

Apêndice A-4

Sistemas com fase linear

Marcelo Basílio Joaquim
Departamento de Engenharia Elétrica - EESC - USP

Um sistema linear, invariante no tempo apresenta fase linear se a sua resposta em frequência é da seguinte forma:

$$H(e^{jw}) = |H(e^{jw})| e^{-j\alpha w}$$

em que α é um número real.

No domínio do tempo a resposta ao impulso apresenta a propriedade de ser simétrica ou anti-simétrica em torno do ponto $M/2$. Dependendo da ordem do filtro ser um número par ou ímpar, quatro tipos de filtro podem ser obtidos.

Tipo I (M par)

$$h(n) = h(M - n), \quad n = 0, 1, \dots, M$$

$$H(e^{jw}) = e^{-j\frac{M}{2}w} \sum_{k=0}^{M/2} a(k) \cos(kw)$$

$$a(k) = 2h\left(\frac{M}{2} - k\right), \quad k = 0, 1, \dots, M/2$$

$$a(0) = h\left(\frac{M}{2}\right)$$

Tipo II (M ímpar)

$$h(n) = h(M - n), \quad n = 0, 1, \dots, M$$

$$H(e^{jw}) = e^{-j\frac{M}{2}w} \sum_{k=1}^{(M+1)/2} b(k) \cos\left[\left(k - \frac{1}{2}\right)w\right]$$

$$b(k) = 2h\left(\frac{M+1}{2} - k\right), \quad k = 0, 1, \dots, (M+1)/2$$

Tipo III (M par)

$$h(n) = -h(M - n), \quad n = 0, 1, \dots, M$$

$$H(e^{jw}) = e^{-j\frac{M}{2}w} \sum_{k=1}^{M/2} c(k) \text{sen}(kw)$$

$$c(k) = 2h\left(\frac{M}{2} - k\right), \quad k = 0, 1, \dots, M/2$$

Tipo IV (M ímpar)

$$h(n) = h(M - n), \quad n = 0, 1, \dots, M$$

$$H(e^{jw}) = e^{-j\frac{M}{2}w} \sum_{k=1}^{(M+1)/2} d(k) \text{sen}\left[\left(k - \frac{1}{2}\right)w\right]$$

$$d(k) = 2h\left(\frac{M+1}{2} - k\right), \quad k = 0, 1, \dots, (M+1)/2$$

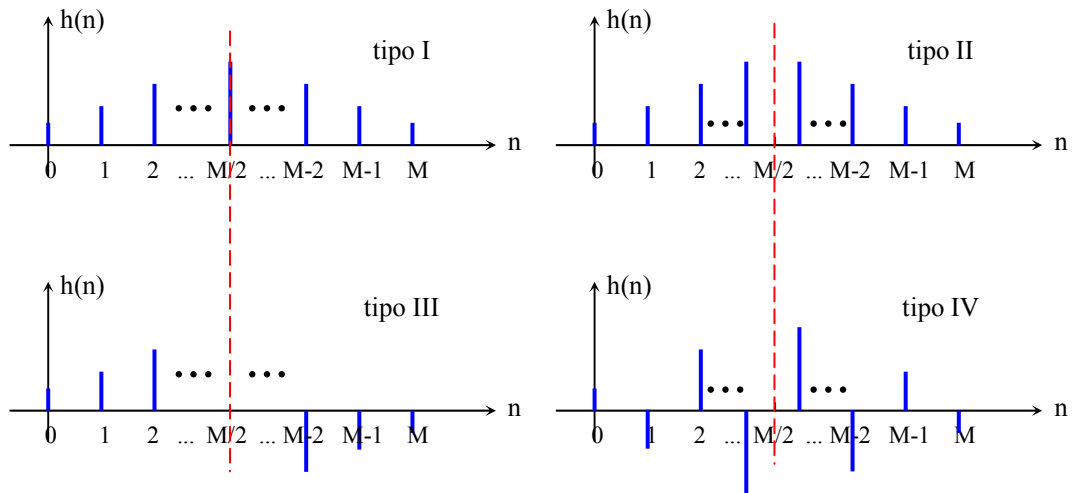


Figura 1: Simetria das respostas ao impulso de sistemas com fase linear