



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
ANNO 2013 - I SESSIONE**

I PROVA SCRITTA – INGEGNERIA INDUSTRIALE - SEZ. A

Il candidato, in base al proprio percorso formativo, illustri l'importanza della corretta modellizzazione e simulazione nella progettazione di un sistema/impianto industriale.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE**

ANNO 2013 - I SESSIONE
II PROVA SCRITTA - INGEGNERIA MECCANICA - Sez. A

Il candidato illustri le problematiche di tipo fluidodinamico, strutturale ed economico, inerenti la progettazione di un compressore volumetrico per alte pressioni.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE – SEZIONE A

INGEGNERIA MECCANICA

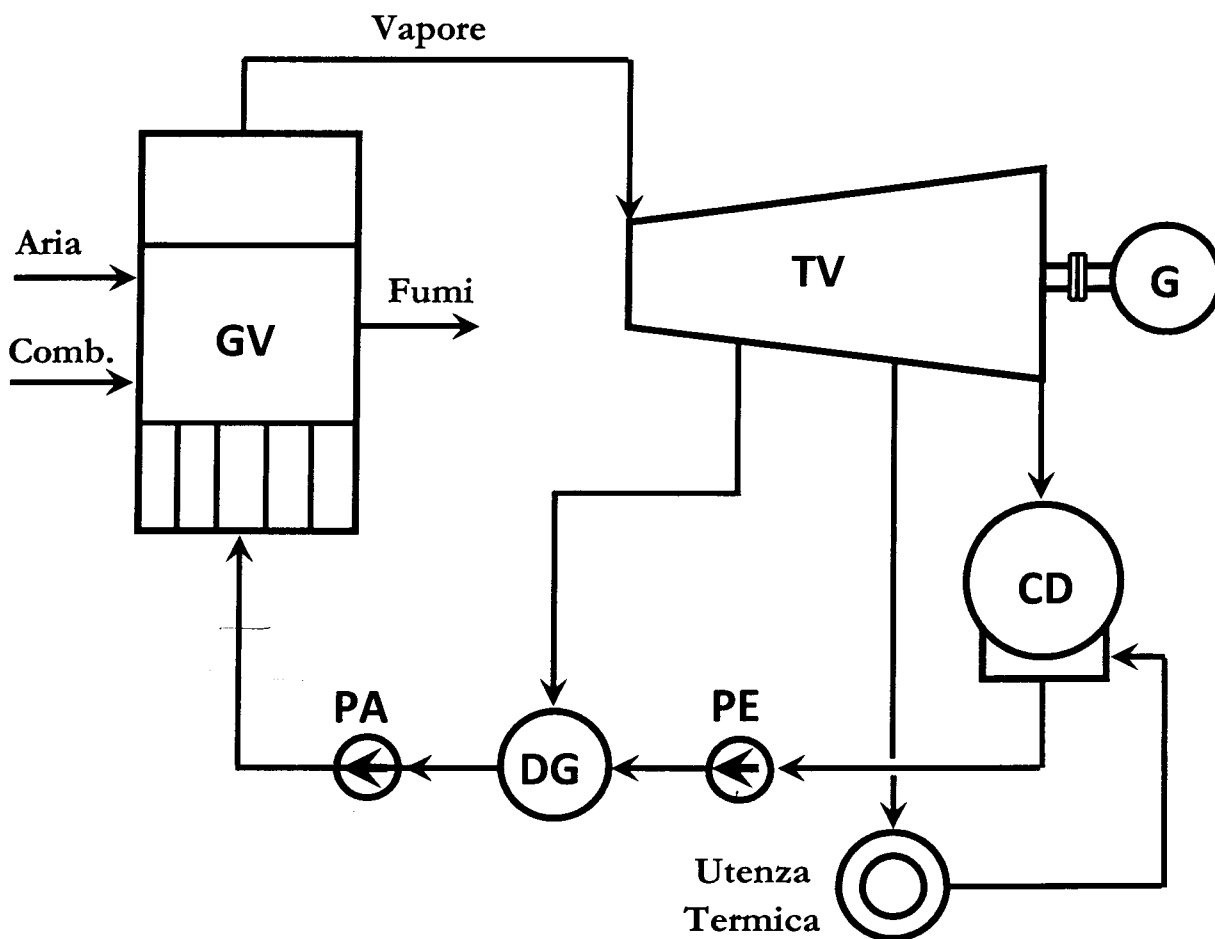
III Prova scritta – 9 Luglio 2013

All'interno di uno stabilimento industriale deve essere installato un impianto a vapore destinato ad operare in cogenerazione secondo lo schema allegato.

L'impianto dovrà fornire una potenza elettrica di 5 MW e una potenza termica di 800 kW e sarà alimentato con un combustibile solido legnoso residuale caratterizzato da un potere calorifico inferiore di 14 MJ/kg e dalla seguente composizione media: C=41.6%, O=32%, H=4.6%, Ceneri=1.8%, Umidità=20%).

La caldaia produrrà vapore surriscaldato a 480 ° e 55 bar, lo spillamento di vapore per il degasatore è a 6 bar mentre quello per l'utenza termica è a 1 bar. Per il raffreddamento del condensatore è disponibile acqua a 20 °C. La turbina ruota a 6000 giri/min.

Assumendo con giusto criterio i dati di calcolo necessari, il candidato determini il bilancio di massa e di energia del sistema, con particolare riferimento alle portate di vapore, di combustibile, aria e fumi.



ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE – SEZIONE A

Sapendo che il generatore elettrico ruota a 3000 giri/min e che è connesso all'impianto a vapore tramite un riduttore utilizzante ingranaggi cilindrici a denti elicoidali, se ne faccia un disegno di prima approssimazione scegliendo materiali (ed eventuali trattamenti termochimici) idonei allo scopo e dimensionando opportunamente i componenti principali (alberi, supporti, ingranaggi) per una vita utile di 30 anni.



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE**

ANNO 2013 – I SESSIONE

II PROVA SCRITTA - INGEGNERIA CHIMICA - SEZ. A

Il candidato descriva come, la necessità di limitare i consumi energetici, la sostenibilità ambientale e la sicurezza siano integrate nel design di un impianto chimico.



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE**

ANNO 2013 – I SESSIONE

PROVA PRATICA - INGEGNERIA CHIMICA - SEZ. A

Si progetti una torre di assorbimento a riempimento che rimuova il 95% di ammoniaca da una miscela composta dall'8% in volume di ammoniaca e dal 92% di aria.

La portata di gas entrante, misurata a 20°C e 1 atm, è pari a 36 kmol/h.

Il solvente è composto da acqua pura e il tipo di riempimento è anelli raschig da 1in.

La colonna opera con un rapporto liquido/gas maggiore del 30% rispetto al valore minimo e al 60% del flood point.

Determinare:

- le portate di ammoniaca e gas inerte per la fase gassosa in kmol/h
- la composizione del gas e del liquido in ingresso e in uscita e la portata di liquido
- il numero di stadi teorici
- le portate massiche di gas inerte, inquinante nel gas, portata totale di gas, di solvente e di inquinante nel liquido
- l'area e il diametro della colonna
- le perdite di carico specifiche utilizzando la relazione empirica:

$$\frac{\Delta P}{z} = 10^{-8} m [10^{nL'/\rho_L}] \frac{(G')^2}{\rho_G}$$

dove ΔP è espresso in lb/ft², le portate in lb/h, la densità in lb/ft³, m e n sono due costanti tipiche del riempimento scelto e in questo caso valgono 32,10 e 0,00434

- si valutino i costi capitali attualizzati dell'assorbitore (CE plant cost index 2002 = 395,6; CE plant cost index Febbraio 2013 = 569,9)
- si disegni lo schema di impianto relativo all'assorbitore e al successivo stadio di rigenerazione del solvente. Commentare brevemente (10/15 righe) se in questo caso la rigenerazione del solvente è l'unica alternativa valida
- illustrare il sistema di controllo per l'assorbitore

Sono noti i seguenti dati di equilibrio alla temperatura di 20°C e 1 atm
X,Y [kmol di ammoniaca/kmol di aria]

X	Y
0,0206	0,0158
0,0310	0,0240
0,0407	0,0329
0,0502	0,0418
0,0735	0,0660
0,0962	0,0920

Si consideri la densità dell'acqua pari a 998,2 kg/m³



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
ANNO 2013 - I SESSIONE**

II PROVA SCRITTA – INGEGNERIA ELETTRICA/ENERGETICA - SEZ. A

Il candidato descriva il funzionamento del trasformatore elettrico negli impianti di distribuzione dell'energia, evidenziando i criteri di scelta e dimensionamento del trasformatore MT/BT in un impianto elettrico industriale, in particolare con riferimento alla tipologia dei collegamenti del primario e del secondario (Δ o Y), dell'impatto sulle correnti di cortocircuito e sul funzionamento con i carichi squilibrati.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI FACOLTA' DI INGEGNERIA

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE ANNO 2013 - I SESSIONE

III PROVA PRATICA – INGEGNERIA ELETTRICA/ENERGETICA - SEZ. A

Si deve dimensionare l'impianto elettrico di un camping alimentato in MT a 15kV-12,5kA, per 200 piazzole destinate ad ospitare camper, roulotte e tende che richiedono una potenza media assorbita di 1200 W. Nel campeggio si prevede di insediare le seguenti strutture con le relative potenze installate e con riferimento allo schema a blocchi in Fig. 1:

- area per campi sportivi $P = 18 \text{ kW}$
- spazio per lo svolgimento di spettacoli all'aperto $P = 20 \text{ kW}$
- servizi igienici $P = 18 \text{ kW}$
- bar con annesso un piccolo spaccio $P = 20 \text{ kW}$
- uffici e servizi vari $P = 10 \text{ kW}$
- centrale tecnologica $P = 50 \text{ kW}$
- illuminazione dei viali $P = 20 \text{ kW}$

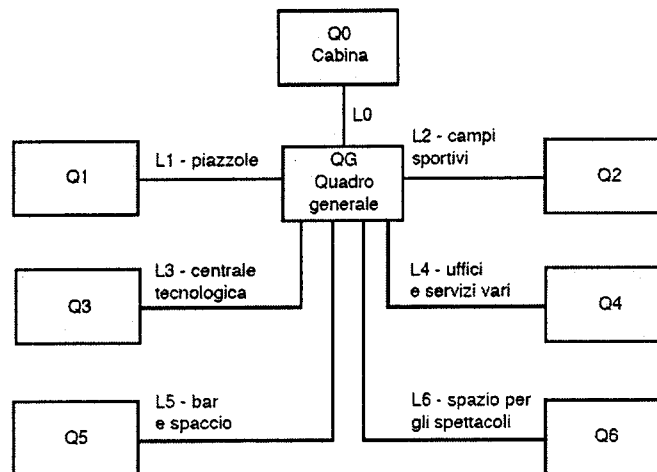


Fig. 1- Schema a Blocchi Distribuzione Elettrica

Fatte le ipotesi aggiuntive che ritiene necessarie per meglio definire le caratteristiche delle utenze, nonché ipotizzando tutti i dati mancanti anche in termini di lunghezza delle linee indicate nello schema in Fig.1, determini:

- 1) la potenza complessiva e il dimensionamento del trasformatore MT/BT;
- 2) schema elettrico unifilare del quadro MT Q0 e del quadro elettrico generale QG illustrando i criteri da seguire per il calcolo delle caratteristiche delle apparecchiature presenti;
- 3) lo schema unifilare tipo del quadro di alimentazione delle piazzole (un quadro ogni 10 piazzole)
- 4) i valori della corrente di cto-cto e di cadute di tensione ai quadri QG, Q1....Q6
- 5) i sistemi da adottare per le protezioni contro i contatti diretti e indiretti.
- 6) il dimensionamento dell'impianto di terra ipotizzando una corrente di guasto di $I_g=30\text{A}$, tempo intervento protezioni $t_p= 0,5\text{s}$.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE – SEZIONE A

INGEGNERIA BIOMEDICA III Prova scritta – 9 Luglio 2013

Si vuole realizzare un'apparecchiatura sperimentale per la misura in vivo del momento di inerzia del segmento avambraccio-mano con il metodo di "quick release" secondo lo schema rappresentato in figura. (Valori medi dei soggetti: altezza = 183 cm, massa = 80 kg; si consideri il polso allineato orizzontalmente all'articolazione della spalla; il resto dei dati misure antropometriche si estraggano dalle tabelle allegate).

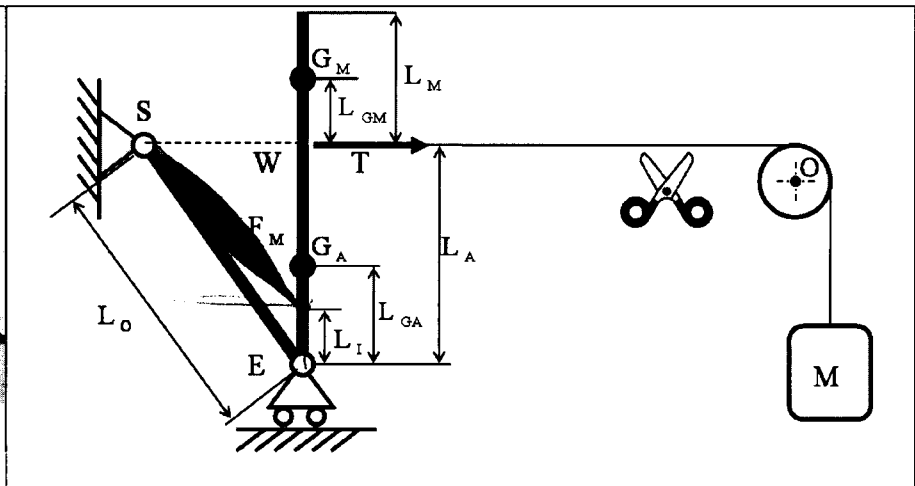
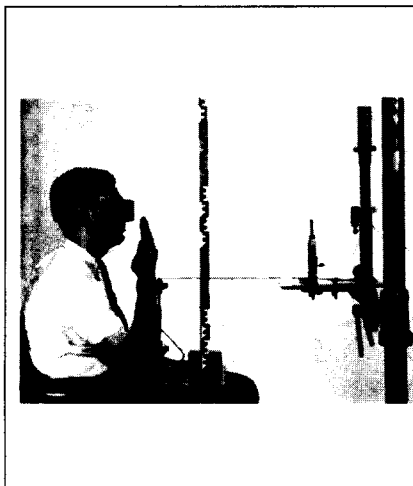
Al polso del misurando è applicato un carico orizzontale T per mezzo di un cavetto (supposto privo di massa) ed inizialmente il soggetto esercita una forza muscolare tale da mantenere il sistema in equilibrio.

- Secondo lo schema di figura, si stimi la forza muscolare che garantisce l'equilibrio e la reazione vincolare del gomito (Si assuma $L_1 = 40\text{mm}$ – distanza del punto di inserzione del muscolo dall'articolazione del gomito e la massa M pari a 10 kg).

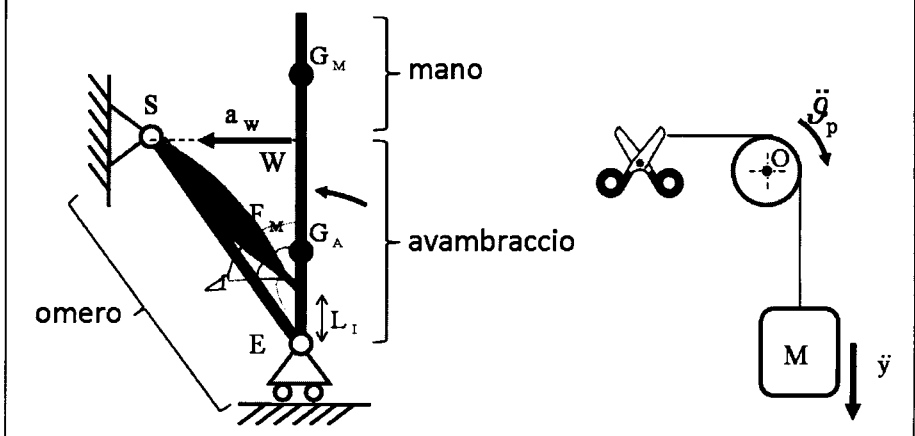
- In un certo istante ($t = 0$) il cavetto viene reciso ed un accelerometro posto in corrispondenza del polso misura un valore di accelerazione a_w , orizzontale e diretta verso il soggetto. Sulla base dei valori antropometrici standard, qual è il valore del momento di inerzia del segmento avambraccio+mano che ci si deve aspettare?

- Dopo che il cavetto è stato reciso, qual è l'accelerazione della massa M ? (Si approssimi la puleggia con un disco omogeneo di raggio $R = 50\text{mm}$, spessore $S = 20\text{mm}$ e densità $= 7900\text{kg/m}^3$).

- Il candidato disegni un possibile layout dell'apparecchiatura sperimentale (struttura meccanica e sistema di acquisizione) dimensionando opportunamente i componenti principali.



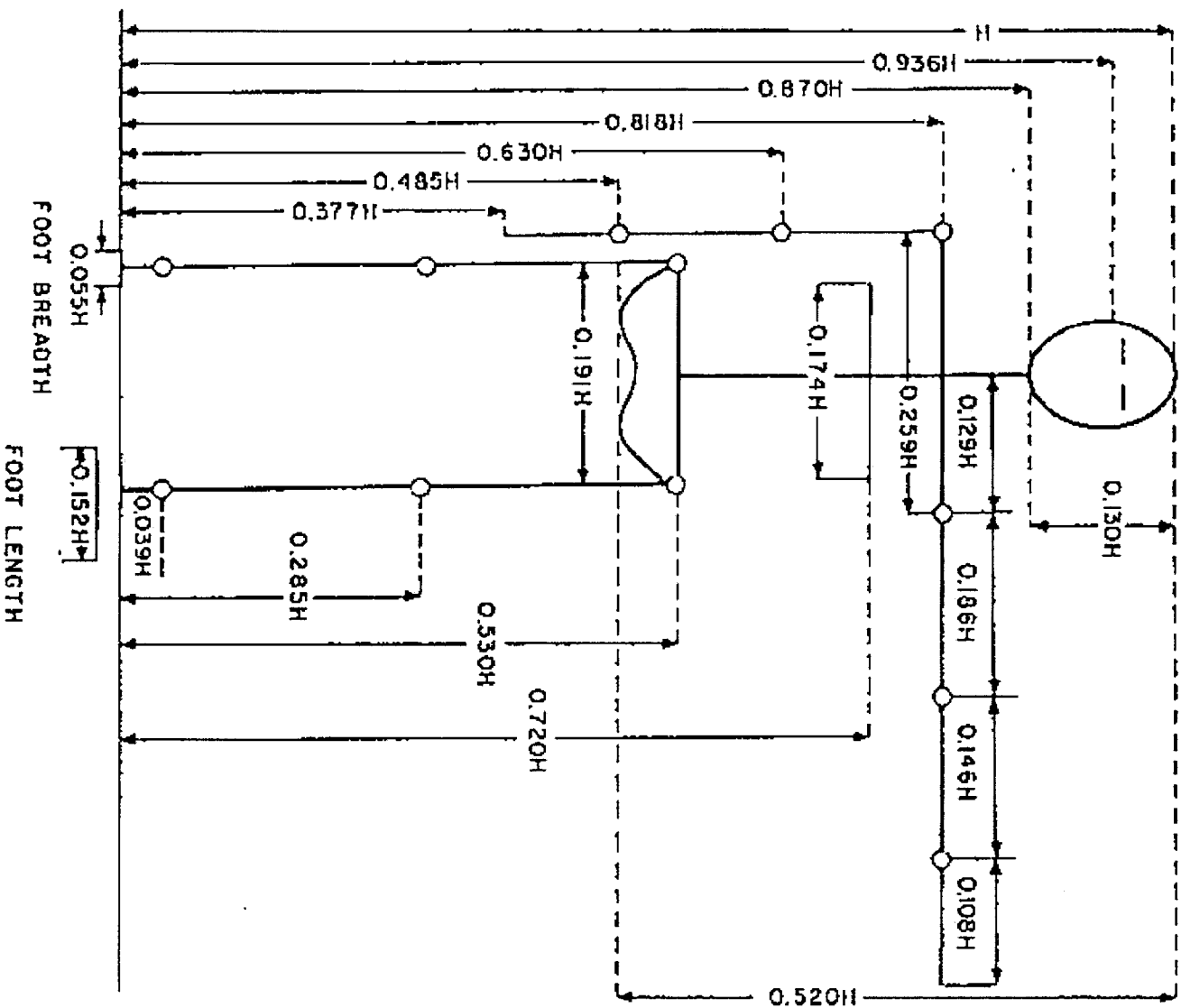
In alto a sinistra: foto relativa ad un esperimento di quick release. Alto destra: configurazione al tempo $t < 0$. Basso destra: configurazione al tempo $t = 0$ (il cavetto è reciso, il segmento avambraccio-mano è accelerato; e la massa $M = 10\text{kg}$ è soggetta alla forza peso ed alla reazione del cavo, avvolto alla puleggia. La puleggia può ruotare intorno ad O senza attrito).



LUNGHEZZA DEI SEGMENTI CORPOREI

Parametrizzati in funzione dell'altezza

altezza	1
testa	0.13
H_G_testa	0.936
h_collo	0.87
h_spalle	0.818
h_gomito	0.63
h_polso	0.485
h_dita	0.377
hanca	0.53
h_ginocchio	0.285
h_caviglia	0.039
h_G_torso (?)	0.72
spalla	0.129
omero	0.186
avanbraccio	0.146
mano	0.108
torso + testa	0.52
piede	0.152
L_spalle	0.259
L_torace	0.174
L_anche	0.191
L_piede	0.055
D_testemetatarsali-caviglia	0.008197



massa dei segmenti

Table 4. Mean weighth of male cadaver segments and ratio to total body weight

Segments	Michigan data (Dempster)		Leipzig data (Braune & Fisher)	
	mean weight	% of total	mean weight	% of total
Total body	61190	100	58895	
Head and trunk	34637	56.34	30824	52.21
Head and trunk and minus shoulders	28077	46.02	---	---
Head and neck	5119	7.92	---	---
Shoulders	3401	5.27	---	---
Thorax	7669	10.97	---	---
Abdomino-pelvic headless trunk	16318	26.39	---	---
Arm	1636	2.64	2017	3.167
Forearm	947	1.531	1342	2.087
Hand	378.3	0.612	536.1	0.883
Thigh	6096	10.008	6632	10.924
Shank	2852	4.612	2924	4.680
Foot	884	1.431	1072	1.765

Dempster "Properties of body segments parameters based on size and weight", 1967

posizione del centro di massa dei segmenti

Table 8. Location of mass centers from proximal joints in percentage of segment length

segments	investigators				
	Harless	Braune & Fisher	Bernstein	Dempster	NYU
Entire arm	---	42.6	---	43.6	43.1
Upper arm	48.5	47.0	46.6	43.6	44.9
Forearm and hand	---	45.8	---	67.7*	38.2
Forearm	44.0	42.1	41.2	43.0	42.3
Hand	47.4	---	---	---	39.2
Entire leg	---	41.5	---	43.4	39.7
Thigh	46.7	44.4	38.6	43.3	41.0
Shank and foot	---	51.9	---	43.3	45.0
Shank	36.0	42.0	41.3	43.3	44.5
Foot (from heel)	46.0	43.4	---	43.3	44.5
* distance from elbow to ulnar styloid is assumed to be 100%					
Contini, R. "Body Segment Parameters, Part II" Artificial limbs, Vol.16, N°1, pp.1-19, 1972					

Raggio di girazione baricentrico dei segmenti

TABLE 11. Ratio of Radius of gyration (g) to segment length (L) in percentage

SEGMENT	RANGE	MEAN	SD
Whole arm (normals)	24.2-26	25	0.79
Whole arm, males	24 - 26	24.9	0.93
Whole arm, females	24 - 26	25.1	0.6
Whole arm, male amps.	24 - 27	25.9	0.99
Whole arm, female amps.	24 - 27	25.2	0.69
Whole arm, all amps.	24 - 27	25.6	1.04
Whole arm, hemiplegics	25 - 27	25.8	0.75
Upper arm, all amps	19 - 36	27.2	4.85
Forearm, all amps.	27 - 31	29.2	1.23
Hand, all amps.	26 - 29	26.7	0.67
Whole leg, males	31 - 33	31.8	0.63
Whole leg, females	28 - 30	29.6	0.73
Thigh	27 - 29	28.1	0.74
Shank	27 - 29	28.1	0.7
Shank & foot	32 - 34	33.4	0.66

Contini, R. "Body Segment Parameters, Part II" Artificial limbs, Vol.16, N°1, pp.1-19, 1972



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
ANNO 2013 - I SESSIONE**

I PROVA SCRITTA – INGEGNERIA INDUSTRIALE - SEZ. B

Il candidato illustri i benefici delle fonti rinnovabili nel contesto energetico nazionale.



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
ANNO 2013 - I SESSIONE**

II PROVA SCRITTA – INGEGNERIA ELETTRICA - SEZ. B

Il candidato descriva il funzionamento del motore asincrono trifase negli impianti di distribuzione dell'energia, evidenziando le problematiche di avviamento, il loro impatto sull'impianto elettrico e le possibili soluzioni di mitigazione.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI FACOLTA' DI INGEGNERIA

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE ANNO 2013 - I SESSIONE

III PROVA PRATICA – INGEGNERIA ELETTRICA/ENERGETICA - SEZ. B

Si deve dimensionare l'impianto elettrico di un'area camping alimentata in BT a 400V – 3F+N - 6kA, per 50 piazzole destinate ad ospitare camper, roulotte e tende che richiedono una potenza media assorbita di 900 W.

Nel campeggio si prevede di insediare le seguenti strutture con le relative potenze installate e con riferimento allo schema a blocchi in Fig. 1:

- area per campi sportivi $P = 8$ kW
- spazio per lo svolgimento di spettacoli all'aperto $P = 6$ kW
- servizi igienici $P = 2$ kW
- bar con annesso un piccolo spaccio $P = 6$ kW
- uffici e servizi vari $P = 3$ kW
- centrale tecnologica $P = 10$ kW
- illuminazione dei viali $P = 5$ kW

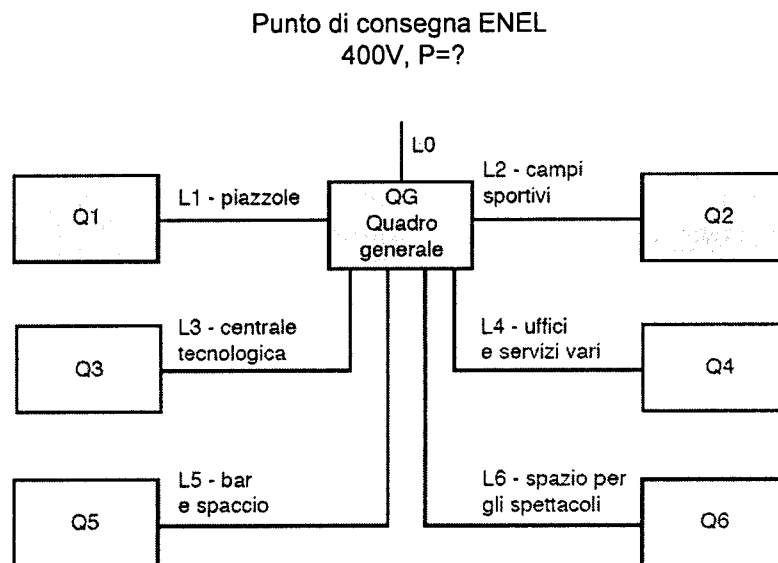


Fig. 1- Schema a Blocchi Distribuzione Elettrica

Fatte le ipotesi aggiuntive che ritiene necessarie per meglio definire le caratteristiche delle utenze, nonché ipotizzando tutti i dati mancanti anche in termini di lunghezza delle linee indicate nello schema in Fig.1, determini:

- 1) la potenza complessiva e il valore di potenza contrattuale da chiedere a ENEL;
- 2) schema elettrico unifilare del quadro elettrico generale QG illustrando i criteri da seguire per il calcolo delle caratteristiche delle apparecchiature presenti;
- 3) lo schema unifilare tipo del quadro di alimentazione delle piazzole (un quadro ogni 10 piazzole)
- 4) i valori della corrente di cto-cto e di cadute di tensione ai quadri Q1 ... Q6
- 5) i sistemi da adottare per le protezioni contro i contatti diretti e indiretti
- 6) il dimensionamento dell'impianto di terra.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA

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

ANNO 2013 - I SESSIONE
II PROVA SCRITTA - INGEGNERIA MECCANICA - Sez. B

Il candidato illustri le problematiche di tipo energetico, fluidodinamico, strutturale ed economico, inerenti la progettazione di un impianto per la linea di alimentazione di aria compressa per una media industria meccanica.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE – SEZIONE B

INGEGNERIA MECCANICA

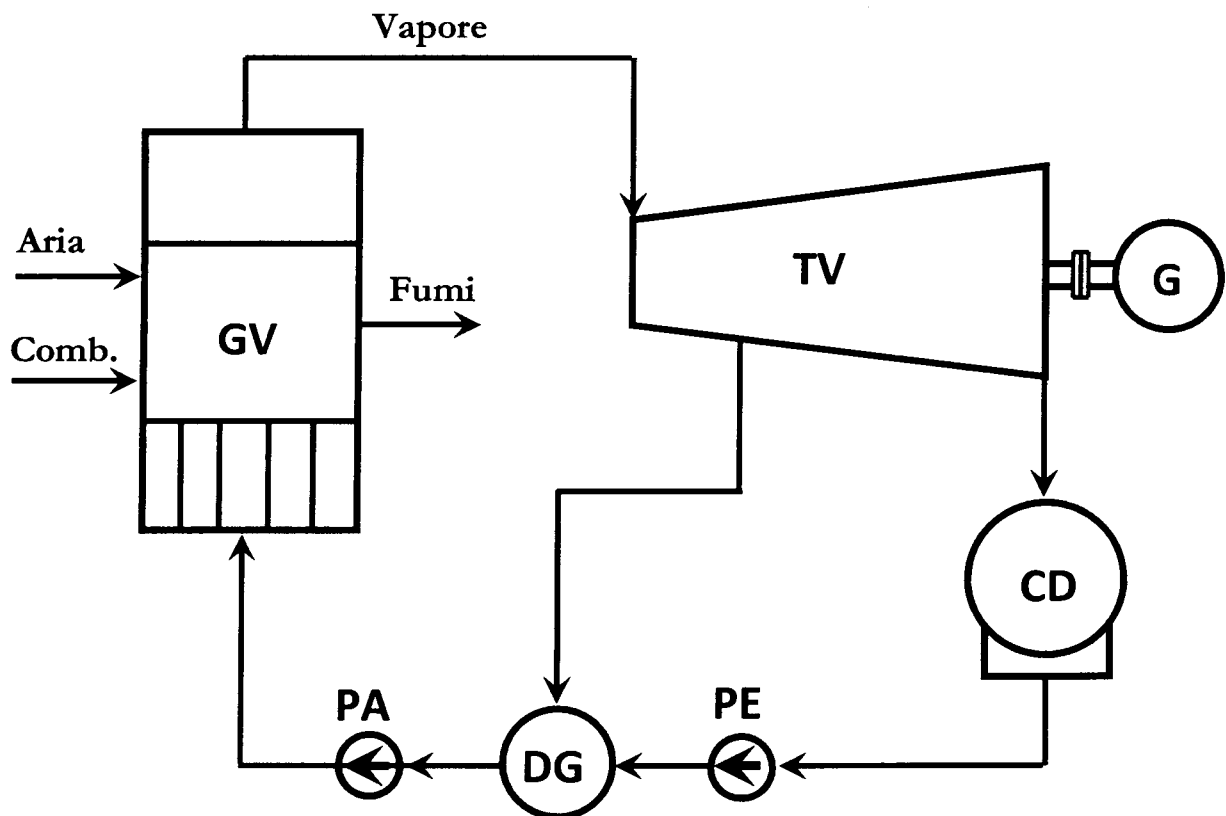
III Prova scritta – 9 Luglio 2013

All'interno di uno stabilimento industriale deve essere installato un impianto a vapore destinato ad operare secondo lo schema allegato.

L'impianto dovrà fornire una potenza elettrica di 5 MW, sarà alimentato con olio combustibile caratterizzato da un potere calorifico inferiore di 41 MJ/kg e un rapporto aria/combustibile di 17.

La caldaia produrrà vapore surriscaldato a 480° e 55 bar mentre lo spillamento di vapore per il degasatore è a 6 bar. Per il raffreddamento del condensatore è disponibile acqua a 20 °C. La turbina ruota a 6000 giri/min.

Assumendo con giusto criterio i dati di calcolo necessari, il candidato determini il bilancio di massa e di energia del sistema, con particolare riferimento alle portate di vapore, di combustibile, aria e fumi.



ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE – SEZIONE B

Sapendo che il generatore elettrico ruota a 3000 giri/min e che è connesso all'impianto a vapore tramite un riduttore utilizzante ingranaggi cilindrici a denti diritti, se ne faccia un disegno di prima approssimazione scegliendo materiali idonei allo scopo e dimensionando opportunamente albero e cuscinetti per una vita utile di 30 anni.