

CORREZIONE PROVA D'ESAME 21 luglio 2006



Un piccolo sommergibile si muove sott'acqua a velocità costante.

Le pinne di direzione verticale vengono azionate in modo da mantenere una profondità assegnata: si suppone che la velocità di emersione/immersione del sommergibile dipenda dall'inclinazione delle pinne con legge temporale del tipo integrazione approssimata.

L'inclinazione delle pinne è determinata da un azionamento governato da un motore passo passo di cui si controlla la velocità di rotazione.

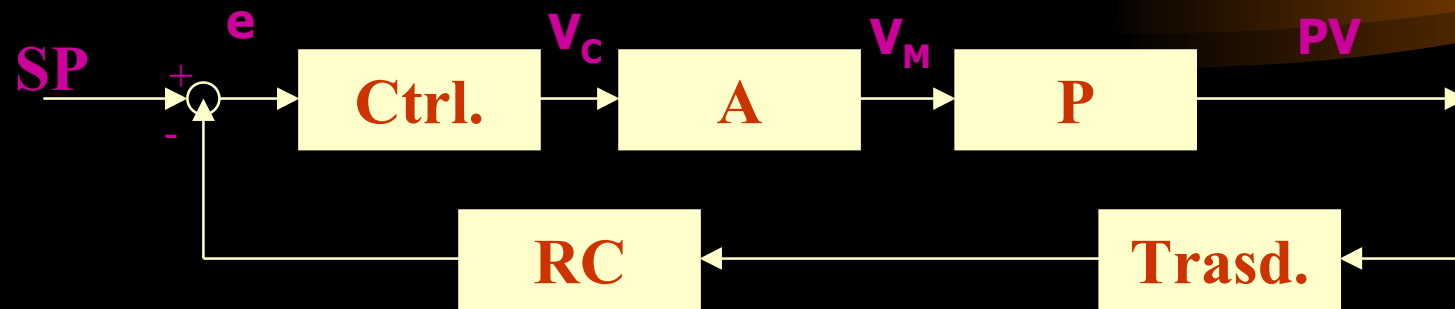
La misura di profondità viene effettuata con un trasduttore di pressione.

Si trascurino tutti i ritardi eventualmente presenti.

CORREZIONE PROVA D'ESAME 21 luglio 2006

- **Si disegni lo schema a blocchi della catena di acquisizione/regolazione indicando le variabili in ingresso e uscita di ciascun blocco.**
- **Si calcoli la funzione di trasferimento del processo in esame e dell'intero sistema di regolazione.**
- **Si disegni il diagramma di Bode della funzione così determinata discutendo gli eventuali problemi di stabilità/instabilità.**
- **In caso di instabilità del processo si proponga una forma di controllo utile a riportare il processo in condizioni di stabilità; si descrivano dettagliatamente le tecniche adottate per stabilizzare il processo e, ove fosse necessario, anche la loro implementazione numerica.**
- **Si scelga un trasduttore di pressione adatto alla misura della variabile di processo, se ne descriva il funzionamento e la necessaria rete di condizionamento.**
- **Si descriva il funzionamento del motore passo passo e del circuito di pilotaggio con alimentazione "chopper" spiegando le cause che ne suggeriscono l'impiego rispetto ad un controllo "ad impulsi" da microprocessore.**

CORREZIONE PROVA D'ESAME 21 luglio 2006



PV (Process Variable) = h profondità di immersione del sommergibile

V_M (Variabile manipolata) = θ angolo di orientamento delle pinne

V_C (Variabili di controllo) = impulsi (e loro periodo) con i quali controlliamo la velocità di rotazione del motore passo passo

CORREZIONE PROVA IN ITINERE - 2

$$\dot{h} = \frac{\vartheta}{(1 + s\tau)}$$

Il testo dell'esercizio dice che la dipendenza della velocità di immersione/emersione dall'orientamento delle pinne è di tipo integratore approssimato

$$\omega_M = k_1 \dot{\vartheta}$$

La velocità con cui il motore gira è proporzionale alla velocità di rotazione con cui le pinne si posizionano

$$V_C = k_2 \omega_M$$

La variabile di controllo con cui il controllore regola la velocità del motore è proporzionale alla sua velocità

$$\dot{h} = sh$$

Il controllo richiesto è sulla profondità la cui derivata fornisce la velocità di immersione/emersione

CORREZIONE PROVA IN ITINERE - 3

$$f_{dt} = \frac{k_1 k_2}{s s} \frac{1}{1 + s\tau}$$

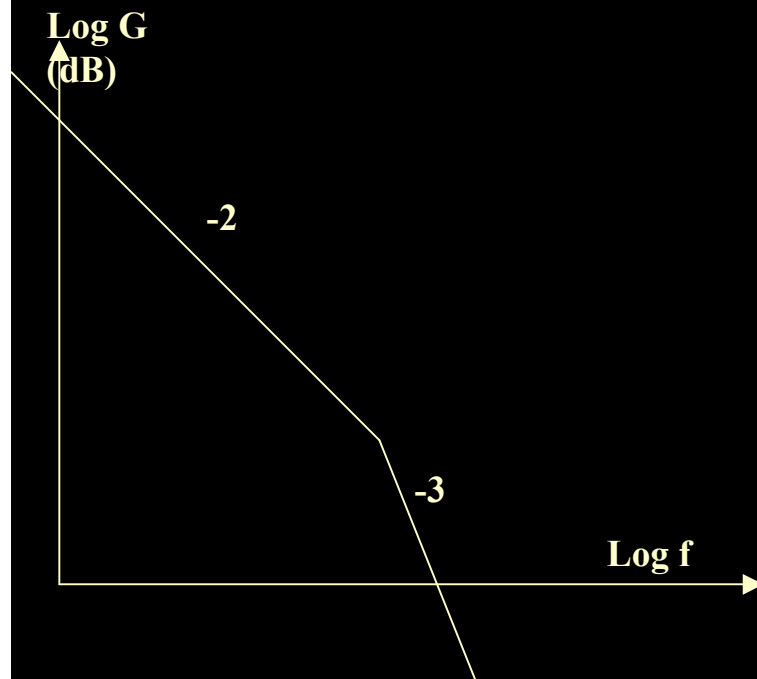
Polo doppio nell'origine + polo reale

Taglio a 0 dB con pendenza -3, possibile instabilità

In realtà, però, il polo introdotto dal fatto che si controlla in velocità il motore passo passo mentre è richiesta la determinazione della posizione può essere eliminato con un controllo in velocità (come?)

A questo punto il sistema resta con due poli dei quali quello reale può essere "allontanato" in frequenza con una compensazione dinamica

NB il polo doppio nell'origine non si può eliminare con uno zero doppio per il semplice fatto che l'origine non è determinabile ($\log f$)

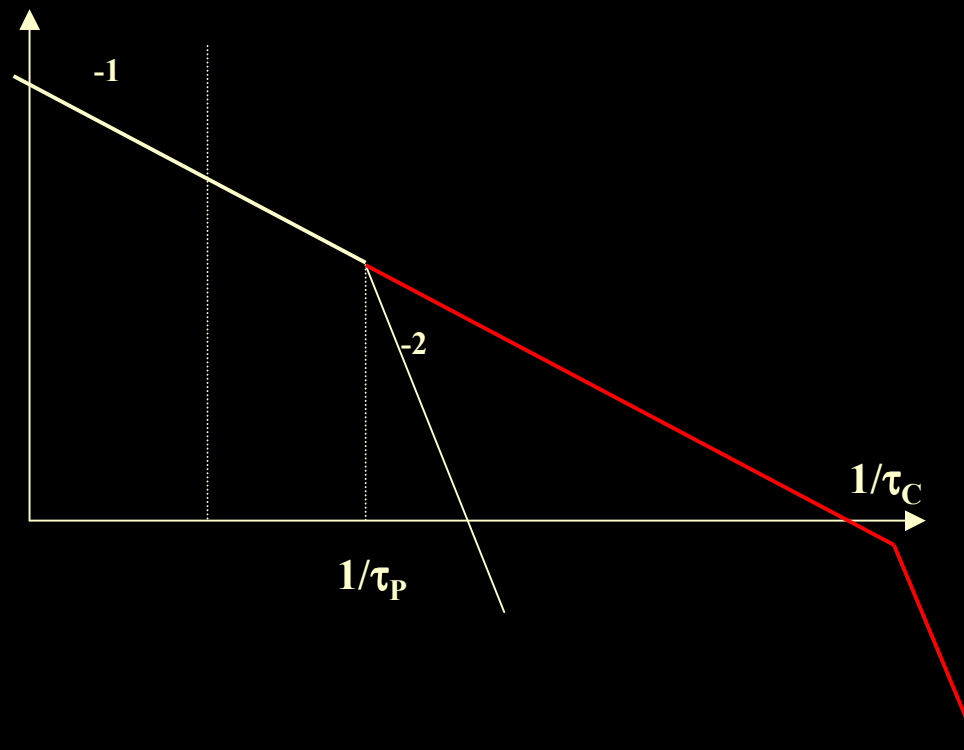
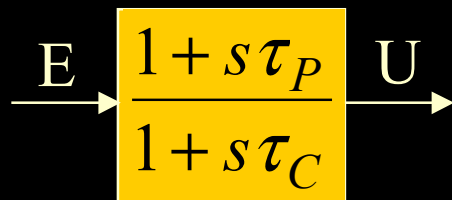


CORREZIONE PROVA IN ITINERE - 4

Funzione di trasferimento del controllore polo/zero a compensare il polo reale del processo (dopo l'applicazione del controllo in cascata)

$$\frac{U}{E} = \frac{(1 + s\tau_P)}{(1 + s\tau_C)}$$

con $\tau_P \gg \tau_C$



CORREZIONE PROVA IN ITINERE - 5

Funzione di trasferimento del controllore realizzabile in forma numerica

$$\frac{U}{E} = \frac{(1 + s\tau_P)}{(1 + s\tau_C)}$$

con $\tau_P \gg \tau_C$

$$U_n = \frac{\gamma \frac{\tau_P}{T_S} U_{n-1} + E_n + (E_n - E_{n-1}) \frac{\tau_P}{T_S}}{1 + \gamma \frac{\tau_P}{T_S}}$$

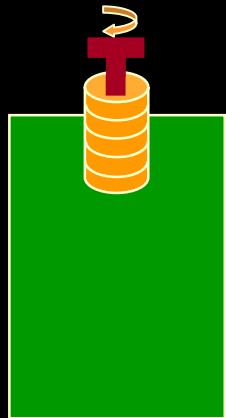
con $\gamma \tau_P = \tau_C$

No overflow per piccole variazioni di E

Per la spiegazione del controllo in velocità vedi slide 30-31 algoritmi di controllo

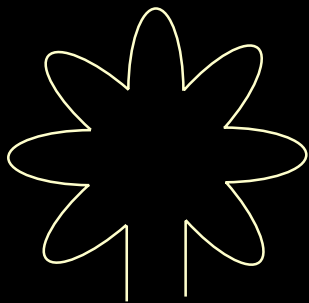
CORREZIONE PROVA IN ITINERE - 6

Per la misura della pressione si poteva usare un trasduttore avvitato tramite filettatura alla camera in cui si vuole misurare la pressione o una lamina a soffiutto o un estensimetro a petalo basati sul meccanismo dello strain gage in cui la variazione della resistenza è proporzionale alla deformazione subita



Per la spiegazione del gage factor vedi slide 59-61 trasduttori

La rete di condizionamento in questo caso poteva essere costituita da un amplificatore non invertente o nel caso si usassero estensimetri in coppia in un amplificatore per strumentazione



CORREZIONE PROVA IN ITINERE - 7

L'attuatore di cui si richiede la spiegazione è il motore passo passo.

Si rimanda alle dispense sugli attuatori, in particolare a:

- slide 20 per la descrizione del funzionamento e della movimentazione**
- slide 21 per la realizzazione della sequenza di pilotaggio**
- slide 22 per sua implementazione tramite shift register**
- slide 23 per motivazione che portano ad un pilotaggio con alimentatore a “fasi alterne”**
- slide 24 per la descrizione della modalità di alimentazione “a fasi alterne”**