

## Lista de Exercícios 3

1) Projete filtros FIR de mínimo erro quadrático com fase linear generalizada a partir dos seguintes dados:

- Largura unilateral da banda-base:  $\omega_c$ ,
- Frequência central da banda passante:  $\omega_0$ ,
- Ordem do filtro:  $L - 1$ .

Pede-se o seguinte.

- a. A resposta impulsiva  $h_{pb}(n)$  do filtro passa-baixas na banda-base  $\Omega_{pb} = [0, \omega_c]$ .
  - b. A resposta impulsiva  $h_{pa}(n)$  do filtro passa-altas na banda passante  $\Omega_{pa} = [\pi - \omega_c, \pi]$ .
  - c. A resposta impulsiva  $h_{pf}(n)$  do filtro passa-faixa com banda passante  $\Omega_{pf} = [\omega_0 - \omega_c, \omega_0 + \omega_c]$ .
- 2) No processo de projeto de um filtro passa-baixas pelo critério de Chebyshev, obteve-se a função erro  $E(\omega)$  na faixa de passagem conforme a Figura 1 e na faixa de rejeição conforme a Figura 2. Pede-se o seguinte.
- a. Determine as frequências extremantes e os desvios que ocorrem nelas. Esta situação satisfaz o Teorema da Alternância?
  - b. Pelo Teorema da Alternância, qual é o atraso de grupo  $M$  do filtro?
  - c. Determine a função de ponderação  $W(\omega)$  que permite que a função de erro ponderada  $E_W(\omega)$  obedeça o Teorema da Alternância.
  - d. Determine a função  $Q(\omega)$ , que é um fator na decomposição da função de amplitude  $A(\omega)$  em projeto de tal forma que

$$A(\omega) = Q(\omega)\tilde{A}(\omega)$$

e o outro fator seja a soma de  $\tilde{M} + 1$  cossenoides em  $\omega$

$$\tilde{A}(\omega) = \sum_{k=0}^{\tilde{M}} \tilde{a}_k \cos(k\omega).$$

Determine também  $\tilde{M}$ .

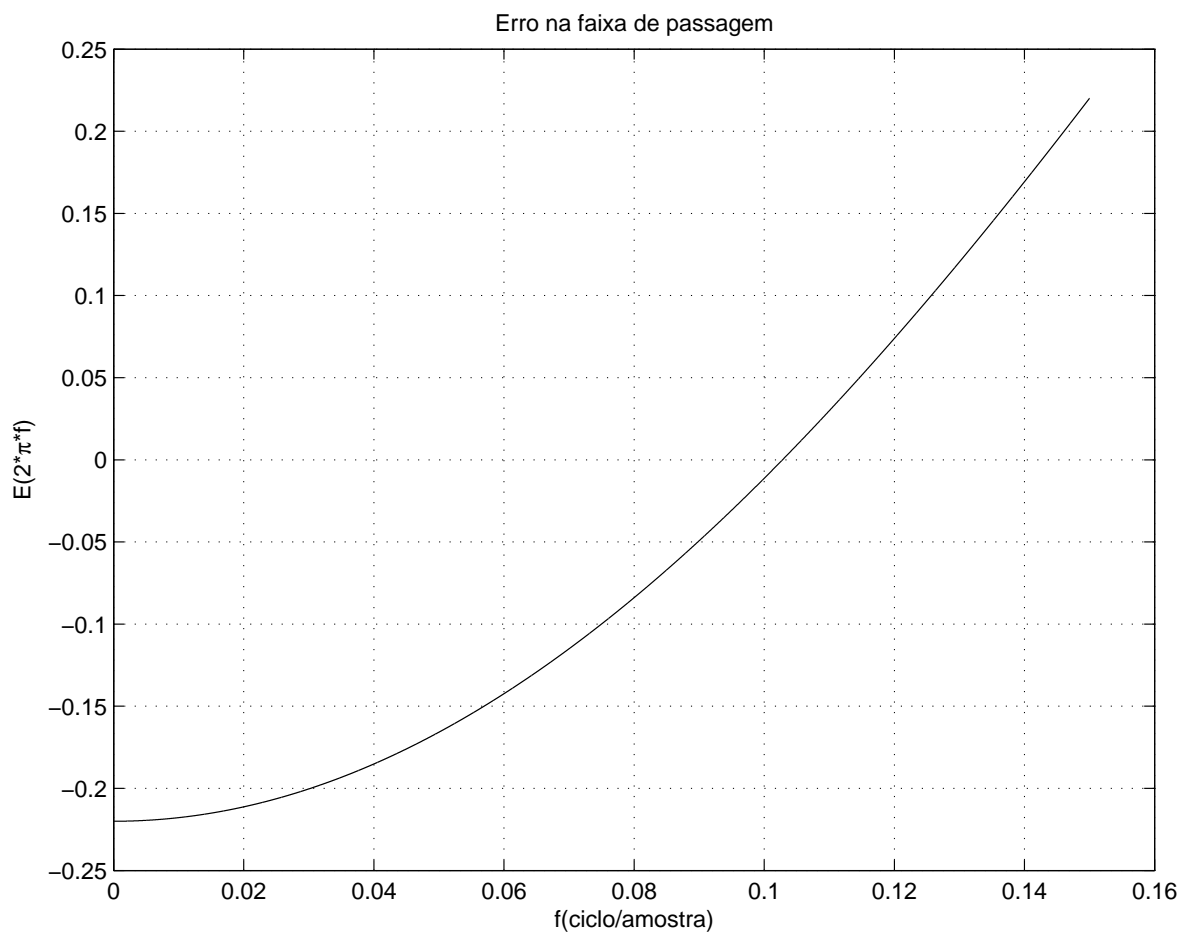


Figura 1: Erro  $E(\omega)$  na faixa de passagem.

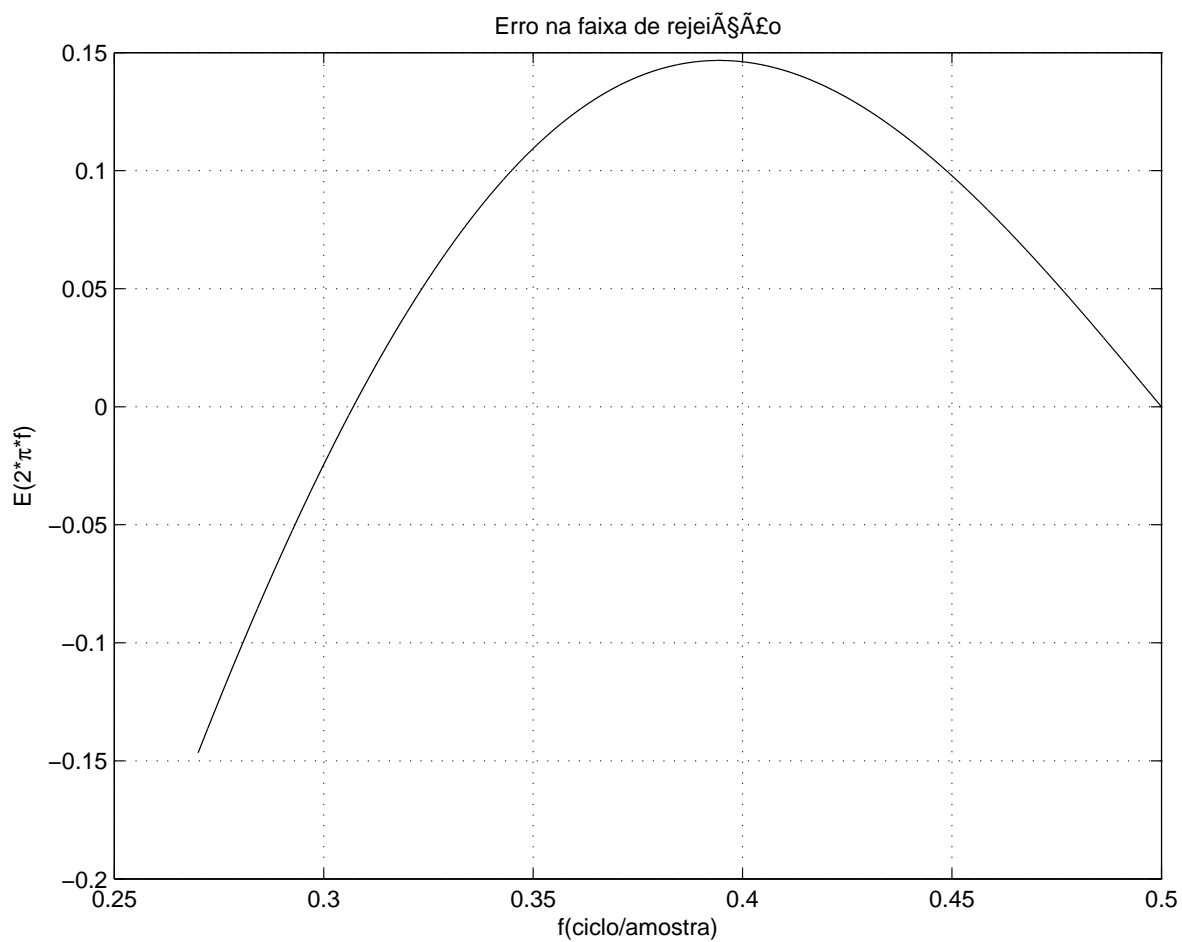


Figura 2: Erro  $E(\omega)$  na faixa de rejeição.

- e. Monte o sistema de equações que permite determinar  $\tilde{a}_k$  e o desvio comum de Chebyshev para  $\tilde{A}(\omega)$ . Resolva esse sistema de equações.
- f. Calcule os coeficientes  $a_k$ , os limites de somatório  $k_0$  e  $k_1$  e o desvio  $\Delta k$  da função de amplitude

$$A(\omega) = \sum_{k=k_0}^{k_1} a_k \cos((k + \Delta k) \omega).$$

- g. Calcule a função de resposta impulsiva  $h(n)$  que corresponde a  $A(\omega)$ .