



Politecnico  
di Bari

*ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE  
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE E DI INGEGNERE IUNIOR  
PRIMA SESSIONE 2019*

*PRIMA PROVA SCRITTA SENIOR  
13 giugno 2019*

*SETTORE INDUSTRIALE*

*(Ing. Elettrica LM 28, Ing. dell'Automazione LM 25, Ing. Energetica e Nucleare LM30; Ing. Gestionale LM 31; Ing. Meccanica LM33)*

*TEMA N.1*

Il Candidato esponga in dettaglio il significato fisico e le definizioni di potenza attiva, potenza reattiva e potenza apparente nei sistemi elettrici in regime sinusoidale. Consideri poi le diverse tipologie dei sistemi trifase (bilanciato o non bilanciato sia lato generatori che lato carichi) e discuta dei metodi e degli strumenti di misura della potenza attiva e reattiva.

*TEMA N.2*

La biomassa può essere definita fonte rinnovabile in quanto il tempo di produzione può essere paragonato al tempo di consumo. Attualmente la disponibilità di biomassa è elevata, anche se non sempre facilmente sfruttabile a causa dei costi di raccolta, trasporto e trattamento ancora elevati, dati lo scarso coordinamento ed efficienza dell'intero processo. Il candidato, dopo aver illustrato le principali tipologie di biomasse, discuta quali possono essere le ricadute nell'attuale panorama energetico.

*TEMA N.3*

Il mercato globale e la riduzione dei costi di trasporto delle merci rendono oggi particolarmente critiche la verifica della fattibilità e della localizzazione di un nuovo insediamento industriale. Il candidato discuta le variabili decisionali e le metodologie impiegabili per la determinazione della potenzialità e della ubicazione ottimale di un nuovo impianto produttivo.

*TEMA N.4*

L'autoveicolo sembra destinato a rimanere la tipologia principale di sistema di trasporto individuale nell'immediato e nel prossimo futuro. Tuttavia, il mondo dell'automobile è orientato alla elettrificazione totale della powertrain per raggiungere il mito del ZEV (zero emission vehicle). Il candidato discuta quali siano le sue idee riguardo le ricadute che tale orientamento avrà sulla architettura del sistema di trasmissione di potenza meccanica alle ruote e su quale sia il ruolo che la meccanica tradizionalmente impiegata in ambito automobilistico possa continuare ad avere per migliorare le performance degli autoveicoli full electric del futuro.



Politecnico  
di Bari

*ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE  
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE E DI INGEGNERE JUNIOR  
PRIMA SESSIONE 2019*

*SECONDA PROVA SCRITTA SENIOR  
13 giugno 2019*

*SETTORE INDUSTRIALE  
(Ing. Elettrica LM 28, Ing. dell'Automazione LM 25)*

*TEMA N.1*

Il candidato illustri il calcolo delle correnti di corto circuito permanenti nelle reti trifase di potenza con l'utilizzo delle coordinate simmetriche per i guasti monofase a terra e bifase.

*TEMA N.2*

Il candidato descriva le tecniche di controllo della velocità dei motori a corrente alternata, sincroni e asincroni, basate sull'alimentazione a frequenza variabile.

*Prof.*



Politecnico  
di Bari

*ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE  
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE E DI INGEGNERE JUNIOR  
PRIMA SESSIONE 2019*

*SECONDA PROVA SCRITTA SENIOR  
13 giugno 2019*

*SETTORE INDUSTRIALE  
(Ing. Gestionale LM31)*

*TEMA N.1*

L'organizzazione delle macchine, dei magazzini e delle postazioni di lavoro è un aspetto chiave nella pianificazione di un impianto produttivo. Il candidato descriva i dati necessari, le principali tipologie e le metodologie adottabili per la progettazione del layout di uno stabilimento di produzione.

*TEMA N.2*

I processi aziendali regolano e scandiscono la vita di qualunque tipologia di impresa. Il candidato illustri il concetto di processo aziendale e descriva le principali tipologie di processi. Per ciascuna delle suddette tipologie fornisca degli esempi adeguati. Spieghi inoltre le motivazioni per le quali è opportuno adottare, a livello aziendale, una visione per processi e le modalità di implementazione di tale visione. Discuta, infine, il ciclo di vita del business process management, soffermandosi in particolare sulle fasi di analisi e redesign dei processi anche in previsione di interventi di digitalizzazione dei processi stessi.



Politecnico  
di Bari

*ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE  
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE E DI INGEGNERE JUNIOR  
PRIMA SESSIONE 2019*

*SECONDA PROVA SCRITTA SENIOR  
13 giugno 2019*

*SETTORE INDUSTRIALE  
(Ing. meccanica LM33; Ing. Energetica e Nucleare LM30)*

*TEMA N.1*

Il candidato illustri le caratteristiche di un sistema meccanico a regime periodico, ne faccia alcuni esempi e mostri i criteri comunemente adottati per una progettazione funzionale razionale degli stessi.

*TEMA N.2*

Il candidato descriva l'architettura generale di una turbina a vapore per produzione di energia elettrica e discuta i principali sistemi di regolazione e sicurezza della stessa.



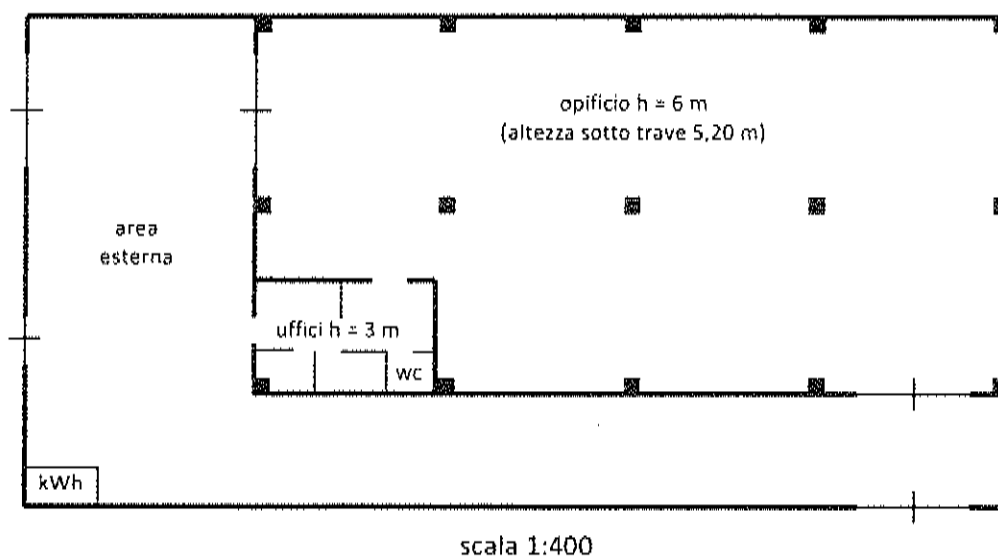
Politecnico  
di Bari

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE  
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE E DI INGEGNERE JUNIOR  
PRIMA SESSIONE 2019

PROVA PRATICA SENIOR  
27 settembre 2019

SETTORE INDUSTRIALE  
(Ing. Elettrica LM 28)

TEMA N. 1



Per l'opificio, con annessa area uffici, in figura il candidato progetta l'impianto elettrico (luce e FM) ed ausiliario (antintrusione e rivelazione fumi). Si ipotizzi una consegna in bassa tensione trifase.





TEMA N.2

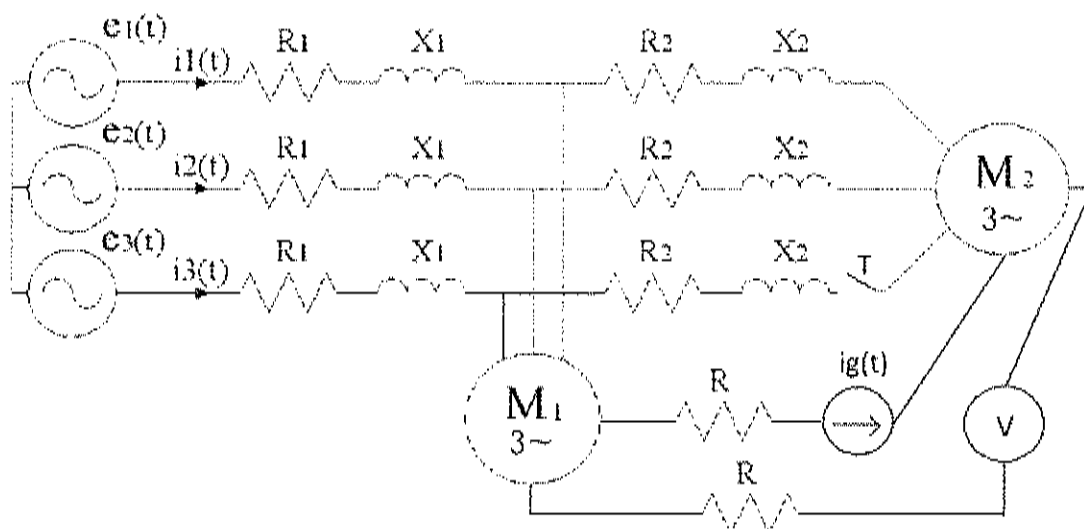
Il sistema trifase di figura si trova a regime. Determinare, con tasto T chiuso:

1. la potenza complessa totale erogata dal generatore  $e_2$ ;
2. la potenza attiva e reattiva dissipata sulle tre reattanze  $X_2$ ;
3. la potenza complessa assorbita da ciascun motore ( $M_1$  ed  $M_2$ );
4. la tensione misurata dal voltmetro ideale.

Determinare inoltre la potenza complessa assorbita da  $M_1$  una volta che è stato aperto il tasto T.

$e_1(t) = \sqrt{2} \cdot 220 \cos(\omega t)$  V,  $e_2(t) = \sqrt{2} \cdot 220 \cos(\omega t - 2\pi/3)$  V,  $e_3(t) = \sqrt{2} \cdot 220 \cos(\omega t + 2\pi/3)$  V,  $i_g(t) = \sqrt{2} \cos(\omega t + \pi/3)$  A,  
 $R = 100 \Omega$ ,  $R_1 = 10 \Omega$ ,  $R_2 = 20 \Omega$ ,  $X_1 = 30 \Omega$ ,  $X_2 = 60 \Omega$ ,  $\omega = 314$  rad/s.

Carichi:  $M_1 = M_2 \rightarrow P_n = 5$  kW,  $V_n = 380$  V,  $\cos \phi_{nt} = 0.85$ .





Politecnico  
di Bari

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE  
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE E DI INGEGNERE JUNIOR  
PRIMA SESSIONE 2019

PROVA PRATICA SENIOR  
27 settembre 2019

SETTORE INDUSTRIALE  
(Ing. Gestionale LM31)

TEMA N. 1

Si deve realizzare un impianto per la produzione di biogas a partire da frazione organica dei rifiuti solidi urbani (forsu) proveniente da 4 comuni limitrofi, denominati nel seguito C1, C2, C3 e C4, e fanghi provenienti dall'impianto di depurazione dell'acqua del comune C1, in cui sarà localizzato l'impianto (Fig. 1). Gli elementi principali dell'impianto di produzione di biogas sono un sistema per il pretrattamento della forsu (i fanghi non richiedono pretrattamenti), un digestore anaerobico ed un impianto di compostaggio. Si prevede di installare un impianto di pretrattamento tale da poter pretrattare sino a 12'000 [t/anno] di forsu, ed un digestore anaerobico di 6300 [m<sup>3</sup>]. Il costo di investimento dell'impianto di pre-trattamento è stimabile in 60 [€/t] di forsu da pre-trattare in un intero anno, mentre il costo del digestore è stimabile in 500 [€/m<sup>3</sup>]. Il costo dell'impianto di compostaggio è stimabile in 0,7 [M€]. Il biogas prodotto verrà utilizzato per alimentare tre motori cogenerativi, di cui uno in riserva agli altri due. Ciascun motore è in grado di erogare una potenza elettrica nominale di 580 [kW<sub>e</sub>] ( $\eta_e = 2.67$  [kWh<sub>e</sub>/Nm<sup>3</sup><sub>biogas</sub>];  $\eta_T = 2.92$  [kWh<sub>T</sub>/Nm<sup>3</sup><sub>biogas</sub>]; si assumano per semplicità i rendimenti costanti indipendentemente dalla portata di alimentazione dei motori).

Ogni comune pagherà 58 [€/t] all'impianto per la forsu ritirata e trattata. I costi di trasporto della stessa rimangono a carico dell'impianto. Il comune C1 pagherà la stessa cifra (58 [€/t]) per lo smaltimento dei fanghi provenienti dal suo impianto di depurazione. I costi di trasporto della forsu e dei fanghi del comune C1 sono trascurabili.

Tutta l'energia elettrica prodotta verrà immessa in rete e remunerata al prezzo di 60 [€/MWh] per il primo anno di esercizio dell'impianto, con un incremento annuo del prezzo pari al 2%, e beneficerà di un ulteriore incentivo in conto esercizio da parte della pubblica amministrazione pari a 124 [€/MWh] per un periodo di 15 anni. Tale incentivo si somma al ricavo derivante dalla vendita dell'energia elettrica e non è soggetto ad alcuna tassazione. L'energia termica prodotta verrà distribuita attraverso una rete di teleriscaldamento e venduta al prezzo di 20 [€/MWh]. L'estensione prevista per la rete di teleriscaldamento è di 3 [km]. Il compost ottenuto dalla essiccazione della biomassa in uscita dal digestore (digestato) verrà venduto al prezzo di 16 [€/t] per il primo anno, con un incremento annuo del prezzo del 3%. La posizione dei quattro comuni è individuata, in un sistema di coordinate cartesiane ortogonali, dai punti di coordinate  $P_{C1}$  (4; 8),  $P_{C2}$  (40; 60) e  $P_{C3}$  (50; 8),  $P_{C4}$  (50; 80), essendo le coordinate espresse in [km]. Si valutino le distanze utilizzando una metrica di tipo rettangolare.

Sulla base dei dati riportati di seguito, si dimensionino l'impianto e si valutino il periodo di rientro (Pay Back Period) ed il valore attuale netto (VAN) dell'investimento.

DATI

produzione di RSU (Rifiuti Solidi Urbani) pro-capite: 1.21 [kg/ab. · giorno] (ab. = abitante);  
incremento annuo previsto di RSU pro-capite: 3%  
produzione di fanghi pro-capite: 2.16 [kg/ab. · giorno];  
popolazione comuni: C1 = 32'000 [ab.]; C2 = 25'000 [ab.]; C3 = 12'000 [ab.]; C4 = 8'200 [ab.];  
percentuale RD (Raccolta Differenziata) realizzata: 42%;  
frazione merceologica RD (% in peso): 9% plastica; 12% vetro; 20% carta; 45% forsu; 14% altro  
percentuale media di solidi volatili (SV) nella forsu: 25% in peso;  
percentuale media di solidi volatili (SV) nei fanghi di depurazione: 5% in peso;  
percentuale di compost ottenibile dal digestato: 60% in peso;





Politecnico  
di Bari

produzione specifica di biogas:  $0.45 \text{ [m}^3/\text{kg di SV]}$ ;  
costo trasporto forsu:  $0.145 \text{ [€/t} \cdot \text{km]}$ ;  
canone affitto terreno:  $10 \text{ [k€/anno]}$ ;  
coefficiente di ammortamento fiscale: 10%  
vita utile dell'impianto: 20 anni;  
aliquota fiscale: 40%;  
tasso di attualizzazione: 5%;  
tasso di inflazione: 3%;  
costo impianto di cogenerazione (motori + accessori):  $1000 \text{ [€/kWe installato]}$ ;  
costo rete di teleriscaldamento:  $10^6 \text{ [€/km]}$ ;  
costo tecnologie = costo impianto di pretrattamento + costo digestore + costo impianto di cogenerazione:  
costo opere civili = 25% costo tecnologie;  
costo impiantistica = 30% costo tecnologie;  
costo ingegneria = 10% costo tecnologie;  
costi vari = 3% costo tecnologie;  
costo medio annuo manutenzione impianti = 4% costo tecnologie.

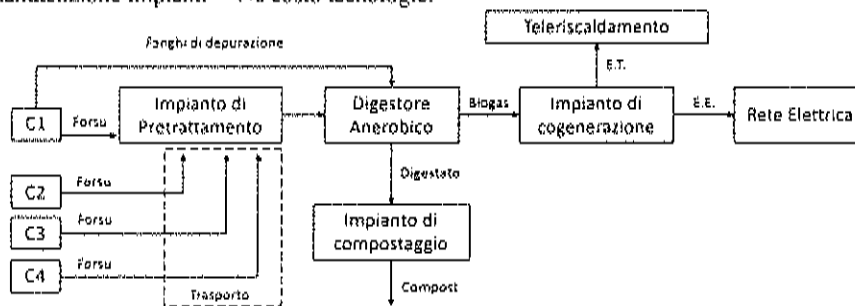


Fig. 1

## TEMA N. 2

Una impresa manifatturiera ha deciso di studiare alcuni suoi processi chiave, tra cui il processo di produzione, e formulare ipotesi di redesign che (i) contemplino l'introduzione di tecnologie abilitanti Industria 4.0 su cui far leva per ampliare la capacità produttiva e (ii) consentano una riduzione dei tempi di attraversamento dei processi stessi.

Descrivere i passi che, come consulente esperto/esperta in tema di analisi e riprogettazione dei processi aziendali, mettereste in campo per analizzare i processi as-is e formulare ipotesi di redesign coerenti con gli obiettivi sopra evidenziati.

Si supponga, inoltre, che tutte le ipotesi di redesign prevedano, tra l'altro, la possibilità di effettuare due investimenti alternativi, Alfa e Beta, caratterizzati dall'adozione di differenti soluzioni tecnologiche. Ambedue gli investimenti hanno una vita utile di otto anni e per entrambi si prevede un piano di ammortamento a rata costante e valore residuo nullo. Alfa e Beta differiscono invece per le condizioni operative, riportate nella Tabella sottostante.

Alternativa di investimento	Alfa	Beta
Investimento iniziale [euro]	1.370.000	1.010.000
Margine di contribuzione per unità di prodotto [euro/unità]	155	223
Quantità prodotta e venduta [unità/anno]	7.000	7000
Costi fissi di esercizio [euro/anno]	10.000	20.000

Assumendo che tutti i valori, espressi in moneta costante, si mantengano costanti di anno in anno e nell'ipotesi che, per tutta la vita utile dell'investimento, il tasso di interesse nominale sia del 10,2%, il tasso di interesse reale sia del 7,1% e che l'aliquota fiscale applicata sull'utile ammonti al 26%, determinare il tempo di recupero del capitale, il valore attuale netto (VAN) e il tasso interno di rendimento (TIR) per i due investimenti e individuare l'investimento più conveniente, illustrandone le motivazioni. Discutere, infine, eventuali ulteriori analisi da effettuare per selezionare l'ipotesi di redesign da implementare.





Politecnico  
di Bari

*ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE  
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE E DI INGEGNERE JUNIOR  
PRIMA SESSIONE 2019*

*PROVA PRATICA SENIOR  
27 settembre 2019*

*SETTORE INDUSTRIALE  
(Ing. Meccanica LM33; Ing. Energetica e Nucleare LM30)*

*TEMA N.1*

Il candidato descriva un banco-prova per motori a combustione interna di potenza massima pari a 250 kW, e coppia massima pari a 450 Nm. Il candidato, oltre ad illustrare gli strumenti di misura da utilizzare e il loro principio di funzionamento, specifichi l'intera procedura di rilevazione dei dati, descrivendo un codice di calcolo che implementi una possibile procedura automatica per la rilevazione dell'intera mappa di funzionamento del motore a combustione interna. Inoltre, assumendo tutti i dati necessari, il candidato dimensiona il circuito di refrigerazione (lunghezza e diametro delle tubazioni, pompa ed eventuali altri componenti) ed il sistema di trattamento e smaltimento dei fumi.

*TEMA N.2*

Si effettui la progettazione funzionale di una pressa meccanica per la compattazione di rifiuti. La pressa deve esercitare una spinta di 100 kN nella fase di lavoro, con una corsa pari a 0.3 m. Si richiedono 10 operazioni di pressatura al minuto. Si indichi lo schema funzionale della macchina e si dichiari esplicitamente che tipo di meccanismo si intende adottare per la movimentazione della slitta. Simulandone una scelta da catalogo, si effettui il dimensionamento del motore indicandone la tipologia. Si indichi la tipologia di trasmissione meccanica ritenuta idonea per l'applicazione e si esegua il dimensionamento funzionale della stessa. Si effettui il dimensionamento funzionale degli altri organi meccanici ritenuti necessari al funzionamento della macchina. Si assumano tutti i dati ritenuti necessari.

