

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELL'AQUILA



ESAMI DI STATO ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

15 NOVEMBRE 2016

Il candidato descriva in che modo l'attività di ingegnere possa contribuire allo sviluppo e all'innovazione nel settore di competenza.

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized initial 'A' followed by a cursive name.

Alfonso Bellini

A second handwritten signature in black ink, appearing to be the same as the one above.

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized initial 'G' followed by a cursive name.

A second handwritten signature in black ink, appearing to be the same as the one above.

ESAME DI ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE - SEZ. A

II SESSIONE 2016

SETTORE CIVILE ED AMBIENTALE

SECONDA PROVA SCRITTA (17 novembre 2016)

Tema1

Il candidato illustri i criteri per la valutazione della sicurezza e per la progettazione degli interventi relativi ad una costruzione esistente in calcestruzzo armato che, realizzata nel 1998 in zona sismica di seconda categoria ed inizialmente destinata all'uso residenziale, sia poi da destinare a sede unica per gli uffici dell'amministrazione comunale del luogo considerato. A tal proposito, il candidato faccia esempi in merito alla tipologia degli interventi, ai materiali e alle tecniche esecutive che potrebbero rendersi necessari allo scopo.

Tema2

Il candidato, in base alle conoscenze acquisite durante il corso di studi, avvalendosi anche di esempi, esponga in maniera sintetica l'influenza della scelta dei materiali in un'opera idraulica a basso impatto ambientale a sua scelta.

Tema3

I recenti eventi sismici hanno evidenziato le numerose problematiche connesse alla vulnerabilità del territorio e dell'edilizia storica e contemporanea. Il candidato illustri tali problematiche, mettendo in luce le principali metodologie per la salvaguardia, il recupero, il restauro ed il rinnovo del patrimonio costruito, con particolare riferimento al campo dell'architettura e dell'urbanistica.



Alfonso Beltrami






ESAME DI ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE - SEZ. A

II SESSIONE 2016

SETTORE INDUSTRIALE

SECONDA PROVA SCRITTA (17 novembre 2016)

Tema 1

Il candidato, in base alle conoscenze acquisite durante il corso di studi e di eventuali esperienze proprie, discuta sull'importanza delle energia rinnovabili nella lotta contro il riscaldamento globale.

Tema 2

Il candidato, sulla base della propria esperienza e degli studi condotti, illustri gli aspetti principali riguardanti la sicurezza degli impianti di un'azienda manifatturiera, con particolare riferimento alle disposizioni previste dalla normativa vigente.

Tema 3

Il candidato descriva un impianto chimico di interesse industriale o da banco, ne metta in evidenza le peculiarità, l'innovazione e l'efficienza del processo.

Tema 4

Il candidato valuti l'impatto della tecnologia dei semiconduttori nell'ambito dell'automazione industriale e/o dei sistemi di trasporto, illustrando e discutendo esempi applicativi.

Alfano Rolfo *[Signature]* *[Signature]* *[Signature]*
[Signature] *[Signature]* *[Signature]*

ESAME DI ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE - SEZ. A

II SESSIONE 2016

SETTORE INFORMAZIONE

SECONDA PROVA SCRITTA (17 novembre 2016)

Tema 1

Il candidato illustri le fasi della progettazione di un sistema informatico o automatico con eventuale riferimento ad uno specifico contesto applicativo.

Gravino

e. h. d. h.

ES

Alfonso Rolfo
Antonio

AF

Mario

ESAME DI ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

SEZ. A- 4° PROVA SCRITTA

SECONDA SESSIONE 2016 (20/12/2016)

Settore CIVILE

TRACCIA N° 1

Il candidato proceda alla progettazione di un muro di sostegno in C.A. (classe cls C32/40, acciaio FeB450C) per il contenimento di un terrapieno di altezza 7,00 m con superficie superiore orizzontale e sovraccarico pari a 4 kN/m^2 .

Quindi, immaginando che la struttura sia stata effettivamente realizzata come previsto sopra, dimensionare gli interventi necessari all'adeguamento dell'opera qualora sia successivamente richiesto che il sovraccarico sul terrapieno passi da 4 kN/m^2 ad 8 kN/m^2 e che la resistenza cilindrica media del calcestruzzo in opera, accertata statisticamente, risulti pari a 32 N/mm^2 .

Per il terreno si consideri: $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$, angolo di attrito interno 30° , coesione nulla. Prevedere le opere necessarie all'abbattimento della spinta dell'acqua di falda.

Ogni altra ipotesi a giudizio del candidato.

Come zona sismica, il candidato faccia riferimento ad una località di suo interesse in provincia di L'Aquila.

TRACCIA N° 2

Occorre procedere alla costruzione di una nuova vasca panoramica per un acquario turistico marino. La vasca avrà dimensioni in pianta di 12 m x 5 m e profondità interna netta di 8,00 m. La vasca risulterà esternamente interrata per 4,00 m con il livello dell'acqua al suo interno potrà variare da 0,00 m a 7,00 m dal fondo. Parallelamente al lato corto della vasca ed a metà di quello lungo, dovrà essere realizzato un camminamento che permetta agli operatori di attraversare la vasca su un carrello mobile attrezzato del peso complessivo a pieno carico di 25 kN.

Dimensionare le strutture rispettando le seguenti ipotesi: classe cls C32/40, acciaio da C.A. FeB450C, acciaio a scelta per la carpenteria metallica, peso specifico del terreno $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$, angolo di attrito interno 32° , coesione terreno nulla, quota falda a -15 m rispetto al fondo vasca. Come zona sismica, il candidato faccia riferimento ad una località di suo interesse in provincia di L'Aquila, senza comunque considerare l'oscillazione del fluido nella vasca.



Handwritten signatures in blue ink, including a large stylized signature on the left, a signature in the middle, and several other signatures on the right, some of which appear to be crossed out or partially obscured.

ESAME DI ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

SEZIONE A - 4° PROVA SCRITTA

II sessione 2016

Settore ~~INDUSTRIALE~~ CIVILE - Ambientale

(20 DICEMBRE 2016)

Si consideri un lotto di terreno piano, di forma rettangolare delle dimensioni 35x100 ml, con il lato maggiore orientato ad est e tangente ad una strada locale. Si considerino un Rapporto di Copertura $R_c=0,1$, un Indice di Fabbricabilità Fondiaria $I_{ff}=1$ mc/mq, una altezza massima pari a $H_{max}=10,5$ ml.

Progettare un edificio residenziale in linea, con due appartamenti simplex per piano.

Si sviluppino i seguenti elaborati scritto-grafici:

1. In relazione ai dati di progetto forniti, calcolo della massima superficie coperta, della massima volumetria e della massima superficie lorda realizzabile, del numero degli appartamenti indicando per ognuno la superficie lorda.
2. Impostazione generale del progetto architettonico, con la definizione delle esigenze funzionali e dimensionali, delle caratteristiche distributive, dell'impianto architettonico, planimetrico e costruttivo.
3. Planimetria del lotto con la pianta delle coperture e la sistemazione esterna (sc.1:200).
4. Pianta di un alloggio con corpo scala (sc.1:100).
5. Prospetto principale (sc.1:100).
6. Sezione trasversale sulla scala (sc.1:100).
7. Stralcio di pianta delle fondazioni (sc.1:50).
8. Stralcio della carpenteria di un solaio (sc.1:50).
9. Particolare costruttivo del nodo parete perimetrale / copertura, come approfondimento della sezione trasversale precedentemente realizzata.
10. Redigere una breve relazione tecnica (max una facciata A4) descrittiva del progetto.

The bottom of the page features several handwritten signatures in blue ink. The most prominent one is 'Stefano B...', followed by other illegible signatures. There are also some small, stylized marks or initials scattered around the main signatures.

ESAME DI ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

SEZIONE A - 4° PROVA SCRITTA

Il sessione 2016

Settore CIVILE E AMBIENTALE

(20 DICEMBRE 2016)

Un acquedotto a uso potabile è alimentato con acqua sollevata da un pozzo a quota $z_p=510$ m s.l.m e inviata ad una vasca di carico V entro cui il pelo dell'acqua è mantenuto costantemente alla quota $z_v=1100$ m s.l.m..

Dalla vasca di carico si staccano due condotte in acciaio per l'alimentazione di due serbatoi a servizio del centro abitato A e del centro abitato B.

Il livello del pelo d'acqua nel serbatoio A è posto a quota $z_a=1050$ m s.l.m..

Il livello del pelo d'acqua nel serbatoio B è posto a quota $z_b=1070$ m s.l.m..

La popolazione residente del centro A è $p_a=1300$ ab..

La popolazione residente del centro B è $p_b=970$ ab..

Per entrambi i centri abitati la popolazione fluttuante è pari al 20% di quella residente e il tasso di accrescimento annuale è stimato pari a $\tau=0,003$.

Il candidato esegua il dimensionamento di massima del sistema acquedottistico descritto assumendo che:

- la vita nominale dell'opera è di 50 anni;
- la dotazione idrica giornaliera è $Q=230$ l(ab g);
- il numero di ore di funzionamento dell'impianto di sollevamento è pari a 24..

Le condotte sono in acciaio e la scabrezza interna dei tubi è rappresentata dal coefficiente di Gauckler-Strickler che per la condizione di condotte in servizio corrente è pari a $K_s=80$ $m^{1/3} s^{-1}$ mentre per la condizione di condotte nuove vale $K_s=100$ $m^{1/3} s^{-1}$

Siano assegnati i seguenti dati progettuali:

- lunghezza della condotta di mandata dell'impianto di sollevamento: 430m;
- lunghezza della condotta che collega la vasca di carico con il serbatoio A: 6000m;
- lunghezza della condotta che collega la vasca di carico con il serbatoio B: 4580m;
- costo dell'energia elettrica $c_k=0.16$ €/kWh;
- tasso di interesse corrente $r=5\%$;
- rendimento della pompa $\eta=0,75$;
- costo per unità di lunghezza delle tubazioni in acciaio in funzione del diametro (vedi tabella).

DN(mm)	Di (mm)	C(€/m)
65	70,3	18,00
80	82,5	19,00
100	107,1	24,00
125	131,7	31,00
150	160,3	42,00
200	209,1	58,00
250	261,8	84,00
300	312,1	98,00
350	343,0	118,00
400	393,8	132,00

AS

ky
UTS
Stefano Am
gp

ESAME DI ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
 SEZIONE A - 4° PROVA SCRITTA
 Il sessione 2016
 Settore CIVILE E AMBIENTALE
 (20 DICEMBRE 2016)

Il candidato progetti un impianto per l'abbattimento di ammoniaca da una corrente d'aria. La concentrazione di ammoniaca della corrente trattata deve rispettare i limiti di emissione stabiliti dal DLgs 152/06 e smi, all. 1 alla parte V: soglia di rilevanza 2000 g/h, valore di emissione: 250 mg/Nm³.

Nella relazione il candidato deve:

- Giustificare la scelta del processo
- Disegnare lo schema di processo con le principali misure e controlli
- Eseguire i bilanci di materia per caratterizzare le correnti
- Dimensionare le principali apparecchiature.

Caratteristiche della corrente d'aria da trattare:

Portata	kg/h	12000
Temperatura	°C	25
Pressione	MPa	0.1013
Concentrazione di ammoniaca	mg/m ³	2000.

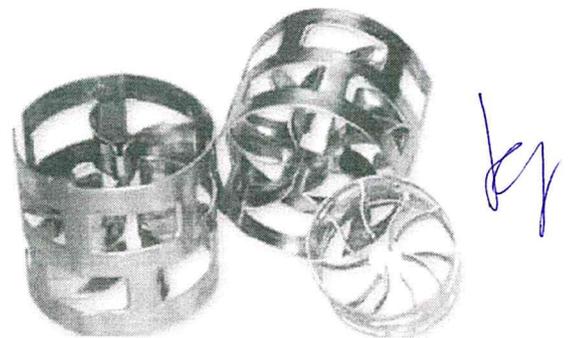
ALLEGATO: dati termodinamici e caratteristiche riempimento.

1. Pressioni parziali di ammoniaca in equilibrio con soluzioni acquose:

NH ₃ in soluzione (% in peso)	Pressione parziale NH ₃ (MPa)
4.74	0.002844
9.5	0.005484
14.29	0.009322
19.1	0.015715
23.94	0.025848
28.81	0.041460
33.71	0.064196
38.64	0.095835

2. Caratteristiche del riempimento:

FLEXIRING® Packing Size			High Strength				
Nominal Size	5/8	1	1½	2	3½	2	
mm	16	25	38	50	90	50	
inch	5/8	1	1½	2	3½	2	
Void Fraction %	93	96	97	98	98	98	
Bulk Weight*	kg/m ³	535	325	208	198	135	141
	lb/ft ³	33.4	20.3	13.0	12.4	8.4	8.8



3. Coefficiente di trasferimento:

$K_g \cdot a = 40 \text{ Kmoli}/(\text{h m}^3 \text{ atm})$

4. Portata minima di bagnamento:

Minimum Wetting Rates	
SURFACE	m ³ /(m ² h)
Carbon steel or copper	0.7
Stainless steel, tantalum, other alloys	3.0

Esame di Stato per la Professione di Ingegnere
II Sessione 2016
Prova Pratica di AUTOMATICA

20 dicembre 2016

Si consideri una stazione spaziale orbitante. In questo sistema è di fondamentale importanza garantire un appropriato orientamento rispetto al sole, ai fini della generazione di energia elettrica, e rispetto alla terra, per consentire la necessaria comunicazione. L'obiettivo della prova è di progettare un controllore per il sistema di orientamento, noto che a ciclo aperto il sistema (attuatore + processo) è descritto dalla funzione di trasferimento

$$F(s) = \frac{1}{s^2 + 20s + 100}$$

Il sistema controllato dovrà garantire errore nullo a regime rispetto ad un riferimento costante (angolo di orientamento).

Discutere la scelta progettuale, in particolare riguardo il comportamento transitorio del sistema e le sue caratteristiche di robustezza rispetto ai disturbi.

1

ESAME DI ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

SEZIONE A - 4° PROVA SCRITTA

SECONDA SESSIONE 2016 (20/12/2016)

Settore INDUSTRIALE

Tema N. 1

Un impianto di turbina a gas a combustione interna, costituito da un compressore di bassa pressione (BP), un refrigeratore, un compressore di alta pressione (AP), una camera di combustione AP, una turbina AP, una camera di combustione BP e una turbina BP, è destinato alla generazione di energia elettrica ($P_e=150$ MW). Trascurando le perdite di carico e fissando opportuni valori per i parametri necessari non forniti si richiede al candidato di:

- a) tracciare lo schema d'impianto e il ciclo reale sul piano T-s e discutere le principali differenze tra due opposte condizioni operative: 1) refrigeratore a pieno carico (temperatura aria uscita refrigeratore = temperatura aria ingresso compressore BP) e camera di combustione BP a pieno carico (temperatura gas uscita combustore BP = temperatura gas uscita combustore AP); 2) refrigeratore non attivo (portata nulla di acqua di refrigerazione) e combustore BP non attivo (portata nulla di combustibile iniettata in tale componente);
 - b) determinare il rapporto di compressione del compressore BP ($\beta_{C,BP}$, considerando sempre rispettata la condizione $\beta_{T,BP}=\beta_{C,BP}$ per il gruppo turbo-compressore BP) che rende massimo il lavoro specifico del ciclo (operante nella condizione 1), valutando in questa situazione la portata massica di combustibile, la portata volumetrica dei fumi al camino, la potenza effettiva e il rendimento globale dell'impianto, nonché la massa di anidride carbonica emessa in 10 ore di funzionamento a carico nominale;
 - c) valutare il miglioramento delle prestazioni (rendimento globale, temperatura dei fumi al camino) ottenibile con l'inserimento di uno scambiatore di calore rigenerativo che trasferisce energia termica dai gas caldi all'uscita della turbina BP all'aria a monte della camera di combustione AP, considerando come situazione di partenza la condizione ottimale valutata al punto b);
- effettuare un dimensionamento di massima del rigeneratore.

Stefano ~~115~~ AS ~~115~~
gu ho PR

ESAME DI ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

SEZIONE A - 4° PROVA SCRITTA

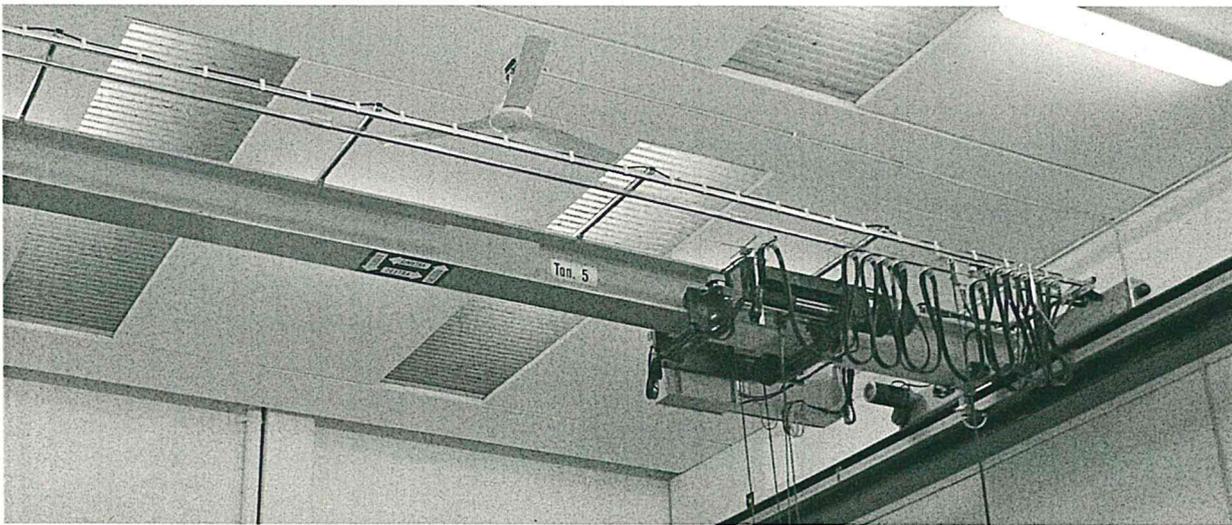
SECONDA SESSIONE 2016 (20/12/2016)

Settore INDUSTRIALE

Tema N. 2

Si consideri un carro ponte industriale del tipo mostrato in figura, caratterizzato dalle seguenti specifiche funzionali:

- Struttura mono-trave
- volume di lavoro:
 - DX=80 m (dimensione longitudinale edificio);
 - DY=20 m (dimensione trasversale edificio);
 - DZ=10 m (altezza di sollevamento);
- Interasse pilastri (direzione X): 10 m;
- Portata: 50 kN
- velocità massima di sollevamento: 0.2 m/s
- velocità massima di traslazione: 0.5 m/s



Sulla base di tali informazioni, e quant'altro necessario opportunamente assunto, si richiede:

- progetto di massima del sistema meccanico, descritto mediante elaborati grafici di assieme;
- dimensionamento strutturale preliminare dei componenti;
- individuazione tipologia dei sistemi di azionamento (motori, trasmissioni di potenza);
- formulazione specifiche dei componenti a catalogo.

Stefano Agui
guy
ky
AS
att
P

ESAME DI ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

SEZIONE A - 4° PROVA SCRITTA

SECONDA SESSIONE 2016 (20/12/2016)

Settore INDUSTRIALE

Tema N. 3

In una azienda operante nel settore dell'elettronica si vuole installare un impianto automatico per l'assemblaggio di componenti su PCB (Printed Circuit Board).

L'impianto è suddiviso in tre sezioni:

- sulla prima, costituita da una tavola rotante a moto indicizzato su 6 posizioni, vengono eseguite le operazioni:
 - Stazione 1.1: posizionamento manuale della PCB sulla tavola;
 - Stazione 1.2: nessuna operazione;
 - Stazione 1.3: inserimento di n. 12 componenti elettronici, alimentati con vibroalimentatori orbitali, tramite il robot SCARA1;
 - Stazione 1.4: inserimento di n. 16 componenti elettronici, alimentati con vibroalimentatori orbitali, tramite il robot SCARA2;
 - Stazione 1.5: controllo del corretto posizionamento dei componenti tramite sistema di visione SV1;
 - Stazione 1.6: prelievo tramite manipolatore pick-and-place (P&P1);
- nella seconda sezione vengono eseguite le operazioni:
 - Stazione 2.1: saldatura tramite saldatrice ad onda;
 - Stazione 2.2: finitura (taglio sbavature, spazzolatura);
- sulla terza, costituita ancora da una tavola rotante a moto indicizzato su 6 posizioni, vengono infine eseguite le operazioni:
 - Stazione 3.1: posizionamento della PCB sulla tavola tramite manipolatore pick-and-place (P&P3);
 - Stazione 3.2: controllo di qualità delle saldature tramite sistema di visione SV2;
 - Stazione 3.3: prova di continuità elettrica;
 - Stazione 3.4: inserimento del microprocessore, di una memoria ROM e di una memoria RAM, alimentati con alimentatori a gravità, tramite robot SCARA3;
 - Stazione 3.5: collaudo finale;
 - Stazione 3.6: scarico manuale del prodotto finito.

La movimentazione della PCB è garantita:

- tra la stazione 1.6 e la stazione 2.1 dal manipolatore P&P1;
- tra la stazione 2.1 e la stazione 2.2 dal manipolatore P&P2;
- tra la stazione 2.2 e la stazione 3.1 dal manipolatore P&P3.

La saldatrice ad onda è costituita da un bagno termostato di stagno a 250°C ($\pm 5^\circ\text{C}$) nel quale il moto di un apposito organo galleggiante produce l'onda sul pelo libero del metallo fuso che bagna i terminali dei componenti da saldare sulla scheda.

Per quanto riguarda i controlli:

- il primo sistema di visione, analizzata l'immagine della scheda, darà o meno un segnale di corretto posizionamento;
- allo stesso modo, il secondo sistema di visione segnalerà o meno la corretta esecuzione delle saldature;

Spiper Ben
[Signature]
[Signature]

[Signature]

[Signature]

- la stazione di prova della continuità elettrica, una volta verificata la scheda, darà o meno un segnale di continuità elettrica sui componenti;
- la stazione di collaudo indicherà o meno se la scheda esaminata è conforme.

In relazione ai segnali forniti da tali sistemi, le stazioni successive svolgeranno regolarmente le proprie operazioni ovvero saranno inibite.

In particolare, il P&P1 in relazione ai controlli effettuati dal primo sistema di visione, provvederà a posizionare le schede conformi nella successiva stazione 2.1 e quelle non conformi in un magazzino polmone, costituito da un trasportatore apron con moto indicizzato su sei posizioni.

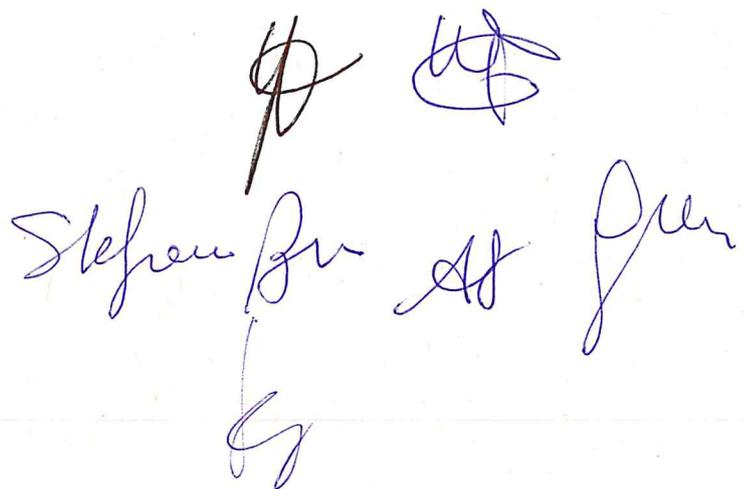
L'impianto verrà bloccato quando uno qualsiasi degli alimentatori rilevi mancanza di componenti e ripartirà automaticamente quando i componenti sugli alimentatori torneranno ad essere rilevati. Allo stesso modo, l'impianto verrà bloccato quando il magazzino polmone delle schede non conformi risulterà pieno e ripartirà quando almeno l'ultima posizione del magazzino sarà svuotata.

L'impianto è dotato di un sistema di sicurezza che blocca lo stesso da due diversi punti tramite interruttori a fungo.

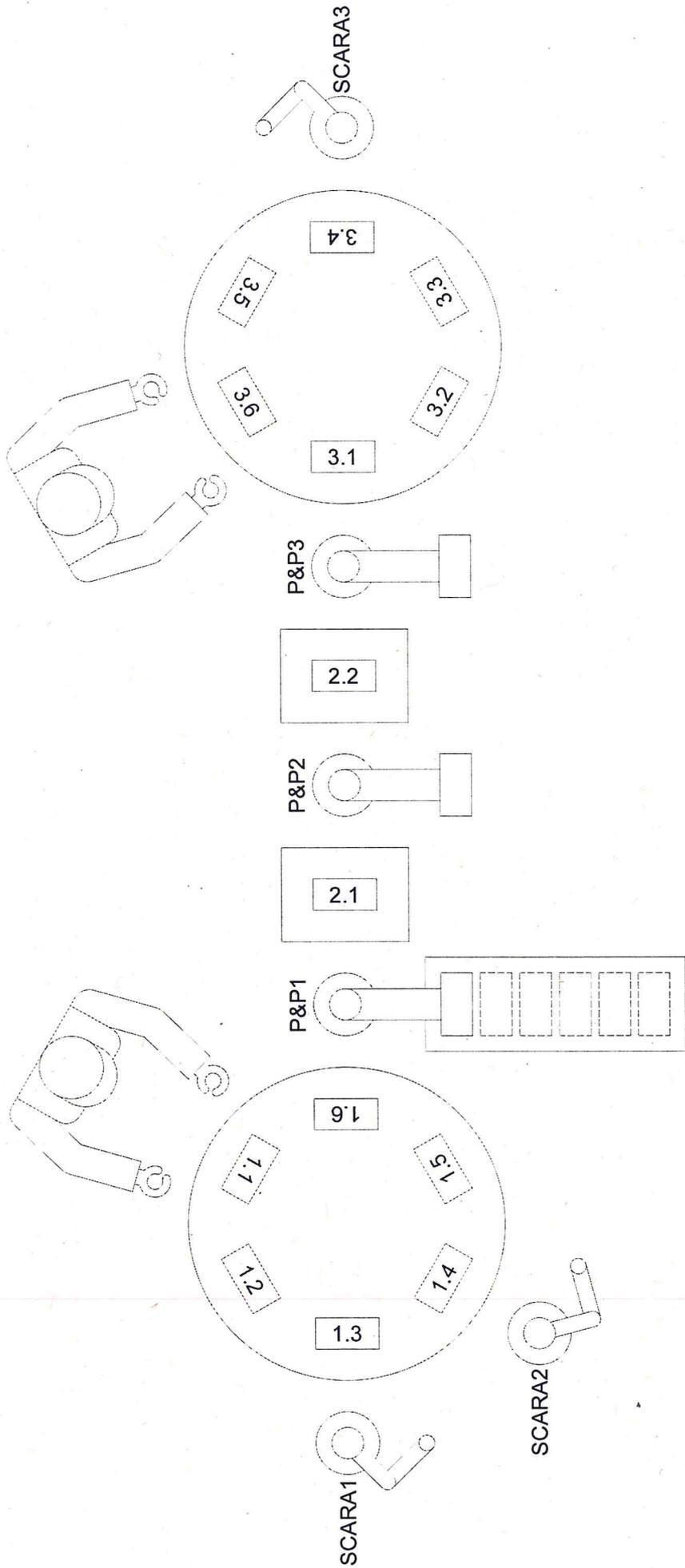
Due spie luminose comunicheranno all'operatore addetto allo scarico della linea e al confezionamento della scheda se il prodotto in uscita è da considerarsi buono (spia verde) o da scartare (spia rossa).

Si richiede al candidato:

- di predisporre il SFC e lo schema a contatti per il controllo tramite PLC dell'impianto in esame (le due tavole rotanti, i P&P, il magazzino polmone delle schede non conformi, la saldatrice ad onda, la stazione di finitura), aggiungendo eventualmente tutto ciò che ritenga utile (controlli, sensori, attuatori...) per un miglior funzionamento dello stesso;
- di descrivere le caratteristiche dei manipolatori P&P adatti alla movimentazione delle PCB sull'impianto;
- di descrivere sommariamente i programmi dei tre robot SCARA da utilizzarsi.



Stephen Br



[Handwritten signature]

Stefan Bau

g/m

[Handwritten signature]

ESAME DI ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
SEZIONE A - 4° PROVA SCRITTA

Il sessione 2016

Settore INDUSTRIALE

(20 DICEMBRE 2016)

INDUSTRIALE

Prova scritta di Impianti Elettrici

Un edificio scolastico deve essere alimentato dall'Ente Distributore mediante una consegna di Media Tensione avente le seguenti caratteristiche:

$V_n = 20$ kV, $I_{ccmax} = 12,5$ kA, corrente di guasto a terra 95 A, tempo di eliminazione $t = 0,6$ s.

L'edificio si sviluppa su 3 piani, ciascuno di altezza pari a 3 m e superficie di 800 m² (40x20m). Il carico contemporaneo dell'edificio può essere calcolato assumendo:

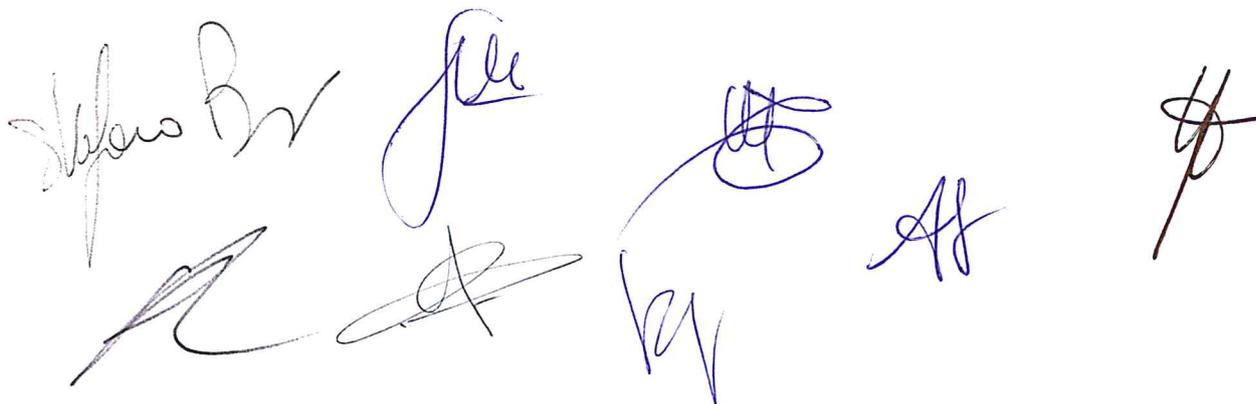
- Una potenza richiesta di 90 VA/m², $\cos\phi = 0,85$;
- Un carico dell'impianto di condizionamento pari a 250 kVA;
- Un carico complessivo degli impianti tecnologici e speciali pari a 40 kVA.

Il candidato, assumendo tutte le ipotesi che riterrà necessarie, esegua il progetto di massima dell'impianto elettrico d'utente, dimensionando:

- I circuiti e il quadro MT;
- La cabina di trasformazione MT/BT;
- Il quadro elettrico generale di BT;
- Un impianto di rifasamento automatico dell'intero carico d'utenza;
- I circuiti di distribuzione primaria in BT, supponendo di utilizzare due quadri principali per ogni piano;
- L'impianto di terra necessario per la messa a terra del neutro e per la protezione dai contatti indiretti (resistività del terreno 150 $\Omega \cdot m$).

Il candidato illustri i risultati delle elaborazioni 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 uno dei quadri BT di piano.

The image shows several handwritten signatures in blue and black ink, likely belonging to the candidates or examiners. The signatures are stylized and vary in complexity, with some appearing to be initials or names.

ESAME DI ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
SEZIONE A - 4° PROVA SCRITTA
Il sessione 2016
Settore INDUSTRIALE
(20 DICEMBRE 2016)

Compito di Costruzioni Elettromeccaniche

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

Potenza	5.5 kW
Altezza d'asse	132
Tensione di alimentazione	400 V
Frequenza	50 Hz
Numero di poli	4
Tipo di rotore	a gabbia semplice
Tipo di raffreddamento	autoventilato
Classe di isolamento	F
Servizio	continuo
Grado di protezione	IP55
Rendimento a pieno carico	82.0 %
Fattore di potenza a pieno carico	0.80
Rapporto "Coppia spunto-Coppia nominale"	2.0
Rapporto "Corrente di spunto-Corr. nominale"	5.0

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

- lamierino = 0.80 Euro/kg
- rame = 5.0 Euro/kg
- alluminio pressofuso = 3.5 Euro/kg.



ESAME DI ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

SEZIONE A - 4° PROVA SCRITTA

II sessione 2016

Settore INDUSTRIALE – Ing.Chimica

(20 DICEMBRE 2016)

Il candidato risponda a tutti i seguenti quesiti:

1. L'idrogeno puro viene bruciato in una torcia ad idrogeno impiegando aria come mezzo ossidante, sia l'idrogeno che l'aria entrano nella torcia a 25 °C. Se si impiega un eccesso di aria del 200 % rispetto alla quantità stechiometrica e si assume che la combustione sia adiabatica, determinare la T della fiamma assumendo che l'aria sia costituita dall'80% di N₂ e il 20% di O₂.

Per la reazione di $H_2 + 1/2 O_2 \rightarrow H_2 O_g$ a 25 °C è $\Delta H^\circ = -57.8$ kcal/mol e la $K_a = 1.0 \cdot 10^{40}$.

Per il calori molari a pressione costante valgono le seguenti relazioni:

$$c_{pO_2} = 6.14 + 3.102 \cdot 10^{-3} T$$

$$c_{pN_2} = 6.524 + 0.120 \cdot 10^{-3} T$$

$$c_{pH_2} = 6.947 - 0.120 \cdot 10^{-3} T$$

$$c_{pN_2} = 7.256 + 2.290 \cdot 10^{-3} T$$

Si verifichi che l'ipotesi di combustione completa $\xi=1$ sia corretta.

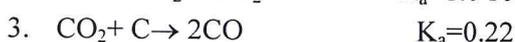
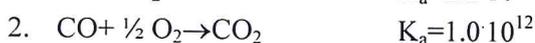
Per aumentare la temperatura adiabatica della torcia viene impiegato ossigeno puro in quantità stechiometrica. Trascurando tutte le reazioni tranne quella di formazione dell'H₂O, determinare la temperatura della fiamma in queste condizioni operative.

2. Calcolare la costante di equilibrio per il processo: $CH_4 + H_2 O_g \leftrightarrow CO + 3H_2$
- a 25 °C
 - a 1000 °C con la prima approssimazione di Ulich ($\sum v_i c_p^0 = 0$)
 - a 1000 °C con la seconda approssimazione di Ulich ($\sum v_i c_p^0 = a$)
 - a 1000 °C con la funzione di energia libera $\Phi_G = \frac{G_T^0 - H_0^0}{T}$

	- Φ_G kcal/mol K					
	289K	500K	1000K	1500K	2000K	ΔH_0^0 (kcal/mol)
CO	40.25	43.86	48.77	51.78	53.99	-27.20
CH ₄	36.46	40.75	47.65	52.84	57.1	-15.99
H ₂ O	37.17	41.29	47.01	50.60	53.32	-57.11
H ₂	31.21	32.00	32.74	35.59	38.69	0

Si confrontino i risultati ottenuti nei casi b, c, d.

3. Una centrale elettrica brucia del coke (essenzialmente C puro) con aria per fornire calore ai ribollitori; i gas che lasciano la camera di combustione sono a 1150 °F e si può assumere che siano in equilibrio completo alla P=1atm. Determinare la composizione di equilibrio dei gas che lasciano il forno, sapendo che avvengono le seguenti reazioni:



Le costanti si riferiscono alla temperatura di 1150 °F.