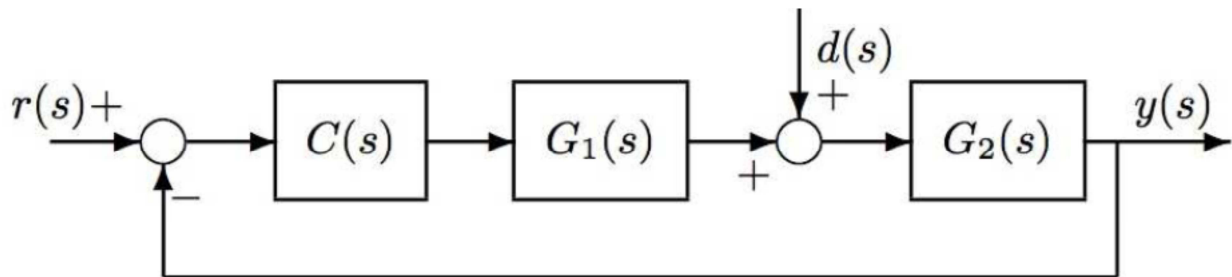


## CLASSE DI LAUREA LM-29

**Il candidato esegua a scelta una delle seguenti prove:**

### Tema 1

Un sistema fisico può essere modellizzato in modo adeguato con lo schema riportato nella figura seguente.



Le funzioni di trasferimento dei blocchi sono:

$$G_1 = 25/(s+10)$$

$$G_2 = 1/(s+0,5)$$

Le specifiche del sistema di controllo sono:

- Uscita di regime permanente nulla per un disturbo  $d$  costante.
- Errore di velocità maggiore o uguale all'1%.
- Margine di fase maggiore o uguale a  $45^\circ$ .
- Pulsazione di taglio della funzione di anello aperto compresa tra 4 e 5 rad/s

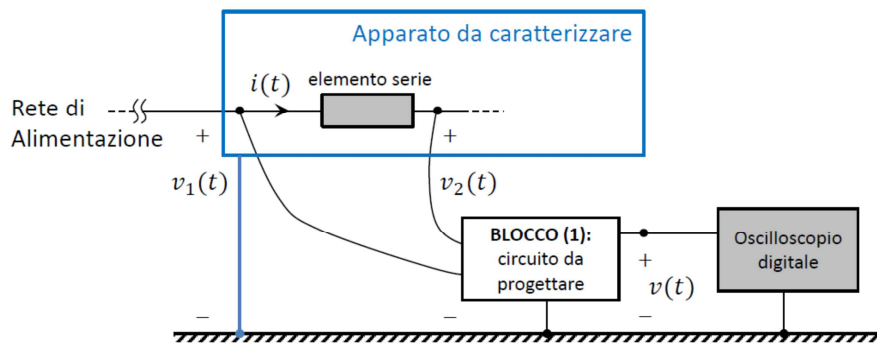
Si chiede di:

1. Progettare un controllo che soddisfi le richieste.
2. Discutere la possibilità di scegliere, tra le varie soluzioni che soddisfano alle specifiche, quella che ottimizza le prestazioni del sistema secondo un criterio scelto dal candidato. Il criterio deve essere chiaramente indicato e motivato.
3. Indicare come tale sistema di controllo potrebbe essere realizzato con tecnica digitale. In questo caso indicare chiaramente i criteri con cui scegliere il passo di campionamento

## Tema 2

Si consideri il problema di acquisizione della corrente assorbita da un dispositivo o apparato elettronico connesso alla rete di alimentazione. In molti casi d'interesse applicativo, le correnti suindicate si comportano come disturbi iniettati nella rete di alimentazione che devono essere caratterizzati in frequenza per la verifica dei limiti imposti dalla normativa di compatibilità elettromagnetica per le emissioni condotte. In questo contesto, per un lavoro di caratterizzazione e modellazione che deve essere svolto nelle fasi iniziali di un progetto, è necessario misurare la corrente assorbita da un circuito sfruttando la strumentazione e i componenti presenti in laboratorio. Nello specifico:

- Sono disponibili un oscilloscopio digitale e sonde passive di tensione.
- Si è scelto di condurre la misura indiretta della corrente nel dominio del tempo attraverso la misura differenziale di tensione ai capi di un elemento serie caratterizzato in precedenza. Si faccia riferimento allo schema di principio riportato di seguito dove la tensione misurata  $v$  dovrà essere proporzionale, con coefficiente di proporzionalità nota, alla differenza  $v_1 - v_2$



Inoltre:

- Si assuma (per semplicità) che il segnale differenziale  $v_1 - v_2$  abbia valor medio pari a 4V e variazione di  $\pm 1V$  rispetto al valor medio;
- Si debba caratterizzare il segnale differenziale nell'intervallo di frequenze da 150 kHz a 30 MHz.

Al candidato si chiede di:

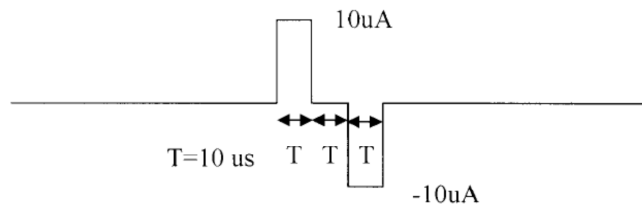
1. Progettare un circuito per la misura suindicata (il blocco (1) in figura) che impieghi componenti di base (come condensatori, resistori,...) e amplificatori (operazionali o da strumentazione, con le caratteristiche come da schede tecniche allegate). Motivare la scelta degli amplificatori che saranno impiegati sulla base dell'analisi delle loro caratteristiche. Esprimere e motivare ipotesi aggiuntive su specifiche e caratteristiche che il candidato ritenga utili per soddisfare i requisiti generali espressi;
2. Dimensionare il valore dei componenti impiegati (resistori, condensatori,...);
3. Calcolare la sensibilità della tensione  $v$  al variare del valore di uno dei componenti;
4. Discutere l'effetto delle non idealità introdotte dall'impiego di un amplificatore reale sulla misura condotta.

### Tema 3

Si chiede il progettare un sistema ABS(Anti Blocking System) per uso automobilistico. Il sistema deve misurare la velocità di rotazione delle 4 ruote del veicolo e, qualora rilevi l'arresto improvviso causato dal mancato attrito tra copertone e asfalto, agisce su di un elettrovalvola al fine di ridurre la forza frenate applicata dalle pinze idrauliche dei freni.

Il veicolo ha ruote con diametro esterno pari a 60cm e può raggiungere una velocità massima di 200Km/h.

La velocità di rotazione viene misurata tramite un sensore tachimetrico che genera 100 impulsi per ogni rotazione completa della ruota. Il sensore presenta un' uscita di corrente; la forma di ciascun impulso è rappresentata nella figura che segue.



I sensori sono connessi ad un circuito di condizionamento che adatta le uscite dei medesimi alla dinamica di ingresso dei pin digitali del microcontrollore che gestisce l'azionamento delle valvole.

a) Si progetti e si dimensioni lo stadio di condizionamento sapendo che il microcontrollore interpreta come '0' logico valori di tensione inferiori a 0.8v e come '1' logico valori superiori a 2.1V. Il uC è alimentato tra 0V e 3.3V e i diodi di protezione hanno una tensione di soglia di 0.3V.

b) Si vuole ottenere una frequenza di aggiornamento della misura della velocità pari a 20 Hz. Si progetti tramite logica sequenziale/combinatoria il circuito digitale in grado di fornire in uscita il valore della velocità. Volendo implementare tale circuito in un microcontrollore (uC) commerciale, quale periferiche hardware è opportuno sfruttare per massimizzare l'efficienza e la precisione della misura e minimizzare la complessità del codice?

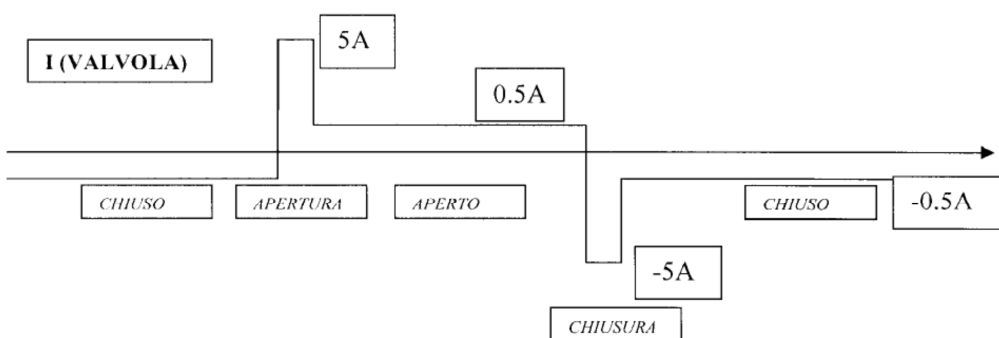
Il sistema retroazionato implementato nel uC opera nel seguente modo: misura la velocità di rotazione delle ruote con intervallo di 50ms, se la differenza di velocità è maggiore di 300 impulsi/s apre l'elettrovalvola che controlla il freno (allentando la presa della pinza sul disco) finché la velocità misurata tra due istanti temporali differenti non riprende a crescere.

c) Progettare tramite schema a blocchi o linguaggio di programmazione C il firmware atto a svolgere la funzione richiesta.

L'elettrovalvola è controllata in corrente e viene chiusa applicando un corrente con verso positivo e aperta applicando una corrente con segno negativo (la valvola è sprovvista di molla di richiamo).

Il pilotaggio avviene tramite un ponte ad H alimentato a +12v e controllato dal uC. Per azionare la valvola è necessario applicare una corrente di 5A per 1ms. E' necessario mantenere polarizzata la valvola in stato di riposo (completamente aperta/chiusa) con una corrente di 500mA in modo che eventuali vibrazioni meccaniche non permettano alla medesima di cambiare parzialmente di stato.

d) Si rappresenti tramite schema elettrico la struttura globale del driver di potenza mettendo in evidenza i circuiti di pilotaggio dei mosfet, il sensing di corrente e dell'anello di controllo atto al pilotaggio in corrente dell'elettrovalvola. Si dimensionino opportunamente i vari componenti al fine di pilotare l'elettrovalvola con un segnale di corrente come rappresentato nella figura che segue. (La retroazione sul controllo di corrente può essere chiusa per via analogica o digitalmente attraverso il uC).



**GLI ELABORATI PRODOTTI DOVRANNO ESSERE REDATTI IN FORMA CHIARA ED ORDINATA. LA CAPACITÀ DI SINTESI, L'ORDINE E LA CHIAREZZA, COSTITUIRANNO ELEMENTI DI VALUTAZIONE.**



2<sup>a</sup> sessione 2018  
Sezione A  
Settore dell'Informazione  
Prova pratica  
19 dicembre 2018

## **CLASSE DI LAUREA 26/S**

**Il candidato esegua a scelta una delle seguenti prove:**

### **Tema 1**

Il candidato rediga un progetto relativo alle principali specifiche ambientali e tecnologiche di un posto letto in un reparto di terapia intensiva generale con specifico riferimento alle problematiche ergonomiche.

In particolare, partendo dai seguenti dati tecnici di base:

- Letto di terapia intensiva ad alimentazione elettrica
- Due stativi pensili disponibili per il supporto a strumentazione di monitoraggio elettrofisiologico, respiratore automatico, sistemi di pompe di infusione
- Necessità di utilizzo presso il posto letto di altre apparecchiature biomediche (portatile RX, ecografo mobile, apparecchio di dialisi)
- Possibilità di disporre di sorgenti luminose per visite e trattamenti sanitari

Si effettui l'analisi delle modalità di funzionamento e della disposizione delle attrezzature sopra elencate durante le principali fasi dell'attività giornaliera sul paziente, con particolare riguardo a criteri di:

- Sicurezza d'uso delle apparecchiature
- Problematiche di contemporaneità
- Semplicità dell'interfaccia uomo/macchina
- Tempestività ed efficacia degli interventi in caso di situazioni di emergenza

Il candidato dovrà, infine, fornire alcune indicazioni ambientali quali:

- Necessità di spazio utile complessivo attorno al posto letto in proiezione orizzontale e verticale;
- Necessità di illuminamento;
- Condizioni termoigrometriche ritenute ottimali per lo svolgimento delle attività di cui si tratta.

### **Tema 2**

Al candidato è richiesto progettare e dimensionare un sistema integrato multi-sensore, di possibile uso clinico, per l'analisi delle patologie del sonno. Coadiuvandosi, se opportuno, con elementi grafici (disegni, schemi elettrici, schemi a blocchi, ...) il candidato descriva la struttura complessiva del sistema ed elenchi i singoli segnali fisiologici che si ritiene debbano essere acquisiti. Ogni specifico sotto-sistema di acquisizione dei diversi segnali fisiologici deve essere descritto in dettaglio, fornendo indicazioni complete su numero e natura dei sensori (o degli elettrodi), guadagni, numero di canali, loro posizionamento, e frequenza di campionamento.

Infine, il candidato discuta gli strumenti di analisi utili a supportare la diagnosi clinica nel settore delle patologie del sonno.

### **Tema 3**

- a) Disegnare lo schema a blocchi di un defibrillatore cardioversore esterno descrivendo le funzioni ed i principali parametri che caratterizzano ogni blocco.
- b) Considerato che il dispositivo deve essere in grado di erogare shock da 10J a 350J dimensionare il condensatore e riportare la tensione minima e massima alla quale deve essere caricato, commentando in modo dettagliato le scelte eseguite.
- c) Sapendo che due scariche successive devono poter essere erogate dieci secondi una dopo l'altra, descrivere le principali caratteristiche del circuito di carica del condensatore con particolare attenzione alla modalità di carica, alla potenza massima ed alla massima corrente che deve essere in grado di erogare.
- d) Dimensionare e descrivere lo schema funzionale e le caratteristiche dei singoli blocchi (fisici o computazionali) del circuito di misura dell'energia immagazzinata e di quella ceduta al paziente.
- e) Predisporre un programma di manutenzione preventiva per generici defibrillatori cardioversori esterni, distinguendo tra interventi e verifiche eseguibili dall'operatore sanitario (primo livello) ed interventi e verifiche eseguibili dal personale del servizio di ingegneria clinica (secondo livello). Si elenchino tutti gli strumenti che dovranno essere disponibili all'interno del servizio di ingegneria clinica per effettuare le verifiche necessarie, le istruzioni dettagliate per ogni verifica e si indichino, dove appropriato, gli intervalli di validità del valore delle variabili misurate e la frequenza con la quale eseguire le misure.

**GLI ELABORATI PRODOTTI DOVRANNO ESSERE REDATTI IN FORMA CHIARA ED ORDINATA. LA CAPACITÀ DI SINTESI, L'ORDINE E LA CHIAREZZA, COSTITUIRANNO ELEMENTI DI VALUTAZIONE.**