

ESAME DI ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE SEZ. A

II SESSIONE 2013

PROVA PRATICA (10 FEBBRAIO 2014)

SETTORE INDUSTRIALE

Tema 1

Si effettui il dimensionamento di un motore asincrono trifase b.t. che soddisfi le seguenti specifiche :

Potenza	3 kW
Altezza d'asse	100
Tensione di alimentazione	380 V
Frequenza	50 Hz
Numero di poli	4
Tipo di rotore	a gabbia semplice
Tipo di raffreddamento	autoventilato
Classe di isolamento	F
Lamierino:	8050 (vedi allegato)
Servizio	continuo
Grado di protezione	IP55
Rendimento a pieno carico	81.0 %
Fattore di potenza a pieno carico	0.79
Rapporto "Coppia spunto-Coppia nominale"	2.0
Rapporto "Corrente di spunto-Corr. nominale"	5.0

Per il calcolo delle perdite Joule si assumano le seguenti temperature:

- avvolgimento statorico: 75°C
- gabbia rotorica: 95°C

Si richiede, inoltre, di determinare il Costo di Costruzione del motore ipotizzando i seguenti costi unitari:

- rame avvolgimento statorico: 4.5 Euro/kg
- alluminio pressofuso: 6.0 Euro/kg
- lamierino: 0.8 Euro/kg..

ACCIAI SPECIALI TERNI

CARATTERISTICHE MAGNETICHE TIPICHE
LAMIERINO A GRANO NON ORIENTATO

CLASSE **80-50**

B (Tesla)	A/m	M _{up} (G/Oe)	Perd (W/kg)
0,5	128	3121	0,853
0,6	136	3514	1,132
0,7	144	3860	1,432
0,8	153	4153	1,776
0,9	164	4381	2,113
1,0	175	4547	2,501
1,1	190	4606	2,934
1,2	213	4485	3,422
1,3	259	3994	3,999
1,4	364	3059	4,674
1,5	705	1693	5,451
1,6	1892	674	6,249
1,7	4605	295	6,844

ESAME DI ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE SEZ. A

II SESSIONE 2013

PROVA PRATICA (10 FEBBRAIO 2014)

SETTORE INDUSTRIALE

Tema 2

Un complesso industriale, da adibire alla produzione di resine sintetiche, è costituito da due capannoni uguali aventi dimensioni ciascuno 60x40 m, h=8m.

Le caratteristiche dell'alimentazione MT, nel punto di consegna dell'energia, sono le seguenti:

- tensione nominale 20 kV;
- neutro isolato da terra;
- corrente di corto circuito massima..... 12,5 kA,
- corrente di guasto a terra 95A, tempo di eliminazione $t=0,5s$.
- tipo di linea..... in cavo interrato.

I due capannoni assorbono potenze diverse, il primo (capannone *A*) richiede una potenza pari a 400 kW a $\cos\varphi=0,8$, il secondo (capannone *B*) assorbe una potenza di 250 kW a $\cos\varphi=0,85$.

I capannoni sono distanti tra loro 10 m e sono disposti parallelamente secondo il lato più lungo. La cabina dell'Ente Distributore è ubicata in corrispondenza della strada di accesso al complesso, ed è posizionata a 80 m di distanza dai capannoni, in corrispondenza dell'asse mediano tra gli stessi.

Al candidato, che eventualmente può assumere ulteriori ipotesi chiarificatrici, si richiede di eseguire:

- 1) il dimensionamento dei componenti più importanti della cabina di trasformazione MT/BT;
- 2) il progetto dell'impianto di alimentazione, a partire dal punto di consegna dell'energia fino ai due quadri principali BT ubicati all'interno dei due capannoni;
- 3) il dimensionamento delle linee principali, completo di verifiche termiche al sovraccarico e al corto circuito;
- 4) il progetto dell'impianto di terra assumendo una resistività del terreno pari a $200 \Omega \cdot m$.
- 5) il progetto dell'impianto di rifasamento.

I risultati delle elaborazioni eseguite dovranno essere illustrati mediante:

- uno schema planimetrico dell'impianto con l'indicazione della posizione (arbitraria) dei diversi componenti del sistema;
- gli schemi unifilari del quadro MT, del quadro generale BT di cabina, di uno dei quadri principali BT;
- lo schema planimetrico dell'impianto di terra.

Sganciatori magnetotermici

tipo		TM-D										TM-G				MA					MP1	MP2	MP3	MP4					
In (A)		16	25	40	63	80	100	125	160	200	250	16	25	40	63	100	150	220	320	500	630	630	630	630					
per interruttori	NS100	■	■	■	■	■	■					■	■	■	■	■													
	NS125	■	■	■	■	■	■					■	■	■	■	■													
	NS160	■	■	■	■	■	■	■				■	■	■	■	■	■												
	NS250	■	■	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■	■	■	■											
	NS400																				■	■	■	■					
	NS630																				■	■	■	■	■				
protezione contro i sovraccarichi	regolabile	regolabile										regolabile				non presente					non presente								
	0,8+1 In	0,8+1 In										0,8+1 In																	
protezione del neutro	4P 3d	senza protezione										senza protezione																	
	4P 3d+N/2					56	56	63	0,5	x Ir																			
	4P 4d	Ir										Ir																	
protezione contro i corto-circuiti		fissa										regolabile				fissa					regolabile								
	Im (A)	240	300	500	500	650	800	1000	1250	5+10	In	63	80	80	125	8+13	In	6,3 + 12,5	In	800 + 1600	1250 + 2500	2000 + 4000	3150 + 6250						

Sganciatori elettronici

tipo		STR22SE						STR23SE			STR53UE			
In (A)		25	40	63	100	160	250	400	630	400	630	400	630	
per interruttori	NS100	■	■	■	■	■								
	NS160	■	■	■	■	■								
	NS250	■	■	■	■	■	■							
	NS400							■				■		
	NS630								■				■	
	protezione	soglia Ir	0,63+1xIn						0,4+1xIn			0,4+1xIn		
lungo ritardo (LR)	intervento	1,05+1,20xlr						1,05+1,20xlr			1,05+1,20xlr			
tempo	temporizzazione	fissa						fissa			regolabile			
di intervento	1,5 lr	min	135				135			12	24	48	96	192
		max	205				205			15	30	60	120	240
lungo ritardo (s)	6 lr	min	6				6			0,75	1,5	3	6	12
		max	7,5				7,5			0,95	1,9	3,75	7,5	15
	7,2 lr	min	4,2				4,2			0,5	1	2	4,1	8,3
		max	5,2				5,2			0,65	1,3	2,6	5,2	10,5
protezione del neutro	4P 3d	senza protezione						senza protezione			senza protezione			
	4P 3d+N/2	0,5xlr						0,5xlr			0,5xlr			
regolabile	4P 4d	1xlr						1xlr			1xlr			
protezione corto ritardo (CR)	soglia Im	regolabile						regolabile			regolabile			
	precisione	±15%						±15%			±15%			
tempo	temporizzazione	fissa						fissa			regolabile			
di intervento	max. senza sgancio (ms)	40						40			15	60	140	230
corto ritardo	tempo max di interr. (ms)	60						60			60	140	230	350
protezione istantanea	soglia I	fissa						fissa			regolabile			
		≥ 12xIn						≥ 11xIn			1,5+11xIn			
opzioni														
protezione (T)														■
controllo del carico (R)														■
segnalazione guasti (F)														■
comunicazione (C)														■

Tabella 21.A Fattore di potenza convenzionale e potere di chiusura minimo in funzione del potere d'interruzione (CEI 17-5)

Potere di interruzione nominale I_{cn}	Fattore di potenza	Potere di chiusura nominale minimo
$I_{cn} \leq 1500$ A	0,95	1,41 I_{cn}
1500 A < $I_{cn} \leq 3000$ A	0,9	1,42 I_{cn}
3000 A < $I_{cn} \leq 4500$ A	0,8	1,47 I_{cn}
4500 A < $I_{cn} \leq 6000$ A	0,7	1,53 I_{cn}
6000 A < $I_{cn} \leq 10000$ A	0,5	1,7 I_{cn}
10000 A < $I_{cn} \leq 20000$ A	0,3	2,0 I_{cn}
20000 A < $I_{cn} \leq 50000$ A	0,25	2,1 I_{cn}
50000 A < I_{cn}	0,2	2,2 I_{cn}

Tabella 20.A - Portata I_0 , in ampere, di cavi unipolari senza guaina, isolati in PVC o EPR, posati in tubo a parete o incassato nella muratura, alla temperatura ambiente di 30 °C

Sezione (mm ²)	Numero di conduttori caricati			
	2		3	
	PVC	EPR	PVC	EPR
1,5	17,5	23	15,5	20
2,5	24	31	21	28
4	32	42	28	37
6	41	54	36	48
10	57	75	50	66
16	76	100	68	88
25	101	133	89	117
35	125	164	110	144
50	151	198	134	175
70	192	253	171	222
95	232	306	207	269
120	269	354	239	312
150	309	402	275	355

¹ Qui e nel seguito ci si riferisce a cavi con il conduttore in rame.

Corrente di corto-circuito massima a valle di un trasformatore MT/BT

Nella tabella allegata sono riportate le caratteristiche tipiche dei trasformatori MT/BT.

A partire da queste sono calcolate i parametri interni:

$$R = \frac{P_{cu} \cdot U^2}{S_n^2} \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$Z = \frac{U_{cc} \cdot U^2}{100 \cdot S_n} \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$X = \sqrt{Z^2 - R^2} \text{ (m}\Omega\text{)}$$

dove P_{cu} sono le perdite a carico (kW) e S_n è la potenza nominale del trasformatore (kVA).

La corrente di corto-circuito è determinata considerando che la rete a monte abbia una potenza di corto-circuito di 500 MVA.

In base alla corrente di corto-circuito è poi indicato il tipo di condotto sbarre utilizzabile per il collegamento tra il trasformatore e l'interruttore automatico.

Corrente di corto-circuito massima a valle di un trasformatore MT/BT in reti a 400V

Sn (kVA) (1)	100	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3000	3150
trasformatore in olio																
V _{cc} (%)	4	4	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6	6	
P _{cu} (W) (2)	1750	2350	2850	3250	3900	4600	5500	6500	9000	10500	13100	17000	21000	26500	30500	
I _n (A)	144	231	289	361	455	577	722	909	1155	1443	1804	2309	2887	3608	4330	
R (mΩ) (3)	28,00	14,69	11,40	8,32	6,29	4,60	3,52	2,62	2,25	1,68	1,34	1,06	0,84	0,68	0,54	
X (mΩ) (3)	57,55	37,21	29,90	24,21	19,32	15,32	12,31	9,81	11,79	9,45	7,56	5,91	4,73	3,78	3,15	
Z (mΩ) (3)	64,00	40,00	32,00	25,60	20,32	16,00	12,80	10,16	12,00	9,60	7,68	6,00	4,80	3,84	3,20	
I _{cc} (kA)	3,6	5,7	7,1	8,9	11,2	14,1	17,6	22,0	18,7	23,2	28,8	36,4	44,8	55,1	65,0	
condotto in (A)								KHF14	KHF16	KHF18	KHF26	KHF28	KHF36	KHF46	KHF48	
in Al								1000	1200	1450	2200	2500	3000	4000	4500	
condotto in (A)								KGF14	KGF14	KGF16	KGF24	KGF26	KGF34	KGF44	KGF46	
in Cu								1250	1250	1500	2250	2750	3050	4100	5000	
trasformatore in resina																
V _{cc} (%)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6		7
P _{cu} (W) (2)	1700	2300	2900	3400	4000	4800	5700	6800	8200	9600	11500	13900	16000	20000		23000
I _n (A)	144	231	289	361	455	577	722	909	1155	1443	1804	2309	2887	3608		4547
R (mΩ) (3)	27,20	14,38	11,60	8,70	6,45	4,80	3,65	2,74	2,05	1,54	1,18	0,87	0,64	0,51		0,37
X (mΩ) (3)	92,07	58,25	46,58	37,40	29,79	23,52	18,85	14,99	11,82	9,48	7,59	5,94	4,76	3,81		3,54
Z (mΩ) (3)	96,00	60,00	48,00	38,40	30,48	24,00	19,20	15,24	12,00	9,60	7,68	6,00	4,80	3,84		3,56
I _{cc} (kA)	2,4	3,8	4,8	6,0	7,5	9,5	11,8	14,8	18,7	23,2	28,8	36,4	44,8	55,1		59,1
condotto in (A)								KHF14	KHF16	KHF18	KHF26	KHF28	KHF36	KHF46	KHF48	
in Al								1000	1200	1450	2200	2500	3000	4000	4500	
condotto in (A)								KGF14	KGF14	KGF16	KGF24	KGF26	KGF34	KGF44	KGF46	
in Cu								1250	1250	1500	2250	2750	3050	4100	5000	

(1) I valori di potenza e le altre caratteristiche sono estratte dal catalogo STEM (tensione primaria 15 o 20 kV).

(2) Perdite nel rame.

(3) Valori di impedenze interne.

Durata del guasto t _f (s)	Valori limite di U _{TP} in funzione della durata t _f del guasto	
	Tensione di contatto ammissibile U _{TP} (V)	
	CEI EN 50522	CEI 11-1
0,10	654	660
0,50	220	220
0,64	165	150
0,72	140	125
1,00	117	112
2,00	96	91
5,00	86	81
10,00	85	80
> 10	80	75

- Tensione di contatto ammissibile U_{TP} in
funzione del tempo di eliminazione del guasto t_f

ESAME DI ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE SEZ. A

II SESSIONE 2013

PROVA PRATICA (10 FEBBRAIO 2014)

SETTORE INDUSTRIALE

Tema 3

Si vuole automatizzare una linea di confezionamento di rigatoni. La pasta, all'uscita dal processo di asciugatura, viene convogliata su di un nastro trasportatore con una portata di 10 kg/min. Il processo deve prevedere:

- imbustatura dei rigatoni in confezioni da 500 g (con involuppo parallelepipedo di dimensioni orientative 200x150x100);
- cartonatura delle confezioni in packaging secondari da 8 kg;
- posizionamento dei cartoni su pallet 800x1200 e formazione di unità di carico da 160 kg.

Il candidato:

- scelga in modo opportuno le dimensioni dei cartoni, anche in base a quanto suggerito dalla relativa normativa;
- suggerisca una adeguata modalità di impilaggio dei cartoni nella formazione dell'u.d.c., che renda la stessa adeguatamente stabile sul pallet;
- identifichi e particolarizzi il layout della linea di confezionamento, suggerendo l'architettura della macchina per l'imbustatura, di quella per la cartonatura e di quella per la pallettizzazione, nonché tipologia e caratteristiche dei sistemi di movimentazione nella linea;
- descriva gli aspetti inerenti l'automazione del processo, predisponendo il diagramma SFC e lo schema a contatti per il controllo tramite PLC dell'impianto in esame, suggerendo l'adozione di tutto ciò che ritenga utile (controlli, sensori, attuatori...) per il miglior funzionamento in sicurezza dello stesso.

ESAME DI ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE SEZ. A

II SESSIONE 2013

PROVA PRATICA (10 FEBBRAIO 2014)

SETTORE INDUSTRIALE

Tema 4

Un impianto di turbina a gas a combustione interna monoasse ha una potenza effettiva pari a 100 MW. Trascurando le perdite di carico e con i seguenti valori per le grandezze più significative:

pressione ingresso compressore (p_1)	1 bar
temperatura ingresso compressore (T_1)	15°C
rapporto di compressione	12
temperatura ingresso turbina (T_3).....	1250°C
rendimento adiabatico isoentropico del compressore	0.86
rendimento adiabatico isoentropico della turbina	0.88
rendimento meccanico.....	0.98
combustibile: gas naturale con potere calorifico inferiore	48 MJ/kg

Il Candidato, assumendo opportuni valori per le grandezze non fornite,

1. definisca i parametri operativi del ciclo termodinamico di un impianto a vapore sottoposto, che contempli uno spillamento a servizio del degasatore, motivando la scelta dei valori;
2. tracci sul piano T-Q le curve di scambio termico nel generatore di vapore a recupero, indicando i valori delle temperature di ingresso/uscita dei fluidi e della potenza termica scambiata;
3. effettui un dimensionamento di massima delle superfici di scambio termico delle tre sezioni di riscaldamento del liquido, di vaporizzazione e di surriscaldamento del generatore di vapore.

ESAME DI ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE SEZ. A

II SESSIONE 2013

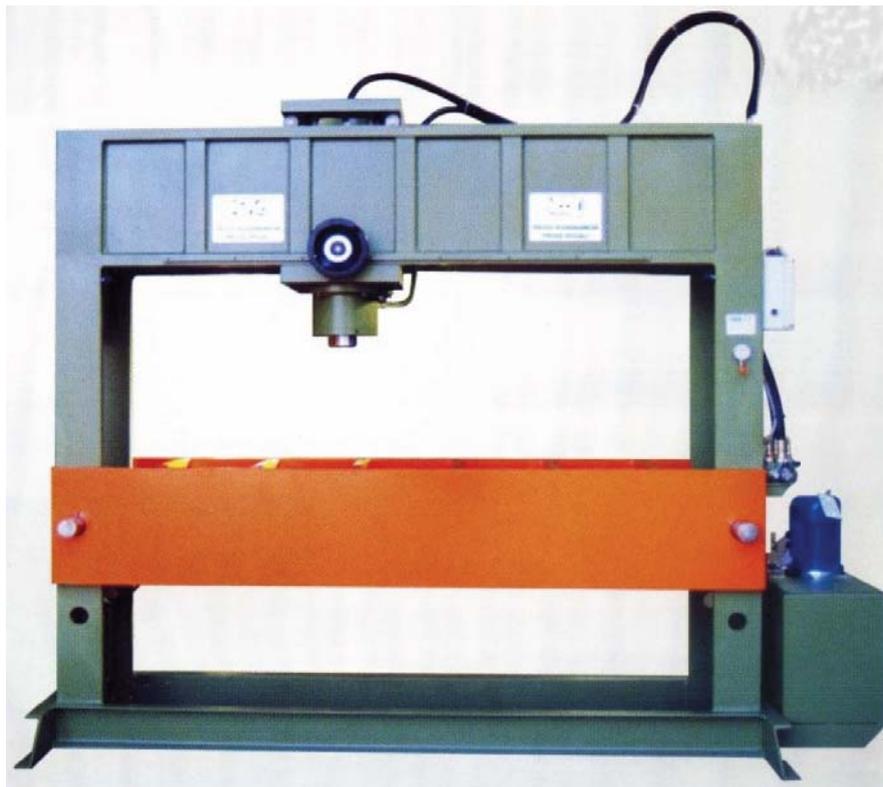
PROVA PRATICA (10 FEBBRAIO 2014)

SETTORE INDUSTRIALE

Tema 5

Si richiede il progetto di massima di una pressa oleoidraulica con testa a posizione variabile, del tipo mostrato in figura, avente le seguenti specifiche principali:

- Spinta massima di lavoro: 5000 kN
- Corsa di avvicinamento: 200 mm
- Spostamento laterale asse di carico: ± 500 mm
- Corsa di lavoro: 5 mm
- Dimensioni massime dello stampo (parallelepipedo $b_1 \times b_2 \times H$): 500x500x800 mm.
- Tempo ciclo: 10 s



Si richiedono:

- 1) Schema costruttivo generale della macchina;
- 2) Dimensionamento della struttura portante della macchina;
- 3) Definizione e dimensionamento di massima dell'impianto oleoidraulico;
- 4) Disegno di assieme con i dettagli di collegamento.

Assumere opportunamente i dati mancanti.

ESAME DI ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE SEZ. A

II SESSIONE 2013

PROVA PRATICA (10 FEBBRAIO 2014)

SETTORE INDUSTRIALE

Tema 6

Una corrente acquosa con portata di $4 \text{ m}^3/\text{hr}$ è inviata ad uno stripper per ridurre il proprio contenuto di H_2S da 3000 ppm in peso a 1.25 ppm in peso. La pressione di testa è 1.4 bar. E' disponibile vapor d'acqua saturo a 5 bar. L'alimentazione è alla temperatura del piatto di testa.

Dimensionare l'apparecchiatura, tracciare lo schema strumentato.

Stimare i costi.

Fornire una sintetica relazione esplicativa delle scelte progettuali e delle metodologie di calcolo adottate.