



TE055

Compensação dinâmica:
Controlador de avanço

Prof^a Juliana L. M. Iamamura

Compensação dinâmica

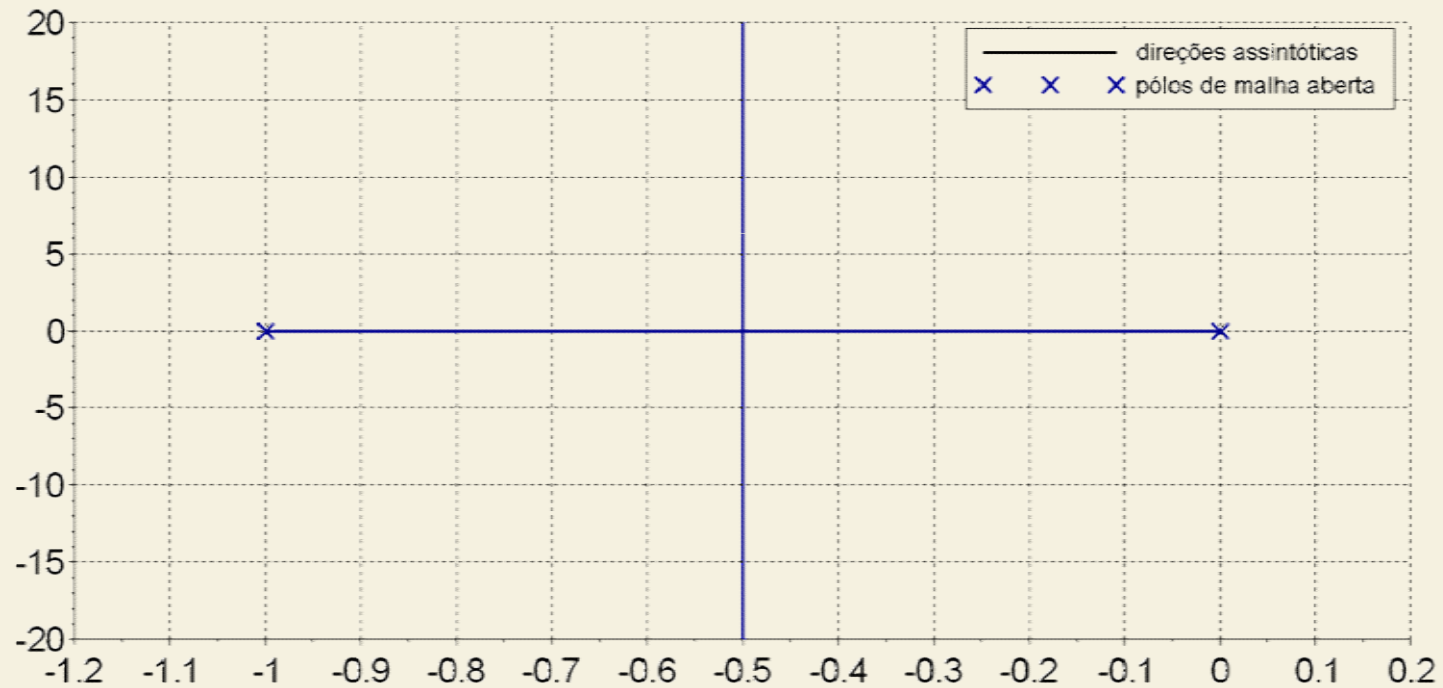
Considere a planta de um sistema a realimentação unitária definido pela função de transferência de malha aberta $G(s) = \frac{1}{s(s+1)}$.

Suponha que o projeto exija $\omega_n \approx 2$.

Quanto vale o ganho necessário para cumprir a exigência do projeto?

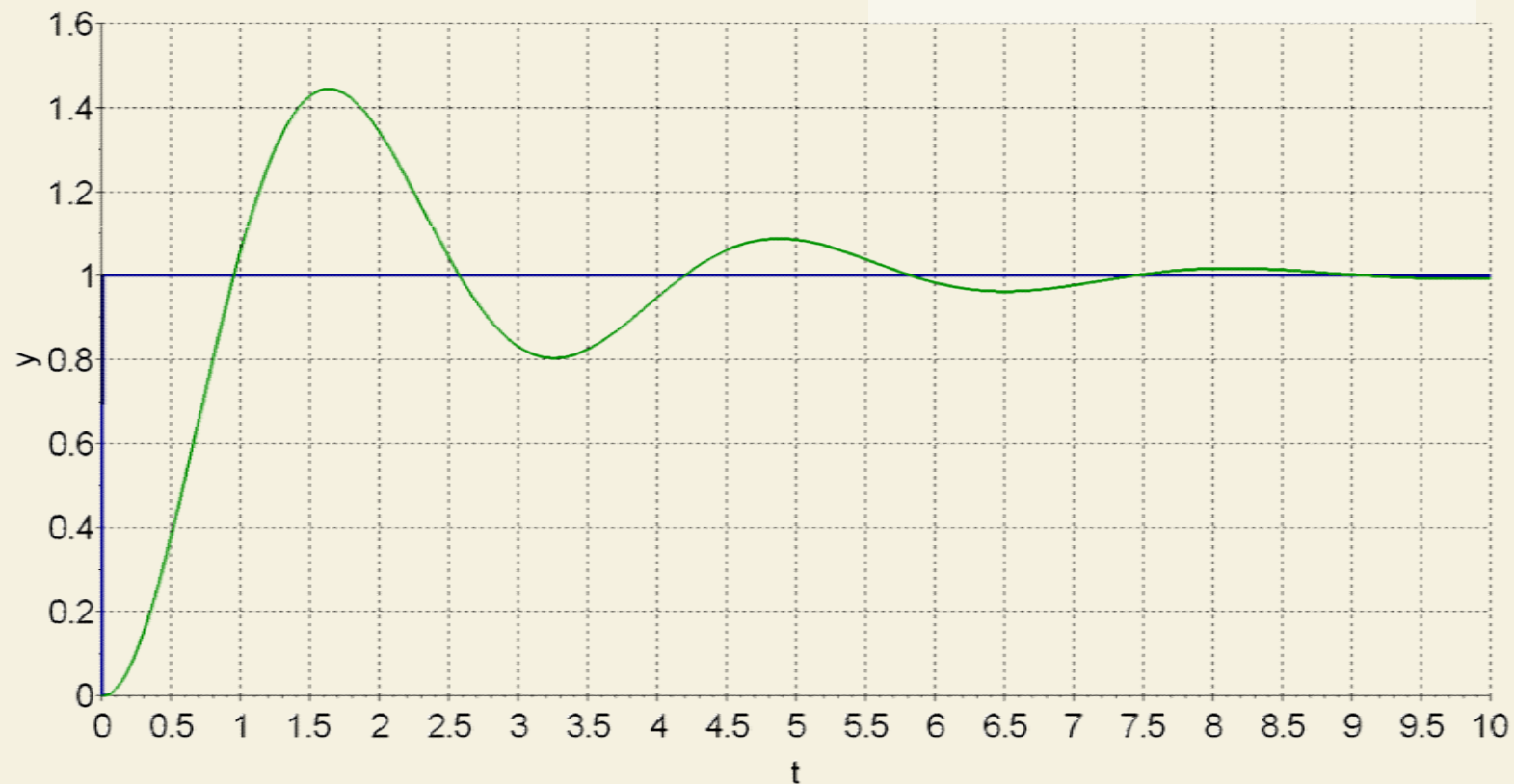
Quanto vale o amortecimento equivalente?

Lugar das raízes do sistema sem controlador



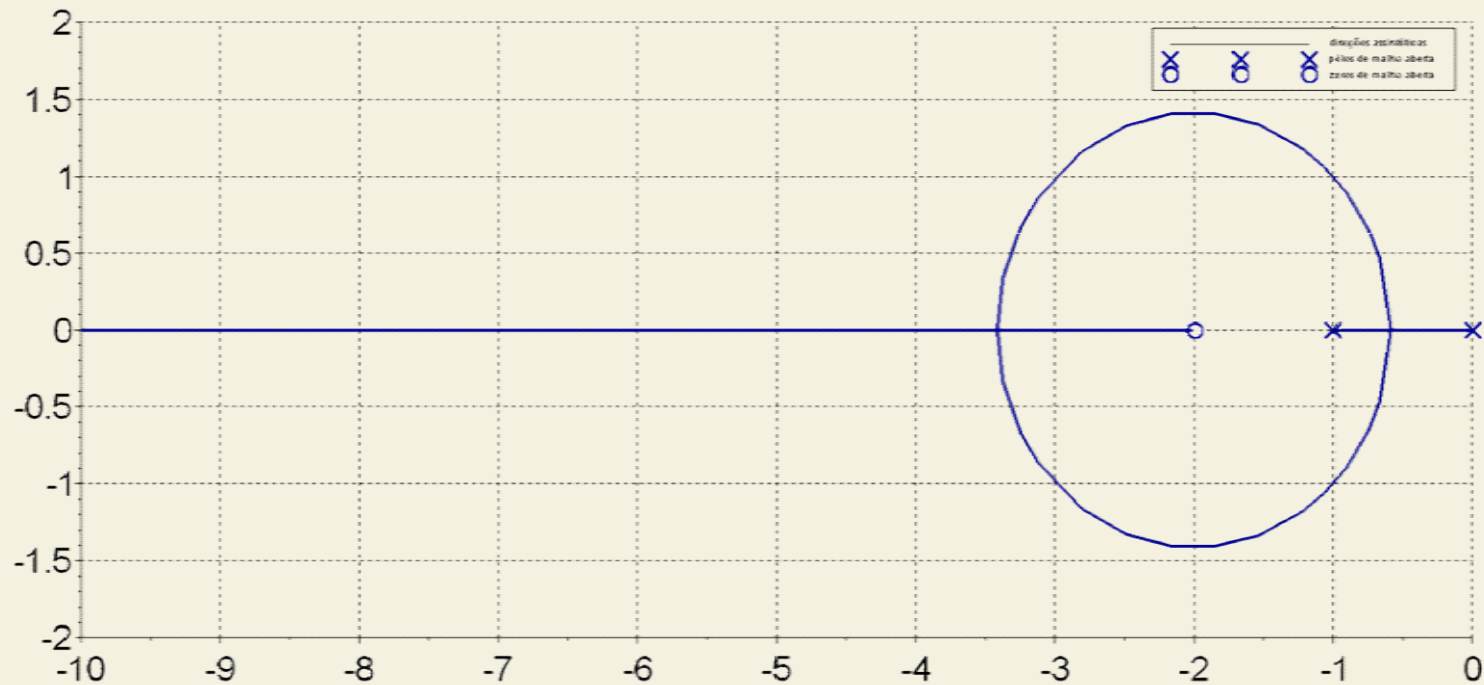
Resposta ao degrau do sistema com controlador proporcional, $K = 4$

Sobressinal elevado!



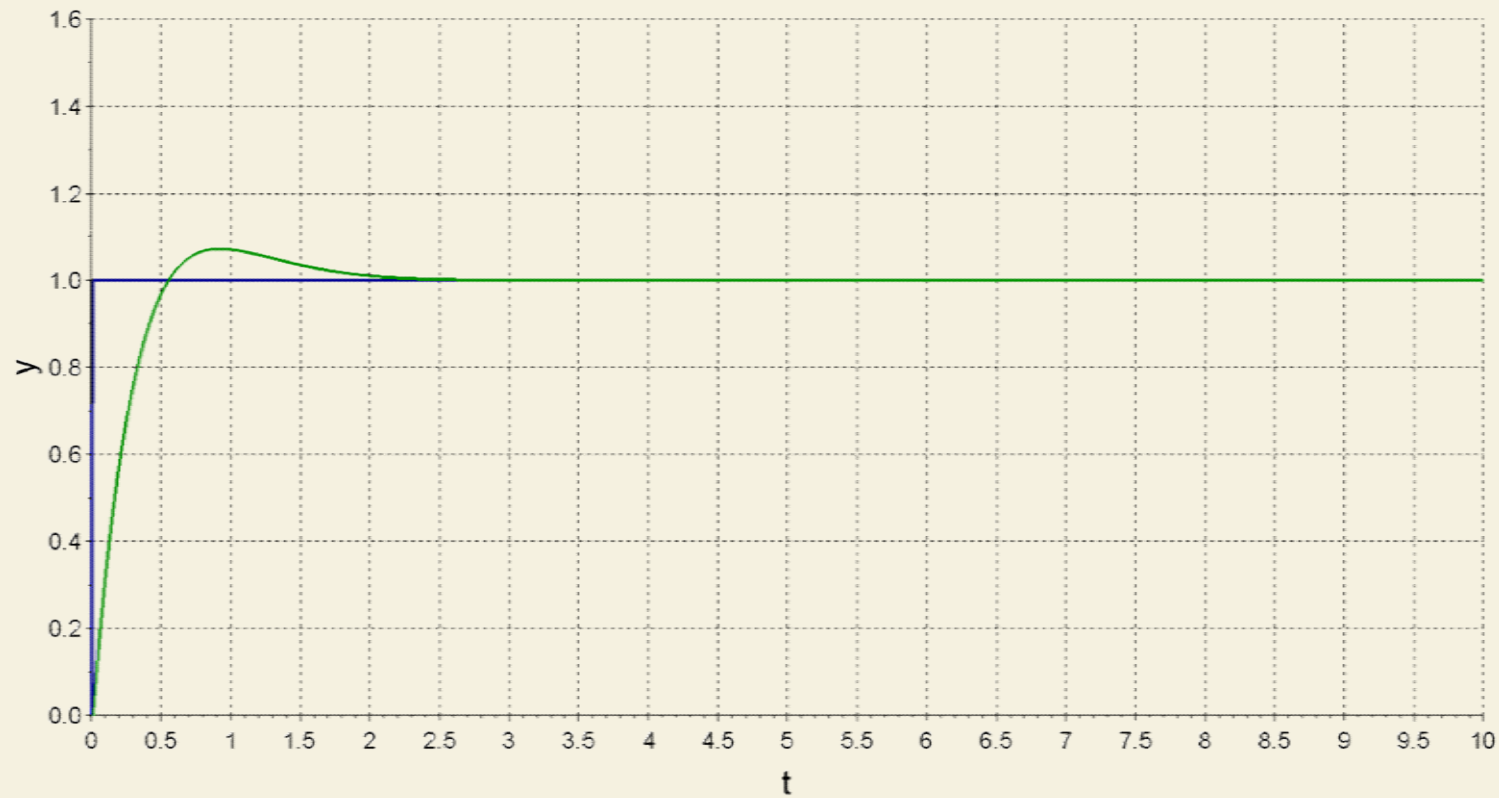
Controlador de avanço

Acrescentamos um controlador PD, $D(s) = K(s+2)$.



Controlador de avanço

Acrescentamos um controlador PD, $D(s) = 4(s+2)$.



Controlador de avanço

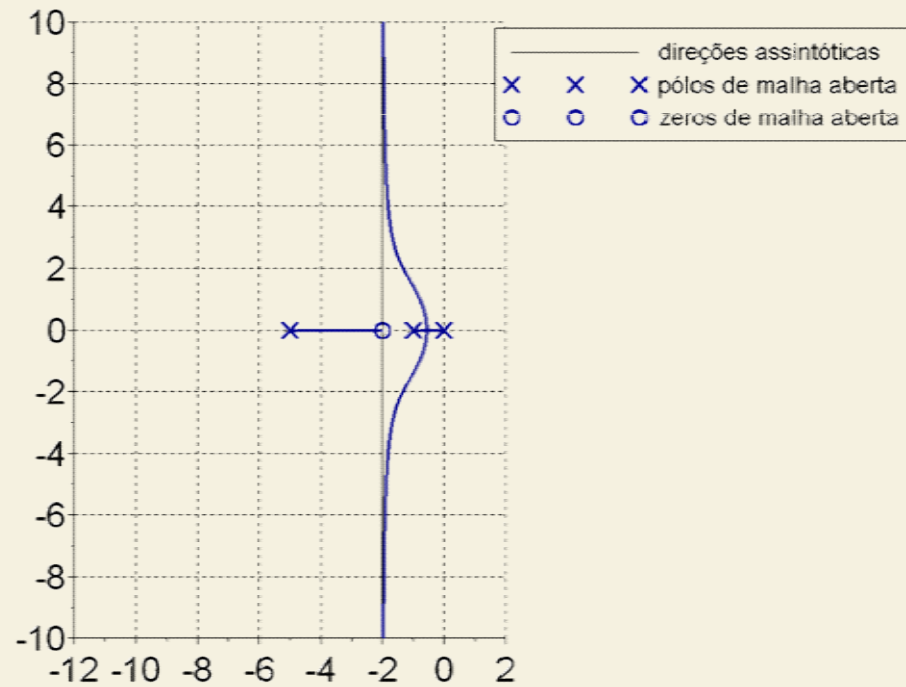
No entanto, um controlador PD apresenta ganho elevado em altas frequências, aumentando o ruído e provocando problemas de estabilidade.

Na implementação prática do controlador, sempre haverá um polo.

Escolhe-se um polo suficientemente distante do zero, para não interferir de maneira demasiada na dinâmica do sistema.

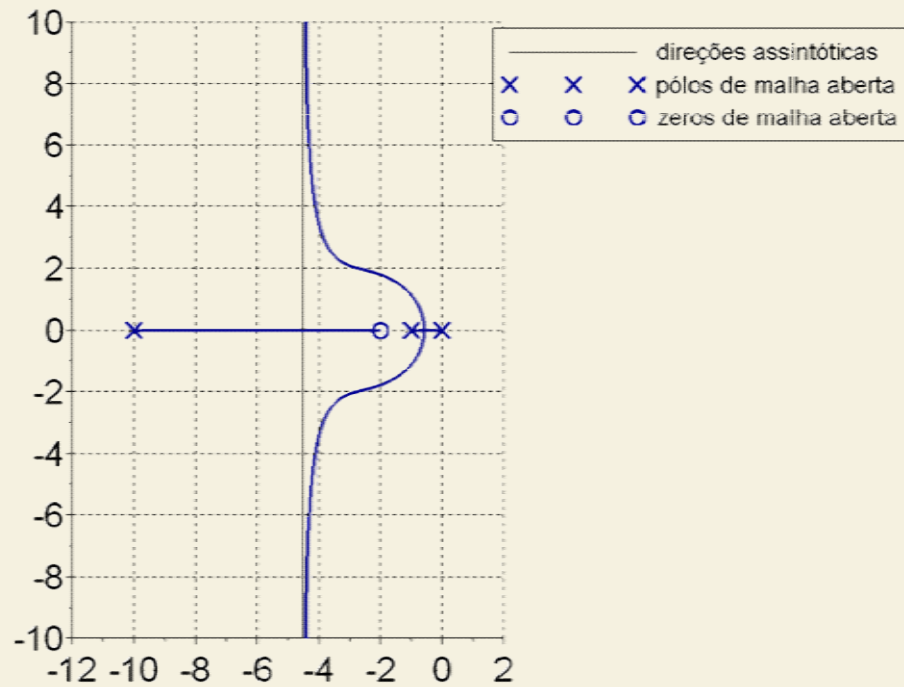
Controlador de avanço

Zero em -2, polo em -5



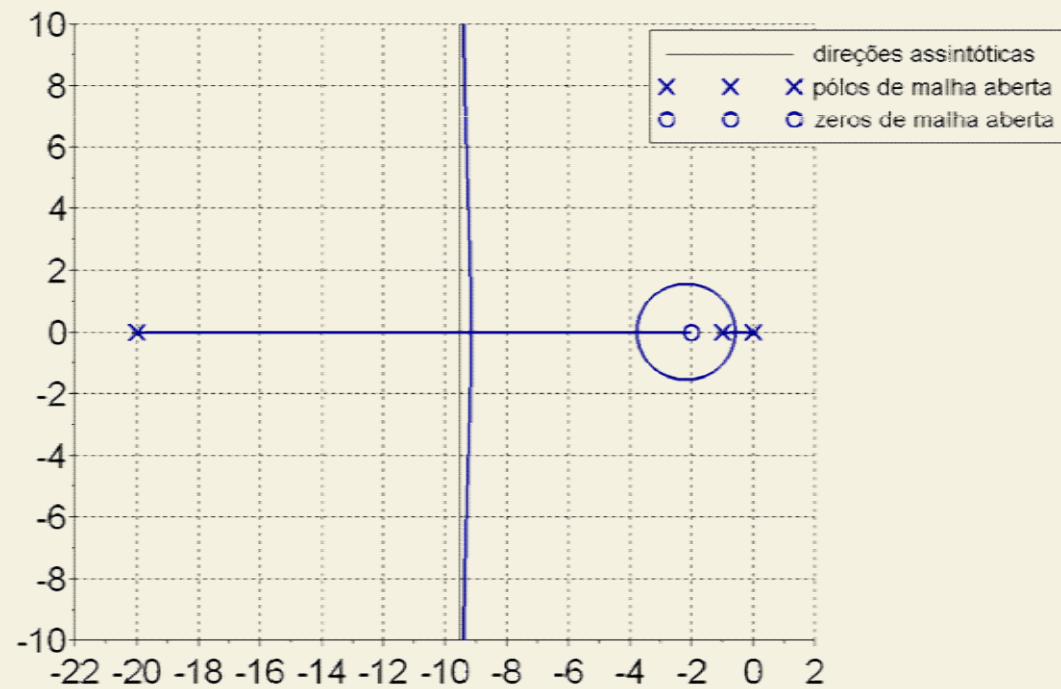
Controlador de avanço

Zero em -2, polo em -10



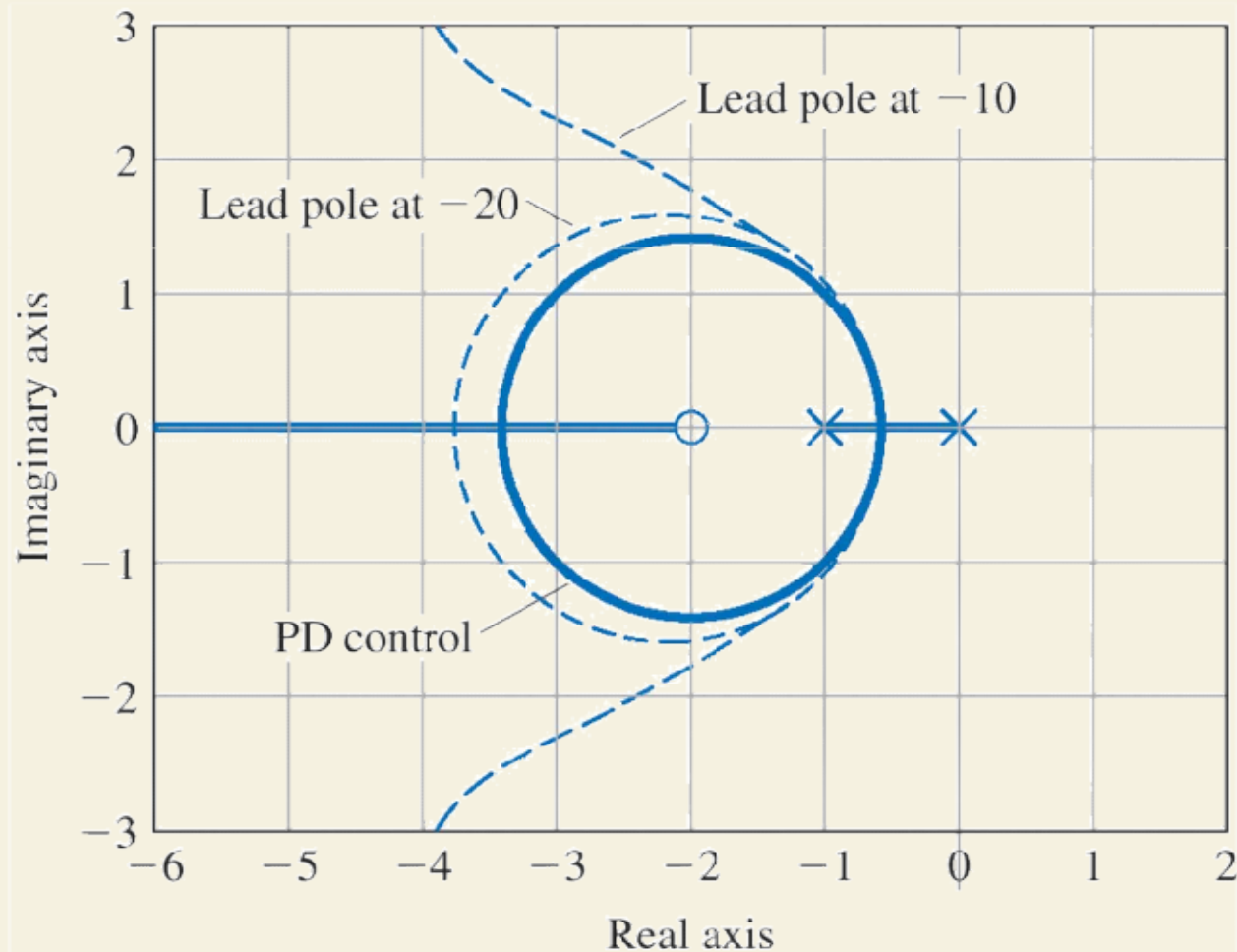
Controlador de avanço

Zero em -2, polo em -20



Comparação dos LR dos controladores

Figure 5.23 Root loci for three cases with $G(s) = \frac{1}{s(s+1)}$: (a) $D(s) = \frac{(s+2)}{(s+20)}$; (b) $D(s) = \frac{(s+2)}{(s+10)}$; (c) $D(s) = s + 2$ (solidlines)



Procedimento para se projetar um controlador de avanço por LR

1. Listar as especificações do projeto e verificar as posições das polos de MF dominantes;
2. Esboçar o LR do sistema não compensado e tentar compensá-lo apenas com um ganho;
3. Se não for possível, escolher um zero próximo a ω_n ;

Procedimento para se projetar um controlador de avanço por LR

4. Escolher um polo 5 a 20 vezes maior (em módulo) que o zero, utilizando a condição de pertinência de ângulo.
5. Utilizando a condição de pertinência de módulo, determinar o valor do ganho;
6. Verificar o resultado. Se necessário, repetir o procedimento para reajustar os parâmetros.

Exemplo 1

24. Suppose the unity feedback system of Fig. 5.60 has an open-loop plant given by $G(s) = 1/s^2$. Design a lead compensation $D(s) = K \frac{s + z}{s + p}$ to be added in series with the plant so that the dominant poles of the closed-loop system are located at $s = -2 \pm 2j$.

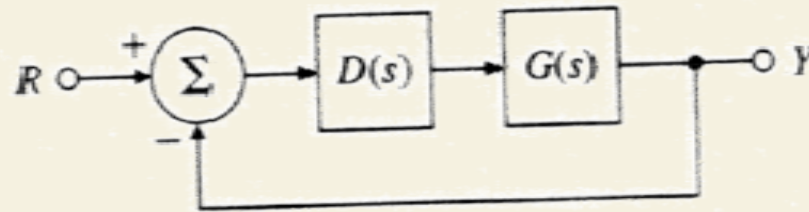
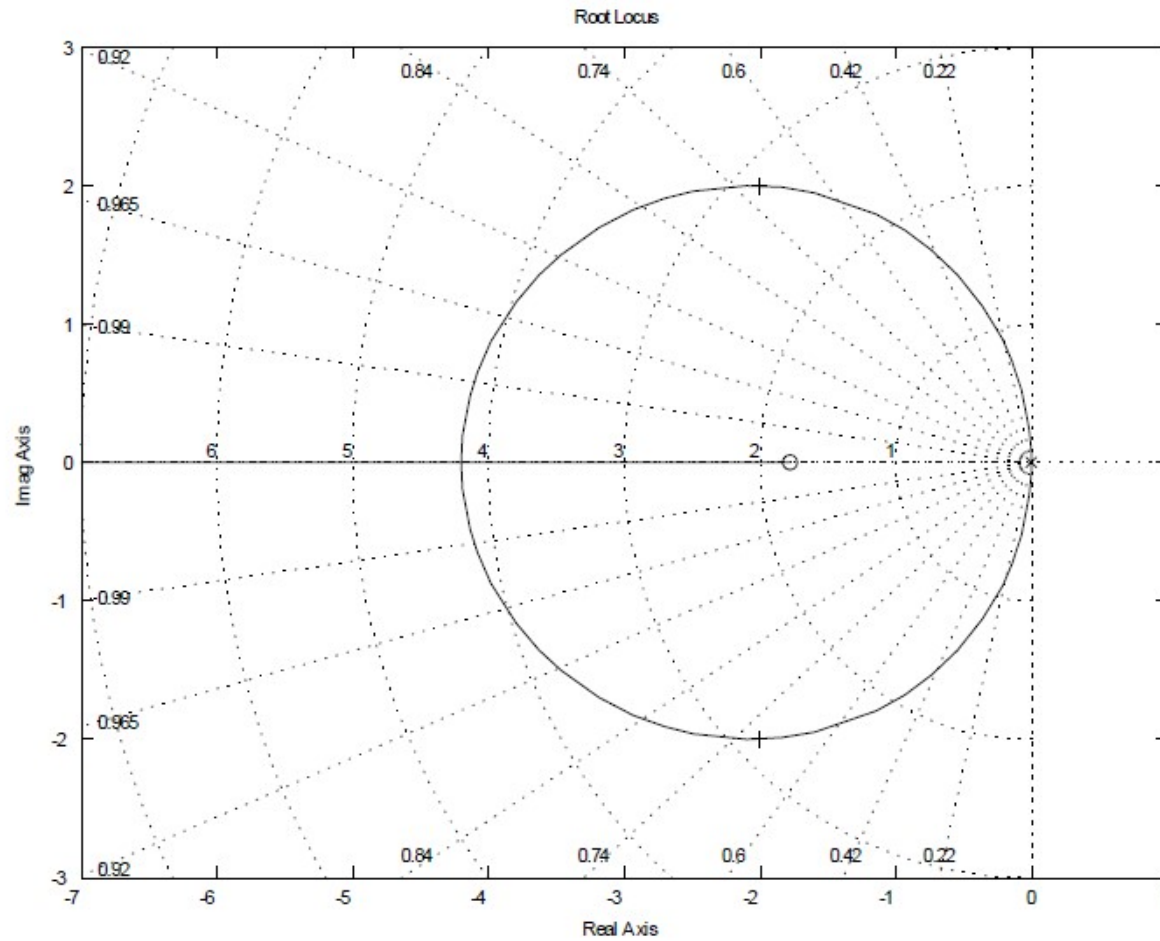


Figure 5.60: Unity feedback system for Problems 5.22 to 5.28 and 5.33

Exemplo 1



Root locus for Problem 24

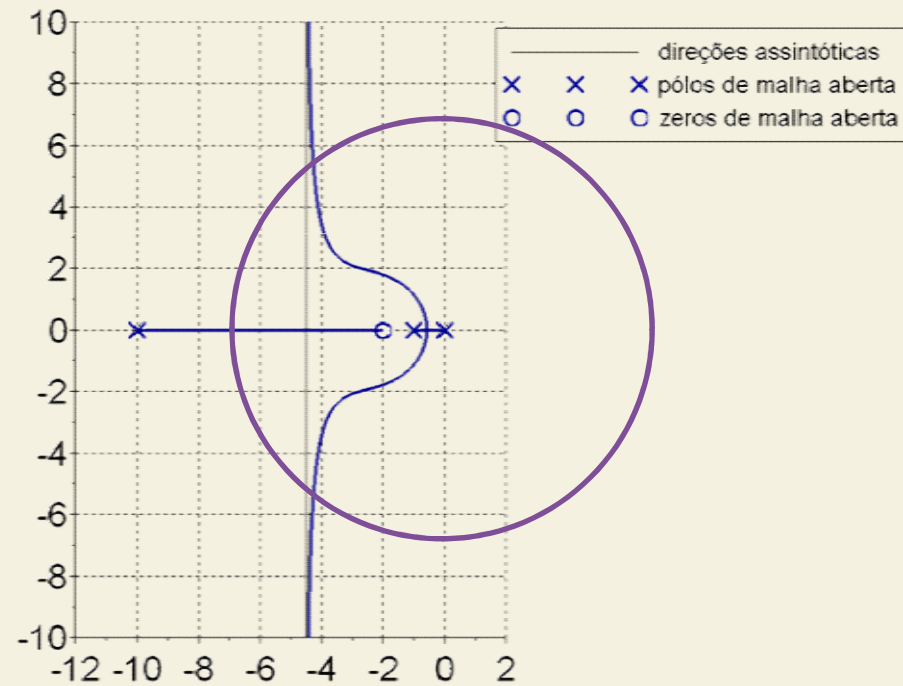
Exemplo 2

(Franklin exemplo 5.11)

Encontre um compensador para $G(s) = \frac{1}{s(s+1)}$
que resulte em um sobressinal que não seja maior que 20% e em um tempo de subida que não seja superior a 0,3s.

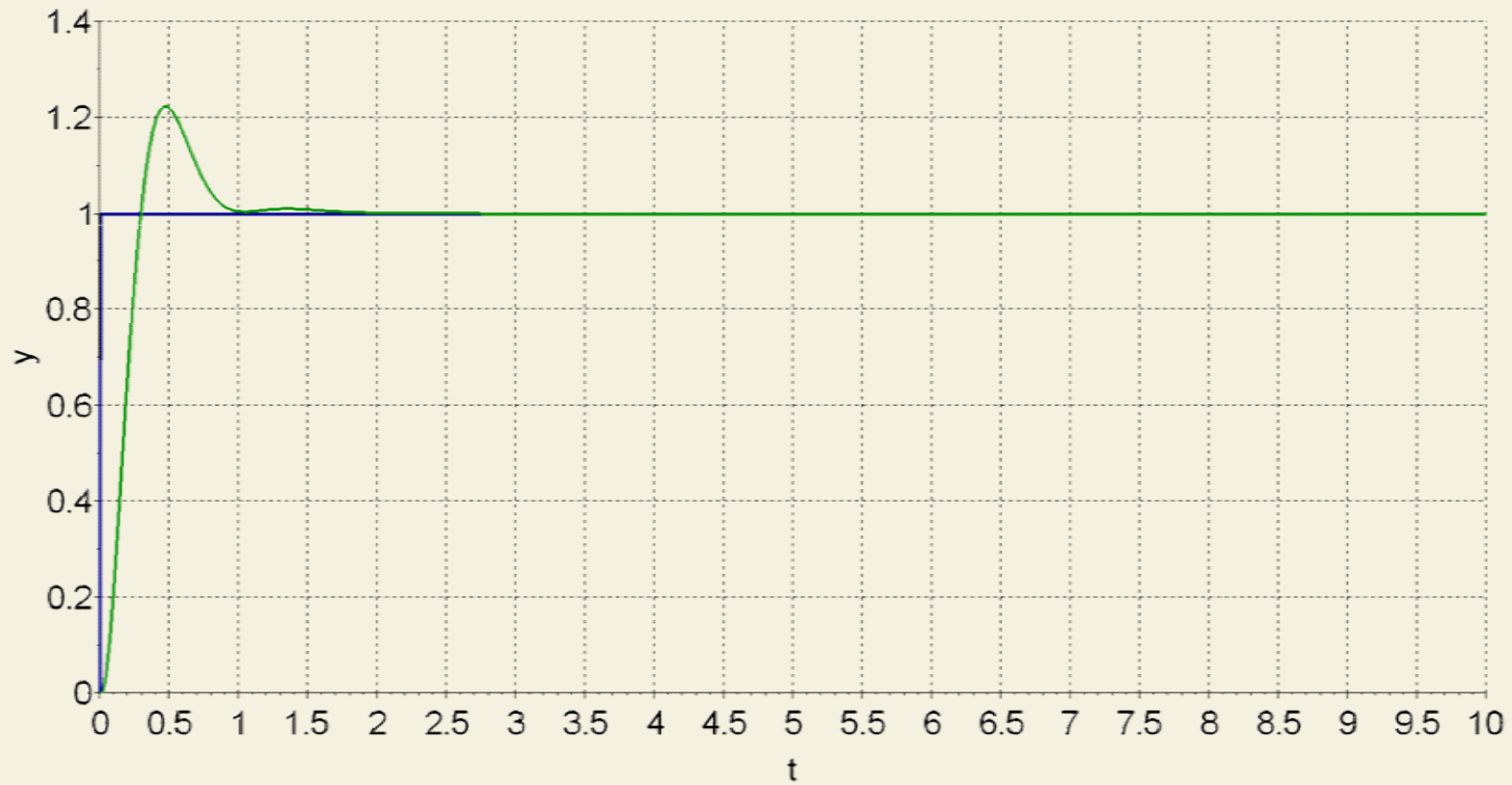
Exemplo 2

$$D(s) = \frac{K(s + 2)}{(s + 10)}$$



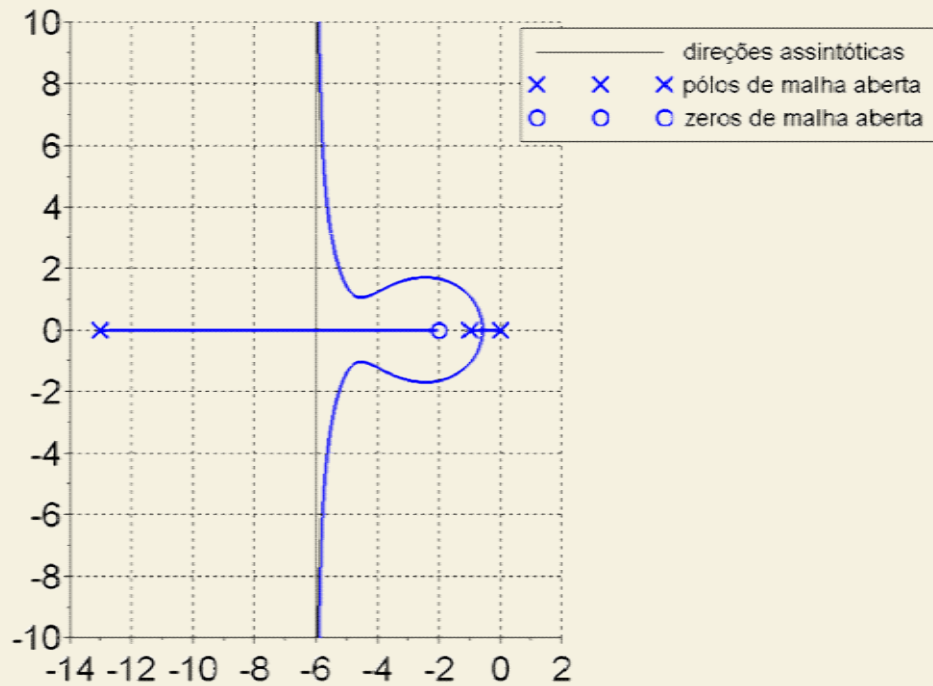
Exemplo 2

$$D(s) = \frac{70(s + 2)}{(s + 10)}$$



Exemplo 2

$$D(s) = \frac{K(s + 2)}{(s + 13)}$$



Exemplo 2

$$D(s) = \frac{91(s+2)}{(s+13)}$$

