEZIONE A - Seconda sessione 2010

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE DEL 17 FEBBRAIO 2011

SETTORE INDUSTRIALE

(classi di laurea appartenenti al settore: 29/S - Ingegneria dell'automazione; 34/S - Ingegneria gestionale; 36/S - Ingegneria meccanica; LM/33 - Lauree Magistrali in Ingegneria Meccanica)

CLASSE 36/S – Ingegneria Meccanica e dei Materiali

Tema n.2

Il candidato svolga entrambi gli esercizi.

Esercizio 1.

Attraverso il processo di estrusione, si vuole ottenere un manicotto trasparente in materiale polimerico da utilizzare in un circuito idraulico chiuso che lavora in ambiente inerte con temperatura di utilizzo costante pari a 30°C. Il raggio interno del tubo è di $R = 20$ mm, e la pressione statica interna a regime è di $P_o = 10$ bar. La massima variazione di ingombro radiale è $\Delta R_{\max} = 0.2$ mm, e la vita utile (tempo in condizioni di esercizio) che deve essere garantita è pari a 10 anni.

In allegato sono fornite le curve di cedevolezza in torsione $J_T(t)$ e del fattore di spostamento $a^{T_o}_T$ per due possibili materiali candidati per la realizzazione del condotto: PMMA e PS. Le curve sono riferite ad una temperatura di riferimento di $T_o=110^\circ\text{C}$ per il PMMA e a $T_o=97^\circ\text{C}$ per il PS. Si ricorda che la cedevolezza in torsione (J) è legata alla cedevolezza a trazione (D) dalla seguente relazione:

$$D = \frac{J}{2(1+n)}$$

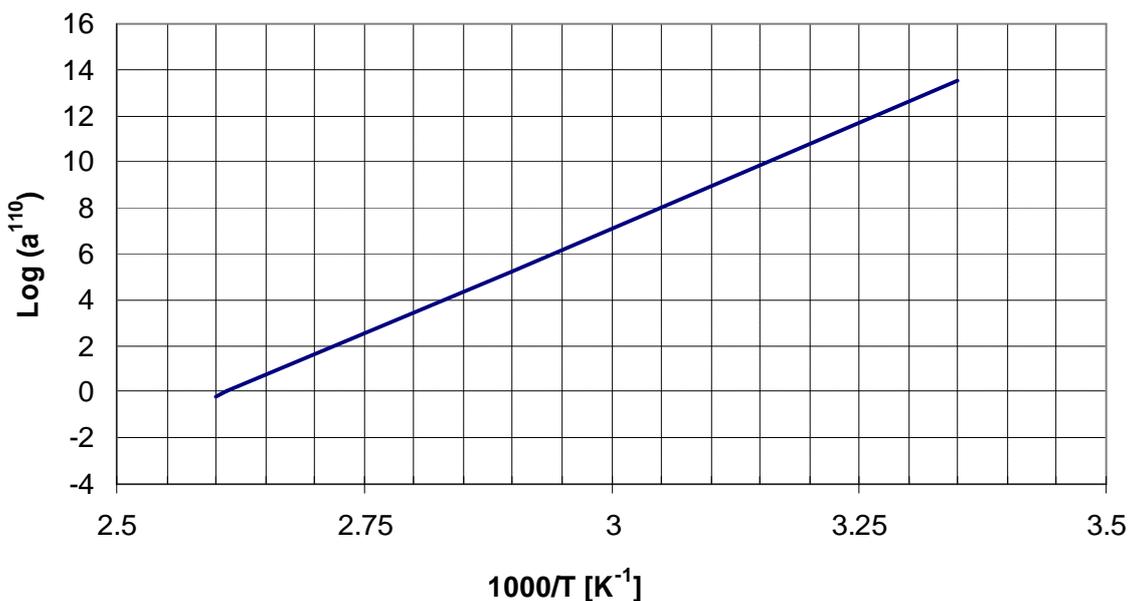
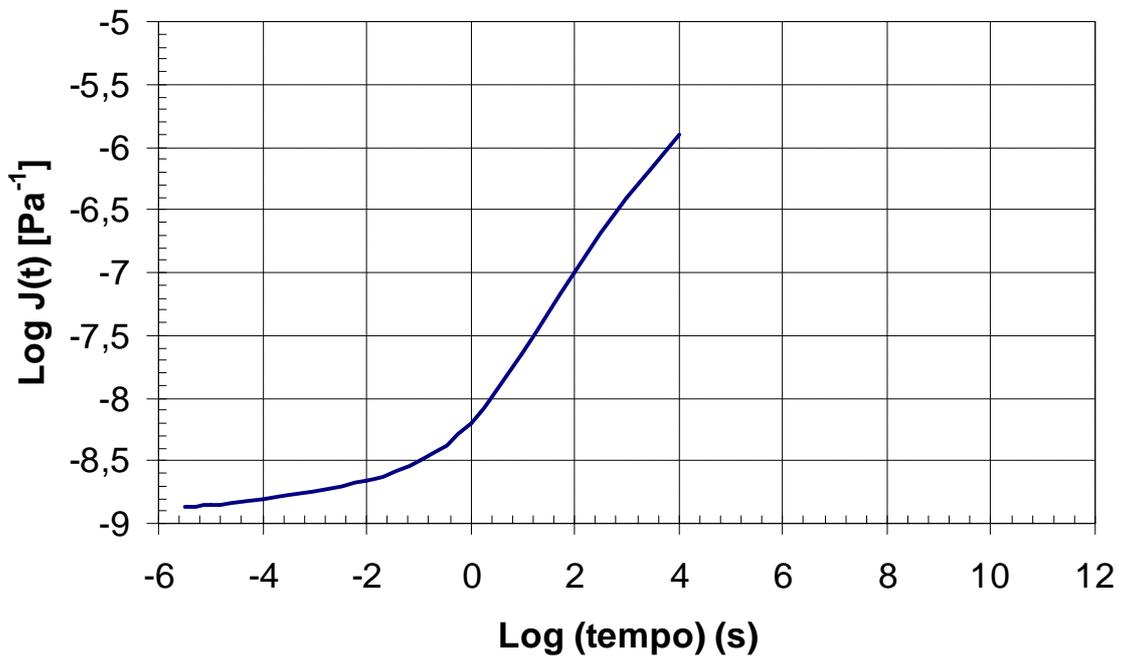
Si assuma per entrambi i materiali un valore del coefficiente di Poisson ν pari a 0.3 (costante).

1. Al candidato è richiesto di dimensionare lo spessore del condotto per soddisfare la specifica di progetto ($\Delta R < \Delta R_{\max}$) nelle condizioni di impiego assegnate sia nel caso di utilizzo di PMMA (polimetilmetacrilato) che di PS (polistirene), e di indicare qual'è il materiale più idoneo. Si ricordi che:

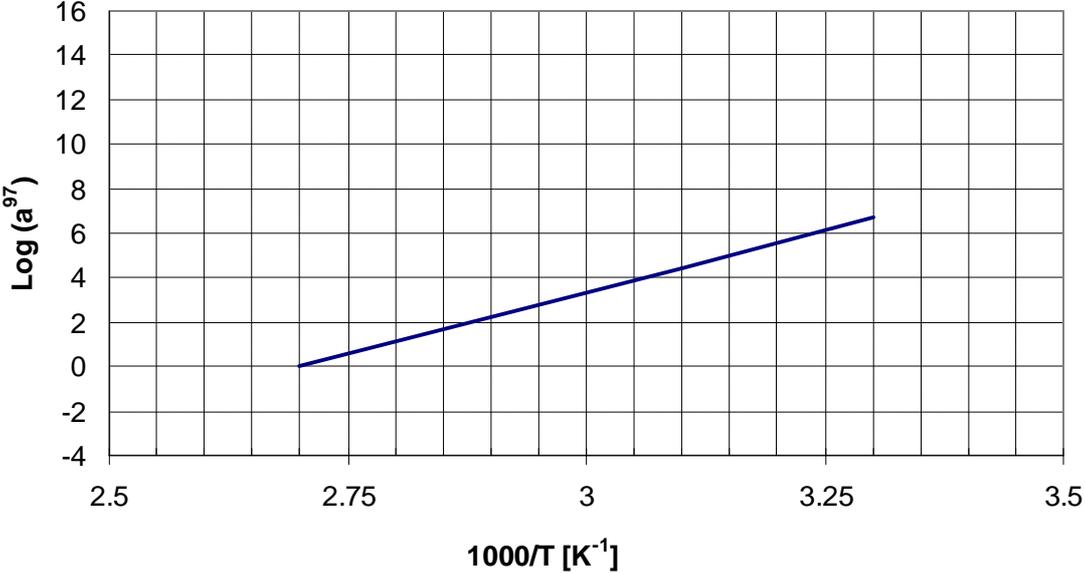
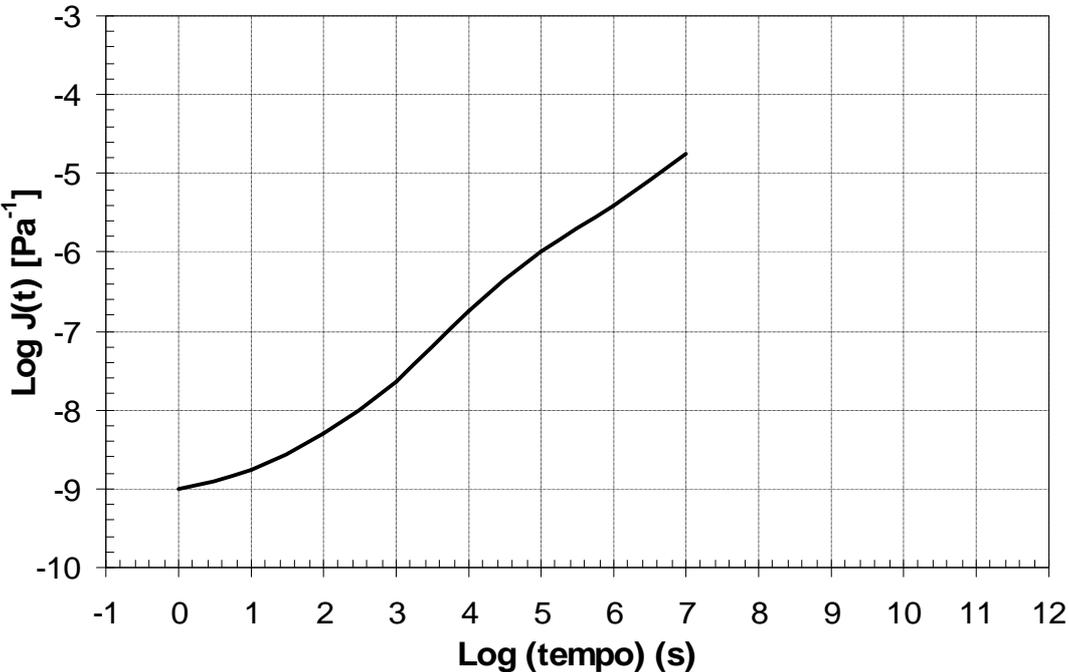
$$\Delta R = D(t) \left(1 - \frac{n}{2} \right) \frac{R^2 P_0}{s} \quad (\text{nell'ipotesi di tubo a parete sottile})$$

2. Ipotizzando di avere a disposizione un manicotto realizzato in PMMA con diametro interno pari a $D=40$ mm e spessore $s=5$ mm, il candidato determini la massima temperatura di utilizzo del manufatto considerando le seguenti specifiche di progetto: vita utile 10 anni, pressione statica interna a regime pari a 10 bar e massima variazione di ingombro radiale pari a $\Delta R_{\max} = 0.4$ mm.

MATERIALE: PMMA (TEMPERATURA DI RIFERIMENTO $T_0=110^\circ \text{C}$)



MATERIALE: PS (TEMPERATURA DI RIFERIMENTO $T_0 = 97^\circ \text{C}$)



Esercizio 2

Si vuole realizzare con la tecnologia dello stampaggio a iniezione un piccolo manufatto in plastica da realizzarsi in polistirene.

In allegato è riportata la bozza del disegno dello stampo che verrà utilizzato per la sua produzione. Il candidato esegua un'analisi delle principali proprietà (meccaniche e termiche) riportate nel bollettino tecnico allegato, in relazione al loro utilizzo nella selezione del materiale, con particolare riferimento all'indice di fluidità.

Al candidato è in oltre richiesto di descrivere:

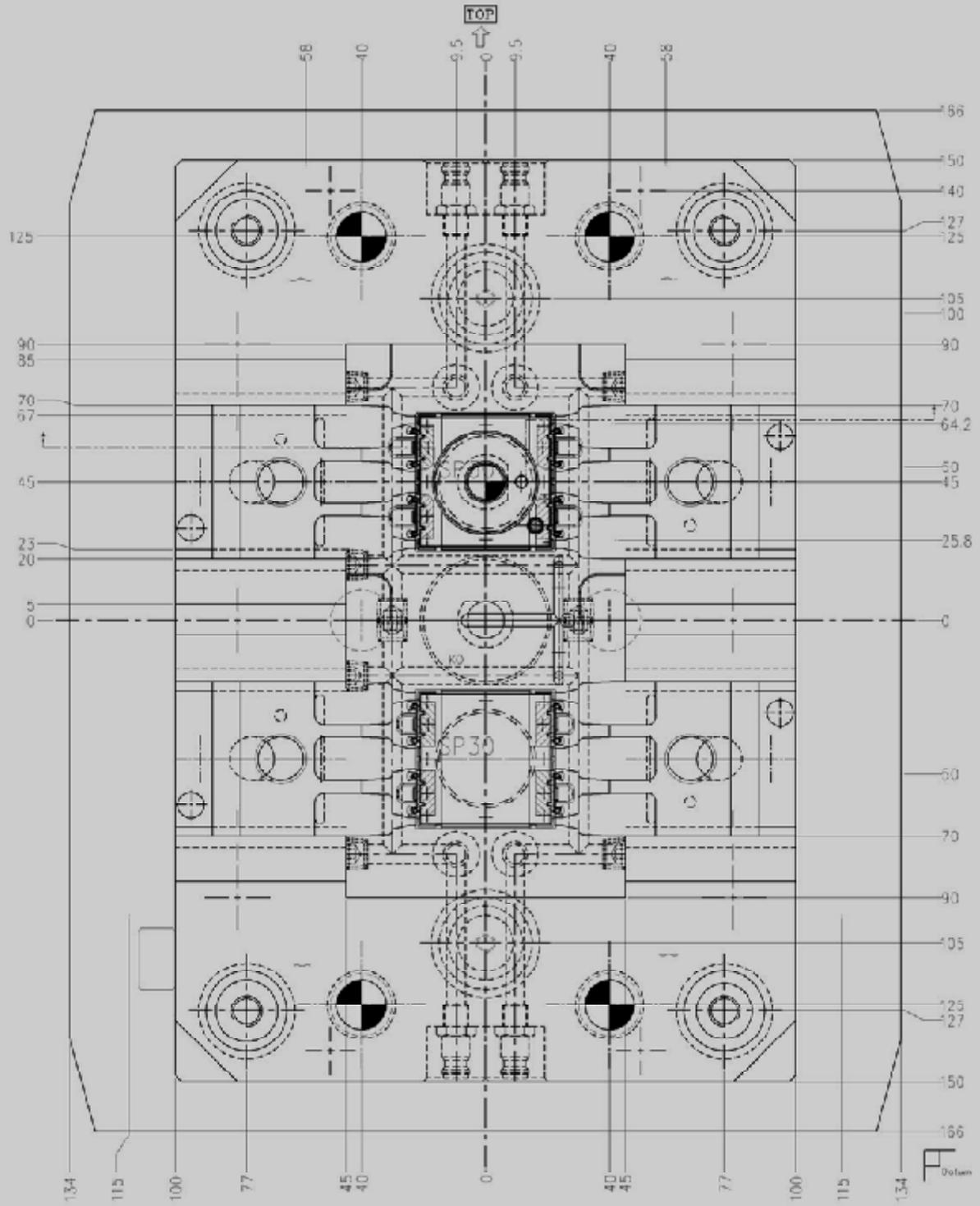
1. La tipologia di stampo (singola cavità, multi-cavità, canali freddi,....)
2. Il sistema di raffreddamento adottato (eseguire uno schizzo del circuito di raffreddamento della parte fissa e mobile dello stampo)
3. Tipologia di estrazione e iniezione adottata
4. Il processo di stampaggio a iniezione indicando i principali parametri di regolazione della pressa ad iniezione.

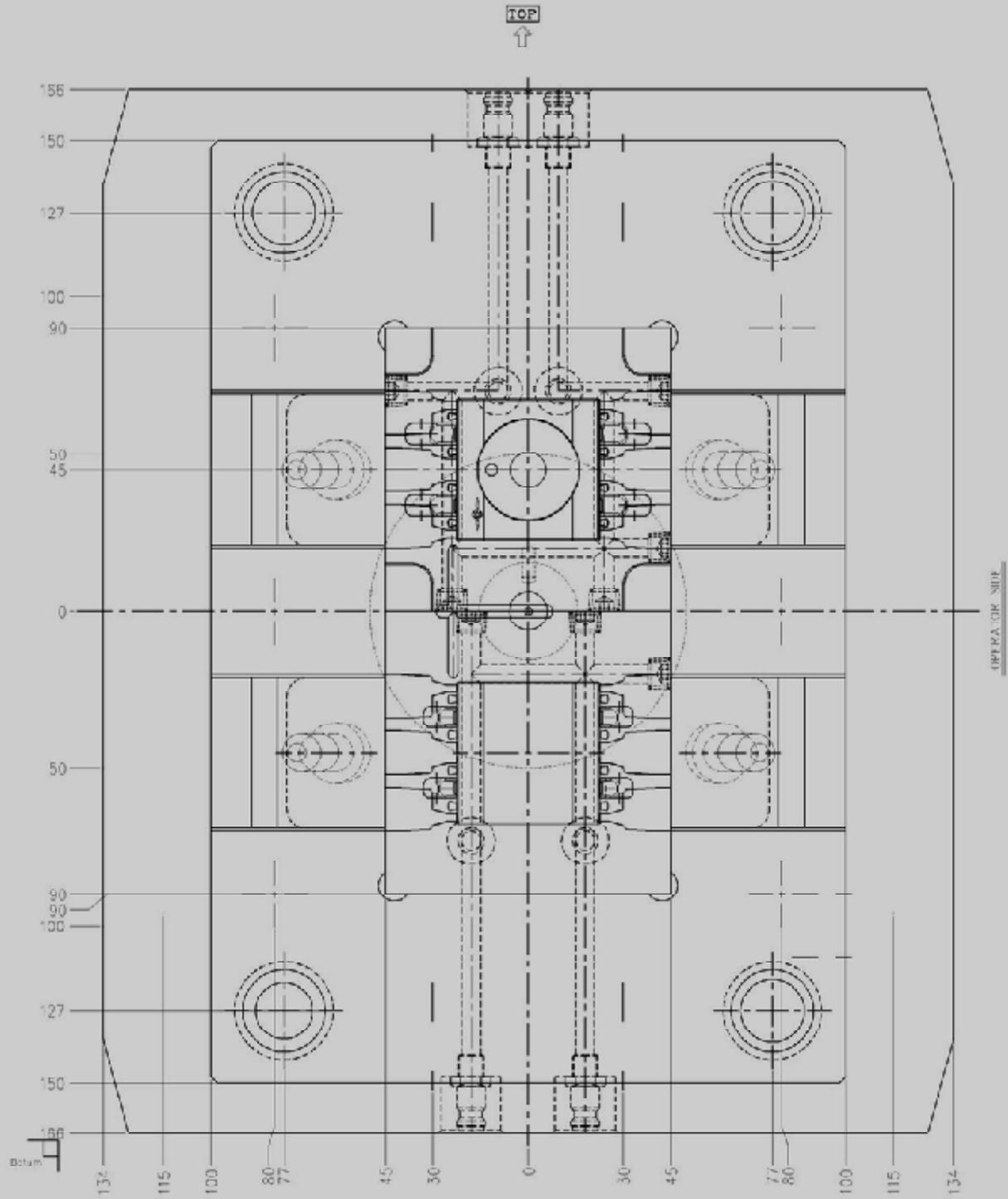
Edistir[®]
Polistirene

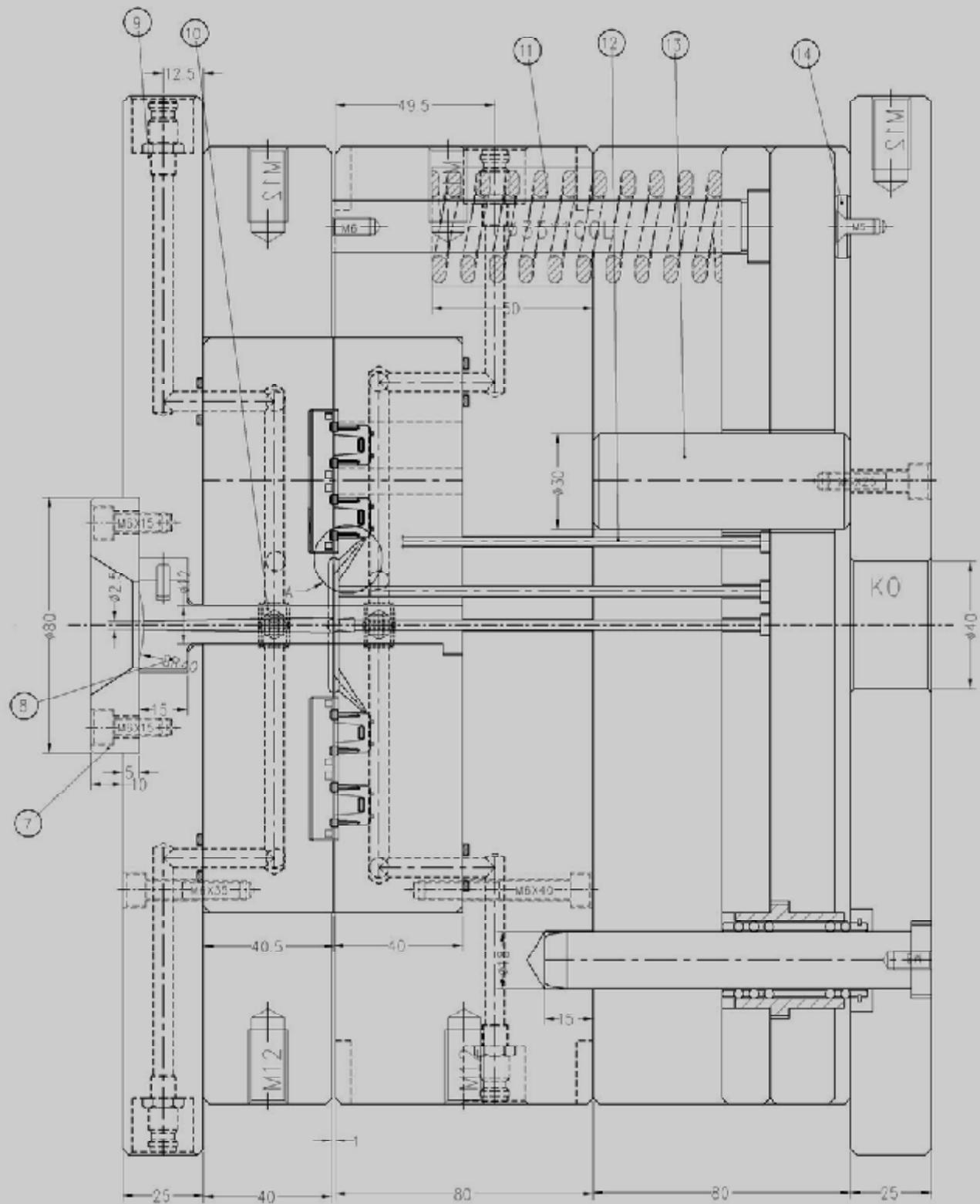
N 1840

Proprietà	Condizioni di prova	Metodo di prova	Unità di misura	Valori
Generali				
Densità		ISO 1183	g/cm ³	1.05
Densità apparente		ISO 60	g/cm ³	0.65
Assorbimento d'acqua	24 h - 23°C	ISO 62	%	<0.1
Reologiche				
Indice di fluidità	200°C - 5 kg	ISO 1133	g/10 min	10
Meccaniche				
Carico a snervamento a trazione	5 mm/min	ISO 527	MPa	-
Carico a rottura a trazione	5 mm/min	ISO 527	MPa	39
Allungamento a rottura a trazione	5 mm/min	ISO 527	%	1.8
Modulo elastico a trazione	1 mm/min	ISO 527	MPa	3250
Carico massimo a flessione	2 mm/min	ISO 178	MPa	69
Resilienza Izod con intaglio	+23°C - spessore 3.2 mm	ISO 180/4A	J/m	-
	+23°C - spessore 4 mm	ISO 180/1A	kJ/m ²	1.7
	-30°C - spessore 4 mm	ISO 180/1A	kJ/m ²	1.5
Durezza Rockwell	scala L/M	ISO 2039/2	-	M80
Termiche				
Temperatura di rammollimento Vicat	10 N - 50°C/h	ISO 306/A	°C	92
	50 N - 50°C/h	ISO 306/B	°C	88
Temperatura di distorsione sotto carico (ricotto)	1.8 MPa - 120°C/h	ASTM D 648	°C	84
Coefficiente di dilatazione termica lineare		ASTM D 696	10 ⁻⁵ /°C	7
Conducibilità termica		ISO 8302	W/(K·m)	0.17
Ritiro allo stampaggio		metodo interno	%	0.3 - 0.6

OPERATOR SIDE









UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI BRESCIA
Facoltà di Ingegneria

ESAME DI STATO DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
(Lauree Specialistiche D.M. 509/99 - Lauree Magistrali D.M. 270/04)

SEZIONE A - Seconda sessione 2010

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE DEL 17 febbraio 2011

SETTORE INDUSTRIALE

(classi di laurea appartenenti al settore: 29/S - Ingegneria dell'automazione; 34/S - Ingegneria gestionale; 36/S - Ingegneria meccanica; LM/33 - Lauree Magistrali in Ingegneria Meccanica)

Tema n. 3 classe 34/S - Ingegneria gestionale

Rispondete a tutte le domande. Sul retro del foglio trovate le tavole delle distribuzioni t, F e Chi². Commentate sempre le vs. risposte e riportate i passaggi essenziali di calcoli e dimostrazioni: sì/no e semplici risposte numeriche sono insufficienti

1. Considerate il modello: $lwage = \beta_0 + \beta_1 esper + \beta_2 phsrank + \beta_3 d_univ + \beta_4 female + \beta_5 white + u$ che spiega il salario ottenuto da giovani lavoratori americani (*lwage*, in forma logaritmica) con l'esperienza (*esper*, in settimane), il sesso (*male*) e la razza (*white*) degli stessi, nonché con la qualità della scuola superiore da essi frequentata (*phsrank*, che indica il percentile di appartenenza della scuola nelle classifiche di qualità) ed il possesso di un diploma universitario (*d_univ*).

1.1 Utilizzando i dati delle due tavole sottostanti testate l'ipotesi nulla secondo cui i parametri di razza e sesso sono congiuntamente nulli

TAVOLA 1			TAVOLA 2		
y=lwage	Coef.stimato	Std. Err.	y=lwage	Coef.stimato	Std. Err.
exper	.0036342	.0001601	exper	.0046786	.0001595
phsrank	.0021519	.0002353	phsrank	.0010486	.0002373
d_univ	.2462754	.0112846	d_univ	.2922134	.0115399
male	.245517	.011	costante	1.467309	.02399
white	.071606	.014841			
costante	1.377257	.0254094			
n=6763 R²=0.2546			n=6763 R²=0.1952		

1.2 Discutete la possibilità che l'esclusione della razza e del sesso distorca le stime dei parametri relativi a all'esperienza e alla qualità della scuola, nonché l'eventuale segno della distorsione

1.3 Costruite l'intervallo di confidenza al 90% e al 95% per lo stimatore del parametro relativo a *d_univ*

1.4 Confrontate una donna di colore con un maschio bianco proveniente dalla stessa scuola superiore e con lo stesso titolo universitario: quanta esperienza di lavoro in più dovrebbe avere la prima rispetto al secondo per sperare di avere lo stesso salario?

1.5 Calcolate per entrambe le regressioni il cosiddetto R²-aggiustato, confrontate i due valori e spiegate quali informazioni ne derivate

2. La tavola sottostante riporta due regressioni Logit che utilizzano i dati di una indagine sulla carriera di 469 ricercatori universitari italiani, attivi nel 1999 nell'ambito della fisica teorica e sperimentale. La variabile dipendente (*Promotion*) prende valore uno se il ricercatore, dopo il 1999, è stato promosso al ruolo di professore e valore zero in caso contrario.

Regressioni Logit di *Promotion*, varie specificazioni

	(1)	(2)
<i>Gender</i>	-0.301 (0.234)	-0.246 (0.243)
<i>Age</i>		1.875 (0.368)
<i>Age</i> ²		-0.023 (0.005)
<i>Articles</i>	0.003 (0.002)	-0.003 (0.007)
<i>INFM</i>	0.827 (0.194)	0.833 (0.203)
<i>constant</i>	-0.685 (0.181)	-39.13 (7.49)
<i>log-L</i>	-311.5	-296.2

- *Gender*: dummy - (1=donna; 0=uomo)
- *Age*: età del ricercatore, espressa in anni
- *Articles*: nr articoli pubblicati dal ricercatore fino al 1999; è un indicatore di produttività del ricercatore
- *INFM*: dummy - (1= ha collaborato con l'Istituto Nazionale di Fisica della Materia; 0= non ha collaborato)

Le regressioni della tavola differiscono solo per la scelta dei regressori inclusi, di cui sono riportati i parametri stimati e (tra parentesi) i relativi *standard error*. Viene inoltre riportato il logaritmo della verosimiglianza stimata (*log-L*)

- 2.1 Considerate due ricercatori maschi con 10 articoli, uno solo dei quali ha collaborato con l'INFM. In base alla regressione (1), di quanto differiscono le loro probabilità di promozione?
- 2.2 Ri-esprimete i coefficienti stimati nella regressione (1) come *odds ratios*
- 2.3 Utilizzando al meglio le due regressioni, testate l'ipotesi che l'età dei ricercatori non abbia alcun effetto sulla carriera degli stessi

VALORI CRITICI T-STUDENT

	1 coda: 95%	97,5%	99%	99,5%	99,75%
gradi libertà	2 code: 90%	95%	97,5%	99%	99,5%
1	6,314	12,71	31,82	63,66	127,3
2	2,92	4,303	6,965	9,925	14,09
3	2,353	3,182	4,541	5,841	7,453
4	2,132	2,776	3,747	4,604	5,598
5	2,015	2,571	3,365	4,032	4,773
6	1,943	2,447	3,143	3,707	4,317
7	1,895	2,365	2,998	3,499	4,029
8	1,86	2,306	2,896	3,355	3,833
9	1,833	2,262	2,821	3,25	3,69
10	1,812	2,228	2,764	3,169	3,581

	1 coda: 95%	97,5%	99%	99,5%	99,75%
gradi libertà	2 code: 90%	95%	97,5%	99%	99,5%
15	1,753	2,131	2,602	2,947	3,286
20	1,725	2,086	2,528	2,845	3,153
30	1,697	2,042	2,457	2,75	3,03
40	1,684	2,021	2,423	2,704	2,971
50	1,676	2,009	2,403	2,678	2,937
60	1,671	2	2,39	2,66	2,915
80	1,664	1,99	2,374	2,639	2,887
100	1,66	1,984	2,364	2,626	2,871
120	1,658	1,98	2,358	2,617	2,86
+∞	1,645	1,96	2,326	2,576	2,807

VALORI CRITICI DISTRIBUZIONE F, α=5%

		Gradi di libertà del numeratore																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	30	40	60	120	+∞
Gradi di libertà del denominatore	1	161,44	199,50	215,70	224,58	230,16	233,98	236,76	238,88	240,54	241,88	245,94	248,01	250,09	251,14	252,19	253,25	254,31
	2	18,51	19,00	19,16	19,24	19,29	19,32	19,35	19,37	19,38	19,39	19,42	19,44	19,46	19,47	19,47	19,48	19,49
	3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,89	8,85	8,81	8,79	8,70	8,66	8,62	8,59	8,57	8,55	8,53
	4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	6,00	5,96	5,86	5,80	5,75	5,72	5,69	5,66	5,63
	5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,77	4,74	4,62	4,56	4,50	4,46	4,43	4,40	4,37
	6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,21	4,15	4,10	4,06	3,94	3,87	3,81	3,77	3,74	3,70	3,67
	7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68	3,64	3,51	3,44	3,38	3,34	3,30	3,27	3,23
	8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39	3,35	3,22	3,15	3,08	3,04	3,01	2,97	2,93
	9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18	3,14	3,01	2,94	2,86	2,83	2,79	2,75	2,71
	10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,98	2,85	2,77	2,70	2,66	2,62	2,58	2,54
	15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,71	2,64	2,59	2,54	2,40	2,33	2,25	2,20	2,16	2,11	2,07
	20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,51	2,45	2,39	2,35	2,20	2,12	2,04	1,99	1,95	1,90	1,84
	30	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,33	2,27	2,21	2,16	2,01	1,93	1,84	1,79	1,74	1,68	1,62
	40	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,25	2,18	2,12	2,08	1,92	1,84	1,74	1,69	1,64	1,58	1,51
	60	4,00	3,15	2,76	2,53	2,37	2,25	2,17	2,10	2,04	1,99	1,84	1,75	1,65	1,59	1,53	1,47	1,39
	120	3,92	3,07	2,68	2,45	2,29	2,18	2,09	2,02	1,96	1,91	1,75	1,66	1,55	1,50	1,43	1,35	1,25
	inf	3,84	3,00	2,60	2,37	2,21	2,10	2,01	1,94	1,88	1,83	1,67	1,57	1,46	1,39	1,32	1,22	1,00



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI BRESCIA
Facoltà di Ingegneria

ESAME DI STATO DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
(Lauree Specialistiche D.M. 509/99 - Lauree Magistrali D.M. 270/04)

SEZIONE A - Seconda sessione 2010

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE DEL 17 febbraio 2011

SETTORE INDUSTRIALE

(classi di laurea appartenenti al settore: 29/S - Ingegneria dell'automazione; 34/S - Ingegneria gestionale; 36/S - Ingegneria meccanica; LM/33 - Lauree Magistrali in Ingegneria Meccanica)

Tema classe 29/S - Ingegneria dell'automazione

Si consideri il sistema in Figura 1, costituito da tre serbatoi in cui la portata di ingresso dell'uno è uguale alla portata in uscita del precedente.

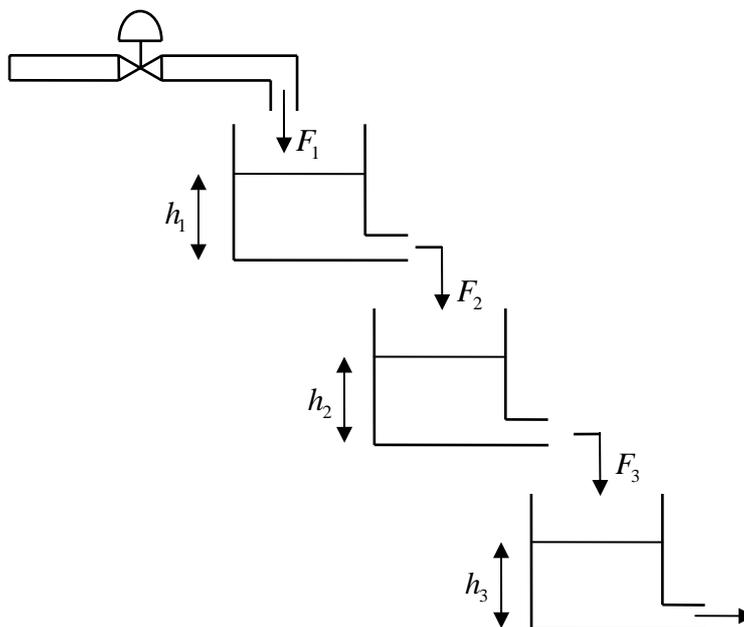


Figura 1. Schema del sistema da controllare.

Si assuma che il modello di ogni serbatoio possa essere linearizzato e descritto secondo la seguente equazione differenziale:

$$A_i \frac{dh_i(t)}{dt} = F_i(t) - \alpha_i h_i(t)$$

dove h_i è il livello del serbatoio, F_i è la portata in ingresso e α_i è un coefficiente di efflusso. Si progetti quindi un sistema di controllo per il livello h_3 del serbatoio più a valle avendo come variabile manipolabile la portata F_1 del

serbatoio più a monte. In particolare, assumendo $A_i = 10$ e $\alpha_i = 1$ per $i=1,2,3$ si eseguano i seguenti passi progettuali.

1. Si ricavi l'espressione analitica della risposta allo scalino del sistema in anello aperto e a partire da essa si deduca un sistema approssimante del primo ordine più ritardo.
2. Si esegua la taratura di un controllore di tipo Proporzionale-Integrale-Derivativo (PID) giustificando appropriatamente la scelta effettuata. In questo contesto si tenga conto in particolare che:
 - la variabile manipolabile è limitata in ampiezza dalla saturazione della valvola;
 - la variabile controllata è limitata (il livello del liquido non può ovviamente essere maggiore dell'altezza del serbatoio);
 - nei tre serbatoi possono esservi portate addizionali (non visualizzate in figura) che agiscono come disturbi;
 - il sensore di livello introduce del rumore di misura.
3. Si discuta la robustezza del sistema di controllo progettato calcolando gli opportuni indici di stabilità.
4. Si realizzi il controllore in modo digitale scegliendo opportunamente il periodo di campionamento e tenendo conto delle possibili funzionalità addizionali per risolvere le problematiche delineate al punto 2.
5. Si discutano comunque le soluzioni a tutte le possibili problematiche realizzative del progetto anche in relazione alla possibile strumentazione da utilizzare.