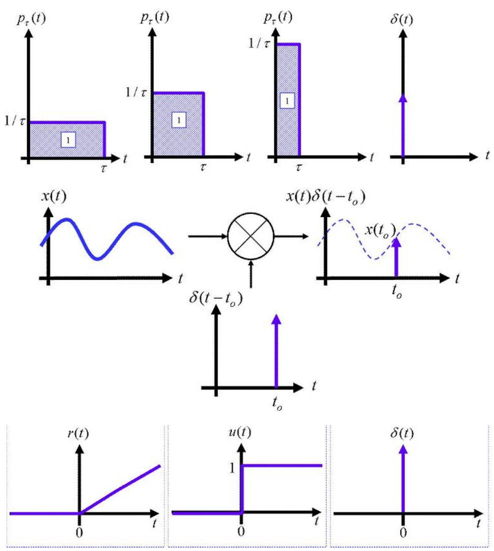
Sinais de Tempo contínuo (Parte I)

Professor
Jorge Leonid Aching Samatelo
jlasam001@gmail.com



Índice

Introdução

Introdução

Notação

- Os sinais de tempo contínuo são definidos para todo instante do tempo, sendo escritos normalmente em função de *t*.

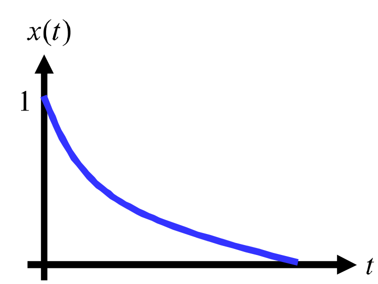
$$x(t)\;;\; t\in\mathbb{R}$$

$x(t)$ → Amplitude

t → Instante do tempo

- Exemplo de sinal de tempo contínuo.

$$x(t)=\begin{cases} e^{-t} & t\geq 0 \\ 0 & t<0 \end{cases}$$



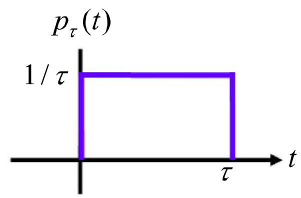
Sinais Elementares

Sinais Elementares

Pulso Unitário

- *Função Matemática*
  - Tem largura τ e amplitude $1/\tau$

$$p_\tau(t) = \begin{cases} 1/\tau & 0 < t < \tau \\ 0 & caso\ contrario \end{cases}$$



- *Propriedades*
  - Tem área é unitária.

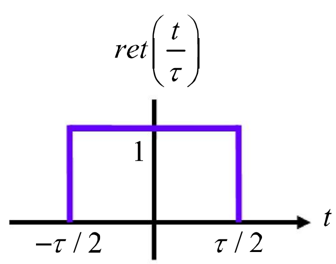
$$\int_{-\infty}^{+\infty} p_\tau(t)dt = 1$$

Sinais Elementares

Pulso Porta Unitário

- *Função Matemática*
  - Tem largura τ e amplitude 1.

$$ret\left(\frac{t}{\tau}\right) = \begin{cases} 1 & -\tau/2 < t < \tau/2 \\ 0 & caso\ contrario \end{cases}$$



- *Propriedades*
  - Tem área é unitária se $\tau = 1$

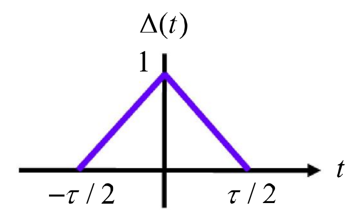
$$\int_{-\infty}^{+\infty} ret(t)dt = 1$$

Sinais Elementares

Pulso Triangular Unitário

- *Função Matemática*
  - Tem base τ e amplitude 1.

$$\Delta(t) = \begin{cases} 1 - 2\left|\frac{t}{\tau}\right| & -\tau/2 < t < \tau/2 \\ 0 & caso\ contrario \end{cases}$$



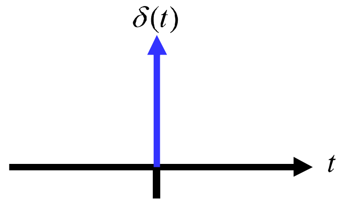
- *Propriedades*
  - Tem área unitária se $\tau = 2$

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \Delta(t)dt = 1$$

Sinais Elementares

Impulso Unitário

- *Função Matemática*
  - Denominado também como: *Função Delta de Dirac*.
  - Idealismo matemático para um evento instantâneo.
  - O impulso unitário denotada por (t) foi definida por Dirac como



$$\delta(t) = \begin{cases} 0 & t \neq 0 \\ +\infty & t = 0 \end{cases}$$

- *Principal Propriedade*
  - Tem área unitária.

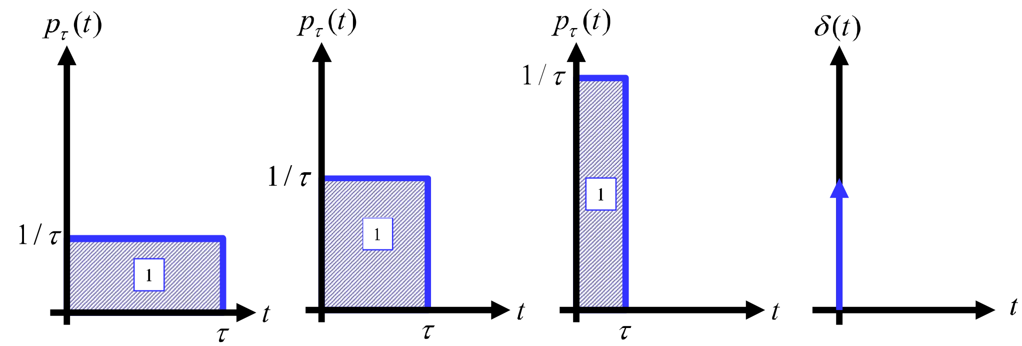
$$\int_{-\infty}^{+\infty} \delta(t)dt = 1$$

Sinais Elementares

Impulso Unitário

- *Interpretação geométrica*
  - O impulso unitário pode ser definido como um caso limite do pulso retangular unitário

$$\delta(t) = \lim_{\tau \to 0} p_\tau(t) = \begin{cases} 0 & t \neq 0 \\ +\infty & t = 0 \end{cases}$$

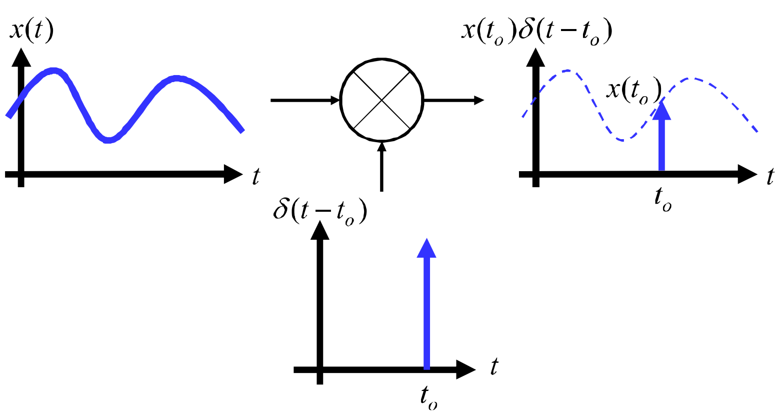


Sinais Elementares

Impulso Unitário

- *Propriedades*
  - *Translação*

$$x(t)\delta(t - t_o) = x(t_o)\delta(t - t_o)$$

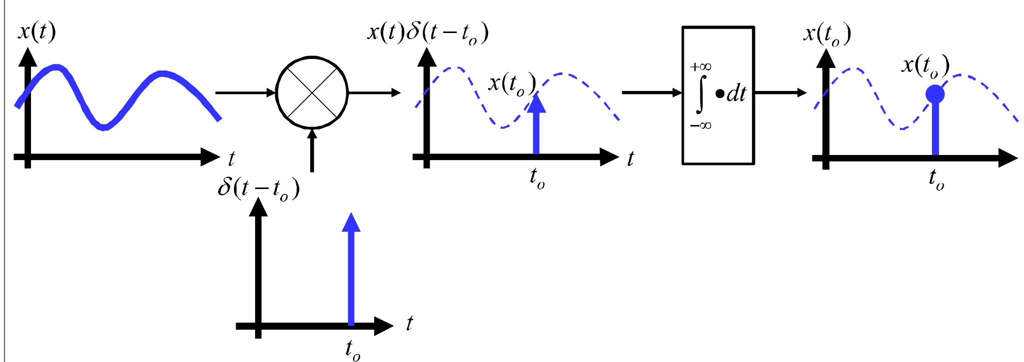


Sinais Elementares

Impulso Unitário

- *Propriedades*
  - *Propriedade da Filtragem*

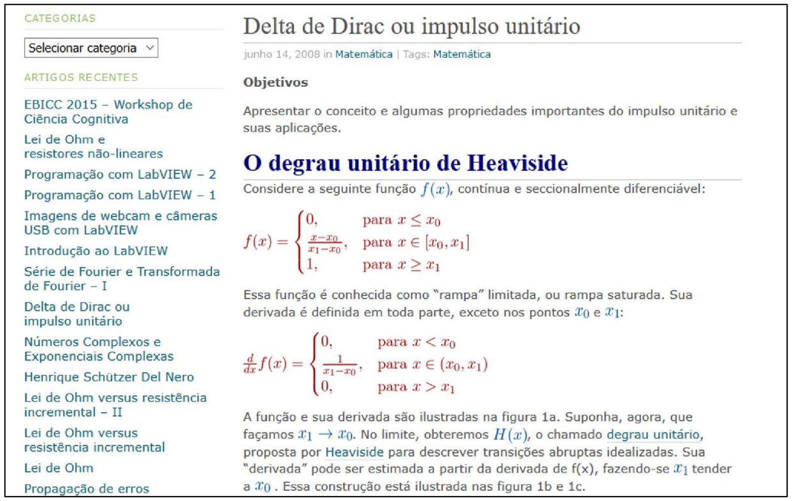
$$\int_{-\infty}^{+\infty} x(t)\delta(t - t_o)dt = x(t_o)$$



Sinais Elementares

Impulso Unitário

- *Maior informação*
  - [*https://jkogler.wordpress.com/2008/06/14/delta-de-dirac-ou-impulso-unitario/*](https://jkogler.wordpress.com/2008/06/14/delta-de-dirac-ou-impulso-unitario/)



CATEGORIAS

Selecionar categoria

ARTIGOS RECENTES

EBICC 2015 – Workshop de Ciência Cognitiva
Lei de Ohm e resistores não-lineares
Programação com LabVIEW – 2
Programação com LabVIEW – 1
Imagens de webcam e câmeras USB com LabVIEW
Introdução ao LabVIEW
Série de Fourier e Transformada de Fourier – I
Delta de Dirac ou impulso unitário
Números Complexos e Exponenciais Complexas
Henrique Schützer Del Nero
Lei de Ohm versus resistência incremental – II
Lei de Ohm versus resistência incremental
Lei de Ohm
Propagação de erros

Delta de Dirac ou impulso unitário

junho 14, 2008 in Matemática | Tags: Matemática

Objetivos

Apresentar o conceito e algumas propriedades importantes do impulso unitário e suas aplicações.

O degrau unitário de Heaviside

Considere a seguinte função $f(x)$, contínua e seccionalmente diferenciável:

$$f(x)=\begin{cases}0, & \text{para } x\le x_0\\ \frac{x-x_0}{x_1-x_0}, & \text{para } x\in[x_0,x_1]\\ 1, & \text{para } x\ge x_1\end{cases}$$

Essa função é conhecida como "rampa" limitada, ou rampa saturada. Sua derivada é definida em toda parte, exceto nos pontos x_0 e x_1:

$$\frac{d}{dx}f(x)=\begin{cases}0, & \text{para } x<x_0\\ \frac{1}{x_1-x_0}, & \text{para } x\in(x_0,x_1)\\ 0, & \text{para } x>x_1\end{cases}$$

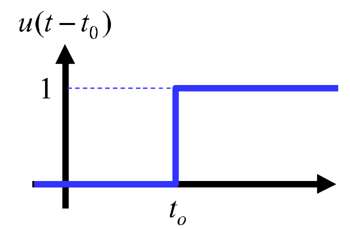
A função e sua derivada são ilustradas na figura 1a. Suponha, agora, que façamos $x_1\to x_0$. No limite, obteremos $H(x)$, o chamado degrau unitário, proposta por Heaviside para descrever transições abruptas idealizadas. Sua "derivada" pode ser estimada a partir da derivada de f(x), fazendo-se x_1 tender a x_0. Essa construção está ilustrada nas figura 1b e 1c.

Sinais Elementares

Degrau Unitário

- *Função Matemática*
  - Denominado também como: *Função de Heaviside.*

$$u(t-t_0)=\begin{cases}1 & t-t_0\ge 0\\ 0 & t-t_0<0\end{cases}$$

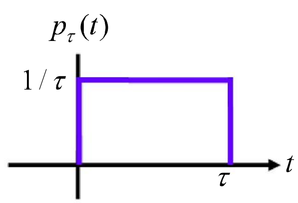


Sinais Elementares

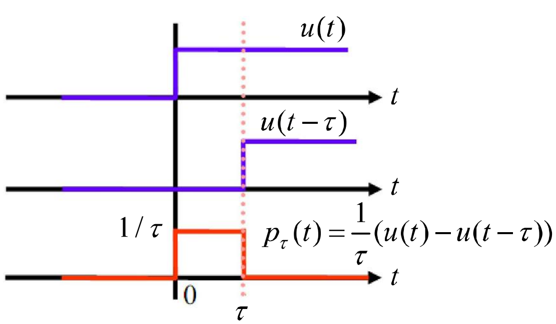
Degrau Unitário

- *Relação entre o Pulso Unitário e o Degrau Unitário*

$$p_\tau(t)=\begin{cases}1/\tau & 0<t<\tau\\ 0 & caso\ contrario\end{cases}$$
$$=\frac{1}{\tau}(u(t)-u(t-\tau))$$



- *Demonstração*

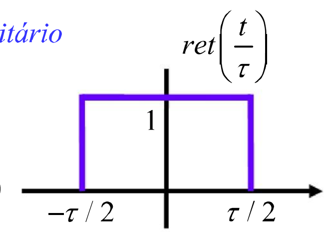


Sinais Elementares

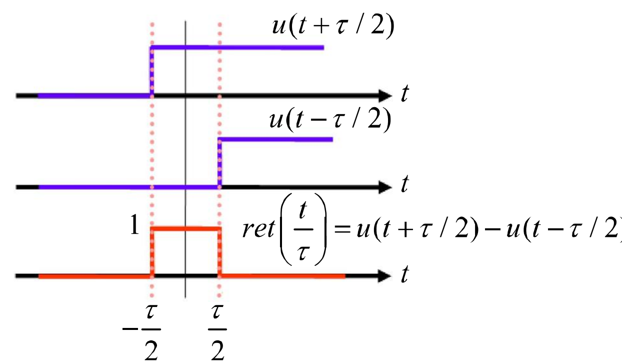
Degrau Unitário

- *Relação entre o pulso Porta Unitário e o Degrau Unitário*

$$ret\left(\frac{t}{\tau}\right)=\begin{cases}1 & -\tau/2<t<\tau/2\\ 0 & caso\ contrario\end{cases}$$
$$=u(t+\tau/2)-u(t-\tau/2)$$



- *Demonstração*

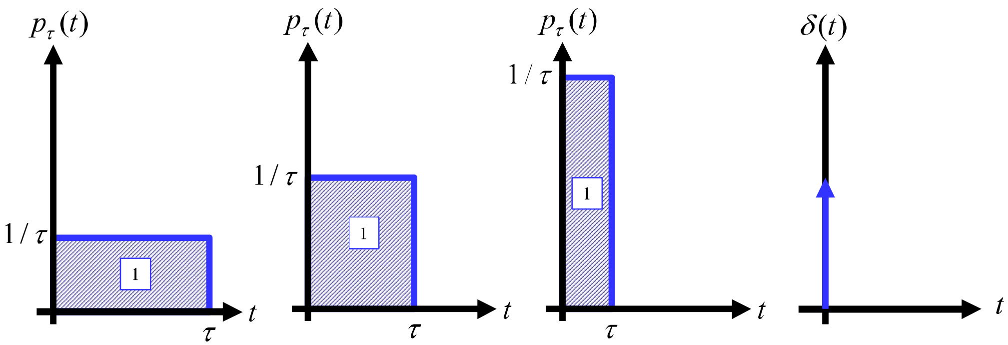


Sinais Elementares

Degrau Unitário

- *Relação entre o Impulso Unitário e o Degrau Unitário*

$$\delta(t) = \lim_{\tau \to 0} p_\tau(t)$$



Sinais Elementares

Degrau Unitário

- *Relação entre o Impulso Unitário e o Degrau Unitário*

$$\begin{aligned}\delta(t) &= \lim_{\tau \to 0} p_\tau(t) \\ &= \lim_{\tau \to 0} \frac{u(t) - u(t-\tau)}{\tau} \\ &= \frac{du(t)}{dt}\end{aligned}$$

$$p_\tau(t) = \frac{1}{\tau}\left(u(t) - u(t-\tau)\right)$$

Teorema fundamental do cálculo

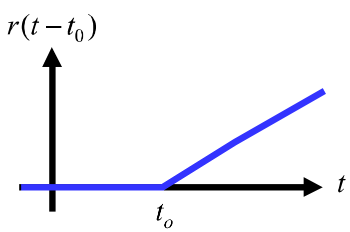
$$u(t) = \int_{-\infty}^{t} \delta(t)dt$$

Sinais Elementares

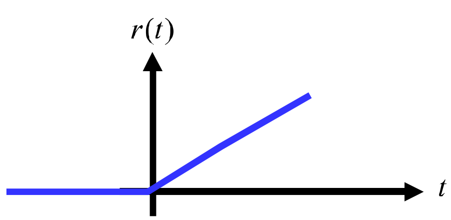
Rampa Unitária

- *Função Matemática*

$$r(t-t_0) = \begin{cases} t - t_0 & t - t_0 \geq 0 \\ 0 & t - t_0 < 0 \end{cases}$$



$$r(t) = \begin{cases} t & t \geq 0 \\ 0 & t < 0 \end{cases}$$



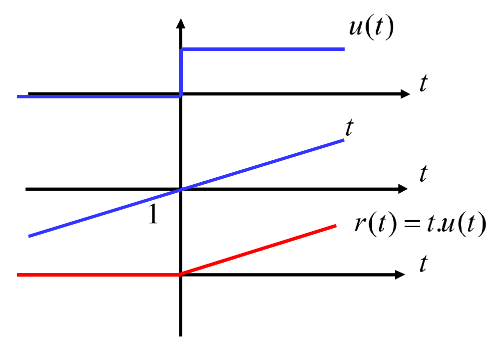
Sinais Elementares

Rampa Unitária

- *Relação entre a função Rampa Unitária e o Degrau Unitário*

$$r(t) = \begin{cases} t & t \geq 0 \\ 0 & t < 0 \end{cases} = t\underbrace{\left(\begin{cases} 1 & t \geq 0 \\ 0 & t < 0 \end{cases}\right)}_{=u(t)} = tu(t)$$

- *Demonstração*



Sinais Elementares

Rampa Unitária

- *Relação entre o Degrau Unitário e a Rampa Unitária*

$$r(t) = t.u(t)$$

$$\frac{dr(t)}{dt} = \frac{dt.u(t)}{dt}$$

$$= t\boxed{\frac{du(t)}{dt}} + u(t)\frac{dt}{dt}$$

$$= t\boxed{\delta(t)} + u(t)$$

$$= u(t)$$

Relação entre o Impulso Unitário e o Degrau Unitário

$$\boxed{\delta(t) = \frac{du(t)}{dt}}$$

Propriedade da Translação

$$\boxed{x(t)\delta(t) = x(0)\delta(t)}$$

Teorema fundamental do cálculo

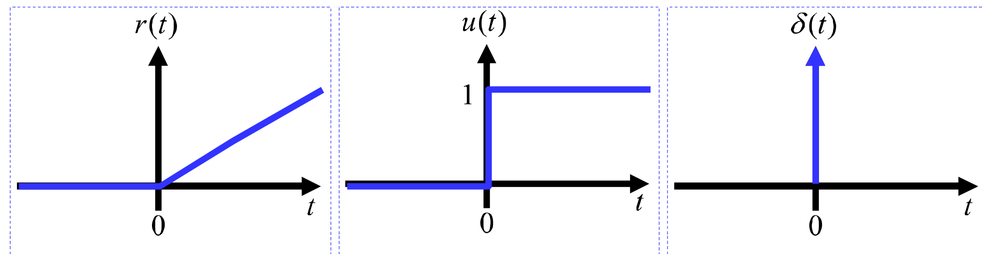
$$r(t) = \int_{-\infty}^{t} u(t)dt$$

Sinais Elementares

Diferenciação e Integração

INTEGRAÇÃO

$$r(t) = \int_{-\infty}^{t} u(t)dt \qquad u(t) = \int_{-\infty}^{t} \delta(t)dt$$



$$u(t) = \frac{dr(t)}{dt} \qquad \delta(t) = \frac{du(t)}{dt}$$

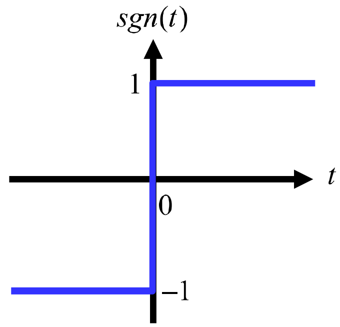
DIFERENCIAÇÃO

Sinais Elementares

Sign (Sinal)

- *Função Matemática*

$$sgn(t) = \begin{cases} -1 & t < 0 \\ 1 & t > 0 \end{cases}$$



- *Propriedades*

$$sgn(t) = -sgn(-t)$$

Sinal asimetrico (impar)

Simetria em relação ao origem

Sinais Elementares

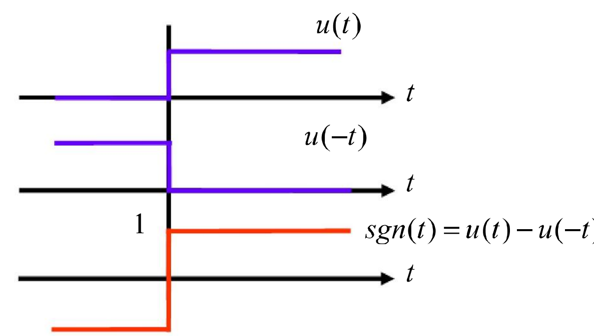
Sign (Sinal)

- *Relação entre a função Sign e o Degrau Unitário*

$$sgn(t) = \begin{cases} -1 & t < 0 \\ 1 & t > 0 \end{cases} = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ 1 & t > 0 \end{cases} + \begin{cases} -1 & t < 0 \\ 0 & t > 0 \end{cases} = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ 1 & t > 0 \end{cases} - \begin{cases} 1 & -t > 0 \\ 0 & -t < 0 \end{cases}$$

$$= u(t) - u(-t)$$

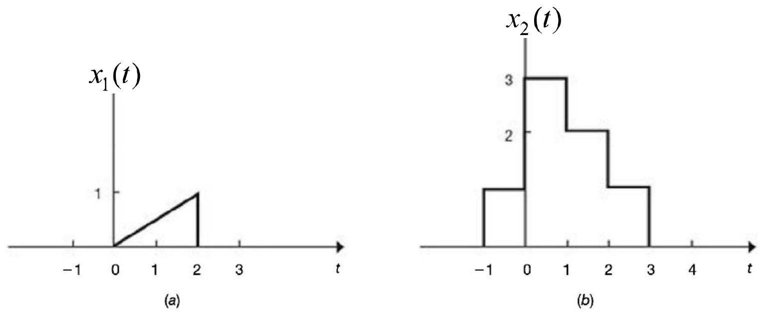
- *Demonstração*



Sinais Elementares

Exemplo

- Representar a $x_1(t)$ e $x_2(t)$ como uma soma de sinais degrau.



Sinais Elementares

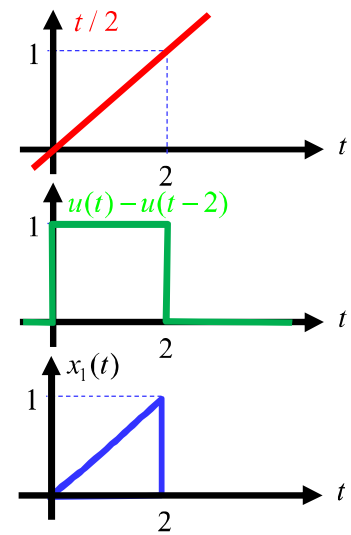
Solução

- **Caso 1**. Representando a $x_1(t)$ como uma soma de sinais degrau.
  - Podemos ver que, $x_1(t)$ a multiplicação de uma reta com uma função pulso.

$x_A(t) = t/2$

$x_B(t) = u(t) - u(t-2)$

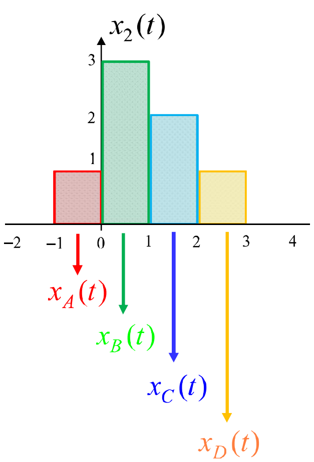
$x_1(t) = x_A(t)x_B(t)$
$= (t/2)(u(t) - u(t-2))$



Sinais Elementares

Solução

- **Caso 2**. Representando a $x_2(t)$ como uma soma de sinais degrau.
  - Podemos ver que, $x_2(t)$ é a soma de um conjunto de pulsos.

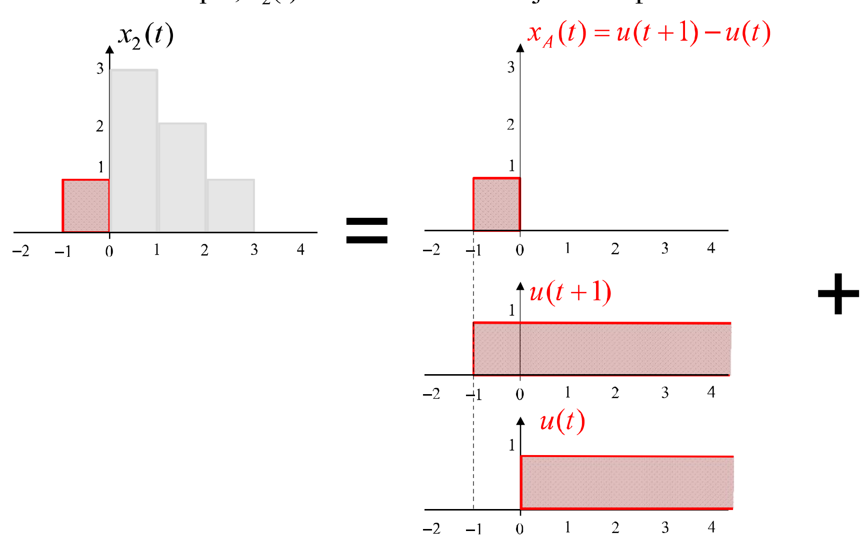


$x_2(t) = x_A(t) + x_B(t) + x_C(t) + x_D(t)$

Sinais Elementares

Solução

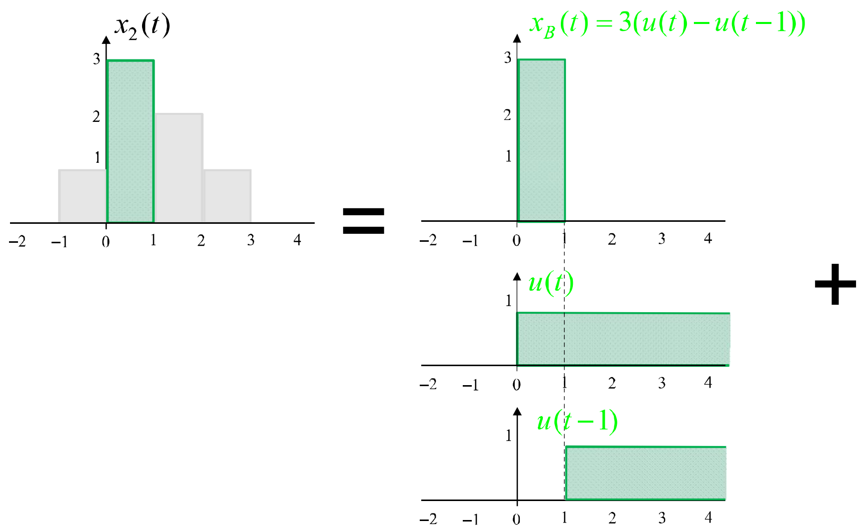
- **Caso 2**. Representando a $x_2(t)$ como uma soma de sinais degrau.
  - Podemos ver que, $x_2(t)$ é a soma de um conjunto de pulsos.



Sinais Elementares

Solução

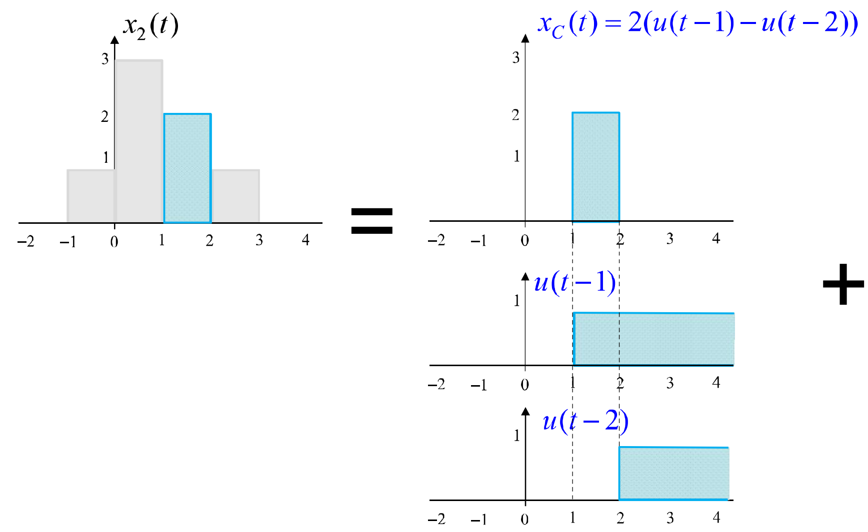
- **Caso 2**. Representando a $x_2(t)$ como uma soma de sinais degrau.
  - Podemos ver que, $x_2(t)$ é a soma de um conjunto de pulsos.



Sinais Elementares

Solução

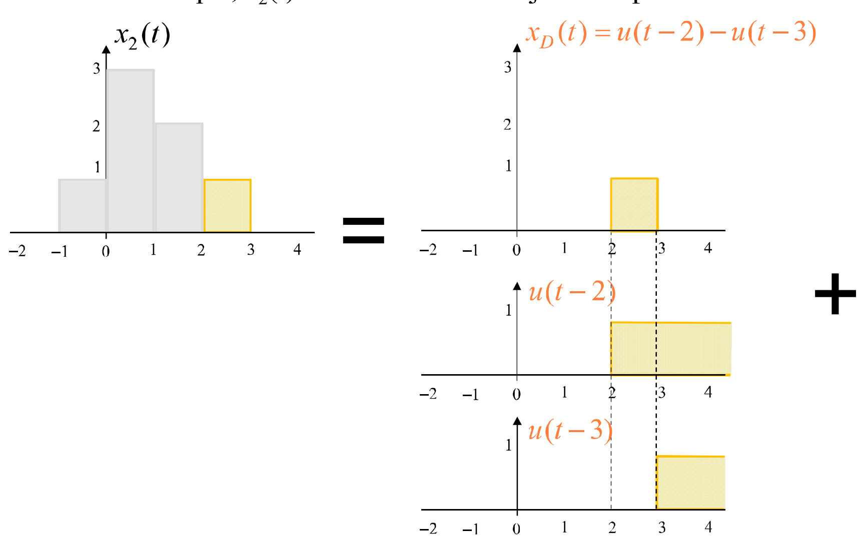
- **Caso 2**. Representando a $x_2(t)$ como uma soma de sinais degrau.
  - Podemos ver que, $x_2(t)$ é a soma de um conjunto de pulsos.



Sinais Elementares

Solução

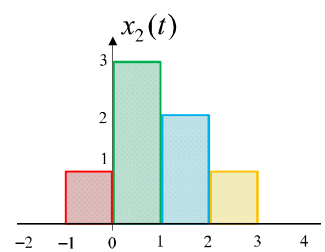
- **Caso 2**. Representando a $x_2(t)$ como uma soma de sinais degrau.
  - Podemos ver que, $x_2(t)$ é a soma de um conjunto de pulsos.



Sinais Elementares

Solução

- **Caso 2**. Representando a $x_2(t)$ como uma soma de sinais degrau.
  - Podemos ver que, $x_2(t)$ é a soma de um conjunto de pulsos.



$$
\begin{aligned}
x_2(t) &= x_A(t) + x_B(t) + x_C(t) + x_D(t) \\
&= (u(t+1) - u(t)) + 3(u(t) - u(t-1)) + \\
&\quad 2(u(t-1) - u(t-2)) + (u(t-2) - u(t-3)) \\
&= u(t+1) + 2u(t) - u(t-1) - u(t-2) - u(t-3)
\end{aligned}
$$

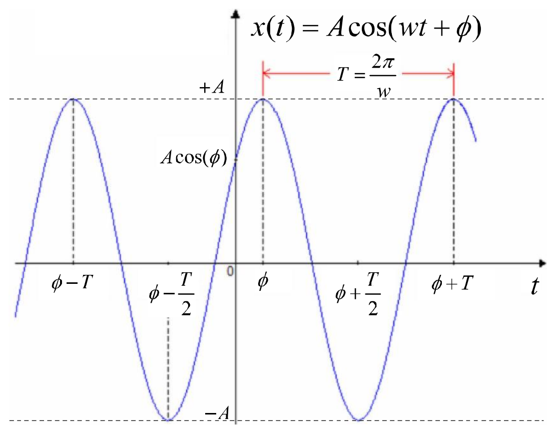
Sinais Elementares

Sinal Sinusoidal

- *Função Matemática*

$$x(t) = A\cos(wt + \phi)$$

Amplitude | Frequência angular (rad/sg) | fase



Sinais Elementares

Sinal Sinusoidal

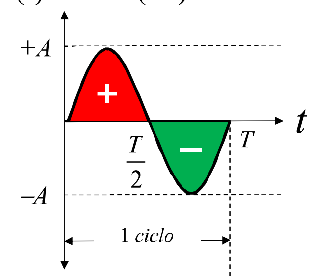
- *Função Matemática*

$$x(t) = A\cos(wt + \phi)$$

Amplitude | Frequência angular (rad/sg) | fase

- *Amplitude*
  - é uma valor de pico de um sinal sinusoidal, indicando o máximo e mínimo valor que pode assumir em amplitude a senoide.

$$x(t) = A\cos(wt)$$



$$-A \leq x(t) \leq +A$$

Mínimo Valor de pico | Máximo Valor de pico

Sinais Elementares

Sinal Sinusoidal

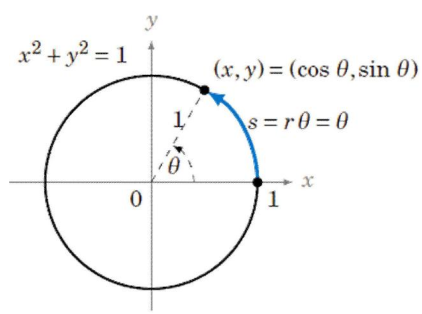
- *Função Matemática*

$$x(t) = A\cos(wt + \theta)$$

Amplitude | Frequência angular (rad/sg) | fase

- *Frequência Angular, Período e a Frequência*
  - Podemos representar os sinais sinusoidais (seno e conseno) como uma coordenada (ponto) de um circulo de radio unidade.

$$x(t) = \cos(wt) = \cos(\theta)$$
$$y(t) = \sin(wt) = \sin(\theta)$$



Sinais Elementares

Sinal Sinusoidal

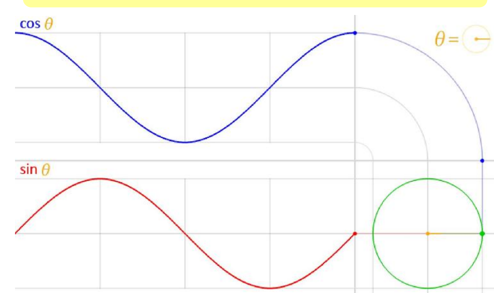
- *Função Matemática*

$$x(t) = A\cos(wt + \theta)$$

Amplitude | Frequência angular (rad/sg) | fase

- *Frequência Angular, Período e a Frequência*
  - A medida que o ponto *(x,y)=(cos(θ),sen(θ)) percorre o circulo unidade as componentes sinusoidais oscilam.*

Uma oscilação = 1 volta no circulo unidade



Sinais Elementares

Sinal Sinusoidal

- *Função Matemática*

$$x(t) = A\cos(wt + \theta)$$

Amplitude | Frequência angular (rad/sg) | fase

- *Frequência Angular, Período e a Frequência*

Frequência Angular (rad/sg)	Período (sg)	Frequência (Hertz)
É a **velocidade** de deslocamento de um ponto sobre o círculo unidade	**Tempo** necessário para que um ponto sobre o circulo unidade efetue uma volta completa	**Quanto da volta** sob o circulo unidade foi percorrido pelo ponto em cada segundo
w	T	f

Como estão relacionados

Sinais Elementares

Sinal Sinusoidal

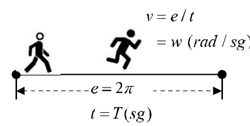
- *Função Matemática*

$$x(t) = A\cos(wt + \theta)$$

Amplitude | Frequência angular (rad/sg) | fase

- *Frequência Angular, Período e a Frequência*

Frequência Angular (rad/sg)	Período (sg)	Frequência (Hertz)
É a **velocidade** de deslocamento de um ponto sobre o círculo unidade	**Tempo** necessário para que um ponto sobre o circulo unidade efetue uma volta completa	**Quanto da volta** sob o circulo unidade foi percorrido pelo ponto em cada segundo
w	T	f



$$e = vt \Rightarrow 2\pi = wT \Rightarrow w = \frac{2\pi}{T}$$

Sinais Elementares

Sinal Sinusoidal

- *Função Matemática*

$$x(t) = A\cos(wt + \theta)$$

Amplitude | Frequência angular (rad/sg) | fase

- *Frequência Angular, Período e a Frequência*

Frequência Angular (rad/sg)	Período (sg)	Frequência (Hertz)
É a **velocidade** de deslocamento de um ponto sobre o círculo unidade	**Tempo** necessário para que um ponto sobre o circulo unidade efetue uma volta completa	**Quanto da volta** sob o circulo unidade foi percorrido pelo ponto em cada segundo
w	T	f

$$1(volta) \xrightarrow{percorrida} T(sg)$$
$$f(volta) \xrightarrow{percorrida} 1(sg)$$
$$\Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{T}{1} \Rightarrow f = \frac{1}{T}$$

Sinais Elementares

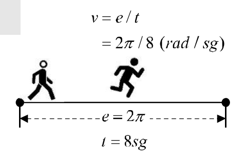
Sinal Sinusoidal

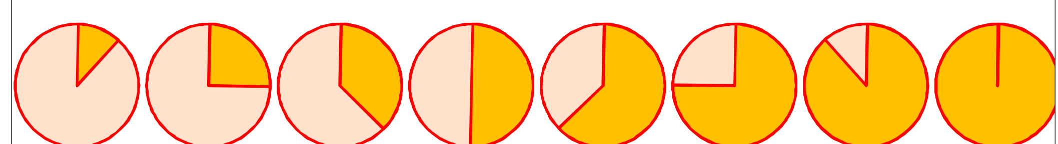
- *Função Matemática*

$$x(t) = A\cos(wt + \theta)$$

Amplitude | Frequência angular (rad/sg) | fase

- *Frequência Angular, Período e a Frequência*
  - Se uma volta completa de 2π é percorrida em 8 sg, então:
    - O período é $T = 8$ (sg).
    - A frequência angular é $w = 2\pi/8$ (rad/sg)
    - A frequência é $f = 1/8$ (Hz) (Em cada sg. 1/8 de volta é percorrida).





1sg	2sg	3sg	4sg	5sg	6sg	7sg	T=8sg
f=1/8 Hz	2/8 Hz	3/8 Hz	4/8 Hz	5/8 Hz	6/8 Hz	7/8 Hz	8/8 Hz

Sinais Elementares

Sinal Sinusoidal

- *Função Matemática*

$$x(t) = A\cos(wt+\theta)$$

Amplitude | Frequência angular (rad/sg) | fase

- *Frequência Angular, Período e a Frequência*

Frequência Angular (rad/sg)	Período (sg)	Frequência (Hertz)
É a **velocidade** de **oscilação** de um sinal sinusoidal.	**Tempo** de uma única **oscilação** de um sinal sinusoidal.	**Quantas oscilações** existem em cada segundo
w	T	f

$$w = \frac{2\pi}{T} \qquad f = \frac{1}{T} \qquad w = 2\pi f$$

Sinais Elementares

Sinal Sinusoidal

- *Função Matemática*

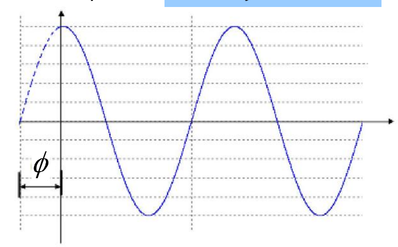
$$x(t) = A\cos(wt+\phi)$$

Amplitude | Frequência angular (rad/sg) | fase

- *Fase*
  - Se para t=0 a amplitude é diferente de zero, dizemos que o sinal tem uma fase inicial.

Fase (rad)
Descreve a posição do sinal sinusoidal em relação ao tempo zero.

$\phi > 0$ Avanço do Sinal



Sinais Elementares

Sinal Sinusoidal

- *Função Matemática*

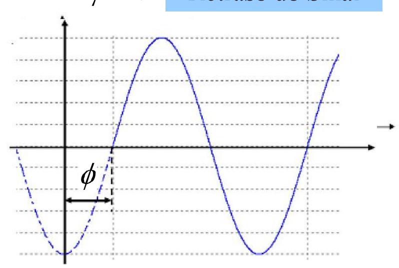
$$x(t) = A\cos(wt+\phi)$$

Amplitude | Frequência angular (rad/sg) | fase

- *Fase*
  - Se para t=0 a amplitude é diferente de zero, dizemos que o sinal tem uma fase inicial.

Fase (rad)
Descreve a posição do sinal sinusoidal em relação ao tempo zero.

$\phi < 0$ Retraso do Sinal



Sinais Elementares

Sinal Sinusoidal

Exemplo

- Para os seguintes sinais sinusoidais determinar:
  - Frequência angular (w).
  - Frequência (f).
  - Período (T).
  - angulo de fase inicial (ϕ).

a)

$$x_1(t) = 10\sin\left(20000\pi t + \tfrac{\pi}{3}\right)$$

b)

$$x_2(t) = 15\sin\left(8000\pi t - \tfrac{\pi}{6}\right)$$

Sinais Elementares

Sinal Sinusoidal

Solução

- a) $x_1(t) = 10\sin\left(20000\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$

Amplitude	Frequência angular (rad/sg)	fase
$A = 10$	$w = 20000\pi\left(\frac{rad}{seg}\right)$	$\phi = \frac{\pi}{3}$

Período (sg)

$$w = \frac{2\pi}{T}$$

$$T = \frac{2\pi}{w} = \frac{2\pi}{20000\pi} = 100u \text{ sg}$$

Um ponto sobre o circulo unidade demora 100u sg. em efetuar uma volta completa.

Frequência (Hertz)

$$w = 2\pi f$$

$$f = \frac{w}{2\pi} = \frac{20000\pi}{2\pi} = 10K \text{ Hz}$$

Um ponto sobre o circulo unidade da 10000 voltas por sg.

Sinais Elementares

Sinal Sinusoidal

Solução

- b) $x_2(t) = 15\sin\left(8000\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$

Amplitude	Frequência angular (rad/sg)	fase
$A = 15$	$w = 8000\pi\left(\frac{rad}{seg}\right)$	$\phi = -\frac{\pi}{6}$

Período (sg)

$$w = \frac{2\pi}{T}$$

$$T = \frac{2\pi}{w} = \frac{2\pi}{8000\pi} = 250u \text{ sg}$$

Um ponto sobre o circulo unidade demora 250u sg. em efetuar uma volta completa.

Frequência (Hertz)

$$w = 2\pi f$$

$$f = \frac{w}{2\pi} = \frac{8000\pi}{2\pi} = 4K \text{ Hz}$$

Um ponto sobre o circulo unidade da 4000 voltas por sg.

Sinais Elementares

Sinal Exponencial

- *Função Matemática*

$$x(t) = \alpha^t$$

- *Casos*
  - Caso 1: α é real
    - $x(t)$ é uma exponencial real.
  - Caso 2: α é puramente imaginario
    - $x(t)$ é uma exponencial complexa periódica.
  - Caso 3: α é um número complexo
    - $x(t)$ é uma mistura dos casos 1 e 2.

Sinais Elementares

Sinal Exponencial: Caso 1 $x(t) = \alpha^t \quad ;\alpha \in ℝ$

$|\alpha| < 1$ *Decreciente* — $|\alpha| > 1$ *Creciente*

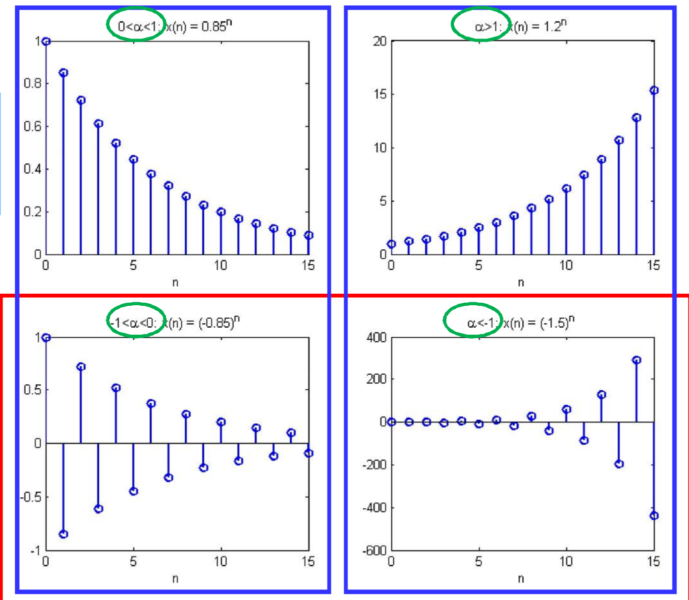
Sinal exponencial real decrescente

Sinal exponencial real crescente

$\alpha < 0$: *Alternancia*

Sinal exponencial real amortecida decrescente

Sinal exponencial real amortecida crescente



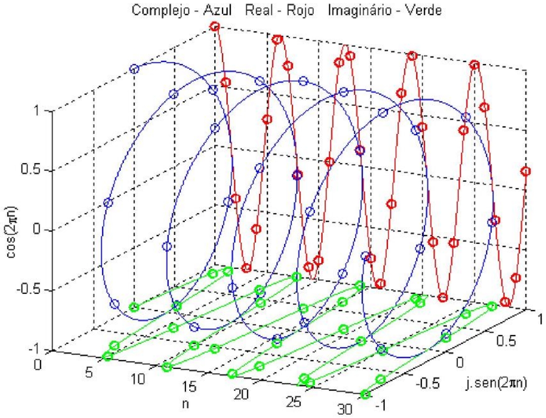
Sinais Elementares

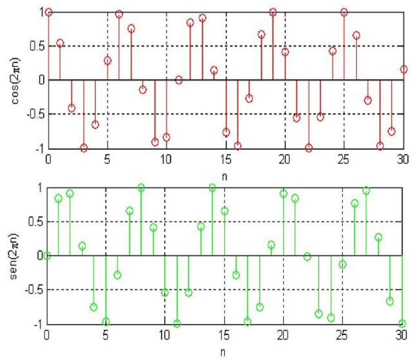
Sinal Exponencial: Caso 2 $x(t)=\alpha^t \;\; ;\alpha \in \mathbb{C} \;\wedge \|\alpha\|=1$

$$\begin{aligned} x(t) &= \alpha^t = (e^{jw})^t \\ &= e^{jwt} \\ &= cos(wt) + j.sen(wt) \end{aligned}$$

Formula de Euler $e^{j\theta}=cos(\theta)+j.sen(\theta)$

Complejo - Azul Real - Rojo Imaginário - Verde



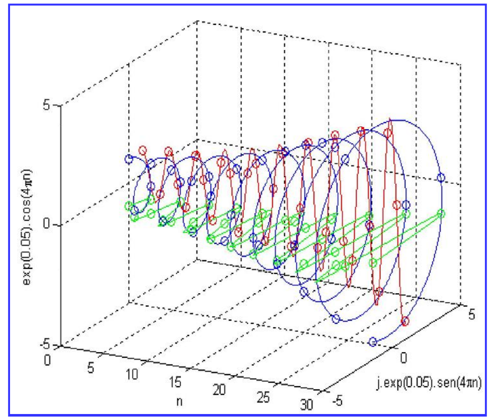


Sinais Elementares

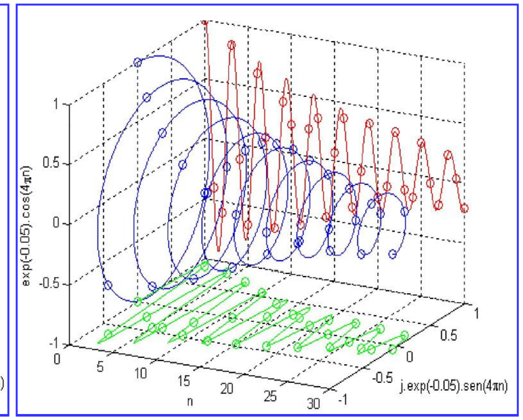
Sinal Exponencial: Caso 3 $x(t)=\alpha^t \;\; ;\alpha \in \mathbb{C}$

$$\begin{aligned} x(t) &= \alpha^t = (e^{\sigma + jw_o})^t = e^{\sigma t}.e^{jw_o t} \\ &= e^{\sigma t}.cos(w_0 t) + j.e^{\sigma t}.sen(w_0 t) \end{aligned}$$

$\sigma > 0$ Crescente



$\sigma < 0$ Decrescente



Sinais Elementares

Sinal Exponencial

Exemplo

- Para o seguinte sinal exponencial complexa pura

$$x(t) = 20e^{j(80\pi t + \frac{2\pi}{5})}$$

- Determinar para cada uma de suas componentes:
  - Frequência angular (w).
  - Frequência (f).
  - Período (T).
  - angulo de fase inicial (ϕ).

Sinais Elementares

Sinal Exponencial

Solução

- Operando:

$$\begin{aligned} x(t) &= 20e^{j(80\pi t + \frac{2\pi}{5})} \\ &= 20(\cos(80\pi t + \tfrac{2\pi}{5}) + j\sin(80\pi t + \tfrac{2\pi}{5})) \\ &= 20\cos(80\pi t + \tfrac{2\pi}{5}) + j20\sin(80\pi t + \tfrac{2\pi}{5}) \end{aligned}$$

Amplitude: $A = 20$

Frequência angular: $w = 80\pi(\frac{rad}{seg})$

fase: $\phi = \frac{2\pi}{5}$

Período (sg)

$$w = \frac{2\pi}{T}$$

$$T = \frac{2\pi}{w} = \frac{2\pi}{80\pi} = 0{,}025 \text{ sg}$$

Frequência (Hertz)

$$w = 2\pi f$$

$$f = \frac{w}{2\pi} = \frac{80\pi}{2\pi} = 40 \text{ Hz}$$

Sinais Elementares

Sinal Exponencial

Solução

- Operando:

$$x(t) = 20e^{j(80\pi t + \frac{2\pi}{5})}$$

$$= 20(\cos(80\pi t + \tfrac{2\pi}{5}) + j\sin(80\pi t + \tfrac{2\pi}{5}))$$

$$= 20\cos(80\pi t + \tfrac{2\pi}{5}) + j\,20\sin(80\pi t + \tfrac{2\pi}{5})$$

Amplitude: $A = 20$

Frequência angular: $w = 80\pi(\frac{rad}{seg})$

fase: $\phi = \frac{2\pi}{5}$

Período (sg)

$$w = \frac{2\pi}{T}$$

$$T = \frac{2\pi}{w} = \frac{2\pi}{80\pi} = 0{,}025 \text{ sg}$$

Frequência (Hertz)

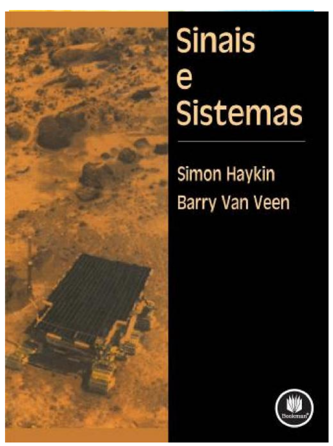
$$w = 2\pi f$$

$$f = \frac{w}{2\pi} = \frac{80\pi}{2\pi} = 40 \text{ Hz}$$

Bibliografia

Bibliografia

HAYKIN, S. e VAN VEEN, B. **Sinais e sistemas**. Porto Alegre: Bookman, 2001. (19).



Indicação das seções do livro a ler em relação aos temas abordados na apresentação.

- Sinais Elementares (1.6).
- Classificação dos sinais contínuos (1.4).
- Transformações da variável independente (1.5).