



ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI

INGEGNERE INDUSTRIALE

PRIMA SESSIONE 2017

PRIMA PROVA SCRITTA

Settore AUTOMAZIONE

Con riferimento ai sistemi di controllo in ambito industriale, il candidato illustri i principali elementi costitutivi dei problemi di controllo. A tal fine il candidato può anche utilizzare specifici esempi di sistemi di controllo.

Settore BIOMEDICA

Il candidato descriva, anche mediante schemi a blocchi, la struttura e il funzionamento degli elementi costitutivi principali di un sistema biomedicale per una applicazione scelta a piacere tra le seguenti:

- Imaging diagnostico;
- Terapia (di qualunque tipo).

Settore ELETTRICA

La valutazione economica di impianti elettrici.

Settore ENERGETICA

Nell'ambito della propulsione basata su motore termico per mezzi di trasporto aerei o terrestri, il candidato illustri l'impiego, le possibili soluzioni e le recenti innovazioni di un sistema di propulsione a sua scelta discutendone gli aspetti critici da un punto di vista dell'impatto ambientale ed indicando le possibili tecnologie disponibili per una sostenibilità a medio e lungo termine.

Settore MECCANICA FREDDA

Si delinei una possibile procedura di sviluppo del progetto di uno a scelta tra i seguenti: a) prodotto; b) sistema meccanico; c) processo industriale. Se opportuno, si evidenzi il ruolo dei moderni strumenti software all'interno della suddetta procedura.



ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI

INGEGNERE CIVILE e AMBIENTALE

PRIMA SESSIONE 2017

PRIMA PROVA SCRITTA

Settore AMBIENTE

Il candidato descriva i principali impatti ambientali di una delle seguenti opere a sua scelta:

- impianto di depurazione delle acque reflue;
 - discarica controllata;
 - impianto di trattamento meccanico-biologico.
-

Settore EDILE

strutture dismesse nelle aree urbane come occasione di progetto.

Settore IDRAULICA

Il candidato descriva i criteri per la scelta dei possibili interventi per la protezione idraulica di territori urbanizzati e le loro influenze sul regime delle portate e del trasporto solido a valle.

Settore INFRASTRUTTURE

L'esistenza di opportune visuali libere lungo un tracciato stradale costituisce primaria ed inderogabile condizione di sicurezza. Il candidato illustri come questo concetto influenza la progettazione stradale facendo qualitativamente riferimento alle prescrizioni del DM del 05/11/2001.

Settore STRUTTURE

Il candidato descriva il comportamento strutturale degli edifici in muratura (non armata) sottoposti a carichi verticali e all'azione sismica. Si descrivano, inoltre, le procedure di valutazione della vulnerabilità sismica degli edifici in muratura esistenti.



ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI

INGEGNERE dell'INFORMAZIONE

PRIMA SESSIONE 2017

PRIMA PROVA SCRITTA

Settore AUTOMAZIONE

Con riferimento ai sistemi di controllo in ambito industriale, il candidato illustri i principali elementi costitutivi dei problemi di controllo. A tal fine il candidato può anche utilizzare specifici esempi di sistemi di controllo.

Settore BIOMEDICA

Il candidato descriva, anche mediante schemi a blocchi, la struttura e il funzionamento degli elementi costitutivi principali di un sistema biomedicale per una applicazione scelta a piacere tra le seguenti:

- Imaging diagnostico;
 - Terapia (di qualunque tipo).
-

Settore ELETTRONICA

Il candidato illustri le tipologie di circuiti elettronici programmabili esistenti sul mercato. Facendo riferimento ad un tipico sistema di elaborazione del segnale, descrivere come l'uso di tali dispositivi abbia cambiato il modo di progettare questo tipo di sistemi. Si illustrino e si discutano infine le diverse opzioni tecnologiche disponibili per poter integrare su singoli chip o package circuiti analogici, digitali e di potenza.

Settore INFORMATICA

Il candidato ripercorra le tappe fondamentali della storia dei sistemi di calcolo automatico, evidenziando, con esempi tratti da macchine reali, le principali conquiste teoriche ed i miglioramenti tecnologici che sono alla base dell'hardware e del software di una moderna architettura a microprocessore.

Settore TELECOMUNICAZIONE

Il candidato descriva le principali tecniche di trasmissione di un segnale digitale attraverso un generico mezzo trasmissivo. Il candidato approfondisca la discussione in particolare su un mezzo trasmissivo di tipo wireless. La capacità di sintesi, l'ordine e la chiarezza espositiva costituiranno elementi di valutazione.



ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI

INGEGNERE INDUSTRIALE
PRIMA SESSIONE 2017

SECONDA PROVA SCRITTA

settore AUTOMAZIONE

Con riferimento ai sistemi di controllo in ambito industriale, il candidato illustri i principali elementi inerenti la progettazione di controllori digitali. Si chiede in particolare di descrivere le diverse fasi della progettazione e di discutere i vantaggi e gli svantaggi dei sistemi di controllo basati su controllori digitali rispetto a quelli basati su controllori analogici.

settore BIOMEDICA

Il candidato descriva, anche mediante schemi a blocchi, la struttura e il funzionamento degli elementi costitutivi principali di un sistema biomedicale per una applicazione scelta a piacere tra le seguenti:

- acquisizione ed elaborazione di segnali (di qualunque tipo) dal corpo umano;
 - ripristino di funzionalità (di qualunque tipo) mediante dispositivo protesico.
-

settore ELETTRICA

Il Progetto di illuminazione di un capannone industriale.

settore ENERGETICA

Nell'ambito della propulsione aeronautica o terrestre basata su motore termico (turbina a gas o motore a combustione interna), il candidato illustri i componenti principali ed i criteri di progettazione termo-fluidodinamica di massima di uno di questi descrivendo le metodologie numeriche e/o sperimentali attualmente disponibili al progettista.

settore MECCANICA FREDDA

Tornio parallelo per lavorazioni meccaniche. Dopo aver illustrato il macchinario, il candidato esponga sinteticamente i requisiti e le caratteristiche dei sottosistemi principali (basamento e struttura del macchinario, trasmissione ed afferraggio, carro longitudinale e torretta porta utensili). Successivamente esponga nel dettaglio un aspetto a piacere relativo alle funzionalità o alla progettazione di uno dei sottosistemi sopra elencati.



ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI

INGEGNERE CIVILE e AMBIENTALE

PRIMA SESSIONE 2017

SECONDA PROVA SCRITTA

settore AMBIENTE

Il candidato illustri la metodologia ed i criteri di progettazione di un'opera a sua scelta tra:

- impianto di depurazione di acque reflue urbane;
 - discarica controllata;
 - impianto di potabilizzazione da acque superficiali.
-

settore EDILE

Nuove funzionalità e protezione sismica.

settore IDRAULICA

Il candidato descriva metodi e criteri per la progettazione di una rete idrica di distribuzione a gravità per un insediamento residenziale con edifici di un solo piano posto in area pianeggiante.

Il candidato illustri in particolare i criteri per la determinazione delle portate di progetto, per la progettazione e la verifica della condotta di adduzione da un pozzo ad un serbatoio e per il dimensionamento e la scelta della tipologia del serbatoio di compenso giornaliero.

settore INFRASTRUTTURE

La sicurezza stradale rappresenta un punto focale nella vita di una infrastruttura stradale. Il candidato illustri in modo esaustivo i contenuti del decreto 35 del 2011 e degli eventuali altri documenti tecnici a disposizione del professionista riguardanti le verifiche sulla sicurezza da effettuarsi in fase di progettazione di una nuova infrastruttura e/o in fase di esercizio di una infrastruttura esistente.

settore STRUTTURE

Il candidato descriva il ruolo della duttilità nella progettazione antisismica delle strutture. Si commentino inoltre le prescrizioni della vigente normativa, finalizzate a conferire la necessaria duttilità alle strutture intelaiate in calcestruzzo armato.



INGEGNERE dell'INFORMAZIONE

PRIMA SESSIONE 2017

SECONDA PROVA SCRITTA

settore AUTOMAZIONE

Con riferimento ai sistemi di controllo in ambito industriale, il candidato illustri i principali elementi inerenti la progettazione di controllori digitali. Si chiede in particolare di descrivere le diverse fasi della progettazione e di discutere i vantaggi e gli svantaggi dei sistemi di controllo basati su controllori digitali rispetto a quelli basati su controllori analogici.

settore BIOMEDICA

Il candidato descriva, anche mediante schemi a blocchi, la struttura e il funzionamento degli elementi costitutivi principali di un sistema biomedicale per una applicazione scelta a piacere tra le seguenti:

- acquisizione ed elaborazione di segnali (di qualunque tipo) dal corpo umano;
 - ripristino di funzionalità (di qualunque tipo) mediante dispositivo protesico.
-

settore ELETTRONICA

Il candidato deve progettare una rete di sensori remoti per la misura di parametri ambientali con le seguenti caratteristiche:

- Autonomia temporale illimitata, per i sensori non è disponibile una fonte di energia cablata.
- Capacità di comunicazione fra sensori e con una stazione base, quest'ultima potenzialmente non in contatto diretto con tutti i sensori.
- Capacità di elaborazione a bordo dei dati acquisiti, in modo da poter mandare alla stazione base solo dati elaborati.

Si descriva uno schema a blocchi dettagliato di tali sensori, evidenziando le scelte progettuali dei componenti ritenuti più critici.

settore INFORMATICA

Il candidato descriva e discuta l'architettura hardware/software di un sistema che consenta ad un utente non vedente, dotato di smartphone, di muoversi in autonomia e fare acquisti all'interno di un supermercato. Ne approfondisca poi uno dei seguenti aspetti: (1) impiego di tecnologie dell'immagine, (2) modello dei dati e interazione uomo-macchina, (3) infrastruttura client-server.

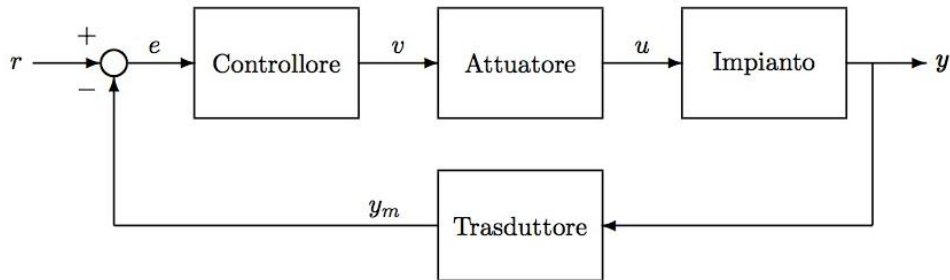
settore TELECOMUNICAZIONE

È dato un sistema di telecomunicazione che utilizza un canale a banda limitata: il candidato descriva come le prestazioni del sistema cambiano al variare della banda del segnale trasmesso. Il candidato descriva quindi le soluzioni che possono essere adottate per fronteggiare tali effetti, soffermandosi sugli elementi di progetto che ritiene di maggior criticità.



ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE INDUSTRIALE
PRIMA SESSIONE 2017
PROVA PRATICA

settore AUTOMAZIONE



In figura è schematizzato un sistema di controllo di un impianto meccanico di cui è disponibile un modello nominale descritto dalla funzione di trasferimento $P(s)$ fra la coppia di comando u e la posizione angolare y . In appropriate unità di misura, tale funzione di trasferimento vale

$$P(s) = \frac{K_p(1 + \tau_p s)}{s \left(1 + 2\zeta \frac{s}{\omega_n} + \frac{s^2}{\omega_n^2} \right)}$$

con $K_p = 0.2$, $\tau_p = 1$, $\zeta = 0.5$, $\omega_n = 5$.

La coppia u è generata da un attuatore comandato dal segnale in tensione v . L'attuatore è descritto (in appropriate unità di misura) dalla seguente funzione di trasferimento

$$A(s) = \frac{K_a}{1 + \tau_a s}$$

con $K_a = 100$, $\tau_a = 0.02$.

La posizione angolare y è convertita nel segnale in tensione y_m mediante un trasduttore con guadagno unitario (in appropriate unità di misura) nella banda di interesse del sistema controllato.

1. Si chiede di progettare la funzione di trasferimento $C(s)$ del controllore fra l'errore e e il segnale v in modo che il sistema di controllo sia stabile e soddisfi le specifiche seguenti:
 - errore di inseguimento a regime nullo per riferimenti costanti ($r(t) = c$, $c \neq 0$);
 - errore di inseguimento a regime non superiore a 0.1 per riferimento a rampa unitaria ($r(t) = t$);
 - sovraelongazione alla risposta al gradino non superiore a $\hat{s}_{max} = 0.2$;
 - banda circa uguale a $B_3^o = 25$.
2. Si chiede di implementare in modo digitale il controllore progettato al punto precedente.
3. Si chiede di analizzare la robustezza del sistema controllato rispetto a variazioni del parametro ζ di $P(s)$. In particolare, si valuti per quali valori di ζ diversi dal valore nominale 0.5 il sistema di controllo progettato è stabile.



settore BIOMEDICA

Il candidato descriva un progetto di massima di un sistema protesico a piacere (ad esempio una protesi biomeccanica, acustica, visiva, ecc.). Si richiede in particolare di descrivere:

- la generica funzionalità desiderata;
- le principali specifiche tecniche, quantificando parametri e variabili coinvolte;
- una opportuna architettura del sistema, fornendo anche una rappresentazione grafica qualitativa o del sistema reale stesso o di un suo schema a blocchi;
- la modalità di funzionamento/utilizzo del sistema;
- almeno un test di caratterizzazione/validazione tecnica su banco (ossia un test non clinico) del sistema dopo una sua eventuale realizzazione, specificando la variabile di misura, la tecnica di misura e i risultati che dovrebbero essere ottenuti per poter giudicare il sistema come corrispondente alle aspettative.

settore ELETTRICA

Un'azienda di telecomunicazioni deve alimentare un ponte radio da collocare in una regione remota e non connessa alla normale rete di distribuzione elettrica. Per questo scopo ha deciso di ricorrere ad un impianto di generazione di energia elettrica di tipo ibrido, composto da pannelli fotovoltaici (PV), da termogeneratori e da banchi di batterie di backup. L'impianto deve essere in grado di fornire sia tensione in continua sia tensione in alternata con le seguenti caratteristiche:

- Tensione d'uscita in alternata (rms) 110/220 V, 50 Hz, per fase, a due fasi;
- Potenza di picco in uscita sezione AC : 3 kVA per fase;
- Potenza media in uscita sezione AC : 2 kW per fase;
- Tensione d'uscita in continua: 48V;
- Potenza in uscita sezione DC: 1 kW;

Al candidato è chiesto di svolgere i seguenti punti:

1. illustrare, attraverso uno schema a blocchi, un progetto di massima per la realizzazione del solo impianto fotovoltaico, includendo tutti i sottosistemi necessari per lo scopo del progetto e con particolare riferimento allo schema del controllore;
2. effettuare il dimensionamento del campo fotovoltaico necessario ad assicurare sia la corretta alimentazione dell'impianto sia la ricarica dei banchi di batterie di backup;
3. elencare le possibili topologie di inverter descrivendone, a grandi linee, il principio di funzionamento;
4. individuare dei criteri per la scelta della topologia migliore per il problema in esame;
5. descrivere un possibile algoritmo MPPT (Maximum Power Point Tracking).

A tal fine si considerino i seguenti valori della radiazione solare, espressi in kWh/m²·g, e della temperatura media, espressi in C°, per la zona in esame:

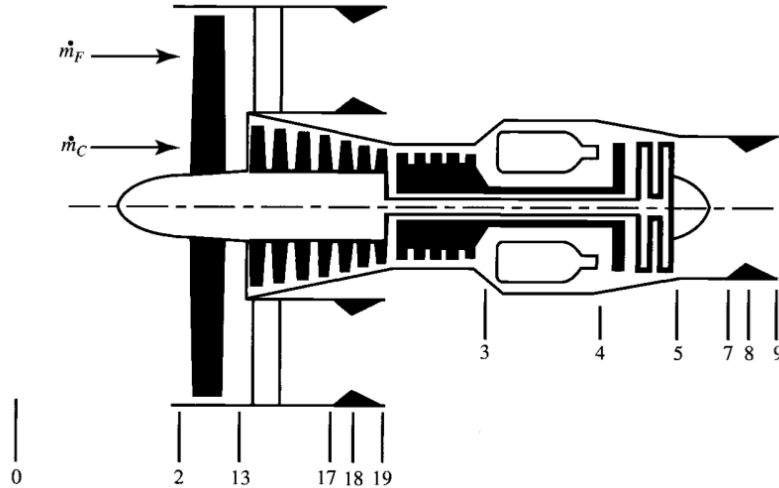
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Radiazione	1.16	1.97	3.35	4.67	5.79	6.22	6.58	5.79	4.33	2.74	1.63	1.13
Temperat.	5.3	6.2	9.8	13.3	17.3	22.4	24.6	24.7	20.3	16.6	11.6	7.9

Data la particolarità dell'impianto si suggerisce di utilizzare dei convertitori con trasformatore di isolamento. Per ogni punto, il candidato dovrà presentare una relazione dettagliata ed ordinata, evidenziando i risultati ottenuti e, inoltre, dovrà esporre le motivazioni delle scelte operate.

La capacità di sintesi, l'ordine e la chiarezza espositiva costituiranno elementi di valutazione.

settore ENERGETICA

Si consideri un motore turbofan a flussi separati (Fig. 1) che vola ad una quota $h=11000$ m a Mach $M_0=v_0/a_0=0.8$.



$\pi_d = p_{t2}/p_{t0}$	$\tau_d = T_{t2}/T_{t0}$	$\pi_r = p_{t0}/p_0$	$\tau_r = T_{t0}/T_0$
$\pi_c = p_{t3}/p_{t2}$	$\tau_c = T_{t3}/T_{t2}$	$\pi_f = p_{t13}/p_{t2}$	$\tau_f = T_{t13}/T_{t2}$
$\pi_b = p_{t4}/p_{t3}$	$\tau_b = T_{t4}/T_{t3}$		
$\pi_t = p_{t5}/p_{t4}$	$\tau_t = T_{t5}/T_{t4}$		
$\pi_n = p_{t9}/p_{t7}$	$\tau_n = T_{t9}/T_{t7}$	$\pi_{fn} = p_{t19}/p_{t17}$	$\tau_{fn} = T_{t19}/T_{t17}$

Fig. 1: Sezioni di riferimento per un motore turbofan a flussi separati e nomenclatura adottata.

Il motore ha un rapporto di bypass $\alpha = \dot{m}_F/\dot{m}_C = 8$ ed aspira una portata d'aria paria a $\dot{m}_0 = \dot{m}_F + \dot{m}_C$. Il rapporto di compressione complessivo è ripartito tra il compressore che opera con $\pi_c=36$ ed il fan che opera con $\pi_f=1.7$. Il combustibile ha un potere calorifico inferiore pari a $LHV=42800$ kJ/kg e la temperatura massima del ciclo è fissata a $T_{t4}=1666.7$ K. Le perdite per attrito nella presa d'aria subsonica sono pari a $\pi_{dmax}=0.99$, $\pi_d=\pi_{dmax} \eta_r$ (con $\eta_r=1$ per $M_0<1$). L'ugello di scarico primario e l'ugello di scarico del fan stabiliscono un rapporto tra pressione ambiente e pressione nella sezione di uscita pari a $p_0/p_9=1$ e $p_0/p_{19}=1$. (ugelli in condizioni adattate).

Per l'analisi di ciclo si considerino le seguenti ipotesi:

- Ipotesi di gas perfetto: $R = c_p - c_v$; $\gamma = c_p/c_v$; $p = \rho RT$
 - a monte del combustore con proprietà costanti pari a $\gamma_c=1.4$ e $c_{pc}=1004.8$ J/kgK
 - a valle del combustore con proprietà costanti pari a $\gamma_t=1.33$ e $c_{pt}=1155.6$ J/kgK
- Tutti i componenti vengono considerati adiabatici (turbina non raffreddata)
- E' lecito effettuare un unico bilancio di potenza all'albero;
- Le prestazioni dei componenti sono descritte tramite valori costanti di efficienza (η), efficienza politropica (η_p) e perdite di pressione totale (π):

compressore (c)	$\eta_{pc}=0.9$	ugello primario (n)	$\pi_n=0.99$
combustore (b)	$\pi_b=0.96, \eta_b=0.99$	ugello fan (fn)	$\pi_{fn}=0.99$
fan (f)	$\eta_{pf}=0.89$	efficienza meccanica	$\eta_m=0.99$
turbina (t)	$\eta_{pt}=0.89$		

- 1) Si rappresenti su un piano termodinamico T-s il diagramma del flusso primario e del flusso del fan rispettando i livelli di pressione e temperatura;



2) Calcolare (riepilogando i risultati nelle tabelle allegate):

- Le condizioni termodinamiche (pressione e temperatura totale) in tutti i punti indicati nella tabella e, dove richiesto, si calcoli pressione, temperatura, densità, velocità e numero di Mach.
- Il rapporto tra portata di combustibile e portata primaria $f = \frac{\dot{m}_f}{\dot{m}_c}$
- L'efficienza isentropica del fan η_f , del compressore η_c e della turbina η_t ;
- La spinta specifica (si consideri la spinta non installata) $F_s = \frac{F}{\dot{m}_0}$ ed il rapporto tra la spinta per unità di massa generata dal flusso primario e la spinta per unità di massa generata dal fan, $FR = \frac{F_c/\dot{m}_c}{F_f/\dot{m}_f}$
- Il rapporto tra la portata di combustibile e la spinta ($S=uninstalled\ thrust\ specific\ fuel\ consumption$) $S = \frac{\dot{m}_f}{F}$
- I valori dell'efficienza di propulsione η_p , dell'efficienza termica η_{th} e dell'efficienza complessiva $\eta_o = \eta_p \eta_{th}$;

$$\eta_p = \frac{\text{potenza propulsiva}}{\text{potenza prodotta}} = \frac{W_{prop}}{W_{out}} \quad (1)$$

$$\eta_{th} = \frac{\text{potenza prodotta}}{\text{potenza disponibile}} = \frac{W_{out}}{Q_{in}} \quad (2)$$

- Sapendo che la portata complessiva aspirata dal motore è pari a $\dot{m}_0=200$ kg/s, si valuti la portata di bypass (\dot{m}_F) e la portata primaria (\dot{m}_c)
- Si valuti infine la superficie di uscita dell'ugello primario A_n e dell'ugello del fan A_{fn} ;

Punto	T_t [K]	p_t [Pa]	T [K]	p [Pa]	ρ [kg/m ³]	v [m/s]	Mach [-]
0							
2			x				
3							
4							
5							
9							
13							
19							

\dot{m}_F		[kg/s]
\dot{m}_c		[kg/s]
f		[-]
F_s		[N/(kg/s)]
FR		[-]
S		(mg/s)/N

η_f		[-]
η_c		[-]
η_t		[-]
η_p		[-]
η_{th}		[-]
η_o		[-]

A_n		[m ²]
A_{fn}		[m ²]

Si consideri l'aria ambiente secondo le condizioni dell'atmosfera standard internazionale (ISA).

- Temperatura e pressione in funzione della quota geopotenziale z sono espresse da:



$$T(z) = T_i + L_i(z - z_i) \quad (3)$$

$$p(z) = p_i \left(\frac{T_i}{T(z)} \right)^{\frac{gW}{R^*L_i}}, \quad L_i \neq 0$$

$$p(z) = p_i \exp \left[-\frac{gW(z-z_i)}{R^*T_i} \right], \quad L_i = 0$$

dove la quota geopotenziale è data da (h è la quota geometrica):

$$z = \frac{r_0 h}{r_0 + h} \quad (5)$$

peso molecolare dell'aria	W	28.9644	[kg/kmol]
accelerazione di gravità	g	9.80665	[m/s ²]
costante universale dei gas	R^*	8.31432	[J/mol K]
raggio medio terrestre	r_0	6356.577	[km]

strato	nome	quota inferiore z_i [km]	quota superiore [km]	gradiente termico L_i [K/m]	p_i pressione standard [Pa]	T_i temperatura standard [K]
1	troposfera	0	11	-6.5×10^{-3}	101325	288.15
2	stratosfera	11	20	0	22632	216.65
3	-	20	32	1×10^{-3}	5474.9	216.65

- 3) Successivamente si considerino le seguenti condizioni per l'ugello di scarico primario e l'ugello di scarico del fan $p_0/p_9=0.9$ e $p_0/p_{19}=0.9$ (ugelli in condizioni non adattate), si valutino nuovamente le prestazioni e si commentino i risultati in relazione al caso con ugelli adattati.

In questo caso per il calcolo della spinta **si dimostri** che valgono le seguenti relazioni:

$$F_F = \dot{m}_F(v_{19} - v_0) + A_{19}(p_{19} - p_0) = \dot{m}_F \left[v_{19} - v_0 + \frac{T_{19}/T_0}{v_{19}/a_0^2} \frac{1}{\gamma_c} \left(1 - \frac{p_0}{p_{19}} \right) \right] \quad (6)$$

$$F_C = (\dot{m}_9 v_9 - \dot{m}_C v_0) + A_9(p_9 - p_0) = \dot{m}_C \left[(1 + f)v_9 - v_0 + (1 + f) \frac{R_t T_9/T_0}{R_c v_9/a_0^2} \frac{1}{\gamma_c} \left(1 - \frac{p_0}{p_9} \right) \right] \quad (7)$$

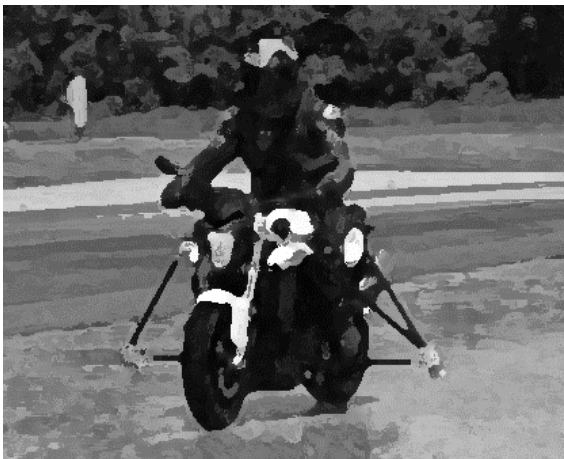
- 4) Per il caso $p_0/p_9=1$. e $p_0/p_{19}=1$. (ugelli adattati), si valuti l'andamento della spinta specifica F_s/m_0 , del rapporto combustibile/aria m_f/m_c e dell'*uninstalled thrust specific fuel consumption* S al variare del rapporto di compressione del compressore $\pi_c=5, 10, 15, 20, 30$ e del rapporto di bypass $\alpha=2, 8$. Si commentino i risultati riportandoli su 3 diagrammi con α come parametro.

settore **MECCANICA FREDDA**

Si richiede di studiare un dispositivo per evitare la caduta di un motociclo durante prove sperimentali di guida a bassa velocità. A titolo di esempio, in Figura 1 è riportata un'illustrazione di un dispositivo anti-caduta.

Figura 1.

Esempio di dispositivo anti-caduta



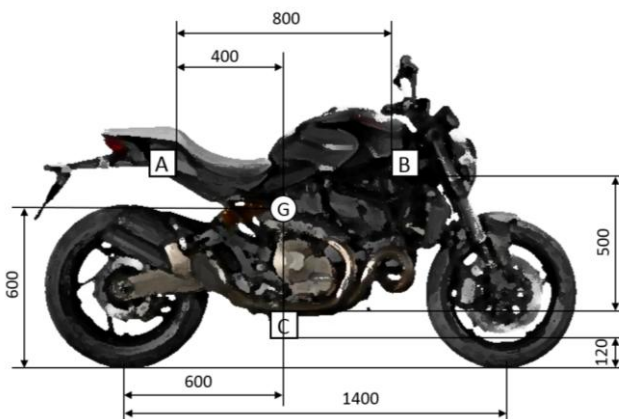
Come interfaccia di collegamento del dispositivo al veicolo sono disponibili tre piastre metalliche A, B e C (100x100 mm, spessore 10 mm) per ciascun lato, posizionate come indicato in Figura 2. Le piastre risultano solidamente collegate al telaio con giacitura parallela al piano di simmetria longitudinale del veicolo. Le piastre superiori (A e B) e quella inferiore (C) distano rispettivamente 300 mm e 100 mm da tale piano di simmetria. Le piastre non presentano fori ma possono essere modificate per consentire il collegamento con il dispositivo. Si ipotizzi l'accessibilità alle facce interne per esigenze di montaggio.

presentano fori ma possono essere modificate per consentire il collegamento con il dispositivo. Si ipotizzi l'accessibilità alle facce interne per esigenze di montaggio.

Caratteristiche del motociclo

Passo	$p=1400$ mm
Massa	$M=200$ kg
Posizione longitudinale baricentro	$b=600$ mm
Altezza baricentro	$h=600$ mm
Momento di inerzia baricentrico secondo asse longitudinale	$I=30$ kg m ²

Figura 2. Schema del motociclo con collocazione delle piastre di interfaccia (A, B, C)



Nell'ipotesi di voler limitare a 15 gradi, in ciascun senso, la rotazione del veicolo attorno all'asse di rollio tramite il dispositivo anti-caduta, si richiede di:

- definire uno schema del dispositivo;
- disegnare una soluzione costruttiva;
- formulare una ipotesi di carico ai fini della verifica;
- verificare la soluzione proposta per almeno due punti critici della struttura;
- formulare una proposta di procedura per il collaudo.

Si valuti l'opportunità di impiegare metodi di risoluzione grafica. Si proceda a formulare ipotesi ragionevoli relativamente a tutti i dati mancanti.



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

**INGEGNERE CIVILE e AMBIENTALE
PRIMA SESSIONE 2017**

PROVA PRATICA

settore AMBIENTE

Il candidato deve procedere al dimensionamento di un impianto di depurazione a fanghi attivi per il trattamento di acque reflue urbane di un centro abitato in modo da permettere lo scarico dell'effluente in corpo idrico superficiale.

Dati i valori di tabella 1, al candidato è richiesto:

1. la predisposizione di una filiera di trattamento con sintetica motivazione delle scelte con rappresentazione del P&I;
2. dimensionamento speditivo di pretrattamenti e dei trattamenti primari (quest'ultimi se ritenuti necessari);
3. dimensionamento del reattore di ossidazione-nitrificazione e del sedimentatore secondario con il criterio dell'età del fango;
4. valutazione della richiesta di ossigeno;
5. stima del numero di diffusori necessari al trasferimento dell'ossigeno richiesto ipotizzando un valore di SOTE pari al 30% alla portata di 4 Nm³/h pe singolo diffusore;
6. valutazione della produzione di fango;
7. dimensionamento della fase di disinfezione;
8. disegno, in scala opportuna, di una pianta ed una sezione di una delle parti dell'impianto a scelta.

Dato	Unità	Valore
Numero di abitanti	Abitanti	15000
Tipo di fognatura	-	Separata
Coefficiente di afflusso in fognatura	-	0.9
Dotazione idrica procapite	L/abitante giorno	220
Produzione specifica di sostanza organica	gBOD ₅ /abitante giorno	60
Produzione specifica di sostanza organica	gCOD/abitante giorno	120
Produzione specifica di azoto	gTKN/abitante giorno	12
Temperatura media dei liquami	°C	18
Temperatura minima dei liquami	°C	12

Tabella 1.

Per il bacino di ossidazione-nitrificazione si esplicitino le questioni di carattere statico legate alla presenza della falda a superficie libera che incide per ad un'altezza pari a i 2/3 dell'altezza complessiva della struttura in elevazione, misurata quest'ultima a partire dalla quota di imposta della fondazione, il tutto considerando le condizioni di bacino vuoto e pieno di fluido sottoposto a trattamento.

Per le informazioni non fornite è possibile fare riferimento ai manuali tecnici.



settore EDILE

Dato un capannone industriale dismesso di circa 600 mc., progettare nel suo interno uno studio professionale di architettura e ingegneria, secondo le norme vigenti e le più avanzate tecnologie. Precisare la struttura, i materiali impiegati e le fasi di realizzazione.

settore INFRASTRUTTURE

La rappresentazione grafica allegata raffigura l'intersezione tra due assi stradali. Il candidato colleghi i due assi mediante un'interconnessione. Il candidato è libero di scegliere la soluzione più idonea per il collegamento.

Definito lo schema dello svincolo il candidato esegua:

1. la geometrizzazione di almeno 3 rampe di differente tipologia (1 indiretta, 1 diretta ed 1 semidiretta se presenti) e la verifica di rispondenza a norma degli elementi costituenti i diversi tracciati stradali analizzati;
2. la planimetria di tracciamento delle rampe dimensionate;
3. il diagramma delle velocità delle rampe analizzate;
4. il diagramma dei cigli delle rampe analizzate;
5. la determinazione delle lunghezze delle corsie specializzate relative alle rampe di cui è stata definita la geometria (almeno 1 di immissione ed 1 di diversione);
6. la scelta dei dispositivi di ritenuta. Si soffermi inoltre sull'illustrazione delle verifiche strutturali da effettuarsi sul cordolo ove è installata la barriera per bordo ponte;
7. una rappresentazione della sezione tipo. Il candidato rappresenti e quoti nelle sezioni tipo gli elementi marginali indicando anche la classe e la tipologia del dispositivo di ritenuta scelto e la struttura di pavimentazione ottenuta mediante un predimensionamento effettuato per mezzo del Catalogo delle Pavimentazioni Stradali (CNR BU 178/80).

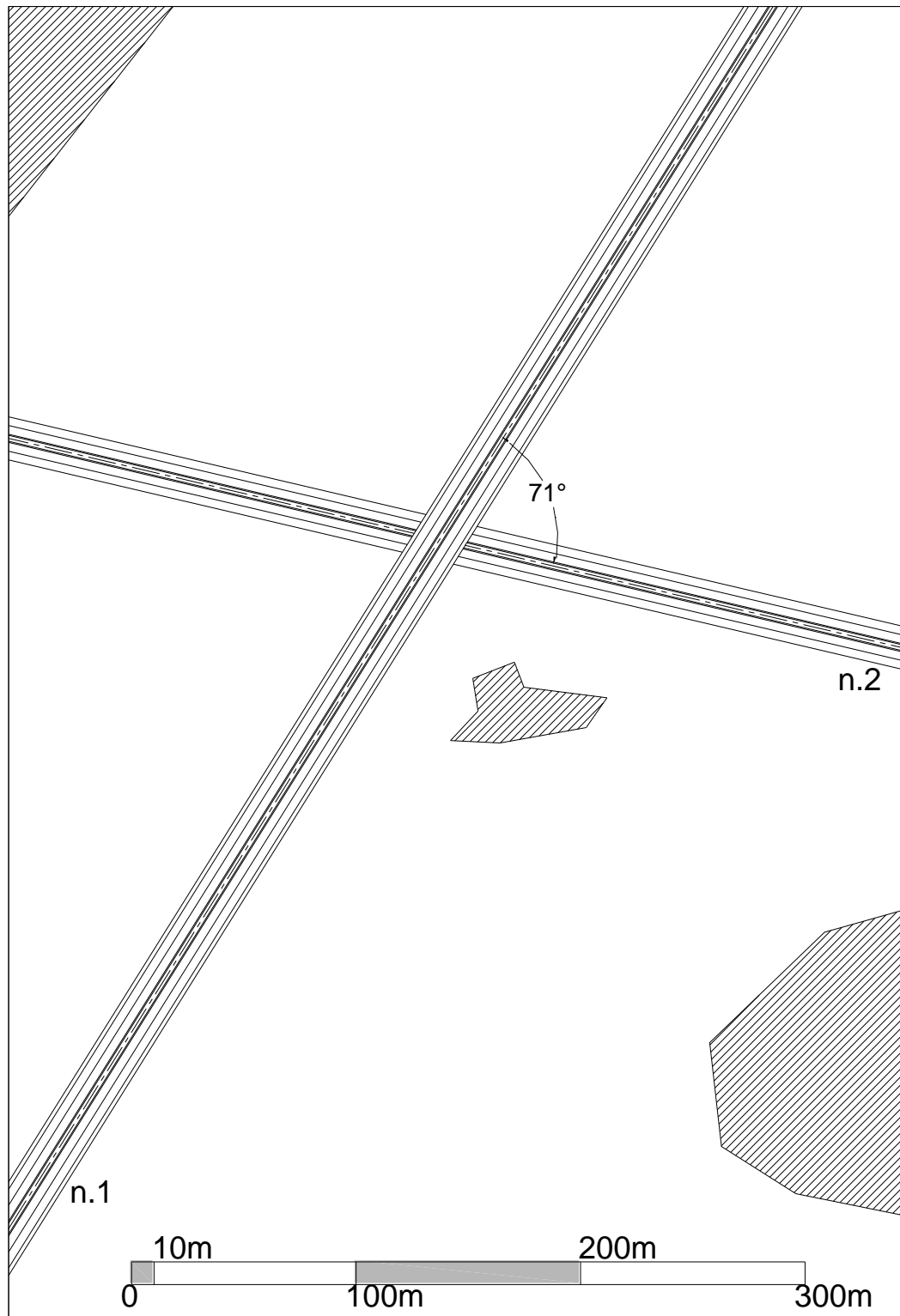
Per la determinazione dei parametri geometrici e funzionali dipendenti dal traffico il candidato utilizzi i dati riportati nella seguente tabella:

Asse	TGM bidirezionale	% VP
Extraurbana principale (asse n.1)	11500	4.7%
Extraurbana principale (asse n.2)	9900	9%
Rampa uscente da 1 (dir.Sud-Nord) – verso EST	1100	7%
Rampe uscenti da 1 (dir.Sud-Nord) – verso OVEST	1500	10.5%
Rampa uscente da 1 (dir.Nord-Sud) – verso EST	970	7%
Rampe uscenti da 1 (dir.Nord-Sud) – verso OVEST	1200	10.5%
Rampa uscente da 2 (dir.Ovest-Est) – verso NORD	2120	come asse
Rampa uscente da 2 (dir.Ovest-Est) – verso SUD	798	come asse
Rampa uscente da 2 (dir.Est-Ovest) – verso NORD	1070	come asse
Rampa uscente da 2 (dir.Est-Ovest) – verso SUD	1800	come asse



N.B.

- Il candidato ipotizzi eventuali dati mancanti utili alla determinazione di quanto richiesto nel testo.
- Il candidato è libero di ipotizzare la scala per ciascuna rappresentazione grafica purché questa consenta di avere una buona rappresentazione di quanto effettuato.





settore IDRAULICA

Il candidato verifichi l'effetto di laminazione esercitato da un invaso realizzato con la costruzione di una diga in calcestruzzo. Lo scarico di superficie è posto sul corpo diga con soglia rettilinea lunga 30 m. L'idrogramma di progetto in ingresso al lago è dato dalla tabella n.1 seguente dove sono riportati i valori della portata media per intervalli di tempo di 1 ora.

Tempo (ore)	Portata m ³ /s	Volumi affluiti m ³ /h
1	2	7 200
2	8	28 800
3	15	54 000
4	40	144 000
5	70	252 000
6	100	360 000
7	70	250 000
8	40	144 000
9	30	108 000
10	20	72 000
11	10	36 000
12	5	18 000
13	4	14 400
14	3	10 800

Tabella 1 Portate in ingresso ricavate dall'idrogramma della piena risultante dall'analisi idrologica di stima degli eventi estremi.

Le caratteristiche dell'invaso sono fornite dalla tabella superficie del lago/ quota assumendo come quota 0 la quota della soglia di sfioro. Si assuma come condizione iniziale il livello d'acqua nell'invaso alla quota di massima regolazione (quota della soglia di sfioro)

Quota	Superficie [m ²]
0	600 000
0,5	720 000
1	840 000
1,5	900 000
2	1 000 000

Tabella 2 -Superficie dell'invaso a quota superiore alla quota di sfioro assunta come quota 0

Il candidato ricavi l'idrogramma a valle della diga nell'intervallo temporale almeno fino al raggiungimento della portata massima in uscita, determini il livello di massimo invaso raggiunto nel serbatoio, disegni i due idrogrammi nella stessa scala temporale.

Se l'alveo a valle della diga è in grado di contenere una portata di piena di 60 m³/s, quali modifiche potrebbero

essere suggerite alle opere di sfioro o alla gestione del serbatoio per ridurre la portata di picco a questo valore? Si descrivano i punti di forza e le possibili criticità delle soluzioni proposte.

Ipotizzando che sia presente uno scarico di fondo con una condotta a sezione circolare di diametro pari a 1,0 m con asse ad un quota di 10 m inferiore alla quella della soglia di sfioro quanto tempo occorre a portare il livello del lago dalla quota 0,0 alla quota 5,0 m inferiore?

Si assumano i coefficienti di deflusso consultando i manuali. Si ipotizzi per semplicità che la superficie dell'invaso si mantenga costante nell'intervallo di quote da 0,0 m a -5,0 m

Il candidato disegni la sezione verticale della soglia di sfioro come profilo Greager-Scimeni (o curva simile indicata sui manuali)

settore STRUTTURE

Il candidato progetti la struttura della copertura di una tribuna (esterna) e di un camminamento, avente le caratteristiche geometriche indicate nella sezione trasversale in figura. La lunghezza compressiva della copertura è di 20,00 m.

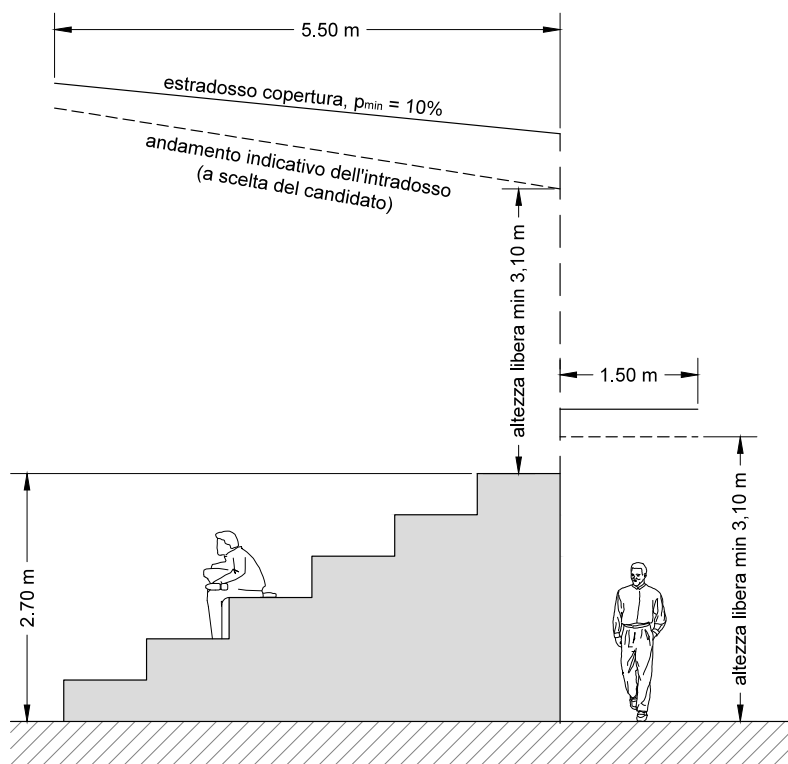
Per il progetto strutturale, eseguito in accordo con la normativa vigente, sono ammesse semplificazioni cautelative, purché opportunamente motivate. Il candidato può valutare gli effetti dell'azione sismica riferendosi a una sola direzione, "significativa" rispetto allo schema strutturale adottato. I materiali da utilizzare sono a scelta del candidato. Per quanto non espressamente citato, il candidato può sviluppare le eventuali ipotesi, motivandole opportunamente.

Dati di progetto

Comune: Firenze
 Altitudine: 55 m s.l.m.
 Zona: pianeggiante
 Classe di rugosità: B

Terreno: $q_{lim} = 1.2 \text{ N/mm}^2$ a 1.50 m dal piano di campagna
 Cat. sottosuolo: B
 Cat. topografica: T1

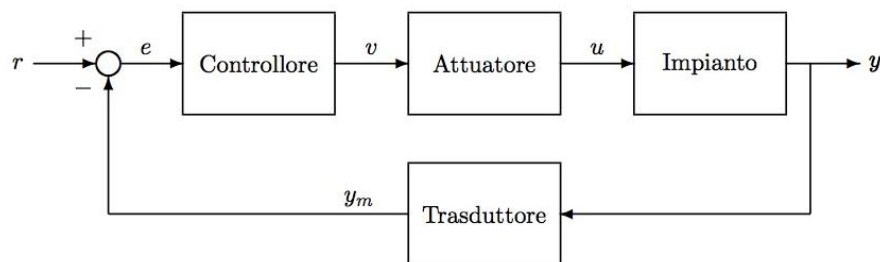
Stato limite	a_g [g]	F_o []	T_C^* [s]
SLO	0,047	2,552	0,252
SLD	0,056	2,587	0,266
SLV	0,131	2,397	0,301
SLC	0,166	2,385	0,309



**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE dell'INFORMAZIONE
PRIMA SESSIONE 2017**

PROVA PRATICA

settore AUTOMAZIONE



In figura è schematizzato un sistema di controllo di un impianto meccanico di cui è disponibile un modello nominale descritto dalla funzione di trasferimento $P(s)$ fra la coppia di comando u e la posizione angolare y . In appropriate unità di misura, tale funzione di trasferimento vale

$$P(s) = \frac{K_p(1 + \tau_p s)}{s \left(1 + 2\zeta \frac{s}{\omega_n} + \frac{s^2}{\omega_n^2} \right)}$$

con $K_p = 0.2$, $\tau_p = 1$, $\zeta = 0.5$, $\omega_n = 5$.

La coppia u è generata da un attuatore comandato dal segnale in tensione v . L'attuatore è descritto (in appropriate unità di misura) dalla seguente funzione di trasferimento

$$A(s) = \frac{K_a}{1 + \tau_a s}$$

con $K_a = 100$, $\tau_a = 0.02$.

La posizione angolare y è convertita nel segnale in tensione y_m mediante un trasduttore con guadagno unitario (in appropriate unità di misura) nella banda di interesse del sistema controllato.

1. Si chiede di progettare la funzione di trasferimento $C(s)$ del controllore fra l'errore e e il segnale v in modo che il sistema di controllo sia stabile e soddisfi le specifiche seguenti:
 - errore di inseguimento a regime nullo per riferimenti costanti ($r(t) = c$, $c \neq 0$);
 - errore di inseguimento a regime non superiore a 0.1 per riferimento a rampa unitaria ($r(t) = t$);
 - sovraelongazione alla risposta al gradino non superiore a $\hat{s}_{max} = 0.2$;
 - banda circa uguale a $B_g^0 = 25$.
2. Si chiede di implementare in modo digitale il controllore progettato al punto precedente.
3. Si chiede di analizzare la robustezza del sistema controllato rispetto a variazioni del parametro ζ di $P(s)$. In particolare, si valuti per quali valori di ζ diversi dal valore nominale 0.5 il sistema di controllo progettato è stabile.



settore BIOMEDICA

Il candidato descriva un progetto di massima di un sistema protesico a piacere (ad esempio una protesi biomeccanica, acustica, visiva, ecc.). Si richiede in particolare di descrivere:

- la generica funzionalità desiderata;
- le principali specifiche tecniche, quantificando parametri e variabili coinvolte;
- una opportuna architettura del sistema, fornendo anche una rappresentazione grafica qualitativa o del sistema reale stesso o di un suo schema a blocchi;
- la modalità di funzionamento/utilizzo del sistema;
- almeno un test di caratterizzazione/validazione tecnica su banco (ossia un test non clinico) del sistema dopo una sua eventuale realizzazione, specificando la variabile di misura, la tecnica di misura e i risultati che dovrebbero essere ottenuti per poter giudicare il sistema come corrispondente alle aspettative.

settore ELETTRONICA

A) Si progetti lo schema elettrico di un sistema a microcontrollore per la acquisizione della forma d'onda della tensione e della corrente su rete elettrica monofase.

L'acquisizione delle due grandezze deve essere fatta tenendo conto delle seguenti specifiche:

Tensione massima in ingresso: 250 Vrms	Corrente massima misurabile: 100 A	Frequenza di rete: 50Hz
--	------------------------------------	-------------------------

Si vuole essere in grado di ricostruire, con sufficiente accuratezza, le armoniche dei due segnali acquisiti fino al 40° ordine.

Si progetti lo stadio di amplificazione di ingresso, basato su operazionali ideali in configurazione differenziale, dimensionando opportunamente i componenti passivi, basati su tecnologia SMD, ai fini della affidabilità del circuito, a tal fine si ricordi che un resistore SMD in package 1206 può tollerare una potenza massima di 0,25W ed una tensione massima di 100V.

Si definisca un'opportuna frequenza di campionamento per i segnali e si progetti il relativo filtro anti-aliasing attivo ad operazionali ideali (1° ordine). Nel dimensionare la catena di amplificazione e filtraggio si tenga conto che la dinamica di ingresso del convertitore AD del microcontrollore è 0-3.3V.

B) Progettare lo stadio di alimentazione a commutazione di detto circuito, rispettando le specifiche seguenti:

Tensione di ingresso: 12 Vdc	Tensione di Uscita: 3.3V	Corrente di uscita: 0.5 A
Ripple tensione di uscita max: 20mVpp		

Si usino i componenti indicati in tabella 1, valutando la corretta frequenza di commutazione necessaria ai fini del funzionamento del circuito e dimensionando la capacità di uscita. Il blocco modulatore PWM si assuma accetti in ingresso una tensione 0-3.3V e produca in uscita un corrispondente segnale PWM, di frequenza supposta fissa e pari a quanto stabilito al punto precedente, con duty cycle da 0% a 100%, attivo alto, in grado di pilotare direttamente lo stadio mosfet di uscita. Progettare la rete di retroazione ad operazionale (supposto ideale), con stadio di integrazione con perdita, ai fini di guidare correttamente detto modulatore. Non è necessaria l'analisi della stabilità.

Si valutino le perdite per commutazione e per dissipazione di detto alimentatore, quando sia presente una corrente di uscita pari a 0.5 A

Tabella 1:

Induttore: 2.2uH, Isat = 1.5 A, Rdc = 0.05 Ohm
Diodo: Vf=0.7 V @1.5 A, Vr = 24 V
Mosfet: Canale P, RdsOn = 0.1 Ohm, VsdMax 24V, Carica di Gate totale: 100 nC, Capacità di uscita: 10nF

È richiesto lo schema completo del circuito A e del circuito B.



settore INFORMATICA

Una startup vuole sviluppare un sistema informatico, utilizzabile sia da web browser che attraverso un'apposita app per dispositivi mobili, dedicato alla compravendita tra privati di materiale musicale di antiquariato (CD, LP in vinile, poster, locandine, biglietti di concerti, libri, spartiti, etc.).

Dopo la registrazione, il generico utente del sistema può fungere sia da compratore che da venditore. I venditori devono immettere una o più immagini dell'articolo, una sua descrizione dettagliata (incluso lo stato di conservazione) e tutte le informazioni necessarie al suo acquisto e spedizione. Gli acquirenti possono effettuare ricerche, sia testuali che per immagini, di specifici articoli, ed eventualmente richiedere al venditore informazioni aggiuntive sull'articolo prima di concludere la transazione.

Ogni utente possiede un profilo personale, creato al momento della registrazione, che può arricchire e aggiornare. All'utente è associato anche un punteggio di affidabilità ("feedback"), formato dai giudizi degli utenti che hanno interagito con lui sia in qualità di acquirente che di venditore. Gli utenti con un feedback inferiore al 70% sono automaticamente esclusi dal sistema.

Gli utenti possono avviare gruppi di discussione su determinati argomenti, e creare liste di desiderata per articoli attualmente non disponibili per l'acquisto. Gli utenti devono poter inoltre ricevere dal sistema delle raccomandazioni, sulla base del proprio profilo personale e della propria storia d'uso.

Il candidato progetti un sistema che risponda alle caratteristiche sopra indicate, approfondendo i seguenti punti:

1. Definizione dell'architettura hardware-software del sistema che comprenda la specifica e il dimensionamento dei componenti utilizzati;
2. Identificazione delle entità trattate dal sistema e loro organizzazione in un modello dei dati;
3. Identificazione e organizzazione dei flussi di informazione tra le diverse entità e delle procedure (manuali e automatiche) di acquisizione e di elaborazione;
4. Identificazione di una parte del sistema di cui progettare con maggior dettaglio il software necessario, descrivendo in dettaglio l'approccio proposto;
5. Definizione dei requisiti di sicurezza e di accesso al sistema, e di riservatezza dei dati e progetto delle misure necessarie per garantirli.

Il candidato evidenzi anche eventuali chiarimenti da richiedere al committente che ritenga essenziali al fine di prendere specifiche decisioni progettuali.



settore TELECOMUNICAZIONE

Si supponga di avere una sonda nello spazio profondo che deve trasmettere due immagini al minuto sulla terra. Si assuma che:

- la distanza massima fra la sonda e la Terra è di 50 milioni di km;
- le immagini sono trasmesse in toni di grigio con una trasmissione PAM binaria codificata 1/2
- apertura del fascio (a -3dB) dell'antenna parabolica trasmittente è 2° ;
- il diametro dell'antenna in ricezione sulla terra sia di 50 m;
- entrambe le antenne abbiano un'efficienza del 60%;
- si usi una portante a frequenza 3 GHz;
- la temperatura equivalente d'antenna (rumore delle stelle) sia di 30 K;
- la temperatura equivalente di rumore dell'amplificatore in ricezione sia pari a 35 K;
- il canale non introduca particolari distorsioni in frequenza;
- il sensore della telecamera di ripresa abbia risoluzione 640x640 pixel;
- ogni pixel è codificato in binario con scala di grigi a 256 livelli;
- il guadagno di codifica sia di 2,5 dB;
- In ricezione si opera con un filtro adattato e al campionatore si richiedono impulsi di Nyquist con fattore di roll-off 0,5
- si desideri ottenere un BER pari a 10^{-6} .

1. Si determini la banda occupata in trasmissione e la potenza che la sonda deve impiegare in trasmissione.
2. Si progetti un sistema di trasmissione/ricezione che raggiunga almeno il 50% delle prestazioni teoriche sopra determinate, si motivino dettagliatamente le scelte fatte, discutendo anche gli aspetti di complessità, e si disegni lo schema a blocchi del sistema progettato.

Si ricordi che, oltre alla correttezza dei risultati, verranno anche valutati l'ordine e la chiarezza di esposizione dell'elaborato.