

Dato il regolatore  $R(s) = 0,1 \frac{s+10}{s+1}$

- È una rete di ritardo
- Ha guadagno statico unitario
- È una rete di anticipo a guadagno statico unitario
- Presenta un diagramma di bode con caratteristiche di tipo "passa alto"
- Presenta un diagramma di bode con caratteristiche di tipo "passa basso"
- Ha come suo effetto utile l'attenuazione ad alta frequenza
- La pulsazione di massimo sfasamento è circa uguale a 3.2 rad/s
- La pulsazione di massimo sfasamento è circa uguale a 10 rad/s
- Non favorisce la moderazione del controllo,
- Ha come effetto utile l'amplificazione in alta frequenza
- con un regolatore R1(s) di tipo statico già progettato, può essere utilizzata per aumentare il margine di fase riducendo la frequenza di attraversamento propria del sistema
- con un regolatore R1(s) di tipo statico già progettato, può essere utilizzata per aumentare il margine di fase aumentando la frequenza di attraversamento propria del sistema

Dato il regolatore  $R(s) = \frac{1+10s}{1+s}$

- È una rete di ritardo
- Ha guadagno statico non unitario
- È una rete di anticipo a guadagno statico unitario
- Ha una pulsazione di intervento dello zero più bassa rispetto a quella del polo
- Ha una pulsazione di intervento del polo più bassa rispetto a quella dello zero
- Può teoricamente garantire anticipi di fase fino a 90°
- Può teoricamente garantire anticipi di fase fino a 180°
- La pulsazione di massimo sfasamento è circa uguale a 3.2 rad/s
- La pulsazione di massimo sfasamento è circa uguale a 0.32 rad/s
- amplifica rumori di misura in alta frequenza
- Ha come effetto dannoso l'amplificazione in alta frequenza
- Introduce attenuazione in bassa frequenza

Dato il regolatore  $R(s) = 10 \frac{s+0.1}{s+1}$

- È una rete di ritardo
- Ha guadagno statico non unitario
- È una rete di anticipo a guadagno statico unitario
- Presenta un diagramma di bode con caratteristiche di tipo "passa alto"
- Presenta un diagramma di bode con caratteristiche di tipo "passa basso"
- Ha come suo effetto utile l'attenuazione ad alta frequenza
- Ha come effetto utile l'allargamento della banda del sistema ad anello aperto
- Ha come effetto utile l'anticipo di fase
- Garantisce un anticipo di fase che dipende dalla posizione relativa tra polo e zero
- Ha un diagramma di bode delle ampiezze con un guadagno in alta frequenza che dipende dalla posizione relativa tra polo e zero
- La pulsazione di massimo sfasamento è circa uguale a 3.2 rad/s
- La pulsazione di massimo sfasamento è circa uguale a 0.32 rad/s

Dato il regolatore  $R(s) = \frac{1+0.1s}{1+s}$

- È una rete di ritardo
- È una rete di anticipo a guadagno statico unitario
- Ha come effetto utile lo sfasamento negativo
- Può teoricamente dare ritardi di fase fino a 90°
- Ha una pulsazione di intervento dello zero più bassa rispetto a quella del polo
- Ha una pulsazione di intervento del polo più bassa rispetto a quella dello zero
- Ha come suo effetto utile l'attenuazione ad alta frequenza
- Ha come effetto utile l'anticipo di fase
- La pulsazione di massimo sfasamento è circa uguale a 3.2 rad/s
- La pulsazione di massimo sfasamento è circa uguale a 0.32 rad/s
- favorisce la moderazione del controllo,
- amplifica rumori di misura in alta frequenza

Dato il regolatore  $R(s) = \frac{1+2s}{1+0.2s}$

- \_ È una rete di ritardo
- \_ Ha guadagno statico non unitario
- \_ È una rete di anticipo a guadagno statico unitario
- \_ Presenta un diagramma di bode con caratteristiche di tipo "passa alto"
- \_ Presenta un diagramma di bode con caratteristiche di tipo "passa basso"
- \_ Ha come suo effetto utile l'attenuazione ad alta frequenza
- \_ Ha come effetto negativo l'allargamento della banda del sistema ad anello aperto
- \_ Ha come effetto utile l'anticipo di fase
- \_ Garantisce un anticipo di fase massimo di 55°
- \_ Ha un diagramma di bode delle ampiezze con un guadagno in alta frequenza che dipende dalla posizione relativa tra polo e zero
- \_ La pulsazione di massimo sfasamento è circa uguale a 1.58 rad/s
- \_ La pulsazione di massimo sfasamento è circa uguale a 2 rad/s

Dato il regolatore  $R(s) = \frac{1+0.5s}{s}$

- \_ È una rete di ritardo
- \_ È una rete di anticipo a guadagno statico unitario
- \_ È un regolatore PI
- \_ Sfasa in ritardo a tutte le pulsazioni finite
- \_ Garantisce sempre errore a regime nullo a fronte di riferimenti a gradino per il sistema in retroazione
- \_ Garantisce sempre errore a regime nullo a fronte di disturbi sull'attuatore a gradino per il sistema in retroazione
- \_ Ha come suo effetto utile l'attenuazione ad alta frequenza
- \_ Ha come effetto utile l'anticipo di fase
- \_ favorisce la moderazione del controllo
- \_ amplifica rumori di misura in alta frequenza

Posto  $a>b>0$  il sistema dinamico  $G(s) = \frac{(1+a*s)}{(1+b*s)}$

- \_ è una rete anticipatrice a guadagno unitario
- \_ è una rete ritardatrice a guadagno unitario
- \_ è una rete anticipatrice a guadagno non unitario
- \_ introduce anticipo di fase a tutte le frequenze

Una rete anticipatrice

- \_ Ha come effetto utile in fase di stabilizzazione l'allargamento della banda del sistema ad anello aperto
- \_ Ha come effetto utile in fase di stabilizzazione l'anticipo di fase
- \_ Può teoricamente garantire anticipi di fase fino a 90°
- \_ Può teoricamente garantire anticipi di fase fino a 180°
- \_ Ha una pulsazione di intervento dello zero più bassa rispetto a quella del polo
- \_ Ha una pulsazione di intervento del polo più bassa rispetto a quella dello zero
- \_ Garantisce un anticipo di fase che dipende dalla posizione relativa tra polo e zero
- \_ Ha un diagramma di bode delle ampiezze con un guadagno in alta frequenza che dipende dalla posizione assoluta del polo e dello zero
- \_ Ha un diagramma di bode delle ampiezze con un guadagno in alta frequenza che dipende dalla posizione relativa tra polo e zero
- \_ Presenta un diagramma di bode con caratteristiche di tipo "passa alto"

Una rete anticipatrice a guadagno statico unitario.

- \_ ha come effetto utile l'anticipo di fase,
- \_ favorisce la moderazione del controllo,
- \_ attenua in alta frequenza,
- \_ amplifica rumori di misura in alta frequenza

In una rete anticipatrice, all'aumentare di  $\omega$  da zero all'infinito

- \_ agisce prima il polo poi lo zero
- \_ agisce prima lo zero poi il polo
- \_ la fase è sempre maggiore o uguale a zero
- \_ la fase è sempre minore o uguale a zero

L'anticipo di fase massimo ottenibile con una rete anticipatrice

- \_ è superiore a 90°,
- \_ è in relazione con la differenza fra la pulsazione del polo e quella dello zero,
- \_ è inferiore a 60°,
- \_ dipende dal guadagno statico della rete.
- \_ dipende dal guadagno statico della rete correttiva

Una rete anticipatrice fornisce un anticipo di fase

a tutte le pulsazioni

solo per  $\omega > 1/(\tau \sqrt{\alpha})$

solo per  $\omega < 1/(\tau \sqrt{\alpha})$

nessuna delle precedenti

dipendente dalla differenza fra la pulsazione dello zero e quella del polo.

La pulsazione a cui la rete di anticipo presenta il massimo anticipo di fase è ( $\alpha < 1$ )

$1/(\alpha \sqrt{\tau})$

$\tau / (\tau \sqrt{\alpha})$

$\alpha / (\tau \sqrt{\alpha})$

$1/(\tau \sqrt{\alpha})$

L'effetto stabilizzante di una rete anticipatrice a guadagno unitario deriva

dall'anticipo di fase introdotto dalla rete

dall'attenuazione introdotta dalla rete alle basse frequenze

dal guadagno introdotto dalla rete alle alte frequenze

Il progetto della rete di anticipo per cancellazione per soddisfare specifiche dinamiche date

è sempre possibile

se fattibile, consente di eliminare il problema delle code di assestamento per impianti senza zeri

se fattibile, elimina sempre il problema delle code di assestamento per impianti con zeri in bassa frequenza

può non essere possibile se il polo della rete deve essere utilizzato per imporre la frequenza di attraversamento e introduce uno sfasamento eccessivo

può non essere possibile se fissata la posizione dello zero la frequenza di attraversamento è maggiore di quella desiderata

può non essere possibile per il fatto di non poter fissare liberamente la pulsazione dello zero

può non essere possibile se il polo di fisica realizzabilità introduce uno sfasamento eccessivo.

prevede la cancellazione di un polo del sistema a frequenza minore della frequenza di attraversamento

prevede la cancellazione di un polo del sistema a frequenza maggiore della frequenza di attraversamento

consente di eliminare il problema delle code

consente di eliminare il problema delle code di assestamento per impianti senza zeri

è possibile se il polo della rete deve essere utilizzato per imporre la frequenza di attraversamento e introduce uno sfasamento eccessivo

è possibile se fissata la posizione dello zero la frequenza di attraversamento è minore di quella desiderata

Una rete di anticipo può essere utilizzata per aumentare il margine di fase senza aumentare la frequenza di attraversamento propria del sistema ?

sì, se la rete ha guadagno statico minore di 1

no, mai

No, se la rete è a guadagno statico unitario

dipende dal sistema

Una rete di anticipo a guadagno statico unitario può essere utilizzata per aumentare il margine di fase senza aumentare la frequenza di attraversamento propria del sistema ?

sì, sempre

no, mai

dipende dal sistema

In connessione con un regolatore  $R_1$  di tipo statico già progettato, una rete di anticipo a guadagno statico unitario può essere utilizzata per aumentare il margine di fase senza aumentare la frequenza di attraversamento propria del sistema ?

sì, sempre

no, mai

dipende dal sistema

In una rete ritardatrice,

l'effetto utile è l'attenuazione

lo zero è più lento del polo

lo zero serve per recuperare ai danni fatti dal polo sulla fase

lo zero serve per la fisica realizzabilità del regolatore.

In una rete ritardatrice, all'aumentare di  $\omega$  da zero all'infinito

agisce prima il polo poi lo zero

agisce prima lo zero poi il polo

la fase è sempre maggiore o uguale a zero

la fase è sempre minore o uguale a zero

Una rete ritardatrice

- Garantisce un ritardo di fase che dipende dalla posizione relativa tra polo e zero
- Ha un diagramma di bode delle ampiezze con attenuazione in alta frequenza che dipende dalla posizione assoluta del polo e dello zero
- Ha un diagramma di bode delle ampiezze con un attenuazione in alta frequenza che dipende dalla posizione relativa tra polo e zero
- Presenta un diagramma di bode con caratteristiche di tipo "passa basso"
- Ha come effetto utile in fase di stabilizzazione l'attenuazione ad alta frequenza
- Ha come effetto utile in fase di stabilizzazione l'attenuazione a bassa frequenza
- Ha come effetto utile in fase di stabilizzazione lo sfasamento negativo
- Può teoricamente dare ritardi di fase fino a  $90^\circ$
- Può teoricamente dare ritardi di fase fino a  $180^\circ$
- Ha una pulsazione di intervento dello zero più bassa rispetto a quella del polo
- Ha una pulsazione di intervento del polo più bassa rispetto a quella dello zero

Il progetto della rete di ritardo con le formule di inversione

- può essere applicato in tutte le situazioni,
- consente di minimizzare le code di assestamento
- genera sempre un regolatore con code di assestamento
- consiste nel fissare il guadagno e la fase del regolatore ad una data frequenza,

Non può essere effettuato se il guadagno statico è fissato

Una rete di ritardo a guadagno statico unitario può essere utilizzata per migliorare il margine di fase senza ridurre la frequenza di attraversamento propria del sistema ?

- sì, sempre
- no, mai

dipende dal sistema

Se nell'intervallo delle pulsazioni di attraversamento imposto dalle specifiche la fase propria dell'impianto (fissato il guadagno statico) non garantisce un margine di fase adeguato,

- il regolatore deve solo introdurre un anticipo di fase aggiuntivo,
- il regolatore deve avere almeno uno zero,
- il regolatore deve avere un'azione integrale,
- il regolatore può essere una rete anticipatrice
- il regolatore può essere una rete ritardatrice
- il regolatore deve essere un regolatore PID
- Nessuna delle precedenti

Se nell'intervallo delle pulsazioni di attraversamento imposto dalle specifiche la fase propria dell'impianto garantisce un margine di fase adeguato, allora

- il regolatore deve solo imporre la frequenza di attraversamento di specifica,
- il regolatore si deve limitare a non aggiungere ritardi di fase significativi,
- il regolatore deve imporre la frequenza di attraversamento di specifica senza introdurre ritardo di fase eccessivo
- il regolatore deve essere un PD
- il regolatore può essere un PI
- il regolatore può essere una rete ritardatrice
- il regolatore può essere una rete anticipatrice
- è impossibile soddisfare le specifiche

Il progetto del regolatore con le formule di inversione

- non può essere applicato in tutte le situazioni,
- può essere applicato in tutte le situazioni,
- può generare code di assestamento
- consente di minimizzare le code
- consiste nel fissare il guadagno e la fase del regolatore ad una data frequenza
- nel caso di una rete di anticipo non è possibile se l'anticipo di fase richiesto è maggiore di  $90^\circ$

porta ad un regolatore con un numero elevato di poli e zeri.

Se il regolatore  $R_1$  per soddisfare le specifiche statiche è di tipo proporzionale, allora il regolatore  $R_2(s)$  per soddisfare le specifiche dinamiche

- deve avere guadagno statico unitario
- deve essere un integratore
- può essere una rete anticipatrice,
- può essere una fdt non propria
- può avere guadagno statico diverso da 0dB
- deve avere guadagno statico pari a 3 dB,

Se il regolatore  $R_1(s)$  per soddisfare le specifiche statiche è di tipo integrale, allora il regolatore  $R_2(s)$  per soddisfare le specifiche dinamiche

- deve avere guadagno statico unitario,
- può essere costituito da un solo zero,
- ha guadagno statico che può essere scelto per soddisfare le specifiche dinamiche,
- ha guadagno statico che può essere scelto per soddisfare le specifiche dinamiche, se non ci sono specifiche frequenziali sull'attenuazione di disturbi
- ha guadagno statico che può essere scelto per soddisfare le specifiche dinamiche, nel caso di specifiche frequenziali sull'attenuazione di disturbi
- può avere grado relativo pari a  $-1$
- può avere uno zero nell'origine

Se dopo aver progettato il regolatore per le specifiche statiche, il margine di fase è insufficiente e la frequenza di attraversamento del sistema è maggiore della frequenza di attraversamento desiderata

- È possibile utilizzare una rete di ritardo
- È possibile utilizzare una rete di anticipo
- È possibile utilizzare un regolatore PID
- È possibile utilizzare una rete di ritardo-anticipo
- Non è possibile stabilizzare il sistema

La desaturazione dell'azione integrale viene introdotta per

- Evitare l'eccessivo caricamento dell'azione integrale
- aumentare il margine di fase,
- Ridurre la sovraelongazione della risposta altrimenti causato dal caricamento dell'azione integrale dovuto alla saturazione dell'attuatore,
- ridurre le code di assestamento altrimenti generate dalla saturazione dell'attuatore ,
- fare in modo che la variabile di controllo scenda al di sotto del valore di saturazione non appena l'errore cambia segno.
- fare in modo che la variabile di controllo scenda al di sotto del valore di saturazione non appena l'uscita oltrepassa il riferimento
- fare in modo che la variabile di controllo lasci il valore di saturazione non appena l'errore cambia segno.
- evitare la rottura dell'attuatore dovuta a eccessive sollecitazioni
- evitare la rottura dell'attuatore,
- migliorare il margine di ampiezza
- limitare l'azione di controllo di un regolatore PI nel funzionamento a regime
- limitare l'azione di controllo in una rete anticipatrice
- eliminare il rallentamento della risposta altrimenti causato dalla saturazione dell'attuatore

Lo schema di desaturazione viene introdotta per

- Evitare l'eccessivo caricamento dell'azione derivativa
- aumentare il margine di fase,
- eliminare il rallentamento della risposta altrimenti causato dalla saturazione dell'attuatore,
- fare in modo che la variabile di controllo scenda al di sotto del valore di saturazione non appena l'errore cambia segno.

In un sistema di controllo digitale:

- La pulsazione di campionamento deve essere maggiore di 2 volte la banda del sistema
- Per ridurre problemi di aliasing si può introdurre un filtro passa alto nell'anello di retroazione
- Il dispositivo di hold peggiora il margine di fase
- Il dispositivo di hold può essere approssimato con una funzione di trasferimento passa basso.
- Nel progetto del regolatore bisogna tenere in considerazione il ritardo introdotto dal dispositivo di tenuta

La precompensazione del segnale di riferimento risulta un accorgimento progettuale che mira a

- Migliorare le performance del sistema di controllo relativamente a segnali di riferimento
- Migliorare le performance del sistema di controllo relativamente a disturbi sull'uscita
- Migliorare le prestazioni a fronte di rumori di misura
- Migliorare le caratteristiche del loop a fronte del rumore di misura
- Garantire un valore del guadagno ad alta frequenza della funzione di sensibilità del controllo più basso e quindi garantire sforzi di controllo più limitati a fronte di riferimenti
- Garantire un valore del guadagno ad alta frequenza della funzione di sensibilità del controllo più basso e quindi garantire sforzi di controllo più limitati a fronte di disturbi sull'uscita
- Allargare la banda della funzione di sensibilità complementare tra riferimento e uscita
- Allargare la banda della funzione di sensibilità complementare tra riferimento e uscita garantendo contemporaneamente una moderazione della variabile di controllo
- Introdurre una azione di controllo feedforward al fine di migliorare le caratteristiche del sistema di controllo in presenza di poche incertezze sulla dinamica controllata

La compensazione dinamica del segnale di riferimento può essere utilizzata per

- \_ ridurre la sensibilità ai rumori di misura,
- \_ ridurre la sensibilità agli errori di modello,
- \_ ridurre le sollecitazioni dell'attuatore,
- \_ rendere maggiormente pronta la risposta del sistema quando non è possibile od opportuno farlo con il regolatore in retroazione**

**Limitare la banda passante della funzione di trasferimento fra ingresso di riferimento e uscita**

Limitare la banda passante della funzione di trasferimento fra disturbo sull'uscita e uscita

**Limitare l'azione di controllo a fronte di ingressi di riferimento con elevata banda**

\_ limitare la banda passante del sistema complessivo

\_ Migliorare il margine di ampiezza

\_ Migliorare il margine di fase,

**Introdurre una azione di controllo feedforward al fine di migliorare le caratteristiche del sistema di controllo in presenza di poche incertezze sulla dinamica controllata**

La struttura di controllo in cascata può essere utilizzata

\_ sempre

**\_ quando il sistema è scomponibile in più sottosistemi in cascata aventi dinamiche proprie diverse e le variabili intermedie sono accessibili per la misura,**

\_ quando il sistema è scomponibile in più sottosistemi in cascata aventi dinamiche proprie diverse e le variabili intermedie sono accessibili per la misura, purché non entrino disturbi fra i sottosistemi,

**\_ anche per il controllo di motori elettrici**

Il controllo in cascata può essere realizzato quando:

\_ sempre

Il sistema risulta descritto da due dinamiche in parallelo

**Il sistema risulta descritto dalla cascata di due dinamiche con le relative uscite disponibili per la retroazione**

\_ Il sistema risulta descritto dalla cascata di due dinamiche di cui quella a valle è caratterizzata da ritardo

\_ Le due dinamiche in cascata sono asintoticamente stabili

Il vantaggio della realizzazione di un sistema di controllo mediante la strategia del controllo in cascata (ove possibile) è

Una maggiore insensibilità a fronte di disturbi sull'uscita controllata

**Una maggiore insensibilità a fronte di disturbi sulla variabile retroazionata dell'anello interno**

**\_ Semplicità progettuale derivante dal fatto di affrontare due problemi di progetto "semplici" al posto di uno "complicato"**

\_ Miglioramento del tempo di assestamento relativo al segnale di riferimento.

**Una maggiore semplicità nella stabilizzazione di sistemi di ordine elevato.**

Si consideri un sistema lineare tempo invariante avente ingresso u, uscita y e variabile intermedia x tali che

$$\frac{X(s)}{U(s)} = \frac{1}{1+s}, \quad \frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{1}{1+0.01s}$$

La misura della variabile intermedia x e' disponibile per l'elaborazione. Ha senso l'utilizzo della tecnica di controllo in cascata?

\_ purché entri anche un disturbo fra i due sottosistemi

**\_ si**

\_ no

Il principio del modello interno asserisce che

l'inseguimento perfetto di riferimenti costanti è garantito se e solo se la funzione ad anello aperto presenta almeno un polo nell'origine e il sistema in retro è asintoticamente stabile

L'abbattimento di un disturbo sull'uscita sinusoidale alla frequenza  $\omega=1\text{rad/s}$  è garantito se e solo se la funzione d'anello aperto presenta una coppia di poli c.c. a parte reale nulla e parte immaginaria pari a 1 e il sistema in retro è asintoticamente stabile

Il sistema in retro è asintoticamente stabile

In un sistema chiuso in retroazione:

l'inseguimento perfetto di riferimenti costanti è garantito se e solo se la funzione ad anello aperto presenta almeno un polo nell'origine e il sistema in retro è asintoticamente stabile

L'abbattimento di un disturbo sull'uscita sinusoidale alla frequenza  $\omega=1\text{rad/s}$  è garantito se e solo se la funzione d'anello aperto presenta una coppia di poli c.c. a parte reale nulla e parte immaginaria pari a 1 e il sistema in retro è asintoticamente stabile

l'inseguimento perfetto di riferimenti costanti è sicuramente garantito se il sistema in retro è asintoticamente stabile

Un sistema di controllo risulta avere buona robustezza a fronte di ritardi presenti nell'anello se

\_ La funzione ad anello aperto ha un buon rapporto tra margine di fase e pulsazione di attraversamento

\_ La funzione ad anello aperto ha una banda elevata

**\_ La funzione ad anello aperto ha un elevato margine di fase**

\_ La funzione ad anello aperto ha un elevato margine di ampiezza

Un regolatore che cancelli con zeri tutti i poli dell'impianto consente di stabilizzare sistemi instabili in anello aperto  
\_ si,

**no**

\_ dipende dai poli stabili del sistema.

Un errore di off-set (fuori zero) nella catena di acquisizione influenza l'errore a regime:

**Si, sempre**

\_ No, mai

\_ No, se nella funzione d'anello c'è un polo nell'origine

\_ in relazione alla tipologia di regolatore

La presenza di un errore costante sulla misura della variabile di uscita (off-set di misura), influenza l'errore a regime:

**Si, sempre**

\_ No, mai

\_ No, se nella funzione d'anello c'è un polo nell'origine

**In relazione all'andamento della funzione di sensitività complementare per  $\omega \rightarrow 0$**

\_ In relazione all'andamento della funzione di sensitività complementare per  $\omega \rightarrow \infty$