

Esame di Stato per l'abilitazione alla professione di ingegnere
I sessione 2024 Sez. A - Tema di indirizzo Impianti Industriali

Rappresentare il diagramma delle precedenze tecnologiche della **linea di assemblaggio manuale** i cui dati sono riportati nella Tabella 1. Si suppongano i tempi di realizzazione delle varie operazioni distribuiti normalmente con media M e varianza σ^2 ; per ogni operazione viene inoltre supposto noto il costo di non completamento in linea dell'operazione stessa. Si consideri che la produttività oraria richiesta alla linea sia pari a 5 pezzi/ora. Ogni stazione di montaggio richiede la presenza di un operatore, il cui costo non dipende dal contenuto di lavoro della singola stazione ma è costante ed è pari a 27,00 €/ora. Determinare il costo totale di assemblaggio del componente e dimensionare il carico di lavoro nelle varie stazioni impiegando: il metodo della **probabilità di completamento in linea**, assumendo almeno un paio di valori opportuni per la probabilità limite; il metodo della **desiderabilità marginale**, fissando la probabilità critica pari al 99,5%;

Il candidato assuma eventuali dati mancanti motivando le scelte effettuate, commenti i risultati ottenuti e proponga una soluzione per la realizzazione della linea di assemblaggio.

Op.	Tempo medio M [min]	Varianza σ^2	Precedenze	Costo di completamento in linea L_k [€/pezzo]	Costo di completamento fuori linea dell'operazione F_k [€/pezzo]
1	5	1,2	Nessuna	1,50	1,50
2	2	0,4	1	0,50	1,00
3	3	1,1	1	1,00	1,25
4	8	5,0	1	2,25	3,50
5	1,5	0,4	1	0,50	0,75
6	1,5	0,4	2	0,50	0,75
7	3	0,6	3, 4, 5	0,75	1,00
8	5	1,2	6	1,50	2,00
9	5	1,0	7	1,25	1,50
10	5	1,1	8	1,25	1,50
11	4	1,8	9, 10	0,75	1,00

Tabella 1: dati della linea di assemblaggio.

z	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
-3,50	0,00023	0,00022	0,00022	0,00021	0,00020	0,00019	0,00019	0,00018	0,00017	0,00017
-3,40	0,00034	0,00032	0,00031	0,00030	0,00029	0,00028	0,00027	0,00026	0,00025	0,00024
-3,30	0,00048	0,00047	0,00045	0,00043	0,00042	0,00040	0,00039	0,00038	0,00036	0,00035
-3,20	0,00069	0,00066	0,00064	0,00062	0,00060	0,00058	0,00056	0,00054	0,00052	0,00050
-3,10	0,00097	0,00094	0,00090	0,00087	0,00084	0,00082	0,00079	0,00076	0,00074	0,00071
-3,00	0,00135	0,00131	0,00125	0,00122	0,00118	0,00114	0,00111	0,00107	0,00104	0,00100
-2,90	0,00187	0,00181	0,00175	0,00169	0,00164	0,00159	0,00154	0,00149	0,00144	0,00139
-2,80	0,00256	0,00248	0,00240	0,00233	0,00226	0,00219	0,00212	0,00205	0,00199	0,00193
-2,70	0,00347	0,00336	0,00326	0,00317	0,00307	0,00298	0,00289	0,00280	0,00272	0,00264
-2,60	0,00466	0,00453	0,00440	0,00427	0,00415	0,00402	0,00391	0,00379	0,00368	0,00357
-2,50	0,00621	0,00604	0,00587	0,00570	0,00554	0,00539	0,00523	0,00508	0,00494	0,00480
-2,40	0,00820	0,00798	0,00776	0,00755	0,00734	0,00714	0,00695	0,00676	0,00657	0,00639
-2,30	0,01072	0,01044	0,01017	0,00990	0,00964	0,00939	0,00914	0,00889	0,00866	0,00842
-2,20	0,01390	0,01355	0,01321	0,01287	0,01255	0,01222	0,01191	0,01160	0,01130	0,01101
-2,10	0,01786	0,01743	0,01700	0,01659	0,01618	0,01578	0,01539	0,01500	0,01463	0,01426
-2,00	0,02275	0,02222	0,02169	0,02118	0,02068	0,02018	0,01970	0,01923	0,01876	0,01831
-1,90	0,02872	0,02807	0,02743	0,02680	0,02619	0,02559	0,02500	0,02442	0,02385	0,02330
-1,80	0,03593	0,03515	0,03438	0,03362	0,03288	0,03216	0,03144	0,03074	0,03005	0,02938
-1,70	0,04457	0,04363	0,04272	0,04182	0,04093	0,04006	0,03920	0,03836	0,03754	0,03673
-1,60	0,05480	0,05370	0,05262	0,05155	0,05050	0,04947	0,04846	0,04746	0,04648	0,04551
-1,50	0,06681	0,06552	0,06426	0,06301	0,06178	0,06057	0,05938	0,05821	0,05705	0,05592
-1,40	0,08076	0,07927	0,07780	0,07636	0,07493	0,07353	0,07215	0,07078	0,06944	0,06811
-1,30	0,09680	0,09510	0,09342	0,09176	0,09012	0,08851	0,08691	0,08534	0,08379	0,08226
-1,20	0,11507	0,11314	0,11123	0,10935	0,10749	0,10565	0,10383	0,10204	0,10027	0,09853
-1,10	0,13567	0,13350	0,13136	0,12924	0,12714	0,12507	0,12302	0,12100	0,11900	0,11702
-1,00	0,15866	0,15625	0,15386	0,15151	0,14917	0,14686	0,14457	0,14231	0,14007	0,13786
-0,90	0,18405	0,18141	0,17879	0,17619	0,17361	0,17106	0,16853	0,16602	0,16354	0,16109
-0,80	0,21186	0,20897	0,20611	0,20327	0,20045	0,19766	0,19489	0,19215	0,18943	0,18673
-0,70	0,24196	0,23885	0,23576	0,23270	0,22965	0,22663	0,22363	0,22065	0,21770	0,21476
-0,60	0,27425	0,27093	0,26763	0,26435	0,26109	0,25785	0,25463	0,25143	0,24825	0,24510
-0,50	0,30854	0,30503	0,30153	0,29806	0,29460	0,29116	0,28774	0,28434	0,28096	0,27760
-0,40	0,34458	0,34090	0,33724	0,33360	0,32997	0,32636	0,32276	0,31918	0,31561	0,31207
-0,30	0,38209	0,37828	0,37448	0,37070	0,36693	0,36317	0,35942	0,35569	0,35197	0,34827
-0,20	0,42074	0,41683	0,41294	0,40905	0,40517	0,40129	0,39743	0,39358	0,38974	0,38591
-0,10	0,46017	0,45620	0,45224	0,44828	0,44433	0,44038	0,43644	0,43251	0,42858	0,42465
0,00	0,50000	0,49601	0,49202	0,48803	0,48405	0,48006	0,47608	0,47210	0,46812	0,46414

Tabella 2: aree sottese dalla distribuzione normale standardizzata.

Esame di Stato per l'Abilitazione alla Professione di Ingegnere
2024 - I sessione

Sez. A

Prova scritta – Settore Industriale

Tema di Macchine

Eeguire il dimensionamento di una pompa centrifuga in grado di fornire una portata volumetrica di $120 \text{ m}^3/\text{h}$ ed una prevalenza pari a 40 m ; la macchina verrà collegata ad un motore elettrico a 1500 r/min .

Terminato il dimensionamento della macchina il candidato deve presentare un disegno della pompa indicante le dimensioni principali, inoltre deve riassumere in una tabella i principali valori calcolati, quali:

- diametro interno girante;
- diametro esterno girante;
- componenti di velocità del fluido all'ingresso della girante;
- componenti di velocità del fluido all'uscita della girante;
- altezza bordo di uscita della girante
- altezza bordo di ingresso della girante
- dimensioni principali della voluta
- potenza assorbita.

Nello svolgimento dei calcoli scrivere prima la formula matematica utilizzata indicando le grandezze coinvolte, poi riscrivere la formula mostrando i valori delle grandezze utilizzati per il calcolo.

Esame di Stato per l'abilitazione alla professione di ingegnere

I sessione 2024

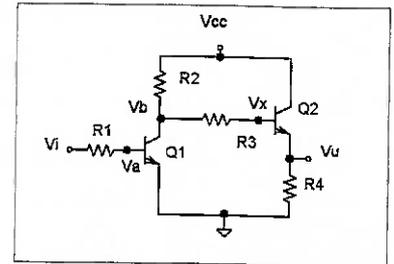
Sez. A

Tema di Elettronica

1) Nel circuito in figura, i transistori possono essere descritti da un modello "a soglia", con $V_T=0.75\text{ V}$ e $V_{CE,sat}=0.2\text{ V}$. Si determini il valore della resistenza R_4 in modo tale che:

- l'escursione di V_u , al variare di V_i fra 0 e V_{CC} , sia pari a 4.15 V

Si determini quindi il margine d'immunità ai disturbi della rete.

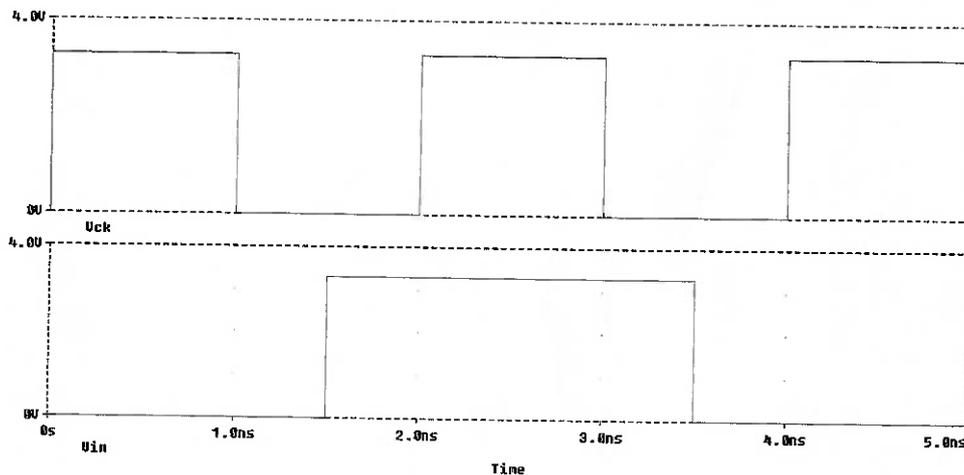
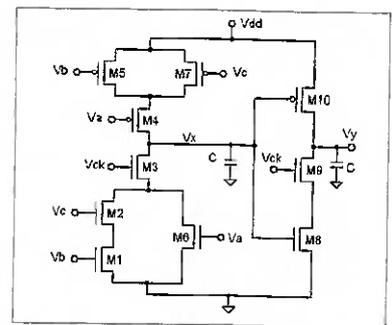


$V_{CC} = 5\text{ V}$, $\beta_F=100$, $R_1 = 10\text{ k}\Omega$, $R_2 = 500\ \Omega$, $R_3 = 5\text{ k}\Omega$.

2) Nel circuito in figura, i transistori MOS sono caratterizzati dalla tensione di soglia $V_{Tn}=|V_{Tp}|=V_T$ e dai coefficienti β_n e β_p . I segnali di clock CK e il segnale di ingresso V_{in} abbiano l'andamento illustrato dalla figura sottostante. Si determini l'andamento dei segnali V_x e V_y nell'intervallo di figura, nelle ipotesi che:

- $V_a=V_{in}$, $V_b=0$, $V_c=V_{dd}$
- $V_a=0$, $V_b=V_{in}$, $V_c=V_{dd}$

In ciascuno dei due casi, si calcolino gli istanti di commutazione dei segnali V_x e V_y , assumendo come tali gli istanti in cui il segnale assume il valore pari al 50% della propria escursione. Per semplicità, ai fini del calcolo dei tempi di propagazione del segnale V_y , è lecito assimilare le transizioni di V_x a transizioni istantanee negli istanti di commutazione sopra definiti.



$V_{dd} = 3.3\text{ V}$, $V_T = 0.4\text{ V}$, $\beta_n = 0.5\text{ mA/V}^2$, $\beta_p = 0.3\text{ mA/V}^2$, $C = 80\text{ fF}$.

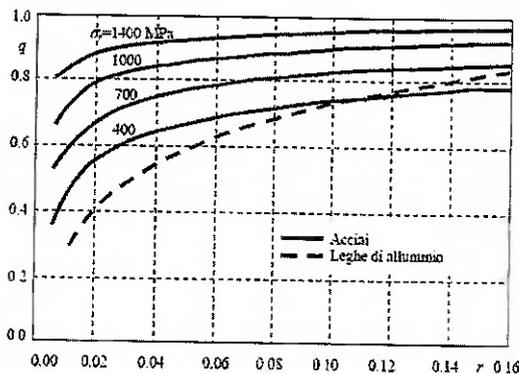
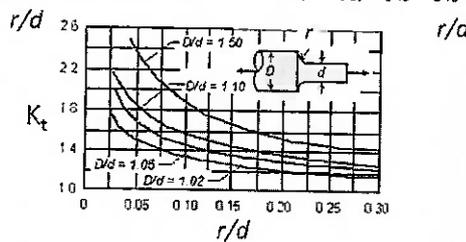
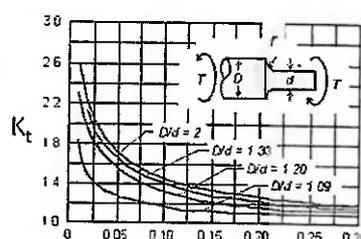
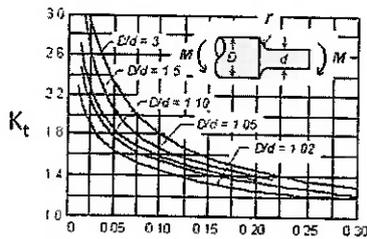
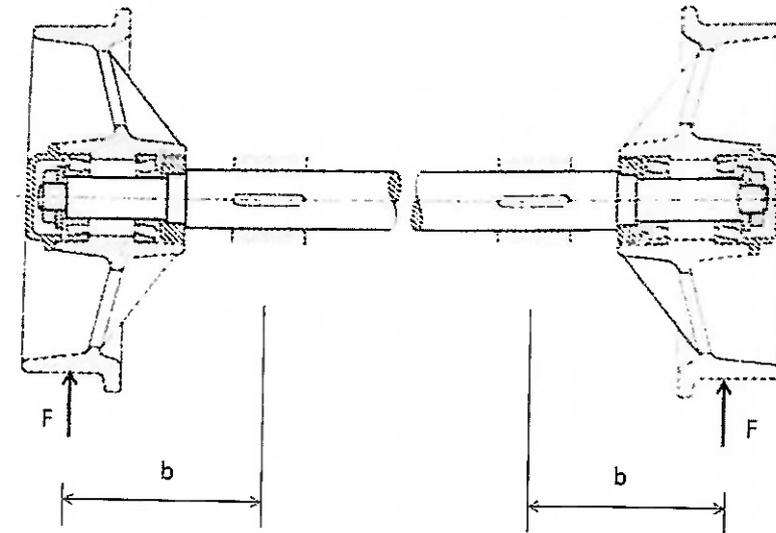
**Esame di Stato per l'abilitazione alla professione di ingegnere
I sessione 2024**

Sez. A

Prova scritta – Settore Industriale

Tema di Costruzione di Macchine

Si consideri l'albero di un carrello di figura. La portata $2F$ è di 20 kN e la distanza $b=200$ mm. La lunghezza totale dell'albero è 1900 mm. Scegliere il materiale dell'albero e determinare il diametro del tratto centrale. Proportzionare le estremità (diametri, lunghezze dei vari tratti ed eventuali raccordi) garantendo un coefficiente di sicurezza $n>3$. Determinare i carichi di lavoro agenti sui cuscinetti e operarne la scelta discutendone le problematiche di montaggio.



Esame di Stato per l'abilitazione alla professione di ingegnere
I sessione 2024
Sez. A

Tema di Informatica

Un magazzino automatico (o un supermercato automatico) è un impianto preposto allo stoccaggio di prodotti che presenta un elevato livello di automazione robotica, ed è costituito dai seguenti elementi:

- Un insieme di scaffali organizzati per file parallele su cui vengono stoccati i prodotti.
- Un insieme di robot mobili, ciascuno dotato di sensori per la navigazione e di una pinza per il prelievo dei singoli prodotti dagli scaffali.
- Un server centralizzato di gestione del magazzino.

Il candidato progetti il sistema informatico di un magazzino automatico, utilizzando anche diagrammi a blocchi, soffermandosi su almeno due dei seguenti aspetti:

- Il server centralizzato per la gestione dei prodotti e dei robot mobili. Il server centralizzato deve contenere un database per memorizzare le informazioni di ciascun prodotto presente nel magazzino e le informazioni relative a ciascun robot mobile. Ciascun prodotto presente nel magazzino deve essere memorizzato nel database includendo le seguenti informazioni: tipologia del prodotto e sue coordinate spaziali intere (x,y,z) nel magazzino. Ciascun robot presente nel magazzino deve essere memorizzato nel database includendo le seguenti informazioni di stato: identificatore univoco del robot, posizione corrente del robot nel magazzino (coordinate x,y come numeri reali), livello di carica delle batterie. Il server centralizzato deve essere in grado di gestire delle richieste di prelievo di prodotti dagli scaffali. Ogni operazione di prelievo di un prodotto da uno scaffale deve essere specificata indicando la tipologia del prodotto da prelevare e la sua destinazione finale (coordinate x,y di una zona di deposito finale del prodotto). Il server deve inoltre periodicamente aggiornare le informazioni di stato di ciascun robot.
- Software centralizzato che, a partire da un comando di prelievo di un prodotto da uno scaffale, selezioni uno dei robot per eseguire l'operazione richiesta e calcoli un percorso da inviare al robot per raggiungere il prodotto e, successivamente, per consentire al robot di raggiungere la posizione di deposito finale del prodotto. Il percorso dovrà essere generato minimizzando il tempo di missione tenendo conto del traffico dovuto agli altri veicoli e allo stato di carica delle batterie del robot.
- Software e sensori a bordo di ciascun robot mobile. Il software a bordo di ciascun robot deve includere un algoritmo per la localizzazione del robot nel magazzino che utilizzi i dati sensoriali e una mappa del magazzino stesso, un algoritmo per la navigazione sicura del robot lungo il percorso indicato evitando collisioni contro gli scaffali e contro gli altri robot, e un algoritmo per la presa e il rilascio del prodotto.
- Software client-server per la comunicazione dei dati tra il server centralizzato e ciascun robot mobile. La comunicazione deve avvenire tramite scambio di messaggi su una rete wireless e deve prevedere meccanismi di sicurezza informatica per la protezione dei dati.

Nella progettazione delle due componenti del sistema scelte il candidato si dovrà soffermare sulle tecnologie informatiche più appropriate per la loro realizzazione, sulle strutture dati più appropriate da utilizzare per memorizzare i dati e sulla descrizione degli algoritmi richiesti. Per almeno uno degli algoritmi individuati il candidato fornisca una sua realizzazione dettagliata in pseudo-codice o utilizzando un linguaggio di programmazione a sua scelta.

Esame di Stato per l'abilitazione alla professione di ingegnere
I sessione 2024

Sez. A

Tema di Telecomunicazioni

Si consideri un sistema di trasmissione M -aria che utilizza una modulazione lineare il cui inviluppo complesso ha espressione

$$s(t) = \sum_{k=0}^{K-1} c_k p(t - kT)$$

dove $c_k \in \{e^{j2\pi\frac{m}{M}}: m = 0, 1, \dots, M - 1\}$ (trasmissione *phase shift keying* - PSK). Questo segnale è trasmesso su un canale *additive white Gaussian noise* (AWGN) e si assume che le condizioni di assenza di interferenza intersimbolica (ISI) siano valide.

1. Provare che la strategia di rivelazione non-coerente (inviluppo complesso segnale ricevuto: $r(t) = s(t)e^{j\vartheta} + w(t)$, con $\vartheta \in \text{Unif}[0, 2\pi]$, $w(t)$ rumore bianco) può essere espressa nella forma

$$\hat{a} = \operatorname{argmax}_a \left| \sum_{k=0}^{K-1} x_k c_k^* \right|$$

dove $\{x_k\}$ è la sequenza di campioni all'uscita di un filtro adattato all'impulso $p(t)$.

2. Descrivere la struttura del ricevitore.
3. Provare che la strategia di decisione può essere espressa in forma ricorsiva come

$$\hat{a} = \operatorname{argmax}_a \sum_{n=0}^{K-1} \left\{ \left| \sum_{k=0}^n x_k c_k^* \right| - \left| \sum_{k=0}^{n-1} x_k c_k^* \right| \right\}$$

4. Determinare se è possibile implementare questa strategia su un *trellis*.
5. Ripetere i calcoli per modulazione *quadrature amplitude modulation* (QAM).

N.B.: funzione modificata di Bessel di ordine zero del primo tipo: $I_0(x) =$

$$\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} e^{x \cos \vartheta} d\vartheta \quad (\approx e^x, x \gg 1).$$