



Politecnico
di Bari

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE E DI INGEGNERE JUNIOR
SECONDA SESSIONE 2016

PRIMA PROVA SCRITTA SENIOR
16 novembre 2016

SETTORE INDUSTRIALE
(elettrica-automazione-meccanica-industriale-biomedica-gestionale)

TEMA N.1

Il candidato descriva quali siano, secondo la propria opinione, le problematiche più rilevanti e le conseguenti sfide tecnologiche che nei prossimi anni si manifesteranno nella gestione e controllo delle reti di distribuzione pubblica dell'energia elettrica.

TEMA N.2

Il candidato descriva i dispositivi e gli apparati per la generazione di energia elettrica da fonti rinnovabili.

TEMA N.3

Il candidato illustri l'impatto ed i maggiori benefici che si sono avuti nel campo dell'automazione industriale legati ai più recenti sviluppi degli azionamenti a velocità variabile e dell'elettronica di potenza.

TEMA N.4

Il candidato definisca in cosa consiste il controllo di gestione e ne descriva le principali fasi, nonché le principali metodologie di analisi impiegate durante tali fasi.

TEMA N.5

Il candidato descriva le principali metodologie di produzione industriale, indicando, per ciascuna tecnologia, le applicazioni più comuni.

TEMA N.6

Le proprietà macroscopiche dei materiali sono strettamente collegate con i legami interatomici e le strutture cristalline. Il candidato descriva l'argomento fornendo un adeguato numero di esempi applicativi rivolti a diverse categorie di proprietà.

TEMA N.7

Il candidato descriva le tecniche e gli impianti per l'utilizzo dell'energia con riferimento ad una delle seguenti fonti rinnovabili: solare, eolico, biomasse, maree, geotermico.



Politecnico
di Bari

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE E DI INGEGNERE JUNIOR
SECONDA SESSIONE 2016

SECONDA PROVA SCRITTA SENIOR
16 novembre 2016

SETTORE INDUSTRIALE
(elettrica-automazione)

TEMA N.1

Il candidato analizzi e descriva i principali metodi per la soluzione delle reti elettriche in condizione di regime stazionario nei grandi sistemi di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica.

TEMA N.2

Il candidato descriva il metodo delle variabili di stato nella soluzione delle reti elettriche.

TEMA N.3

Il candidato illustri le caratteristiche e discuta i vantaggi delle principali tecniche di modulazione di un inverter trifase sia nell'ambito gli azionamenti elettrici che nell'ambito di sistemi di conversione statica usati per le fonti di energia rinnovabile.



*ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE E DI INGEGNERE IUNIOR
SECONDA SESSIONE 2016*

*SECONDA PROVA SCRITTA SENIOR
16 novembre 2016*

*SETTORE INDUSTRIALE
(meccanica-industriale-biomedica-gestionale)*

TEMA N.1

Il candidato illustri ed argomenta le principali decisioni sul prodotto, sulla comunicazione, sul prezzo e sul canale di vendita operate dalla funzione marketing.

TEMA N.2

Il candidato descriva le macchine utensili a controllo numerico, comprendendo, nella trattazione, schemi esplicativi sul funzionamento e sulle interazioni fra i vari componenti.

TEMA N.3

Il candidato descriva una tecnica di misura sperimentale per il monitoraggio delle deformazioni su un assale ferroviario.

TEMA N.4

Il candidato descriva i criteri di progettazione di un parco eolico.



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

SECONDA SESSIONE 2016

PROVA PRATICA

20 FEBBRAIO 2017

SETTORE INDUSTRIALE SENIOR

(Ing. Meccanica – Ing. Biomedica)

TEMA n. 1

Il cinematismo di trasmissione del moto di una macchina utensile è costituito da (cfr. figura):

- motore elettrico trifase;
- accoppiamento di ruote dentate cilindriche a dentatura elicoidale dall'albero motore all'albero primario (ruote 1 e 2; angolo pressione 20° ; angolo dell'elica 10°);
- albero primario supportato dai cuscinetti A e B (durata cuscinetti 50000 ore);
- accoppiamento di ruote dentate cilindriche a dentatura elicoidale (ruote 3 e 4; angolo pressione 20° ;
- angolo dell'elica 10°);
- albero secondario supportato dai cuscinetti C e D;
- l'interasse fra l'albero motore e l'albero primario e l'interasse fra l'albero primario e quello secondario possono essere differenti;
- frizione d'innesto monodisco conico di collegamento albero secondario-mandrino utilizzatore;
- l'innesto è garantito da una molla ad elica cilindrica;
- il disinnesto avviene mediante un sistema idraulico di comando che, azionando il manicotto scorrevole di spinta lungo un accoppiamento con profili scanalati, libera il disco conico (corsa di disinnesto frizione da 15 a 25 mm, $e=85\text{mm}$ ed $f=35\text{mm}$).

Il mandrino utilizzatore assorbe una coppia di 340 Nm a 650 giri/min. Per il motore elettrico trifase utilizzato in questa applicazione si assuma uno scorrimento unitario e una velocità tipica di 1500 giri/min. Si consideri che i rendimenti dei sistemi costituenti siano pressoché unitari.

Specifiche della frizione :

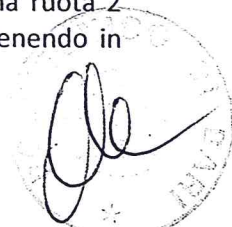
coefficiente attrito $f=0,6$

tempo di innesto $t=4$ secondi

momento d'inerzia dell'utilizzatore $I_t=0,30 \text{ kgm}^2$.

Il candidato risponda nell'ordine ai seguenti punti:

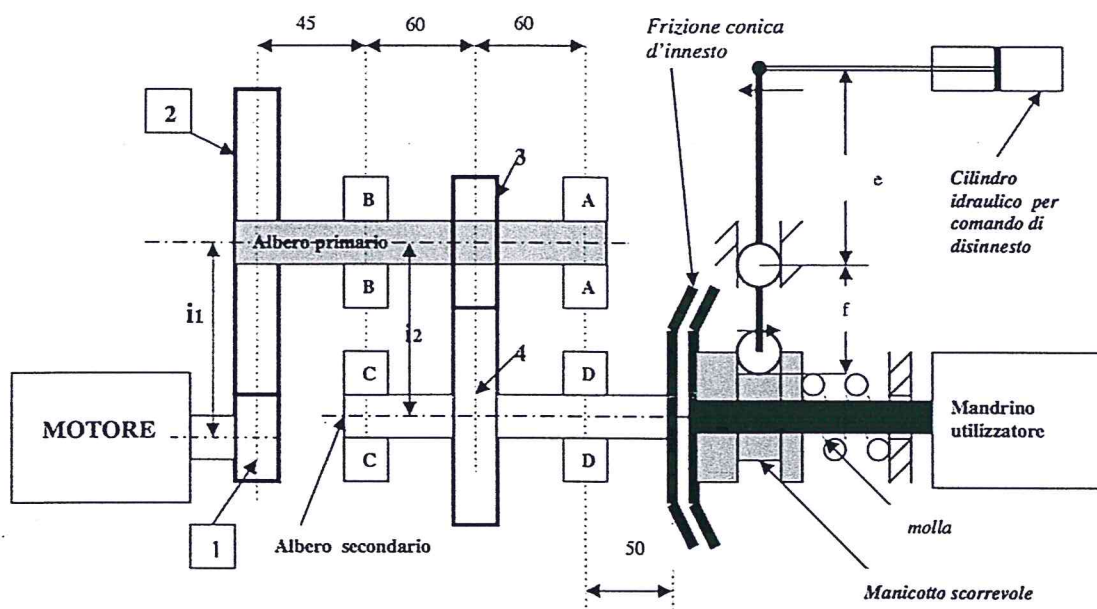
1. Calcolo della potenza e della coppia del motore elettrico trifase.
2. Calcolo dei rapporti di trasmissione di entrambe gli accoppiamenti con ingranaggi e scelta del numero dei denti delle 4 ruote dentate.
3. Dimensionamento della coppia di ruote dentate cilindriche elicoidali 1 e 2 e definizione dell'interasse $i_1 < 150 \text{ mm}$.
4. Nell'ipotesi che il modulo della ruota 3 sia circa il 25% maggiore del modulo ottenuto per la ruota 2 (scegliere comunque un modulo unificato), dimensionare l'albero primario in figura, tenendo in considerazione i fenomeni di fatica.



5. Scelta a catalogo dei cuscinetti per il supporto dell'albero primario.
6. Esecuzione del disegno costruttivo dell'albero dimensionato completo d'indicazioni del materiale e del trattamento termico.
7. Dimensionamento della frizione conica ad attrito, scegliendo opportunamente l'angolo α e la dimensione assiale.
8. Dimensionamento del profilo scanalato.

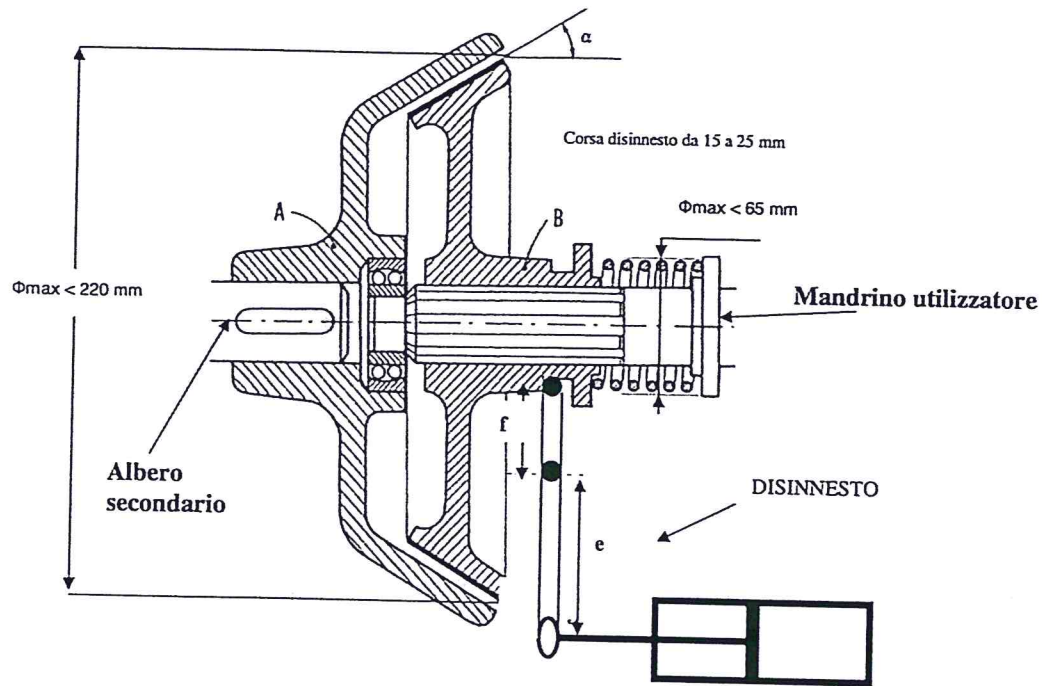
Il candidato assuma ogni altro dato necessario per lo svolgimento del tema e giustifichi tali scelte.

Complessivo della trasmissione



[Handwritten signature]

Complessivo del gruppo frizione conica



TEMA n. 2

In un ciclo combinato gas-vapore, l'impianto a vapore con un solo surriscaldamento riceve il calore dai gas di scarico della turbina a gas in una caldaia a recupero in cui i gas combusti entrano alla temperatura $T_g = 850 \text{ K}$ e fuoriescono alla temperatura $T_{stack} = 300 \text{ K}$. L'impianto a vapore presenta una portata $G_v = 20 \text{ kg/s}$, pressione di alimentazione caldaia $p_v = (60+N) \text{ bar}$, temperatura di ingresso turbina $T_1 = 500^\circ \text{C}$, pressione al condensatore $p_k = 5 \text{ kPa}$. Determinare: la portata G_g di gas combusti, la perdita exergetica nella caldaia a recupero I_{cald} , la perdita exergetica allo scarico I_{stack} . Si trascuri il lavoro delle pompe di alimento caldaia. $T_0 = 300 \text{ K}$. Il candidato sviluppi lo schema dell'impianto e i dettagli costruttivi di un elemento a scelta dell'impianto.

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE E INGEGNERE IUNIOR

SECONDA SESSIONE 2016

PROVA PRATICA

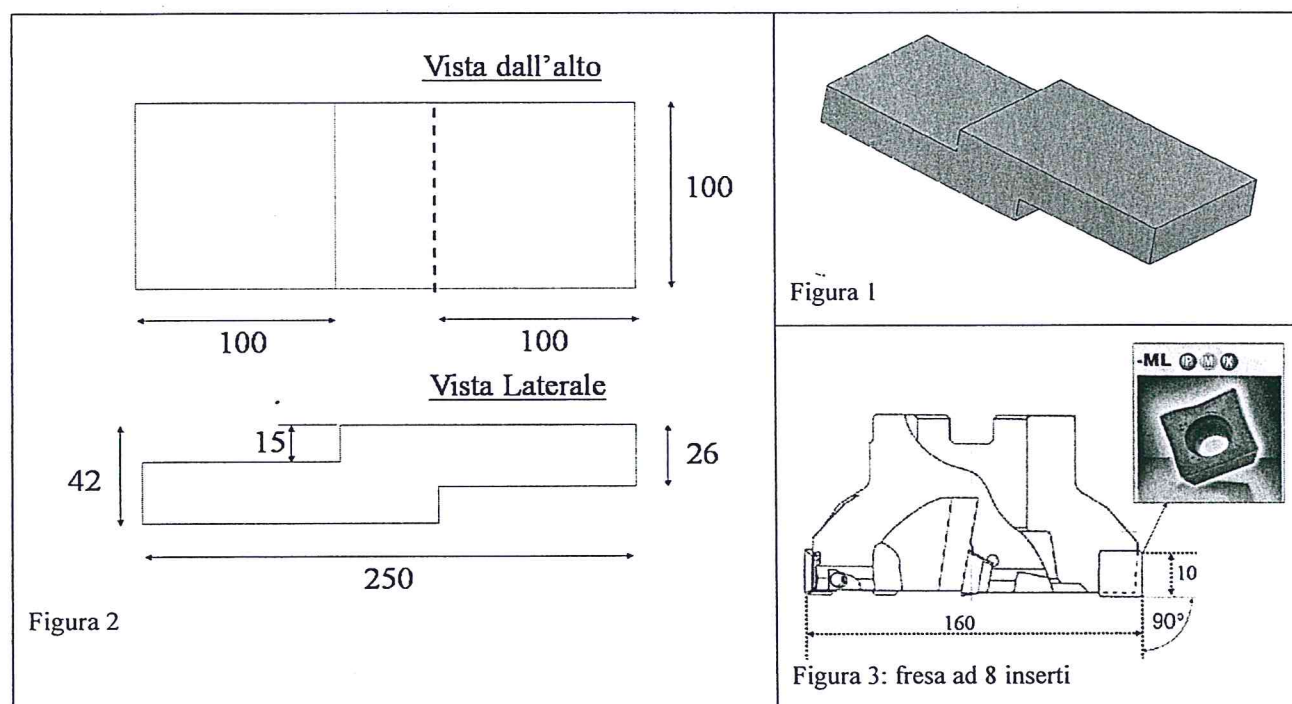
20 FEBBRAIO 2017

SETTORE INDUSTRIALE SENIOR

(Ing. Gestionale)

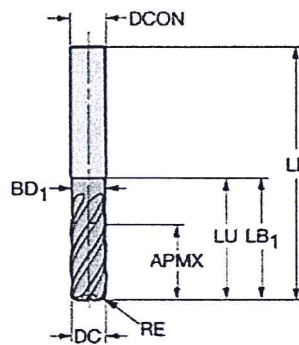
Traccia 1

Il componente in figura 1, di cui sono riportate le misure finali (in millimetri) in figura 2, deve essere realizzato mediante asportazione di truciolo da un grezzo di dimensioni 50mm x 260mm x 110mm.



[Handwritten signature]

Figura 4



Specifiche del prodotto

Diametro di taglio (dc)	Superficie di contatto del diametro di taglio (dc)
12,7 mm	11,938 mm
Raggio di punta (re)	Profondità di taglio massima (APMX)
0,381 mm	28,6 mm
Angolo massimo lavorazione del piano inclinato (rmax)	Capacità di taglio centrale (cc)
7 deg	false
Lunghezza utile (LU)	Numero di taglienti effettivi periferici (zeff)
36,513 mm	5

Per l'asportazione si dispone delle frese in figura 3 e 4. Le lavorazioni dovranno essere eseguite utilizzando un avanzamento $a_z = 0.1 \text{ mm / giro dente}$, $n=2000 \text{ rpm}$. Si supponga di lavorare con la profondità di passata massima consentita dall'utensile.

1. Dopo aver individuato le operazioni da eseguire per realizzare la lavorazione del componente, stilare un cartellino di lavorazione di massima.
2. Calcolare i tempi di lavorazione delle singole operazioni di fresatura.
3. Scrivere il programma CNC necessario per lavorare l'intero componente.

N.B. il candidato assuma gli eventuali dati ritenuti mancanti

Traccia 2

Un supermercato ha recentemente affiancato il canale di vendita online (sito web) a quello tradizionale offline (negozio fisico). Dopo la prima settimana di utilizzo, rileva i seguenti numeri di prodotti acquistati per i due brand (Alfa e Beta) nelle due categorie di prodotto (Prima Colazione e Bevande).

Cliente	Prima Colazione - Alfa	Bevande - Alfa	Prima colazione - Beta	Bevande - Beta
1	10	-	-	-
2	-	5	-	-
3	6	-	7	-
4	-	-	-	8
5	1	-	2	-
6	-	4	-	-
7	5	-	7	6

Handwritten signature and stamp.

Calcolare i seguenti indici:

- Market share di Alfa e Beta
- Share of Wallet per Alfa e Beta
- Lo Heavy Usage Index per Alfa e Beta nelle due categorie di prodotto (Prima Colazione e Bevande)

Sapendo che i clienti 1, 2, 3 e 4 acquistano solo on-line mentre i clienti 5, 6 e 7 acquistano solo off-line, calcolare:

- Brand Development Index per Alfa e Beta per i clienti "on-line" e per i clienti "off-line"
- Category Development Index per Alfa e Beta, per le due categorie di prodotto, per i clienti "on-line" e per i clienti "off-line"

A valle di tutti i risultati ottenuti (sia di brand che di segmento), valutare le performance dei due brand (Alfa e Beta) e suggerire eventuali azioni di marketing da intraprendere argomentandone la scelta.

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, overlapping loops and a long horizontal stroke extending to the right. The signature is positioned in the lower right quadrant of the page.

Si consideri un motore in corrente continua a magneti permanenti con un controllo in cascata di corrente (di armatura) e di velocità. Il diagramma a blocchi di figura 1 descrive la funzione di trasferimento tra corrente di riferimento (uscita del regolatore di velocità) e velocità di rotazione.

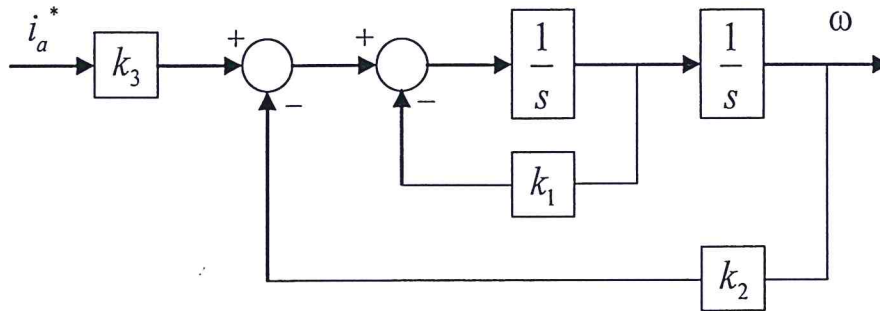


Fig.1: Diagramma a blocchi del modello del plant.

Per i guadagni del plant si assumano i seguenti valori:

$$k_1 = 65, \quad k_2 = 100 \quad \text{e} \quad k_3 = 60$$

1. Si progetti un regolatore di velocità in modo da approssimare la funzione di trasferimento del modulo ottimo, che in anello aperto vale:

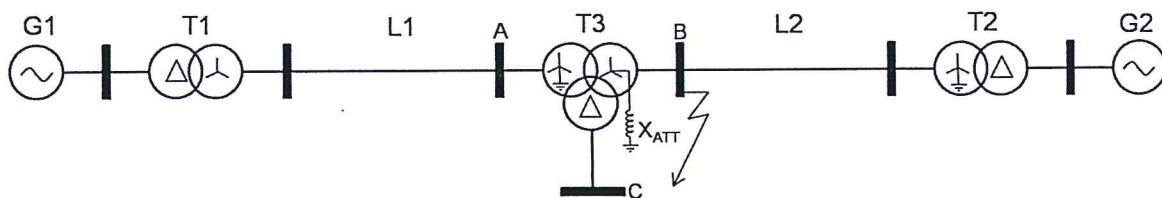
$$G_{mo}(s)_{OL} = \frac{1}{2\tau s(1+\tau s)}.$$

2. Si progetti un regolatore di velocità in modo da approssimare la funzione di trasferimento dell'ottimo simmetrico, che in anello aperto vale:

$$G_{os}(s)_{OL} = \frac{1+4\tau s}{8\tau^2 s^2(1+\tau s)}.$$

3. Per ciascuno dei due casi precedenti si traccino in maniera qualitativa i Diagrammi di Bode della funzione di trasferimento in anello aperto (regolatore + plant) ed in anello chiuso e l'andamento della risposta al gradino.
4. Nel caso della taratura con il criterio dell'ottimo simmetrico, si presentino delle tecniche per la riduzione della sovraelongazione nella risposta al gradino.
5. Il candidato discuta vantaggi e svantaggi delle due tecniche di sintesi di cui ai punti 1 e 2.

Traccia n. 3



Considerata la rete mostrata in figura, caratterizzata dai seguenti dati:

Generatore G1: potenza nominale 150 MVA, tensione nominale 13,2 kV, reattanza subtransitoria X''_d 0,04 p.u., tensione applicata 1,10 p.u.;

Generatore G2: potenza nominale 120 MVA, tensione nominale 15 kV, reattanza subtransitoria X''_d 0,05 p.u., tensione applicata 1,05 p.u.;

Trasformatore T1: rapporto di trasformazione nominale 13,2kV/230kV, potenza nominale 150 MVA, caduta di tensione in ctocto 12%;

Trasformatore T2: rapporto di trasformazione nominale 15kV/132kV, potenza nominale 120 MVA, caduta di tensione in ctocto 11,5%;

Trasformatore T3: rapporto di trasformazione nominale 230kV/132kV/15kV, potenze nominali P_A 150 MVA, P_B 90 MVA, P_C 60 MVA, cadute di tensione in ctocto V_{AB} 12%, V_{AC} 9,5%, V_{BC} 6%, reattanza di atterramento X_{ATT} 5 Ω ;

Linea L1: lunghezza 70 km, reattanza di servizio 0,5 Ω /km, reattanza di servizio alla sequenza omopolare 1,2 Ω /km;

Linea L2: lunghezza 50 km, reattanza di servizio 0,6 Ω /km, reattanza di servizio alla sequenza omopolare 1,8 Ω /km;

si disegnino le reti equivalenti alla sequenza diretta, inversa e omopolare.

Considerato il punto di guasto segnato in figura, si determinino:

- 1 la corrente di cortocircuito verso terra nel punto di guasto durante un guasto trifase a terra franco, espressa in kA;
- 2 la corrente di cortocircuito verso terra nel punto di guasto durante un guasto monofase a terra franco, espressa in kA;
- 3 la corrente di cortocircuito verso terra nel punto di guasto durante un guasto bifase a terra franco, espressa in kA;
- 4 per ciascuno dei tre casi di cortocircuito si valutino le correnti negli avvolgimenti del generatore G2 (esprese in kA) e le tensioni ai suoi morsetti (esprese in kV).

Nello svolgimento si considerino tutti i trasformatori a flussi liberi, e le reattanze alla sequenza inversa coincidenti con quelle alla sequenza diretta.

I candidati sono invitati ad indicare con chiarezza in ciascuno schema grafico prodotto, simboli, nomi e valori delle grandezze elettriche, unità di misura, versi, etc. (corredare gli schemi grafici più significativi con una legenda).

