



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE

Scuola di  
Ingegneria

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

**PRIMA SESSIONE 2024**

**PROVA Scritta – Sezione A**

**25 LUGLIO 2024**

**A**

**SETTORE: CIVILE e AMBIENTALE  
Sotto-settore AMBIENTE**

Il candidato illustri la metodologia ed i criteri di progettazione di un impianto di depurazione di acque reflue urbane che includa trattamenti terziari di rimozione dei nutrienti.

**SETTORE: CIVILE e AMBIENTALE  
Sotto-settore EDILE**

Il candidato sviluppi una relazione progettuale che evidenzi criteri e metodiche inerenti al progetto di un edificio direzionale isolato di nuova costruzione (indicativamente con una Superficie utile lorda di 2000 m<sup>2</sup>), con particolare riferimento agli aspetti organizzativi delle unità ambientali per il piano tipo e alla sostenibilità energetica.

Il lotto ha dimensioni indicative 60x40 m.

Il sito di costruzione è a scelta del candidato.

Ipotizzare e descrivere anche il sistema tecnologico, facendo riferimento quando necessario alle prestazioni richieste dalle normative vigenti, relativo a:

- struttura portante;
- elementi componenti il pacchetto tipo di solaio di interpiano;
- elementi componenti il pacchetto tipo di solaio di copertura;
- chiusure verticali.

**SETTORE: CIVILE e AMBIENTALE  
Sotto-settore INFRASTRUTTURE**

La sicurezza della circolazione stradale rappresenta il criterio fondamentale da rispettare per la progettazione di una nuova infrastruttura o per l'adeguamento di una esistente. Il candidato descriva i principali documenti di cui il progettista può avvalersi per la redazione e/o la verifica di un progetto stradale. Inoltre, con riferimento ai principali criteri definiti dal DM 6792 del 05.11.2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", effettui una valutazione degli elementi planimetrici del tracciato allegato, relativo ad un tratto di strada di tipo C.

**SETTORE: CIVILE e AMBIENTALE  
Sotto-settore IDRAULICA**

Il/la candidato/a descriva metodi e criteri per la progettazione di una rete idrica di distribuzione a gravità per un insediamento residenziale situato in area collinare con edifici fino a 3 piani, distribuiti tra le quote di 120 e 220 m s.l.m. Il/la candidato/a 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 uno o più serbatoi e per la scelta della tipologia ed il dimensionamento del serbatoio/i di compenso giornaliero. L'impostazione metodologica, la capacità di sintesi, l'ordine e la chiarezza espositiva concorreranno alla valutazione globale della prova.

**SETTORE: CIVILE e AMBIENTALE**  
**Sotto-settore STRUTTURE**

Calcolo automatico delle strutture: si introduca il metodo degli elementi finiti nei suoi aspetti fondamentali e, scelto uno o più elementi fra trave, lastra, piastra, guscio, solido, si esponga la teoria strutturale alla base della sua formulazione in ambito elastico-lineare.

Inoltre, in uno scenario pratico di modellazione strutturale, si indichi quali controlli il progettista effettuerebbe al fine di fornire un giudizio motivato di accettabilità dei risultati prodotti da un codice di calcolo.

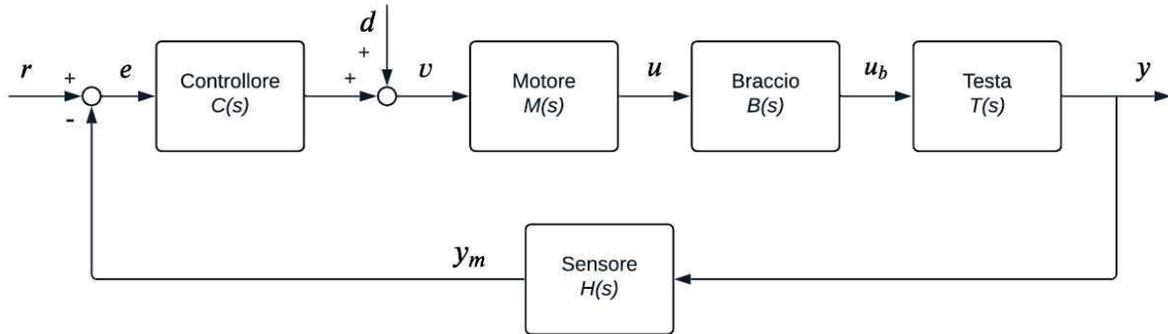
**SETTORE: CIVILE e AMBIENTALE**  
**Sotto-settore GEO-INGEGNERIA**

Nell'ambito della mitigazione del rischio idraulico nell'ambiente costruito, il/la candidato/a esemplifichi alcune misure non strutturali e strutturali di mitigazione. Con riferimento ad almeno un'opera tra quelle esemplificate, descriva i metodi per definire le grandezze idrologiche di progetto necessarie per il dimensionamento. L'impostazione metodologica, la capacità di sintesi, l'ordine e la chiarezza espositiva, l'impiego di esempi numerici, concorreranno alla valutazione globale della prova

*In the context of flood risk mitigation in the built environment, the candidate should exemplify some non-structural and structural mitigation measures. With reference to at least one of the measures exemplified, describe the methods for defining the design hydrological variables. The methodological approach, the ability to synthesize, the order and clarity of exposition, and the use of numerical examples will all contribute to the overall assessment of the test.*



SETTORE INDUSTRIALE  
Sotto-settore AUTOMAZIONE



Si consideri il modello di un sistema di lettura/scrittura dati per disco rigido (Hard Disk Drive, HDD). In figura è schematizzato il sistema di controllo per il posizionamento della testina di lettura sulla traccia desiderata del disco. Il sistema di lettura HDD utilizza un motore a corrente continua per ruotare un braccio su cui è montata, all'estremità, la testina di lettura, collegata al braccio tramite un elemento flessibile di acciaio.

Il motore e il braccio di lettura sono rispettivamente modellati dalle funzioni di trasferimento  $M(s)$ , tra la tensione di comando del motore  $v$  e la forza  $u$  generata dal motore, e  $B(s)$ , tra  $u$  e la forza  $u_b$  esercitata dal braccio sull'elemento flessibile della testa. Tali funzioni di trasferimento valgono

$$M(s) = \frac{K_m}{R_a + L_a s} \quad B(s) = \frac{1}{s(Js + b)}$$

dove le costanti  $K_m$ ,  $R_a$ ,  $L_a$ ,  $J$ , e  $b$  assumono, in appropriate unità di misura, i seguenti valori:

$$K_m = 5000; \quad R_a = 1000; \quad L_a = 1; \quad J = 1; \quad b = 20.$$

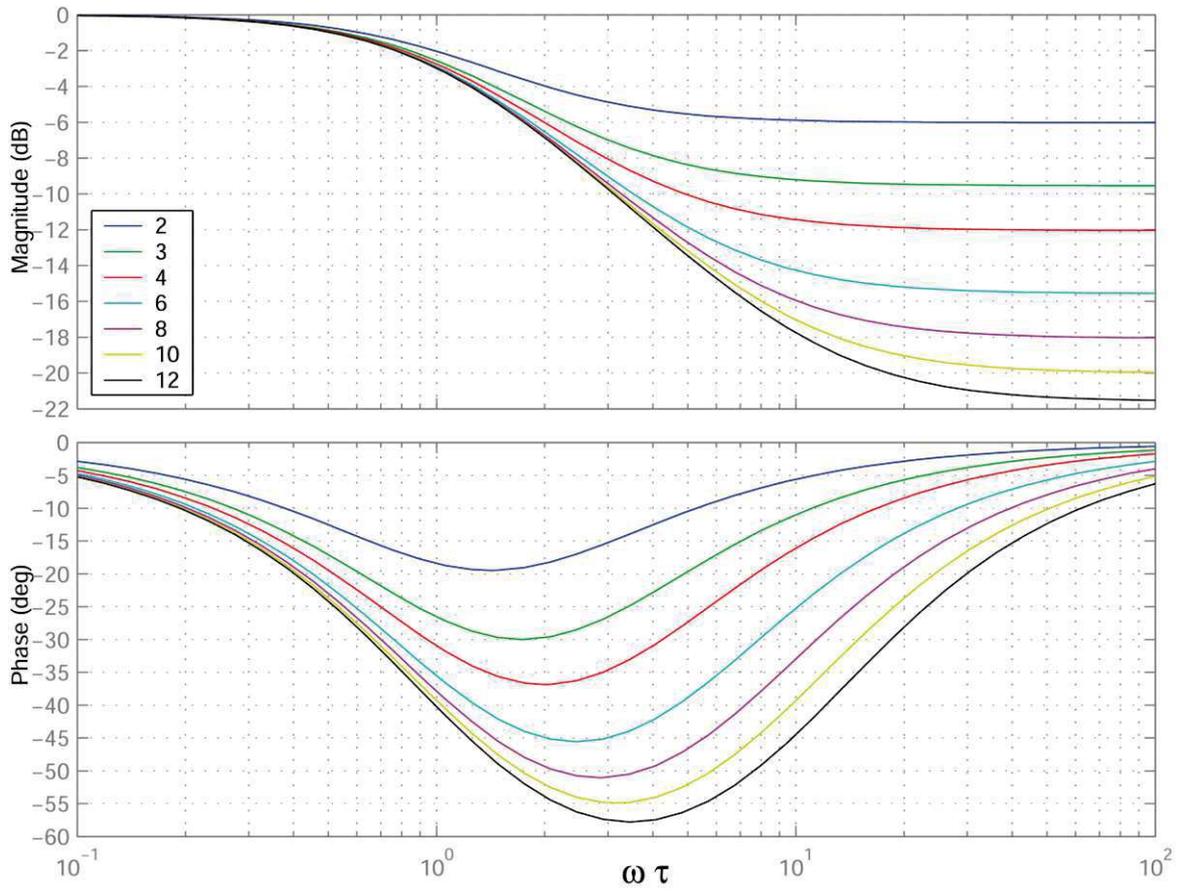
La testa di lettura, collegata all'elemento flessibile, è modellata come un sistema massa-molla-smorzatore descritto dalla seguente funzione di trasferimento tra  $u_b$  e la posizione sul disco  $y$ :

$$T(s) = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\xi\omega_n s + \omega_n^2}$$

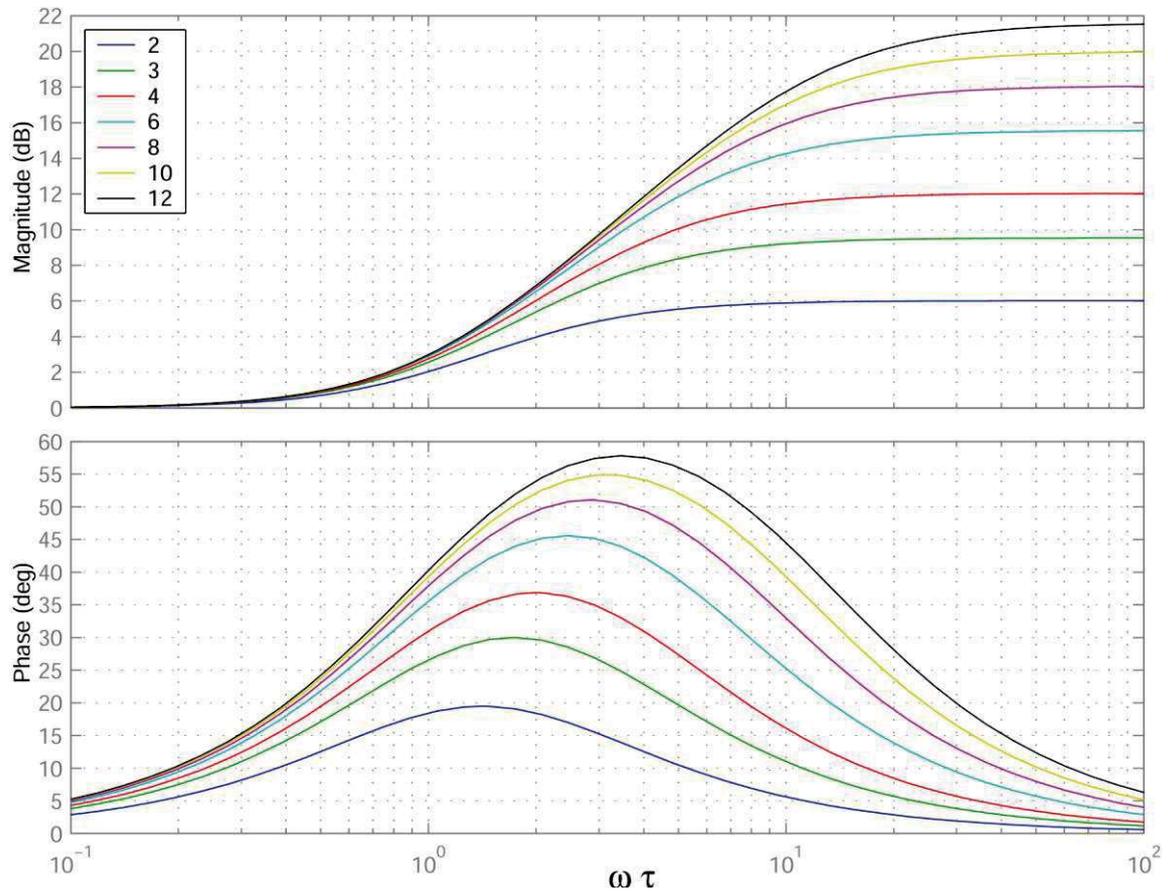
con  $\xi = 0.3$  e  $\omega_n = 18.85 \times 10^3$ . Assumendo una misura  $y_m$  della posizione della testina di lettura accurata, il sensore è modellato con una funzione di trasferimento  $H(s) = 1$ .

1. Si progetti la funzione di trasferimento  $C(s)$  del controllore in modo che il sistema di controllo sia stabile e soddisfi le seguenti specifiche statiche e dinamiche:
  - errore di inseguimento a regime nullo per ingressi costanti ( $r(t) = c$ ,  $c \neq 0$ );
  - errore di inseguimento a regime alla rampa unitaria ( $r(t) = t$ ) non superiore a  $e_1 = 0.02$ ;
  - errore a regime prodotto sull'uscita dal disturbo a gradino unitario ( $d(t) = 1$ ) non superiore a  $e_d = 0.01$ ;
  - sovraelongazione alla risposta al gradino non superiore a  $\bar{S} = 0.2$ ;
  - tempo di salita circa uguale a  $T_s = 0.25$ .
2. Si progetti il controllore digitale  $C(z)$  mediante discretizzazione del controllore analogico  $C(s)$  ottenuto al punto precedente, motivando la scelta del tempo di campionamento. In alternativa, si progetti  $C(z)$  direttamente a tempo discreto.

### Reti ritardatrici



### Reti anticipatrici



Con riferimento ad una applicazione scelta a piacere o tra quelle indicate:

- robotica di assistenza per riabilitazione cognitiva
- protesi di mano
- elaborazione di immagini e segnali per la diagnosi clinica

Il candidato descriva, anche mediante schema a blocchi, gli elementi costitutivi del sistema ed il loro funzionamento, ne giustifichi le scelte progettuali, con particolare riferimento alla scelta dei sensori e all'utilizzo del loro segnale.

Il candidato inoltre elenchi le principali limitazioni e sfide aperte.

Il candidato faccia infine riferimento alle specifiche normative per i dispositivi elettromedicali e classifichi il sistema robotico scelto.

**SETTORE INDUSTRIALE**  
**Sotto-settore ELETTRICA**

Il candidato illustri brevemente le seguenti tecniche di controllo delle macchine asincrone:

- controllo V/f costante;
- controllo ad orientamento di campo;

In particolare il candidato descriva le differenze fra le due tecniche di controllo in termini di prestazioni operative e difficoltà di implementazione.

Al fine di sintetizzare correttamente la legge di controllo V/f il candidato calcoli i parametri del circuito equivalente del motore asincrono caratterizzato dai seguenti dati di targa:

- $P_n$  5.5kW
- $V_n$  400V (Stella)
- $I_n$  10 A (Stella)
- $\cos\varphi_n$  0.8
- $f_n$  50 Hz
- poli 2
- $n$  1455 rpm

Per procedere alla determinazione dei parametri possono essere utilizzati i risultati delle seguenti prove:

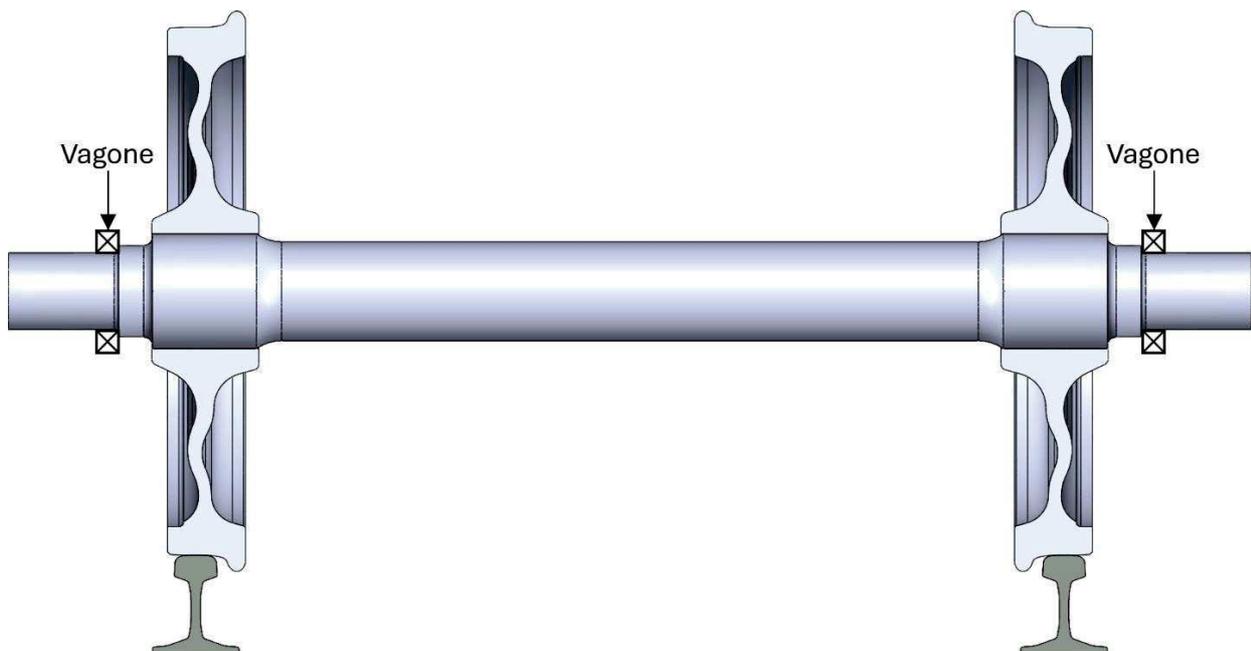
1. Misura della resistenza tra due fasi:  $0.91\Omega$
2. Prova a vuoto:  $P_o=490W$ ;  $I_o=6.4 A$
3. Prova in corto circuito:  $V_{cc}=43.3V$ ;  $P_{cc}=717W$

**SETTORE INDUSTRIALE**  
**Sotto-settore ENERGETICA**

Il candidato è invitato a descrivere i principali criteri utilizzati nel design di un sistema di accumulo termico impiegato in accoppiamento con energie rinnovabili (geotermia, solare, ecc.) o di un suo componente costitutivo. Dopo averne delineato le caratteristiche generali, si richiede di dettagliare le possibili metodologie da impiegare (calcolo e/o sperimentazione), mettendo in particolare evidenza gli aspetti della progettazione che possono avere un impatto, diretto o indiretto, sul rendimento globale del sistema.

**SETTORE INDUSTRIALE**  
**Sotto-settore MECCANICA FREDDA**

Dato l'asse rotante in figura (sala ferroviaria) in rotolamento sopra ad un binario, il candidato indichi la tipologia di cuscinetto più adatta a sostenere i carichi esterni fornendo adeguata giustificazione. Si discutano poi, sulla base dello stato tensionale previsto, le possibili alternative tecnologiche per il monitoraggio dell'integrità strutturale dell'asse rotante in sede di manutenzione.



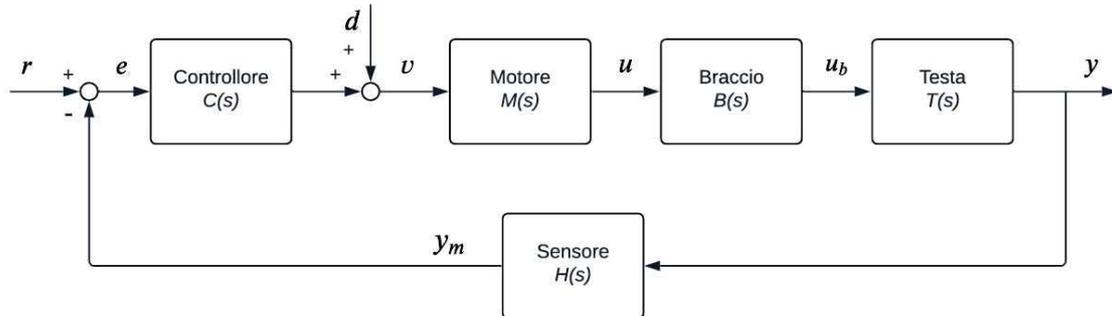
**SETTORE INDUSTRIALE**  
**Sotto-settore GESTIONALE-PRODUTTIVO**

Il candidato esponga il processo di pianificazione strategica degli acquisti. Nell'esposizione si approfondisca lo strumento del vendor ranking anche alla luce delle ultime normative in termini di visibilità delle filiere di fornitura e delle performance in termini di sostenibilità.

Infine si illustri la differenza tra logiche di acquisto a fabbisogno e logiche di acquisto a riordino.



SETTORE: INFORMAZIONE  
Sotto-settore AUTOMAZIONE



Si consideri il modello di un sistema di lettura/scrittura dati per disco rigido (Hard Disk Drive, HDD). In figura è schematizzato il sistema di controllo per il posizionamento della testina di lettura sulla traccia desiderata del disco. Il sistema di lettura HDD utilizza un motore a corrente continua per ruotare un braccio su cui è montata, all'estremità, la testina di lettura, collegata al braccio tramite un elemento flessibile di acciaio.

Il motore e il braccio di lettura sono rispettivamente modellati dalle funzioni di trasferimento  $M(s)$ , tra la tensione di comando del motore  $v$  e la forza  $u$  generata dal motore, e  $B(s)$ , tra  $u$  e la forza  $u_b$  esercitata dal braccio sull'elemento flessibile della testa. Tali funzioni di trasferimento valgono

$$M(s) = \frac{K_m}{R_a + L_a s} \quad B(s) = \frac{1}{s(Js + b)}$$

dove le costanti  $K_m$ ,  $R_a$ ,  $L_a$ ,  $J$ , e  $b$  assumono, in appropriate unità di misura, i seguenti valori:

$$K_m = 5000; \quad R_a = 1000; \quad L_a = 1; \quad J = 1; \quad b = 20.$$

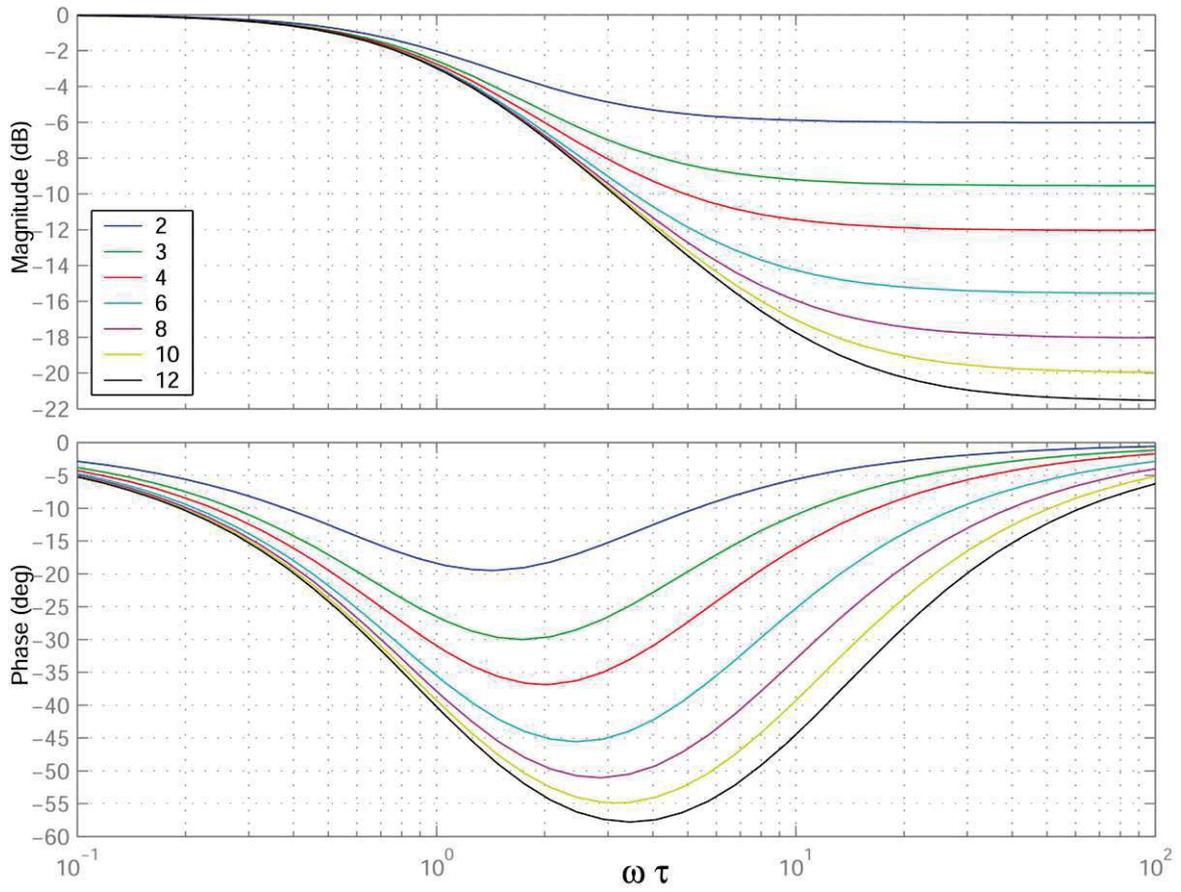
La testa di lettura, collegata all'elemento flessibile, è modellata come un sistema massa-molla-smorzatore descritto dalla seguente funzione di trasferimento tra  $u_b$  e la posizione sul disco  $y$ :

$$T(s) = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\xi\omega_n s + \omega_n^2}$$

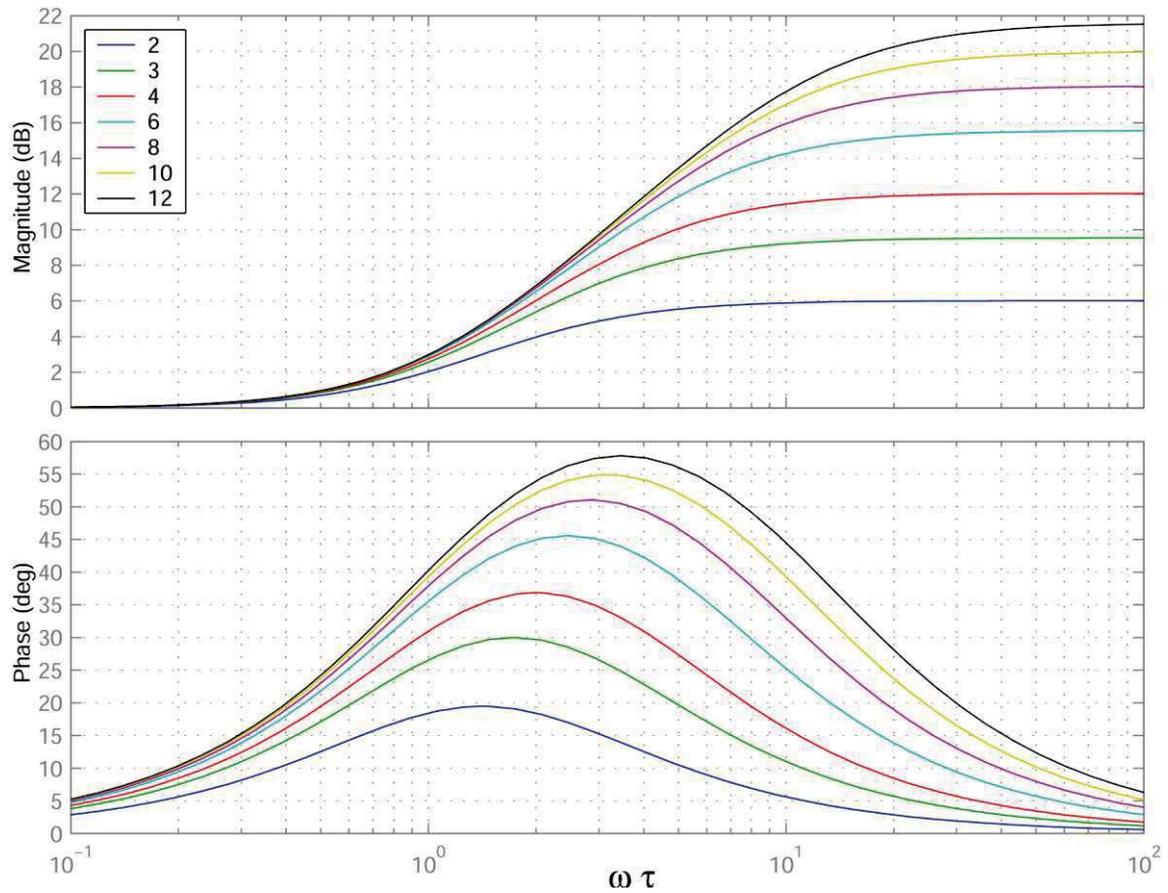
con  $\xi = 0.3$  e  $\omega_n = 18.85 \times 10^3$ . Assumendo una misura  $y_m$  della posizione della testina di lettura accurata, il sensore è modellato con una funzione di trasferimento  $H(s) = 1$ .

1. Si progetti la funzione di trasferimento  $C(s)$  del controllore in modo che il sistema di controllo sia stabile e soddisfi le seguenti specifiche statiche e dinamiche:
  - errore di inseguimento a regime nullo per ingressi costanti ( $r(t) = c$ ,  $c \neq 0$ );
  - errore di inseguimento a regime alla rampa unitaria ( $r(t) = t$ ) non superiore a  $e_1 = 0.02$ ;
  - errore a regime prodotto sull'uscita dal disturbo a gradino unitario ( $d(t) = 1$ ) non superiore a  $e_d = 0.01$ ;
  - sovraelongazione alla risposta al gradino non superiore a  $\bar{S} = 0.2$ ;
  - tempo di salita circa uguale a  $T_s = 0.25$ .
2. Si progetti il controllore digitale  $C(z)$  mediante discretizzazione del controllore analogico  $C(s)$  ottenuto al punto precedente, motivando la scelta del tempo di campionamento. In alternativa, si progetti  $C(z)$  direttamente a tempo discreto.

Reti ritardatrici



Reti anticipatrici



**SETTORE: INFORMAZIONE**  
**Sotto-settore BIOMEDICA**

Con riferimento ad una applicazione scelta a piacere o tra quelle indicate:

- robotica di assistenza per riabilitazione cognitiva
- protesi di mano
- elaborazione di immagini e segnali per la diagnosi clinica

Il candidato descriva, anche mediante schema a blocchi, gli elementi costitutivi del sistema ed il loro funzionamento, ne giustifichi le scelte progettuali, con particolare riferimento alla scelta dei sensori e all'utilizzo del loro segnale.

Il candidato inoltre elenchi le principali limitazioni e sfide aperte.

Il candidato faccia infine riferimento alle specifiche normative per i dispositivi elettromedicali e classifichi il sistema robotico scelto.

**SETTORE: INFORMAZIONE**  
**Sotto-settore ELETTRONICA**

Il candidato proponga lo schema a blocchi di un circuito per la rilevazione, l'acquisizione, la digitalizzazione e il trasferimento verso un personal computer di un segnale fotoplethysmografico. Per ogni blocco funzionale se ne descrivano le caratteristiche principali e se ne definiscano e giustifichino le specifiche di massima.

**SETTORE: INFORMAZIONE**  
**Sotto-settore INFORMATICA**

Il candidato descriva e discuta l'architettura hardware/software di un sistema di bike sharing, evidenziando le componenti chiave necessarie per garantire l'efficienza e l'affidabilità del servizio. La descrizione dovrebbe includere dettagli sull'integrazione dei sensori, la gestione della rete di biciclette, il sistema di pagamento, e la comunicazione tra i dispositivi informatici utilizzati. Il candidato approfondisca poi uno dei seguenti ambiti: (i) Integrazione di sensori e tecnologia IoT per il monitoraggio delle biciclette, includendo il tracciamento in tempo reale, la manutenzione predittiva, e la gestione delle anomalie. (ii) Algoritmi di ottimizzazione per la distribuzione delle biciclette in città, considerando fattori come la domanda variabile e la previsione del flusso di utenti. (iii) Esperienza utente durante l'utilizzo del sistema, considerando le funzionalità offerte, l'usabilità del sistema, il design dell'interfaccia utente.

**SETTORE: INFORMAZIONE**  
**Sotto-settore TELECOMUNICAZIONI**

Il candidato descriva l'architettura di un sistema di Internet of Things (IoT). Si presenti uno schema a blocchi di massima, si descrivano le funzioni svolte da ciascun blocco, indicando i protocolli di comunicazione e gli eventuali software che il candidato utilizzerebbe per lo sviluppo di tale sistema. Infine, è richiesto al candidato l'approfondimento di almeno una parte del sistema precedentemente descritto.