



**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 2011

**PRIMA PROVA SCRITTA DEL 30 Novembre 2011**

**SETTORE INDUSTRIALE**

**Tema n. 1**

Discutere come si sviluppa lo studio della dinamica di una macchina schematizzata come in figura 1.

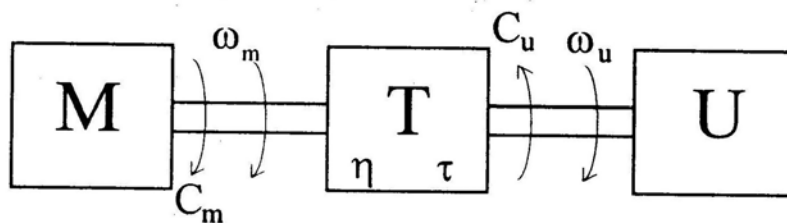


Figura 1 – Schema dei componenti fondamentali di una macchina.

**Tema n. 2**

Illustrare i principali criteri per la valutazione degli investimenti, mettendone in luce comparativamente pregi e difetti.



**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 2011

**SECONDA PROVA SCRITTA DEL 2 Dicembre 2011**

**SETTORE INDUSTRIALE - ambito GESTIONALE**  
**(classe di laurea 10 - Ingegneria industriale)**

**Tema**

**Parte 1**

Le voci di bilancio relative agli esercizi 2009/2010 e 2010/2011 per la società Falegnami Riuniti S.r.l., che chiude l'esercizio al 30 giugno, sono riportate nelle tabelle seguenti (tutti i dati sono espressi in migliaia di euro).

**Stato Patrimoniale al 30 giugno 2010**

Attivo		Passivo	
Cassa	240	840	Capitale sociale
Titoli di Stato	480	240	Riserve
Crediti commerciali	540	720	Debiti finanziari a medio/lungo termine
Risconti attivi	96	420	Debiti finanziari a breve termine
Rimanenze finali	360	600	Debiti commerciali
Immobilizzazioni tecniche nette	1.020	240	Fondo TFR
Immobilizzazioni immateriali	300	240	Utile netto
Immobilizzazione finanziarie	264		

**Stato Patrimoniale al 30 giugno 2011**

Attivo		Passivo	
Cassa	420	840	Capitale sociale
Titoli di Stato	276	360	Riserve
Crediti commerciali	480	480	Debiti finanziari a medio/lungo termine
Risconti attivi	540	396	Debiti finanziari a breve termine
Rimanenze finali	900	468	Debiti commerciali
Immobilizzazioni tecniche nette	240	336	Fondo TFR
Immobilizzazioni immateriali	264	240	Utile netto
Immobilizzazione finanziarie	420		

**Conto Economico 2009-2010**

Fatturato	6.960
Variazione scorte	-360
Impianti realizzati internamente	300
Acquisti di materie prime	3.024
Ammortamenti	120
Costo del lavoro	2.184
Spese amministrative e di vendita	732
Proventi finanziari	96
Oneri finanziari	156
Minusvalenze	300
Imposte	240

**Conto Economico 2010-2011**

Fatturato	7.440
Variazione scorte	180
Acquisti di materie prime	3.336
Ammortamenti	120
Costo del lavoro	2.448
Spese amministrative e di vendita	1.140
Proventi finanziari	12
Oneri finanziari	108
Imposte	240

Commentate l'evoluzione della redditività e della solidità patrimoniale dell'impresa, utilizzando gli indicatori ritenuti più adeguati a tal fine. Si dedichi particolare attenzione all'andamento dei costi operativi.

**Parte 2**

Sulla Linea C del proprio reparto di assemblaggio, la Falegnami Riuniti Srl realizza tre modelli di comodino: Sera, Tramonto e Notte. Alcuni dati relativi alla produzione di ottobre 2011 sono riportati nella tabella:

Modello comodino	Costi variabili [€/pezzo]	Produzione ottobre 2011 [pezzi/mese]	Tempo di attraversamento [ore/pezzo]
Sera	160	22	8
Tramonto	175	18	12
Notte	190	10	16

Gli *overheads* della Linea C registrati a ottobre 2011 ammontano a 6.000 € e sono imputabili alle seguenti voci:

- ammortamento macchinari: 2.500 €
- manutenzione ordinaria e straordinaria dei macchinari: 1.200 €
- energia e materiali di consumo: 650 €
- affitto mensile del capannone che ospita la Linea C: 1.650 €

- a) Discutere come ritenete opportuno allocare ai tre diversi prodotti i costi indiretti rilevati sulla linea di montaggio nell'ottobre 2011, giustificando opportunamente la risposta;
- b) Procedere al calcolo del costo pieno industriale unitario dei tre prodotti sulla base del criterio indicato al punto precedente.



**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 2011

**SECONDA PROVA SCRITTA DEL 2 Dicembre 2011**

**SETTORE INDUSTRIALE - ambito AUTOMAZIONE**  
**(classe di laurea 10 - Ingegneria industriale)**

**Tema**

Il candidato consideri il manovellismo ordinario centrato schematizzato in Fig.1, utilizzato per l'azionamento di un pistone di un motore endotermico.

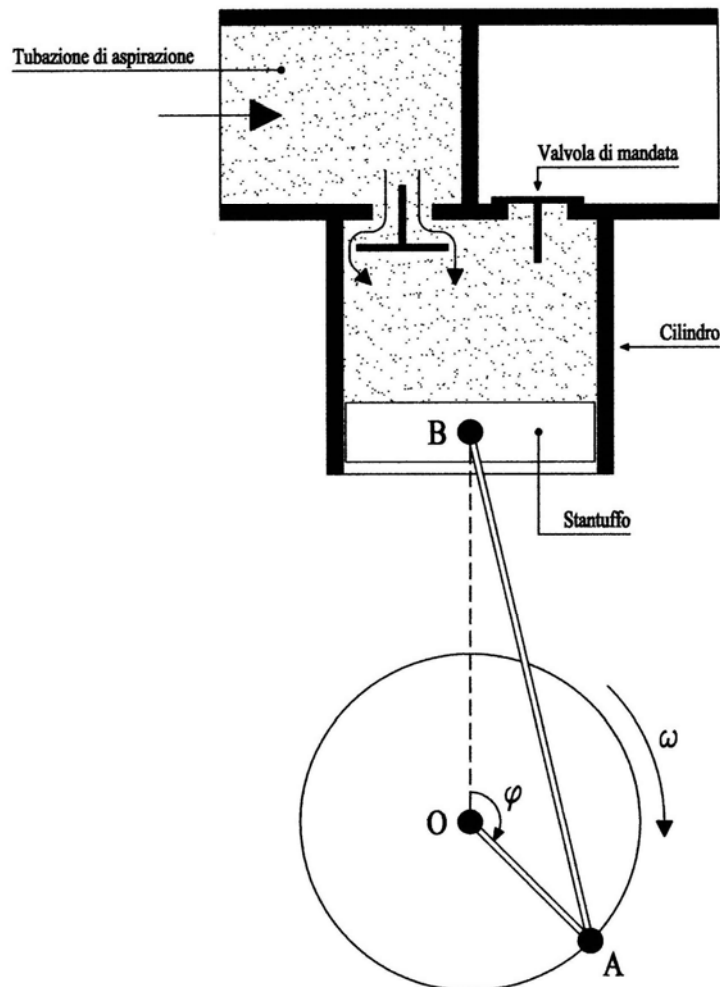


Fig. 1 – Manovellismo ordinario centrato

I dati del sistema sono:

- $D$  [m]: alesaggio del pistone;
- $c$  [m]: corsa del pistone;
- $l$  [m]: lunghezza della biella;
- $m$  [kg]: massa solidale col piede di biella;
- $\omega$  [rad/s]: velocità di rotazione media dell'albero di manovella;

Si trascurano le inerzie di biella e manovella.

Durante la fase di espansione, per un angolo di rotazione  $\varphi$  [rad], la pressione dei gas all'interno del cilindro è pari a  $P_g$  [Pa].

Si chiede di esprimere in funzione dell'angolo  $\varphi$  e dei dati del sistema:

1. la velocità e l'accelerazione del piede di biella;
2. la forza alterna d'inerzia del piede di biella;
3. il momento motore istantaneo.



**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 2011

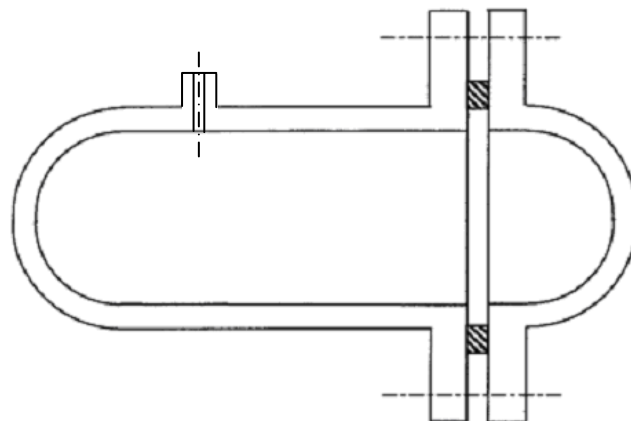
**SECONDA PROVA SCRITTA DEL 2 Dicembre 2011**

**SETTORE INDUSTRIALE – AMBITO MECCANICA**  
**(classe di laurea 10 - Ingegneria industriale)**

**Tema 1**

Con riferimento al recipiente in pressione schematicamente rappresentato nella figura sottostante, il candidato illustri le problematiche da considerare e le procedure di calcolo da adottare per il dimensionamento e la verifica:

1. dello spessore del mantello cilindrico e dei fondi sferici;
2. della giunzione bullonata;
3. del rinforzo del mantello nella regione del bocchello.



## Tema 2

Il candidato consideri il manovellismo ordinario centrato schematizzato in Fig.1, utilizzato per l'azionamento di un pistone di un motore endotermico.

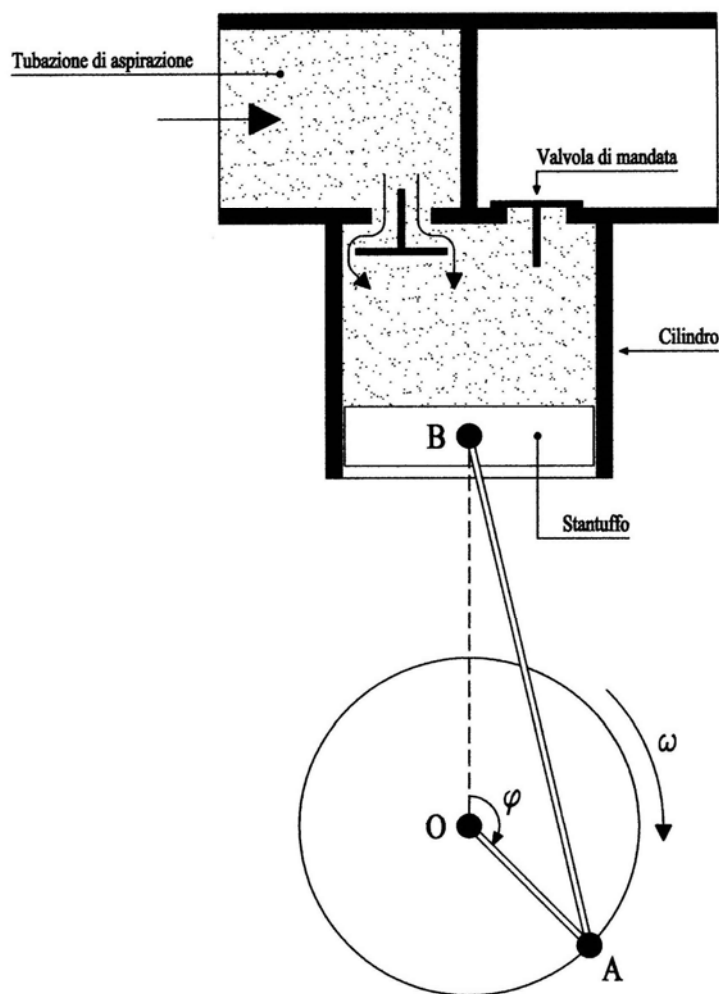


Fig. 1 – Manovellismo ordinario centrato

I dati del sistema sono:

- $D$  [m]: alesaggio del pistone;
- $c$  [m]: corsa del pistone;
- $l$  [m]: lunghezza della biella;
- $m$  [kg]: massa solidale col piede di biella;
- $\omega$  [rad/s]: velocità di rotazione media dell'albero di manovella;

Si trascurano le inerzie di biella e manovella.

Durante la fase di espansione, per un angolo di rotazione  $\varphi$  [rad], la pressione dei gas all'interno del cilindro è pari a  $P_g$  [Pa].

Si chiede di esprimere in funzione dell'angolo  $\varphi$  e dei dati del sistema:

1. la velocità e l'accelerazione del piede di biella;
2. la forza alterna d'inerzia del piede di biella;
3. il momento motore istantaneo.



**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 2011

**PROVA PRATICA DEL 9 febbraio 2012**

**SETTORE INDUSTRIALE**  
**(classe di laurea 10 - Ingegneria industriale)**  
Ambiti MECCANICO, AUTOMAZIONE e GESTIONALE

**Tema n°1**

Si consideri la trasmissione ad ingranaggi schematizzata nella figura seguente, costituita da una coppia di ruote coniche (1) e (2), e da una coppia di ruote cilindriche a denti elicoidali (3) e (4). Facendo riferimento ai dati indicati di seguito, si richiede di:

- 1) Determinare la potenza richiesta al motore, supponendo che la sua velocità di funzionamento sia di 1400 giri/minuto;
- 2) Determinare le spinte fra le ruote dentate;
- 3) Tracciare i diagrammi dei momenti flettenti e torcenti sull'albero centrale della trasmissione;
- 4) Eseguire il primo dimensionamento dell'albero;
- 5) Scegliere i cuscinetti dell'albero;
- 6) Eseguire uno schizzo costruttivo dell'albero;
- 7) Eseguire la verifica a fatica dell'albero;

**DATI:**

Modulo medio della coppia conica:

$$m_m = 5 \text{ mm};$$

Numero di denti della coppia conica:

$$z_1 = 24; z_2 = 60;$$

Angolo di pressione della coppia conica:

$$\vartheta = 20^\circ$$

Modulo normale della coppia cilindrica:

$$m_n = 5 \text{ mm};$$

Numero di denti della coppia cilindrica:

$$z_3 = 20; z_4 = 57;$$

Angolo di pressione normale della coppia cilindrica:

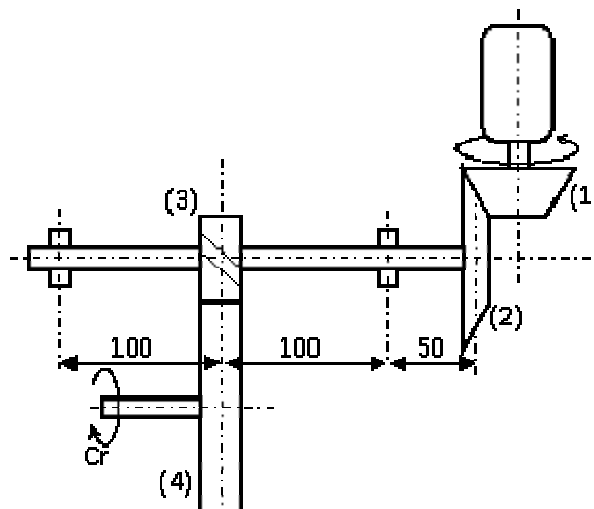
$$\vartheta_n = 20^\circ$$

Inclinazione dell'elica della coppia cilindrica:

$$\beta = 8^\circ;$$

Coppia resistente sulla ruota (4):

$$C_r = 800 \text{ Nm};$$







**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 2011

**PROVA PRATICA DEL 9 febbraio 2012**

**SETTORE INDUSTRIALE**  
**(classe di laurea 10 - Ingegneria industriale)**  
Ambiti MECCANICO, AUTOMAZIONE e GESTIONALE

**Tema n°2**

Si deve progettare l'azionamento di una scala mobile che può funzionare in entrambe le direzioni (salita e discesa).

Si vuole ottenere una velocità di traslazione compresa tra 0.20 e 0.80 [m/s] e si prevede un carico continuativo di 1000 [kg].

I gradini della scala mobile sono trainati da un sistema a catena ed il pignone motore ha un diametro di 0.40 [m]. La scala ha una pendenza di 20 [°].

Si adotta per l'azionamento del sistema una soluzione con motore asincrono alimentato tramite inverter.

Il campo di funzionamento del motore asincrono con inverter è riportato in figura 2.

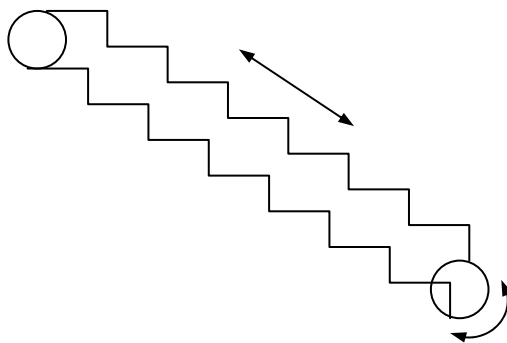


Figura 1: Schematizzazione della scala mobile

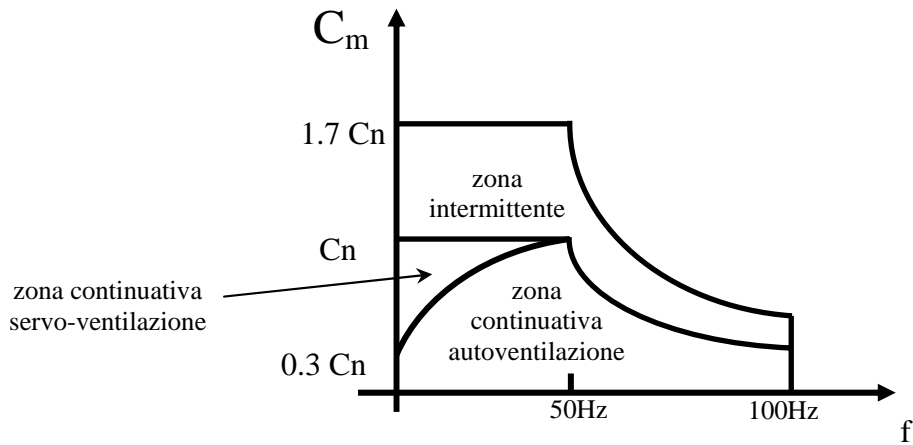


Figura 2: Limitazioni del campo operativo dell'azionamento motore asincrono+inverter.

Riduttori		
$\tau$	$\eta$ dir	$\eta$ ret
1/20	0.85	0.75
1/30	0.80	0.70
1/40	0.80	0.70
1/50	0.75	0.65
1/60	0.75	0.65
1/70	0.75	0.65

Tabella 1: Riduttori disponibili.

Si chiede al candidato di:

1. spiegare perché per l'applicazione in esame una soluzione con motore asincrono ed inverter risulta più adatta rispetto ad altre possibili soluzioni (motore brushless, motore passo, motore c.c., motore lineare);
2. determinare una stima della potenza massima richiesta dall'applicazione;
3. effettuare il dimensionamento del gruppo motore/riduttore adottando per il motore prima un motore a due poli, poi un motore a quattro poli e successivamente confrontare le due soluzioni nel piano ( $C_m$ ,  $\omega_m$ ) e scegliere tra le due quella che si ritiene più opportuna;
4. determinare l'intervallo di frequenza di funzionamento dell'inverter.

**Motori asincroni trifase serie T**  
**T Series three-phase induction motors**  
**Moteurs asynchrones triphasés série T**  
**Drehstrom-Asynchronmotoren Serie T**



**2 POLI 3000 rpm - Volt 230/400/50 Hz**

TIPO TYPE	Potenza Power		rpm	In 400 Volt	Rend%	Cosφ	Ia/In	Ca/Cn	Cmax/Cn	Cn Nm	J kgm <sup>2</sup>	Peso Weight Kg
	kw	hp										
T50A •	0,06	0,08	2710	0,26	49,0	0,69	2,3	2,4	2,5	0,22	0,00008	2,2
T50B •	0,09	0,12	2750	0,39	49,0	0,71	2,8	2,4	2,5	0,32	0,00010	2,4
T56A	0,09	0,12	2730	0,40	44,4	0,75	3,0	3,1	3,9	0,32	0,00012	2,6
T56B	0,14	0,18	2750	0,60	52,4	0,61	3,0	4,1	4,0	0,46	0,00015	3,2
T63A	0,18	0,25	2770	0,60	58,0	0,74	3,7	3,3	3,5	0,63	0,00025	3,7
T63B	0,25	0,35	2820	0,80	63,6	0,77	4,0	2,8	3,2	0,90	0,00030	4,3
T63C •	0,37	0,50	2800	1,10	66,5	0,77	4,1	3,0	2,9	1,30	0,00035	5,6
T71A	0,37	0,50	2860	1,20	64,1	0,72	4,6	3,5	5,2	1,30	0,00038	5,8
T71B	0,55	0,75	2860	1,60	68,5	0,72	5,4	4,0	5,3	1,80	0,00046	6,2
T71C •	0,75	1,00	2810	2,00	70,7	0,79	4,3	2,8	3,7	2,60	0,00057	7,4
T80A	0,75	1,00	2860	2,00	71,2	0,78	4,8	2,8	3,3	2,50	0,00080	8,5
EFF2 T80B	1,10	1,50	2850	2,60	78,0	0,80	6,1	3,5	3,0	3,80	0,00097	9,8
T80C •	1,50	2,00	2870	3,40	80,0	0,80	6,4	4,1	3,5	5,00	0,00120	10,5
T80D •	1,80	2,50	2800	4,00	78,3	0,85	5,1	2,7	2,9	6,20	0,00130	11,5
EFF2 T90S	1,50	2,00	2880	3,40	79,8	0,82	6,2	2,9	2,7	5,10	0,00150	12,0
EFF2 T90L	2,20	3,00	2850	5,00	78,7	0,81	5,1	2,8	2,7	7,50	0,00230	13,5
T90LB •	3,00	4,00	2880	7,10	77,8	0,79	5,9	3,2	2,8	10,00	0,00280	15,5
EFF2 T100A	3,00	4,00	2910	6,20	83,0	0,84	7,1	3,0	2,8	9,90	0,00530	18,5
T100B •	4,00	5,50	2920	8,60	83,3	0,81	7,2	2,7	3,5	13,20	0,00850	21,0
EFF2 T112A	4,00	5,50	2930	8,70	84,0	0,81	6,7	3,1	3,5	13,20	0,00900	27,0
T112B •	5,50	7,50	2920	12,00	79,7	0,83	5,1	3,2	2,9	18,10	0,01200	32,0
T112BL •	7,50	10,00	2930	15,80	82,9	0,83	3,7	2,6	2,6	24,50	0,01300	34,0
EFF2 T132S	5,50	7,50	2930	11,90	84,0	0,82	5,4	3,4	3,2	18,00	0,01300	45,0
EFF2 T132SL	7,50	10,00	2920	14,60	85,5	0,88	4,7	2,4	2,5	24,50	0,02000	48,0
T132M •	11,00	15,00	2940	21,50	87,1	0,85	4,9	2,6	2,4	36,00	0,02800	54,0
T132ML •	15,00	20,00	2940	28,60	88,6	0,85	3,9	2,2	2,3	48,80	0,03000	58,0
EFF2 T160MA	11,00	15,00	2970	22,40	87,0	0,83	5,7	3,8	3,9	35,40	0,03200	75,0
EFF2 T160MB	15,00	20,00	2960	28,60	88,5	0,87	4,5	2,8	2,9	48,50	0,03600	88,0
EFF2 T160L	18,50	25,00	2960	35,40	89,3	0,85	4,5	2,6	2,7	60,20	0,04000	99,0
EFF2 T180M	22,00	30,00	2940	39,00	91,0	0,90	7,1	2,3	3,0	71,49	0,07500	110,0
EFF2 T200LA	30,00	40,00	2945	53,00	92,0	0,89	7,2	2,3	2,7	97,33	0,14000	130,0
EFF2 T200LB	37,00	50,00	2940	65,00	92,0	0,89	7,5	2,3	2,7	120,24	0,16000	150,0

**Motori asincroni trifase serie T**  
**T Series three-phase induction motors**  
**Moteurs asynchrones triphasés série T**  
**Drehstrom-Asynchronmotoren Serie T**



**4 POLI 1500 rpm - Volt 230/400/50 Hz**

TIPO TYPE	Potenza Power		rpm	In 400 Volt	Rend%	Cosφ	Ia/In	Ca/Cn	Cmax/Cn	Cn Nm	J kgm <sup>2</sup>	Peso Weight Kg
	kw	hp										
T50A •	0,03	0,05	1340	0,27	31,0	0,53	1,5	2,3	2,4	0,21	0,00008	2,2
T50B •	0,06	0,08	1230	0,40	35,6	0,64	1,5	1,4	1,5	0,47	0,00010	2,4
T56A	0,06	0,08	1410	0,40	42,0	0,58	2,2	3,5	3,6	0,43	0,00015	2,5
T56B	0,09	0,12	1340	0,40	47,5	0,70	2,2	2,3	2,4	0,65	0,00015	2,6
T56C	0,11	0,15	1310	0,50	48,7	0,69	2,1	2,2	2,3	0,80	0,00020	3,2
T63A	0,13	0,18	1340	0,50	51,5	0,75	2,0	1,5	1,9	0,95	0,00028	3,7
T63B	0,18	0,25	1360	0,70	54,3	0,68	2,6	2,2	2,2	1,30	0,00040	4,3
T63C •	0,22	0,30	1360	0,80	59,2	0,69	2,5	2,3	2,0	1,60	0,00040	4,3
T63D	0,37	0,50	1340	1,30	58,4	0,74	2,6	2,1	2,0	2,70	0,00050	5,3
T71A	0,25	0,35	1410	0,80	60,1	0,78	3,5	1,8	2,9	1,70	0,00050	5,8
T71B	0,37	0,50	1370	1,00	63,8	0,84	3,4	1,7	2,3	2,60	0,00080	6,2
T71C •	0,55	0,75	1400	1,50	70,0	0,78	3,6	2,0	2,4	3,80	0,00090	7,4
T80A	0,55	0,75	1430	1,60	64,3	0,76	4,3	2,1	2,7	3,70	0,00140	8,5
T80B	0,75	1,00	1430	2,00	72,0	0,75	5,0	2,7	2,7	5,10	0,00170	9,8
T80C •	0,88	1,20	1410	2,20	69,0	0,83	4,7	2,3	2,2	6,00	0,00200	10,5
T80D •	1,10	1,50	1400	2,70	72,0	0,83	4,2	2,3	2,6	7,50	0,00230	11,0
EFF2 T90S	1,10	1,50	1430	2,80	77,6	0,75	4,6	2,3	2,6	7,50	0,00330	12,0
EFF2 T90L	1,50	2,00	1430	3,70	78,6	0,77	4,8	2,1	2,9	10,20	0,00400	13,5
T90LB •	1,80	2,50	1430	4,60	78,3	0,75	4,6	2,4	2,8	12,50	0,00500	15,5
EFF2 T100A	2,20	3,00	1430	4,80	82,0	0,81	5,3	2,1	2,8	14,80	0,00750	19,0
EFF2 T100B	3,00	4,00	1430	6,40	82,9	0,83	5,6	2,4	2,8	20,20	0,00850	21,0
T100BL •	4,00	5,50	1430	8,50	84,3	0,81	5,4	2,3	2,5	26,90	0,01110	23,0
EFF2 T112A	4,00	5,50	1440	8,20	84,4	0,84	5,6	2,0	2,4	26,80	0,01300	29,0
T112BL •	5,50	7,50	1440	11,00	88,1	0,82	6,0	2,2	2,4	36,50	0,01600	35,0
EFF2 T132S	5,50	7,50	1460	11,30	86,4	0,82	5,8	2,3	2,2	36,40	0,02400	43,0
EFF2 T132M	7,50	10,00	1460	14,90	87,9	0,83	5,5	2,3	2,1	49,50	0,03300	52,0
T132ML •	9,20	12,50	1460	18,00	89,1	0,82	4,2	2,4	2,1	60,40	0,03400	54,0
EFF2 T160M	11,00	15,00	1470	25,00	87,0	0,77	4,1	2,3	2,2	74,30	0,06200	90,0
EFF2 T160L	15,00	20,00	1480	32,50	88,0	0,78	5,0	2,3	2,2	98,30	0,07400	100,0
EFF2 T180M	18,50	25,00	1470	36,60	89,5	0,82	5,2	2,2	2,3	121,00	0,13000	120,0
EFF2 T180L	22,00	30,00	1480	44,30	91,5	0,79	5,3	1,9	2,1	143,30	0,15000	135,0
EFF2 T200L	30,00	40,00	1460	56,00	91,4	0,85	7,2	2,1	2,5	196,32	0,24000	155,0



**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 2011

**PROVA PRATICA DEL 9 febbraio 2012**

**SETTORE INDUSTRIALE**  
**(classe di laurea 10 - Ingegneria industriale)**  
Ambiti MECCANICO, AUTOMAZIONE e GESTIONALE

**Tema n°3**

La Measuring S.r.l. è un'azienda attiva nel settore della strumentazione di misura per parametri ambientali ed in particolare per le grandezze dell'ambiente termoisometrico. In questo settore Measuring è leader mondiale con il 45 % di tutto il mercato. Il prodotto con il quale Measuring realizza la maggior parte del fatturato è costituito da un acquisitore di misura al quale vengono collegate in modo solidale le diverse sonde che, insieme all'acquisitore, costituiscono una vera e propria centralina microclimatica dalla forma relativamente compatta che risulta facilmente trasportabile.

L'attività di assemblaggio dei vari componenti, alcuni dei quali acquistati esternamente, altri prodotti all'interno dell'azienda, è essenzialmente manuale ed il tempo standard, che considera anche le attività accessorie rispetto all'assemblaggio, come i test per la verifica e la taratura e l'imballaggio del prodotto, è di circa 3,5 ore.

La programmazione commerciale prevede per i prossimi 12 mesi una domanda così definita:

<b>Mese</b>	<b>Quantità</b>
Marzo	2'400
Aprile	3'400
Maggio	3'900
Giugno	3'100
Luglio	2'800
Agosto	780
Settembre	1'300
Ottobre	1'700
Novembre	2'900
Dicembre	3'900
Gennaio	2'400
Febbraio	2'100

Si richiede di dimensionare la capacità produttiva necessaria, in termini di fabbisogno di addetti diretti, per l'attività di assemblaggio. Inoltre, considerando l'elevata variabilità della domanda, si richiede di valutare quale sia la strategia migliore per adeguare la capacità produttiva alle richieste del mercato, considerando le seguenti possibilità:

- l'impiego di lavoro straordinario da parte degli operatori assunti direttamente;
- l'impiego di lavoratori interinali;
- la consegna in ritardo dei prodotti ordinati;
- l'accumulo di scorte del prodotto standard a magazzino.

Si tenga conto che:

- il ritardo di consegna ha un costo stimabile in circa 180 € per ogni unità in ritardo. Per non compromettere la soddisfazione dei clienti, Measuring vuole impegnarsi a limitare di norma il ritardo a non più di un mese;
- il costo orario della manodopera in ordinario è pari a 16,50 € mentre quello della manodopera in straordinario è pari a 22,00 € e l'impiego dello straordinario deve essere limitato a 15 ore mensili;
- il costo di un lavoratore interinale è maggiorato rispetto ad un lavoratore non interinale di 650 € mensili;
- il costo di mantenimento a scorta è pari a 175 € mensili per ogni unità a scorta.

Nell'affrontare il caso, si esplicitino chiaramente i criteri impiegati per la valutazione della migliore soluzione tra quelle suggerite e si facciano ipotesi ragionevoli su eventuali dati mancanti che fossero necessari.