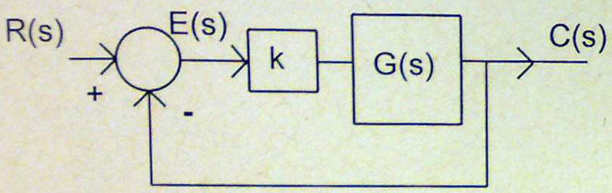
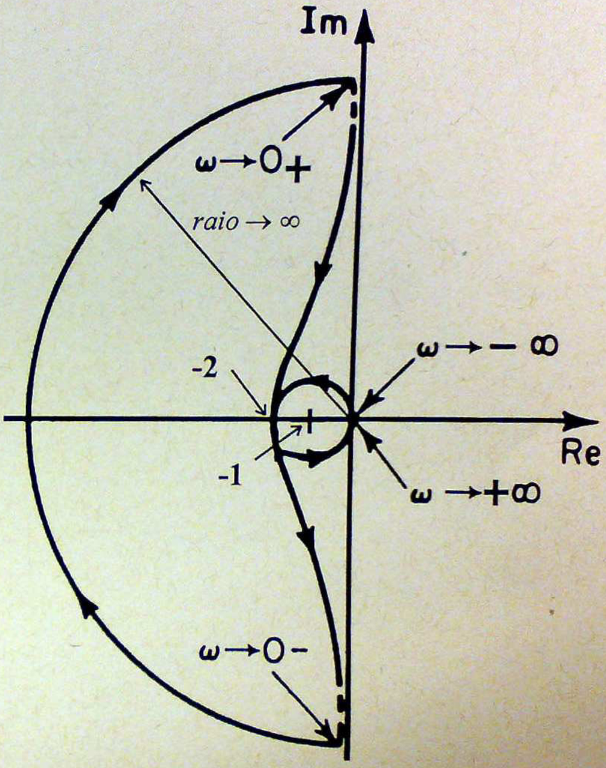
1ª QUESTÃO

Seja o sistema de controle indicado abaixo, sabendo-se que G(s) tem um pólo no SPD (semiplano direito):





Dado o Diagrama de Nyquist de kG(s):

A) O sistema em malha fechada é estável? Caso não o seja, forneça o número de pólos no SPD da função de transferência de malha fechada. Justifique sua resposta.

B) Existe algum valor de k que altera a estabilidade do sistema em malha fechada? Justifique.

C) Aplicando-se uma rampa unitária na referência, o sistema apresenta erro em regime estacionário. Justifique.

A) Ponto $-1 + j0$ com envolvimento anti-horário e nº de pólos no SPD é igual

P1

3ª QUESTÃO

Considere o sistema de controle com realimentação unitária cuja função de transferência de malha aberta é dada por:

$$G(s) = \frac{a \cdot s + 1}{s^2}$$

A) Determinar o valor de **a** tal que a margem de fase seja 45°.

B) Nestas condições, qual o erro de regime para uma entrada em rampa unitária?

C) Para a>0, quanto vale a margem de ganho?

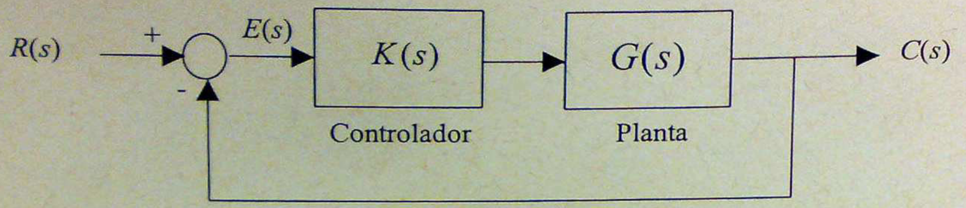
A) $$\frac{\frac{2s+1}{s^2}}{1+\frac{2s+1}{s^2}} = \frac{2s+1}{s^2+2s+1}$$

$$0 = 20 \log\left(\frac{2s+1}{s^2+2s+1}\right)$$

$$\frac{2s+1}{} = 1$$

2ª QUESTÃO

Considere o sistema de controle da figura abaixo. Entende-se por sistema **não compensado** aquele em que K(s)=1 e por sistema **compensado** aquele com o controlador K(s) na malha.



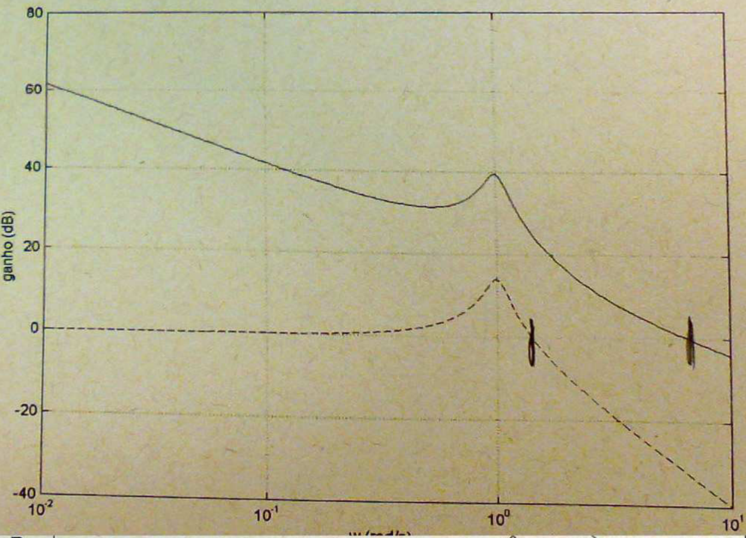
Os **Diagramas de Bode** a seguir contêm as respostas em freqüência de malha aberta: i) do **sistema não compensado** – isto é, da própria planta G(s) **(em linha tracejada)**; ii) do **sistema compensado** – isto é, de K(s)G(s) **(linha cheia)**. O sistema em **malha fechada é estável** e tem um par de **pólos dominantes subamortecidos**.

Pedem-se:

A) Qual é o efeito do compensador sobre a margem de fase do sistema? Ela aumenta? Diminui? Permanece a mesma?. Justifique sua resposta.

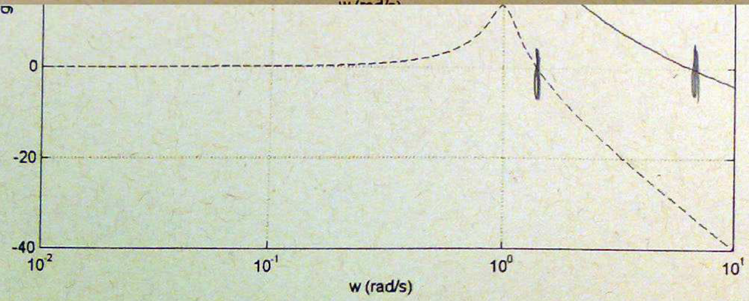
B) O sistema não compensado apresenta ressonância significativa em malha fechada? E o sistema compensado? Porque?

C) Qual a natureza do compensador utilizado - avanço, atraso, P, PI, PD, PID? Porque?



ressonância significativa em malha fechada? E o sistema compensado? Porque?

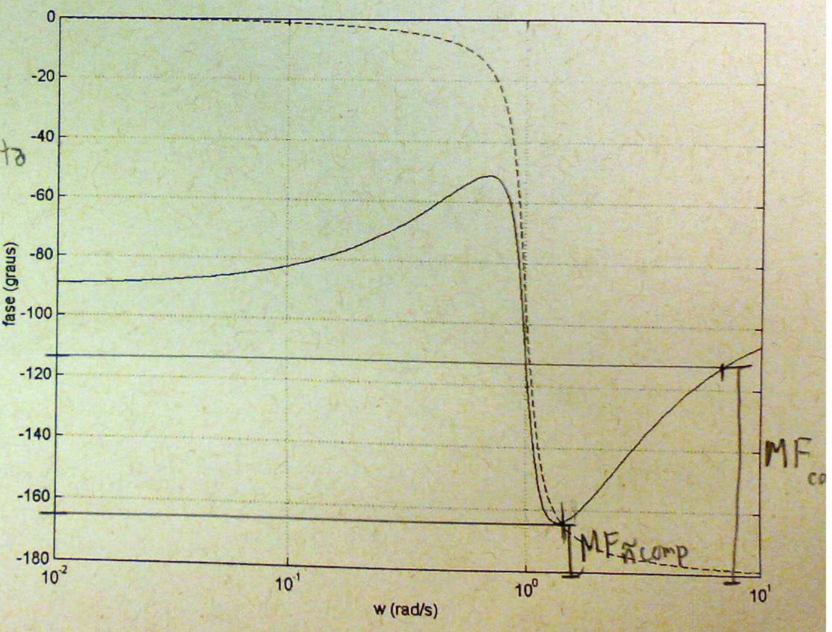
C) Qual a natureza do compensador utilizado - avanço, atraso, P, PI, PD, PID? Porque?



A) $MF_{compensado} \cong 65°$

• $MF_{\tilde{n}\ compensado} \cong 15°$

De acordo com o gráfico, MF aumenta



B)

C) É um compensador PI pois tem ganho elevado em baixas frequencias

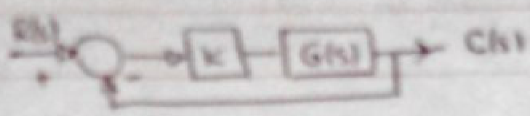
... de ganho com uma reta inclinada (caracteristico da

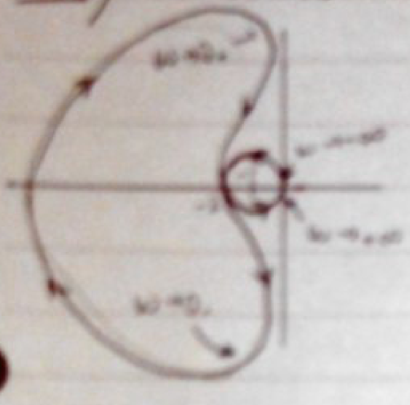
21 / 06 / 13

Controle

P2-2009

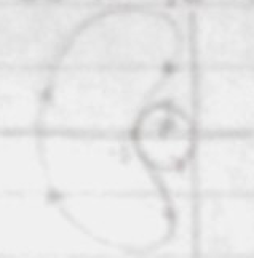
Q01) 1 polo no SPD





(A) 1 envolvimento no sentido anti-horário = 1 polo no SPD ⇒ sistema estável

(B) Se $K = 1/2$ temos:



p/ $K < 1/2$ temos apenas um envolvimento no sentido horário logo o sistema é instável.

(C) $\angle G(j\omega \to -\infty) = 90^\circ$ $\lim \angle G(j\omega \to 0^-) = 180^\circ$ ⇒ sistema tipo 1 ⇒ $e_{ss} = 1/K$

$\angle G(j\omega \to +\infty) = -90^\circ$ $\lim \angle G(j\omega \to 0^+) = -90^\circ$

Q02)

Sistema em malha fechada: estável e 1 par de polos dominantes subamortecidos

(A) MF não compensado $\approx 180 - 165 \cong 15^\circ$

MF compensado $\approx 180 - 115 \cong 65^\circ$

Ou seja, o sistema compensado aumenta a margem de fase

(B) O sistema não compensado apresenta ressonância significativa uma vez que o seu maior ganho ocorre na frequência de ressonância

O sistema compensado não apresenta ressonância significativa uma vez que em frequências diferentes da de ressonância ele apresenta ganhos iguais ou maiores

(C) Compensador tem um polo na origem e um zero com frequência alta, logo se trata de um compensador PID

22/06/13

Q03) FTMA = $G(s) = \frac{as+1}{s^2}$ FTMF: $\frac{as+1}{s^2+as+1} \Rightarrow a>0$

A) MF = 45° ⇒ a = ? $G(j\omega) = \frac{a(j\omega)+1}{(j\omega)^2} = \frac{aj\omega+1}{-\omega^2} = -\frac{a}{\omega}j - \frac{1}{\omega^2}$

$|G(s)| = 1$

$MF = 180° + \angle G(j\omega_1)$

$|G(j\omega)| = \sqrt{\left(-\frac{a}{\omega}\right)^2 + \left(-\frac{1}{\omega^2}\right)^2}$

$|G(j\omega)| = \sqrt{\frac{a^2}{\omega^2} + \frac{1}{\omega^4}} = 1$

$\frac{a^2\omega^2+1}{\omega^4} = 1$

$\omega^4 - a^2\omega^2 - 1 = 0$

$\omega^2 = \frac{+a^2 \pm \sqrt{a^4+4}}{2}$

Da condição de fase:

$\tan^{-1}\left(\frac{-a/\omega}{-1/\omega^2}\right) + 180° = MF$ → 45°

$\tan^{-1}\left(\frac{a}{\omega}\cdot\omega^2\right) = -135°$

$a.\omega = \tan(-135°)$ ⇒ $\boxed{\omega = \pm 1/a}$

⇒ $\frac{1}{a^2} = \frac{a^2 \pm \sqrt{a^4+4}}{2}$

$\frac{2}{a^2} - a^2 = \pm\sqrt{a^4+4}$

$\frac{2-a^4}{a^2} = \pm\sqrt{a^4+4}$

$\frac{4-4a^4+a^8}{a^4} = a^4+4$

$4 - 4a^4 + a^8 = a^8 + 4a^4$

$8a^4 = 4$

$a^4 = 1/2 \Rightarrow \boxed{a = \pm\sqrt{1/\sqrt{2}}}$

B) $G(s) = \frac{(1/\sqrt{2}).s+1}{s^2}$ ⇒ sistema tipo 2 ⇒ e_{∞} = 0 //

C) $|MG| = \frac{1}{|G(j\omega)|}$; $\angle G(j\omega) = 180° \Rightarrow \tan^{-1}\left(\frac{-a/\omega}{-1/\omega^2}\right) = 180° \Rightarrow a\omega = \tan(180°)$ 0

Como a>0 ⇒ ω=0

$|MG| = \frac{1}{\sqrt{a^2/\omega^2 + 1/\omega^4}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{a^2\omega^2+1}{\omega^4}}} = \frac{\omega^2}{\sqrt{a^2\omega^2+1}} = 0$ //