



Politecnico
di Bari

*ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE E DI INGEGNERE IUNIOR
PRIMA SESSIONE 2018*

*PRIMA PROVA SCRITTA SENIOR
14 giugno 2018*

SETTORE INDUSTRIALE

(Ing. Elettrica cl. 31/S – LM 28, Ing. dell'Automazione LM 25, Ing. Meccanica LM33, Ing. Chimica LM22, Ing. Gestionale cl. 34/S – LM31)

TEMA N.1

Il candidato illustri tipologie, caratteristiche e finalità di documenti ed elaborati da produrre nell'ambito di un progetto esecutivo di un impianto elettrico.

TEMA N.2

Il candidato illustri i più recenti progressi tecnologici nell'ambito dell'automazione industriale con riferimento, a titolo di esempio, ai sensori, ai sistemi a logica programmabile e ai sistemi di monitoraggio e supervisione. Si illustri, scegliendo un caso pratico, una procedura per il dimensionamento, la scelta dei componenti e la taratura di un sistema di controllo industriale.

TEMA N.3

Delineare i contorni dei mutamenti che stanno investendo il modo di concepire l'automazione industriale, traghettandolo verso una visione di fabbrica "intelligente", fondamento di un'industria 4.0 caratterizzata dalla presenza del digitale e della connettività nell'intera catena produttiva, dalla progettazione all'esecuzione. Si illustri un qualche caso-esempio che, grazie all'utilizzo di quelle tecnologie definite abilitanti, è divenuto un paradigma di questa, seppure in fase embrionale, quarta rivoluzione industriale.

TEMA N.4

Descrivere le principali metodologie impiegate nella progettazione di componenti e strutture meccaniche.

TEMA N.5

Il candidato tratti delle metodiche di progettazione a lui note, nel segmento dell'ingegneria industriale di suo interesse, discutendo delle diverse fasi del progetto, dal dimensionamento preliminare alla verifica, spaziando dagli approcci e strumenti più tradizionali a quelli moderni e innovativi. Il candidato si soffermi, in particolare, sulla prototipazione, virtuale, ma anche fisica, illustrando, infine, il ruolo della sperimentazione nella filiera progettuale. Il candidato supporti la sua trattazione con esempi applicativi.

TEMA N.6

Il candidato illustri i principi generali che presiedono alla progettazione del layout interno di uno stabilimento, in particolare delle aree di produzione, a partire dalla giustificazione delle scelte sulla base delle quantità da produrre e delle varietà dei prodotti da realizzare e descrivendo le metodologie qualitative e quantitative conosciute. Servendosi anche di opportuni schemi e/o disegni, si illustrino i fabbisogni generali di aree e le modalità della loro organizzazione, tenendo conto anche ad esempio degli spazi di transito e della logistica interna, descrivendo le possibili soluzioni note per la logistica interna e prendendo in considerazione le possibili tipologie di fabbricati industriali. Si richiede una grafia il più possibile chiara e ordinata.





Politecnico
di Bari

*ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE E DI INGEGNERE IUNIOR
PRIMA SESSIONE 2018*

*SECONDA PROVA SCRITTA SENIOR
14 giugno 2018*

*SETTORE INDUSTRIALE
(Ing. Meccanica LM33, Ing. Chimica LM22, Ing. Gestionale cl. 34/S – LM31)*

TEMA N.1

Descrivere i criteri di resistenza e discuterne l'applicazione nei problemi di ingegneria meccanica. Oppure, in alternativa, delineare i mutamenti che stanno investendo il campo dei motori a combustione interna: crisi del Diesel, downsizing, high-boost e benzina iniezione diretta, combustibili alternativi (sintetici e bio), tecniche di combustione alternative e sistemi avanzati, l'ibrido, dal mild-hybrid al full-electric.

TEMA N.2

Il candidato esponga, anche attraverso l'uso di esempi specifici, i modelli e i criteri di dimensionamento di reattori catalitici eterogeni gas-solido.

TEMA N.3

Il candidato illustri, riferendosi ai provvedimenti legislativi e alle norme tecniche conosciute, le modalità gestionali, documentali e organizzative della sicurezza sul lavoro all'interno di un'attività produttiva. Si descrivano le figure di rilievo previste, anche attraverso un possibile organigramma, i profili di responsabilità, le modalità di controllo, interne all'azienda e da parte degli organi statali. Inoltre, si illustrino, a livello tecnico, servendosi anche di opportuni disegni e/o schemi, le modalità di rispetto dei principi di sicurezza in alcuni particolari ambiti (ad esempio, sicurezza delle macchine e ricorso a schermi / ripari fissi o interbloccati o barriere immateriali e loro logica di funzionamento, zone di lavoro di robot industriali, sicurezza delle attrezzature a pressione, valutazione del rischio derivante da rumore, sicurezza antincendio, criteri di compartimentazione e vie di esodo). Si richiede una grafia il più possibile chiara e ordinata.



Politecnico
di Bari

*ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE E DI INGEGNERE IUNIOR
PRIMA SESSIONE 2018*

*SECONDA PROVA SCRITTA SENIOR
14 giugno 2018*

*SETTORE INDUSTRIALE
(Ing. Elettrica cl. 31/S – LM 28, Ing. dell'Automazione LM 25)*

TEMA N.1

Il candidato illustri i criteri di protezione contro i contatti indiretti in funzione dei sistemi di distribuzione degli impianti elettrici in bassa tensione.

TEMA N.2

Il candidato esponga, anche attraverso l'uso di esempi specifici, i principali criteri per la determinazione dei parametri dei modelli matematici di macchine o sistemi adoperati in ambito industriale.



Politecnico
di Bari



**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE E DI INGEGNERE IUNIOR
PRIMA SESSIONE 2018**

**PROVA PRATICA SENIOR
21 settembre 2018**

**SETTORE INDUSTRIALE
(Ing. Meccanica - LM33, Ing. Gestionale cl. 34/S - LM31, Ing. Chimica - LM22)**

TEMA N.1 (per i Candidati di Ing. Gestionale)

Il Candidato progetti un riduttore per trasmettere una potenza pari a 7 kW, con velocità in uscita pari a 420 rpm e rapporto di riduzione 1:3.5. Il candidato operi, dapprima, la scelta e l'analisi dello schema funzionale da lui ritenuto più idoneo e, a seguire, il dimensionamento e la verifica di tutti i componenti meccanici ritenuti utili. Si corredi la trattazione di commenti esplicativi chiari e dei necessari disegni.

TEMA N.2 (per i Candidati di Ing. Gestionale)

Il Candidato prenda in esame la necessità di organizzare un sistema produttivo per reparti al fine di rispondere alla domanda prevista di quattro principali diverse tipologie di prodotti (α , β , γ e δ), di cui sono noti i dati riportati nelle Tabelle I e II. In Tabella I sono riportate le frequenze percentuali attese f_i dei quantitativi mensili richiesti Q_i , mentre in Tabella II sono presenti i seguenti dati:

- i cicli di lavorazione dei prodotti, rappresentati dalle lettere maiuscole, con le lavorazioni meccaniche A, B, C, D, il controllo dimensionale E ed il trattamento termico in forno F;
- la percentuale prevista, per ogni tipologia di prodotto e riferita al quantitativo in ingresso, di prodotti non conformi (da scartare), rilevabili in E e destinati, laddove possibile, a ri-lavorazione (tuttavia, non si tenga conto di tale flusso di materiale); nel calcolo del flusso di pezzi fino ad E, si approssimi il flusso di scarti per unità in eccesso;
- le caratteristiche dei singoli prodotti in termini di: a) pezzi che possono essere caricati in una singola unità di carico (i trasporti dei pezzi tra i reparti avvengono con tali unità di carico), b) la superficie di appoggio occupata quando il pezzo è collocato su una griglia del forno per il trattamento termico, c) il suo peso.

In Tabella III sono riportate le capacità produttive riferite ad ogni singolo macchinario che effettua una specifica lavorazione, espresse in pezzi all'ora, mentre per l'attrezzatura automatizzata di controllo dimensionale è riportato il tempo necessario espresso in minuti per pezzo. Infine, il trattamento termico richiede un tempo complessivo (comprese le operazioni di carico e scarico dei pezzi nel/dal macchinario) di 5 ore, con le seguenti caratteristiche per ciascun forno: possono essere caricate 6 griglie, ciascuna delle quali offre una superficie totale di appoggio di 1 m², con un limite di carico di 150 kg per griglia. Si dimensioni in modo tale che il numero di unità F sia in grado di processare il quantitativo prodotto in 5 ore, in uscita dal reparto E (quindi al netto degli scarti) e si assuma un caricamento uniforme per ogni griglia (si faccia riferimento al fabbisogno totale in termini di superficie e di peso). Si prevede di organizzare la produzione su due turni giornalieri da 7.5 ore nette per turno, per sei giorni a settimana (si assumano 30 giorni e 4 giorni festivi al mese) e si ipotizza una disponibilità operativa media di tutti i reparti del 90%. I prodotti da lavorare sono prelevati da un magazzino "materie prime" ed al termine delle lavorazioni indicate essi sono stoccati in un magazzino "prodotti finiti", prima di essere imballati e spediti.



Politecnico
di Bari

Il Candidato elabori un disegno in scala del layout dei reparti, dimensionato per la produzione mensile media attesa, tenendo conto delle dimensioni in pianta di ogni unità riportate in Tabella IV, comprensive degli spazi necessari agli operatori e agli spazi locali di stoccaggio di pezzi e attrezzature accessorie. Si tenga inoltre conto che:

- tra le macchine all'interno di ogni reparto sia comunque necessario almeno 1 m di spazio libero;
- ogni reparto abbia un'adeguata area, comune alle macchine, di stoccaggio dei pezzi, sia in attesa di lavorazione, sia già processati;
- i corridoi di trasporto tra i reparti abbiano una larghezza minima di 2 m;
- siano predisposte adeguate aree per i magazzini, in opportuna posizione e un'area unica per uffici;
- il fabbricato industriale per l'attività in esame sia un capannone prefabbricato a pianta rettangolare, caratterizzato da dimensioni multiple di 6 m per entrambi i lati.

Risultati attesi:

- formalizzazione, con tabella di processo multi-prodotto, dei cicli di lavorazione, con opportuna simbologia;
- determinazione del numero minimo di macchine per ogni reparto per la produzione media mensile attesa;
- determinazione dell'efficienza massima e reale di ogni singolo reparto e di quella complessiva del sistema produttivo;
- determinazione del fabbisogno di superficie necessaria per ogni reparto;
- formalizzazione, con tabella dei trasporti, dei flussi dei pezzi, espressi in unità di carico al mese;
- disegno in scala della disposizione del layout all'interno del fabbricato industriale.

Tabella I

α	f_i	0.1	0.3	0.45	0.15			
	Q_i (unità/mese)	7000	8500	9100	13500			
β	f_i	0.1	0.2	0.35	0.1	0.25		
	Q_i	2500	3000	5000	8000	10000		
γ	f_i	0.05	0.15	0.25	0.15	0.1	0.2	0.1
	Q_i	3500	5600	6000	8000	9100	12000	13000
δ	f_i	0.15	0.1	0.05	0.25	0.25	0.2	
	Q_i	8000	8500	10000	12000	15000	20000	



Tabella II

	Ciclo di lavorazione							percentuale prevista di scarti	pezzi/unità di carico	superficie di appoggio del pezzo [cm ²]	peso del pezzo [kg]
α	A	C	A	D	E	F		1%	20	400	3
β	D	B	A	C	B	E	F	1.5%	10	600	5
γ	B	C	D	A	B	D	E	2%	40	200	2
δ	C	B	A	C	D	C	E	1%	15	500	4



Politecnico
di Bari

Tabella III

Capacità Produttiva oraria [pezzi/ora]					Durata controllo [min/pezzo]
	A	B	C	D	E
α	20 (1ª lavorazione)	/	10	15	5
	30 (2ª lavorazione)				
β	25	15 (1ª lavorazione)	40	25	8
		20 (2ª lavorazione)			
γ	10	15 (entrambe le lavorazioni)	20	30 (1ª lavorazione)	6
				40 (2ª lavorazione)	
δ	40	20	10 (1ª lavorazione)	25	4
			15 (2ª lavorazione)		
			30 (3ª lavorazione)		

Tabella IV

Dimensioni in pianta di un singolo macchinario					
A	B	C	D	E	F
1.5 m x 2 m	1 m x 1.5 m	0.5 m x 2 m	1.5 m x 2.5 m	1 m x 1 m	1.5 m x 1.5 m



TEMA N.3 (per i Candidati di Ing. Meccanica)

Volendo recuperare energia dai fanghi della depurazione delle acque reflue urbane, si dimensiona un digestore anaerobico (40 gg di ritenzione, 30°C), le relative pompe, e un motore a combustione interna per la valorizzazione energetica del biogas, precisando l'apporto di energia elettrica fornita e la quantità di calore recuperato, nonché le perdite. La portata del fango prodotto è 6000 kg al giorno.

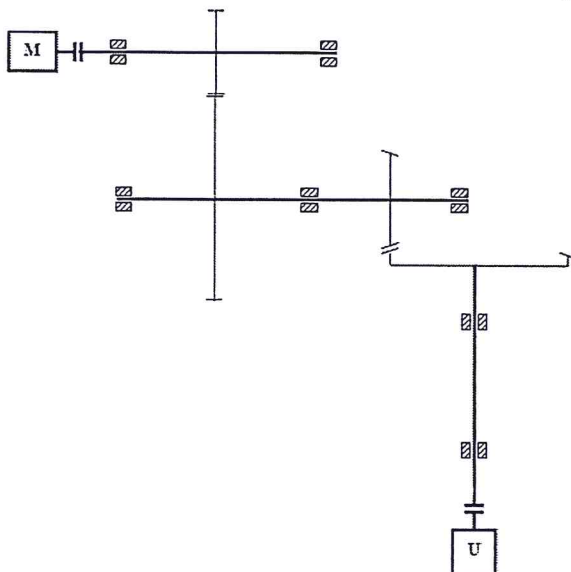
TEMA N.4 (per i Candidati di Ing. Meccanica)

L'utenza U assorbe 100 kW a 3000 giri/min dal motore M tramite il riduttore ad assi complanari schematizzato in figura. Noti i rapporti di trasmissione $\tau_{CIL}=0.3$ e $\tau_{CON}=0.4$ ed ipotizzando una durata complessiva di 10000 ore si richiede di:

- 1) Dimensionare le ruote dentate a fatica e a fatica superficiale.
- 2) Dimensionare staticamente e a fatica gli alberi.
- 3) Scegliere i cuscinetti per l'albero di rinvio.
- 4) Scegliere e dimensionare i collegamenti inclusi i giunti flangiati di ingresso e di uscita.
- 5) Ideare e disegnare il montaggio dei cuscinetti ritenuto più idoneo per i tre alberi motivando le scelte effettuate. Indicare quale elemento vanno montati con lieve interferenza.
- 6) Eseguire uno schizzo di massima dell'intero riduttore progettato.

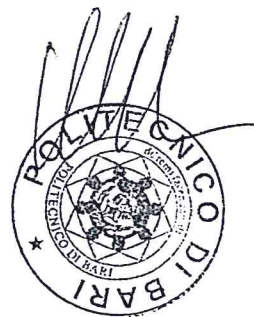


Politecnico
di Bari



Materiale ruote dentate

$$\begin{aligned}\sigma_c &= 880 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_s &= 685 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{b,sc} &= 435 \text{ N/mm}^2 \\ HB &= 620\end{aligned}$$



TEMA N. 5 (per i Candidati di Ing. Chimica)

In una colonna di distillazione continua, si vogliono frazionare 1200 kg/h di una miscela composta al 45% in peso di bromuro di etile ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$, PM 109) e 55 % in peso di benzene (C_6H_6 , PM 78). La miscela entra in colonna in fase liquida alla temperatura di ebollizione, la pressione di esercizio è 500 mmHg ed è stabilita la condizione che tanto i prodotti di testa che quelli di coda devono contenere il 5% in peso dell'altro componente. Si devono determinare:

- (1) il numero di piatti teorici ed effettivi, quando si fissi un rapporto di riflusso 2.5 volte quello minimo ed un rendimento dei piatti del 65%;
- (2) la quantità oraria in peso di distillato e di residuo;
- (3) la superficie del condensatore dei vapori totali uscenti dalla testa della colonna e la quantità di acqua necessaria per la condensazione.

Sono note le seguenti grandezze:

- (a) temperatura dell'acqua entrante: 10°C ; (b) temperatura dell'acqua uscente: 18°C ; (c) temperatura dei vapori uscenti dalla testa della colonna: 28°C ; (d) il calore latente di condensazione del distillato: 7200 kcal/kmol; (e) il coefficiente di trasmissione totale: $450 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$.

I dati per costruire la curva di equilibrio alla pressione di 500 mmHg, essendo x_1 la frazione molare del bromuro di etile (componente più volatile) e, rispettivamente, y_1 la frazione molare dello stesso in fase vapore, sono:

x_1	0.00	0.04	0.12	0.185	0.275	0.39	0.59	0.815	1.00
y_1	0.00	0.07	0.32	0.46	0.58	0.72	0.87	0.96	1.00

Il Candidato disegni inoltre lo schema (per quanto possibile rispettando la normativa UNICHIM) di un impianto idoneo a realizzare l'operazione sopra descritta, completo delle apparecchiature accessorie e delle regolazioni automatiche principali.



Politecnico
di Bari

*ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE E DI INGEGNERE IUNIOR
PRIMA SESSIONE 2018*

*PROVA PRATICA SENIOR
21 settembre 2018*

*SETTORE INDUSTRIALE
(Ing. Elettrica cl. 31/S – LM 28, Ing. dell'Automazione LM 25)*

TEMA N.1

Una utente industriale è connesso alla rete pubblica di media tensione a 20 kV con corrente massima di corto circuito al punto di connessione di 12,5 kA. Il distributore comunica che la corrente convenzionale di guasto a terra è di 50 A con tempo di intervento delle protezioni a monte $\gg 10$ s.

Dalla cabina di ricezione d'utente parte un cavo RG7H1R 12/20 kV 3x1x95 mm² lungo 100 m che alimenta una cabina di trasformazione dotata di due trasformatori in resina in parallelo aventi i seguenti dati di targa:

Potenza nominale: 630 kVA

Rapporto di trasformazione a vuoto: 20/0,4 kV

Gruppo Dyn11

$V_{cc}\% = 6\%$

$I_o\% = 1,3\%$

Perdite a Vuoto : $P_o = 1270$ W

Perdite a carico a 120°C : $P_{cc} = 8350$ W

Il cavo di MT ha i seguenti parametri longitudinali unitari: $R = 0,248 \Omega/\text{km}$ $X = 0,18 \Omega/\text{km}$

Sulla base dei dati forniti il candidato indichi:

La corrente di corto circuito trifase e bifase a monte dei trasformatori.

La corrente di corto circuito trifase sulle sbarre di parallelo in bassa tensione.

Il potere di interruzione dell'interruttore di macchina lato bt.

Il potere di interruzione degli interruttori di partenza linea subito a valle del parallelo.

Il valore della resistenza di terra in grado di garantire la protezione contro i contatti indiretti sul lato MT.





Politecnico
di Bari

TEMA N.2

Si consideri un azionamento elettrico con motore a magneti permanenti superficiali avente i seguenti parametri caratteristici:

$R_s=1,505$; (resistenza di statore, Ω);

$L_{sd}=0.0025$; (induttanza di asse diretto, H);

$L_{sq}=L_{sd}$; (induttanza di asse in quadratura, H);

$n_p=2$; (numero di paia poli);

$m_s=3$; (numero di fasi)

$T_c=0,0001$; (tempo di campionamento dello schema di controllo digitale, s)

$J=0.0000251$; (momento di inerzia Nms^2);

$\Lambda_{PM}=0.09$; (flusso dei magneti concatenato con le fasi statoriche, Vs).

Si progetti lo schema di controllo di corrente in anello chiuso, con regolatori di tipo proporzionale-integrale in modo da verificare le seguenti specifiche (i due casi sono da verificare separatamente con due sintesi diverse del sistema di controllo):

Caso n.1: sovraelongazione percentuale in risposta al gradino minore del 5%, tempo di salita (2-98%) minore di 0.1 s;

Caso n.2: margine di fase $PM=65$ gradi e larghezza di banda pari a 500rad/s.

In entrambi i casi considerati si traccino gli andamenti qualitativi dei diagrammi di bode della funzione di trasferimento in anello aperto ed in anello chiuso del sistema di controllo progettato.

Il candidato discuta inoltre il possibile impatto del sistema di regolazione sull'efficienza dell'azionamento e gli eventuali benefici che potrebbe apportare l'adozione di un sistema di controllo non lineare.

