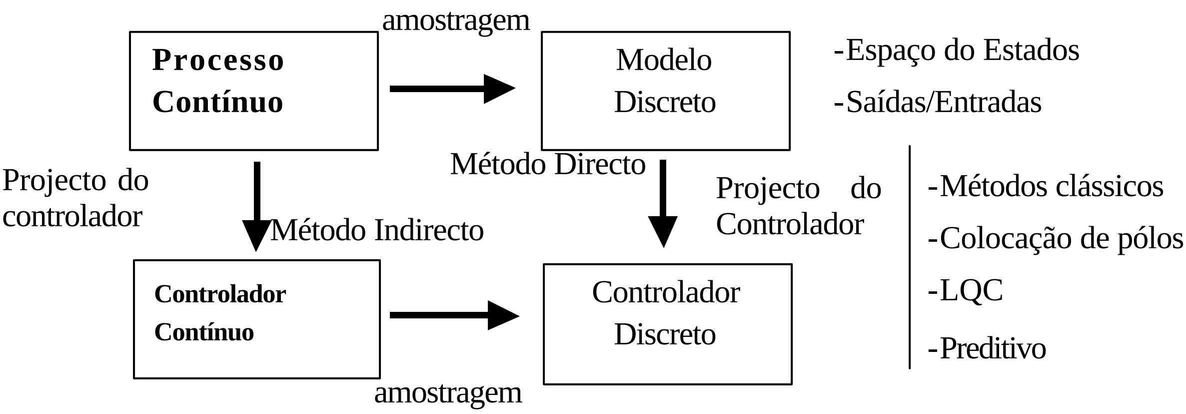
INSTITUTO POLITÉCNICO DE TOMAR

Engenharia Electrotécnica

1ª Aula Prática

Projecto de controladores discretos



A tabela seguinte apresenta os métodos numéricos utilizados no projecto de controladores digitais. Partindo do controlador analógicos, estes métodos permitem determinar o controlador discreto equivalente.

Método	Equação de Mapeamento
Diferenças para Trás	$s = \frac{1 - z^{-1}}{T}$
Diferenças para a Frente	$s = \frac{1 - z^{-1}}{Tz^{-1}}$
Transformação Bilinear	$s = \frac{2}{T}\frac{1 - z^{-1}}{1 + z^{-1}}$
Transformação Bilinear com Pré-Distorção da Frequência	$s = \frac{2}{T}\frac{1 - z^{-1}}{1 + z^{-1}}$ $(w_A = \frac{2}{T}\tan\frac{w_D T}{2})$
Invariância na Resposta a Impulso	$G_D(z) = TZ[G(s)]$
Invariância na Resposta a Degrau	$G_D(z) = Z\left[\frac{1 - e^{-Ts}}{s} G(s)\right]$
Mapeamento de Pólos e Zeros	$s = -a \Rightarrow z = e^{-aT}$ pólo ou zero no infinito mapeados em z=-1

Exercícios propostos

1. Obtenha o filtro digital equivalente, $G_D(z)$, do filtro analógico descrito pela equação:

$$y'' + a_1 y' + a_2 y = x'$$

utilizando o método das diferenças para trás.

2. Obtenha o filtro digital equivalente, $G_D(z)$ para,

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

utilizando o método bilinear. Considere um tempo de amostragem de 0.1s.

3. Utilizando o método bilinear e o método bilinear com pré-distorção da frequência, projecte um filtro passa-baixo que tenha uma resposta em frequência semelhante à do filtro analógico:

$$G(s) = \frac{10}{(s+10)}$$

Considere a região de frequências definida de entre $0<w<10$ e um tempo de amostragem de 0.2s.

4. Aplicando o método da invariância da resposta a degrau, obtenha o discreto equivalente de:

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

Considere um tempo de amostragem de 0.1s.

5. Aplicando o método de mapeamento de pólos e zeros, projecte o equivalente discreto da função:

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

0.0.1 Mapeamento de pólos e zeros – Procedimentos

1. Factorizar G(s). Mapear os pólos de G(s) no plano z de acordo com a expressão $z=e^{sT}$.

2. Mapear os zeros finitos de G(s) da mesma forma.

3. Os zeros infinitos de G(s) são mapeados em z=-1. Deste modo para cada zero infinito em s, obtém-se um factor (z+1) no numerador de discreto. Os pólos infinitos contínuos mapeaim-se da mesma forma (z=-1). Notar que o número de zeros finitos é igual ao número de pólos em excesso.

4. Ajustar o ganho do filtro discreto de forma a que este coincida com o contínuo. Notar que para filtros passa-baixo o ganho do filtro contínuo em s=0 deve coincidir com o do filtro discreto em z=1. Para filtros passa-alto, o ganho do filtro contínuo em $s=\infty$ deve coincidir com z=-1.