

EA616 — Análise Linear de Sistemas

Pedro L. D. Peres

Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação
Universidade Estadual de Campinas

2º Semestre 2011: Aula 7 — Resposta em Frequência

Circuito RC

$$x = RC\dot{y} + y, \quad \tau = RC, \quad H(s) = \frac{1/\tau}{s + 1/\tau}$$

Resposta em frequência

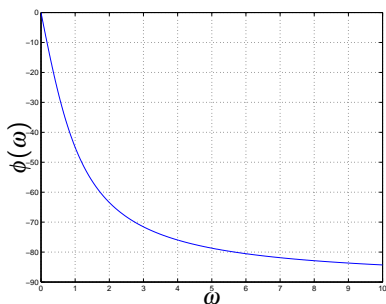
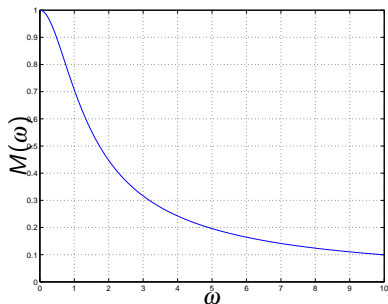
$$H(j\omega) = M(\omega) \exp(j\phi(\omega))$$

Estudo do módulo $M(\omega)$ e da fase $\phi(\omega)$ em função da frequência ω

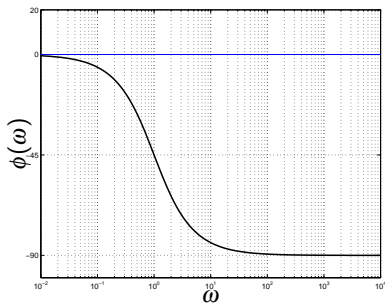
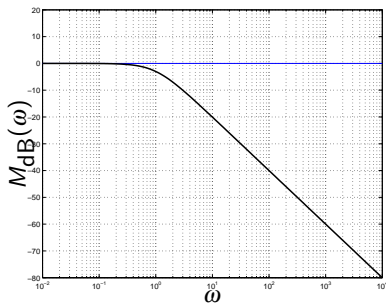
No circuito RC

$$H(j\omega) = \frac{1}{1 + j\omega\tau}, \quad M(\omega) = \frac{1}{\sqrt{1 + (\omega\tau)^2}}, \quad \phi(\omega) = -\arctan(\omega\tau)$$

Resposta em frequência do circuito para $RC = 1$



Para $\omega = 1/\tau$, $M(1/\tau) = \sqrt{2}/2$ e $\phi(1/\tau) = -45^\circ$

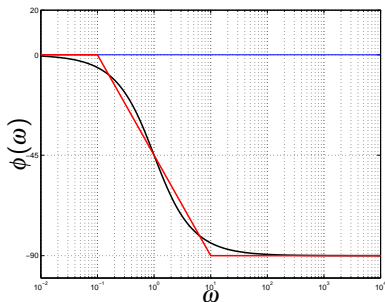
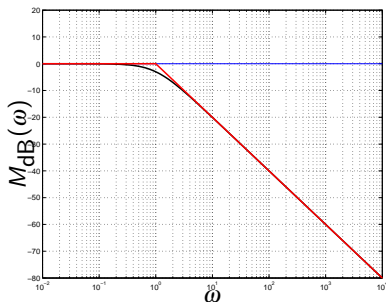


Em escala logarítmica, podem ser aproximados por assíntotas (retas).

Decibéis:

$$M_{dB}(\omega) = 20 \log M(\omega)$$

sendo \log o logaritmo na base 10.



Módulo: assíntotas de baixa frequência ($\omega \rightarrow 0$) e de alta frequência ($\omega \rightarrow +\infty$) encontram-se na frequência de corte.

Fase: as assíntotas de baixa (0°) e de alta frequência (-90°) são unidas por uma reta que passa em -45° na frequência de corte ω_c , de $0.1\omega_c$ a $10\omega_c$.

Regime permanente (sistemas estáveis)

Para $x(t) = \cos(\omega_0 t)$, a solução forçada (regime permanente) de um SLIT é dada por

$$y_f(t) = M(\omega_0) \cos(\omega_0 t + \phi(\omega_0))$$

Propriedade

$$H(s) = H_1(s)H_2(s) \Rightarrow H(j\omega) = M_1(\omega)M_2(\omega) \exp(j\phi_1(\omega) + j\phi_2(\omega))$$

Então,

$$M_{\text{dB}}(\omega) = M_{1\text{dB}}(\omega) + M_{2\text{dB}}(\omega) ; \quad \phi(\omega) = \phi_1(\omega) + \phi_2(\omega)$$

Decomposição em blocos elementares

- Ganho constante (positivo e negativo)
- Pólo real negativo
- Zero na origem
- Pólo na origem
- Zero real negativo

E07 (data, RA, nome, EA616, Turma, Prof.)

Esboce os diagramas assintóticos (módulo e fase) de Bode para o sistema descrito pela função de transferência

$$H(s) = \frac{s + 10}{s(s + 100)}$$