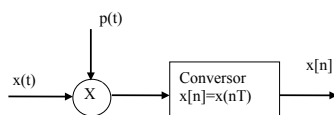


Amostragem de Sinais Contínuos no Tempo

- **Amostragem**
 - Representação de um sinal contínuo por um sinal discreto
- **Amostragem por trem de impulsos**



$x(t)$ - é o sinal a amostrar

$p(t)$ - é um trem de impulsos

$$p(t) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} \delta(t - nT)$$

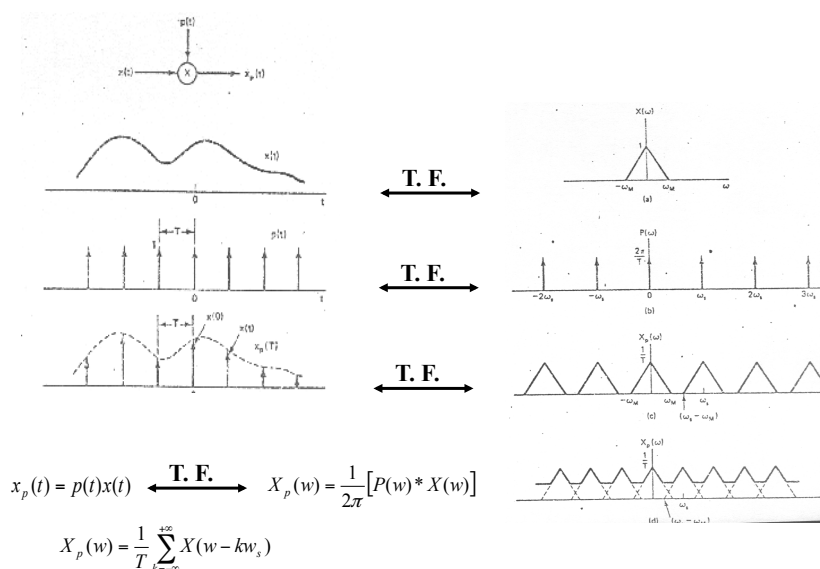
$x_p(t)$ - é o sinal $x(t)$ “amostrado por $p(t)$ ”

$x[n]$ - é o sinal discreto correspondente a $x(t)$.

69

Processamento de Sinal Carlos Lima (DEI-Universidade do Minho)

Amostragem de Sinais Contínuos no Tempo



70

Processamento de Sinal Carlos Lima (DEI-Universidade do Minho)

Amostragem de Sinais Contínuos no Tempo

– Teorema da Amostragem:

Seja $x(t)$ um sinal de banda limitada com $X(\omega)=0$ para $|\omega|>\omega_M$. Então $x(t)$ é determinado de modo único pelas suas amostras $x(nT)$, $n=0, \pm 1, \pm 2, \dots$ se $\omega_s > 2\omega_M$ onde

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

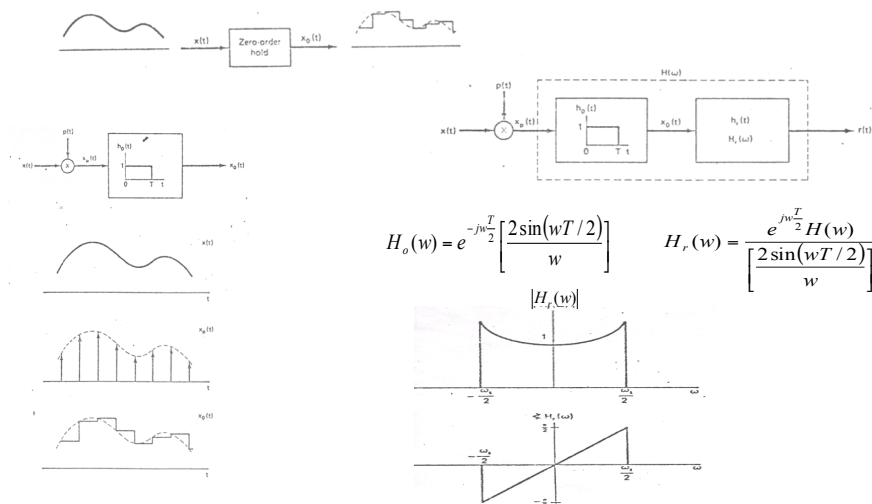
Dadas estas amostras, $x(t)$ pode ser reconstruído através da geração de um trem de impulsos periódico de amplitudes iguais às amplitudes das amostras. Este trem de impulsos é então processado por um filtro passa-baixo com ganho T e frequência de corte compreendida entre ω_M e $(\omega_s - \omega_M)$. O sinal de saída deste sistema é $x(t)$.

71

Processamento de Sinal Carlos Lima (DEI-Universidade do Minho)

Amostragem de Sinais Contínuos no Tempo

• Amostragem por “Zero-Order Hold”

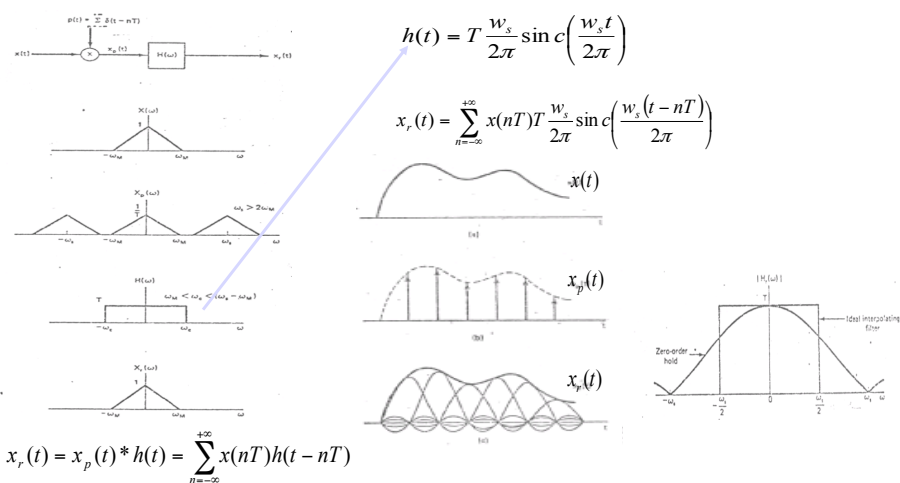


72

Processamento de Sinal Carlos Lima (DEI-Universidade do Minho)

Amostragem de Sinais Contínuos no Tempo

- **Reconstituição de um Sinal através das suas Amostras**
 - Interpolação com a função sinc (ideal) e “zero-order hold”

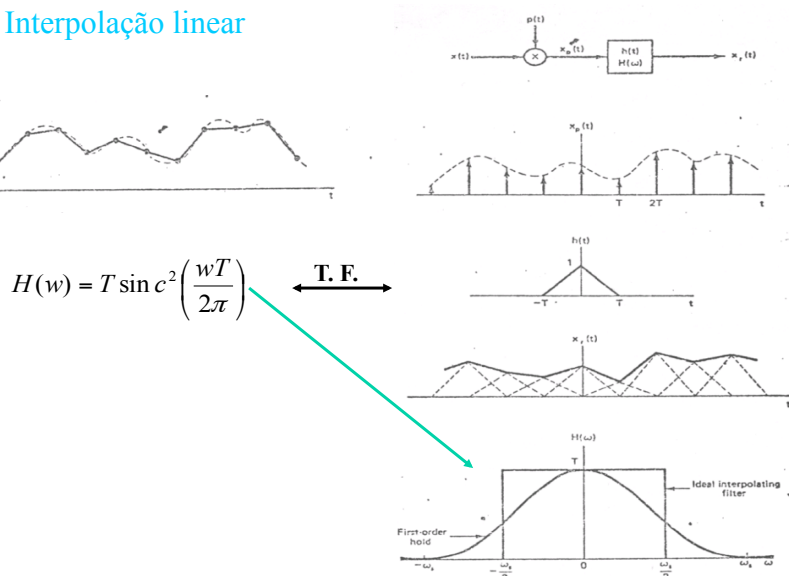


73

Processamento de Sinal Carlos Lima (DEI-Universidade do Minho)

Amostragem de Sinais Contínuos no Tempo

- Interpolação linear



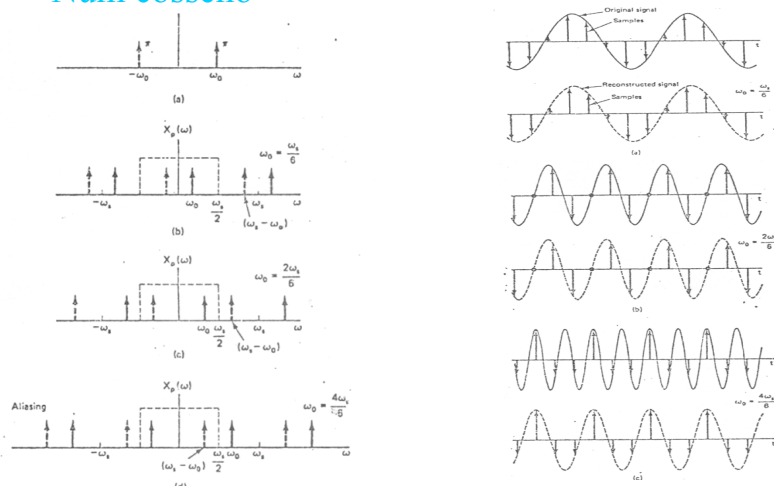
74

Processamento de Sinal Carlos Lima (DEI-Universidade do Minho)

Amostragem de Sinais Contínuos no Tempo

• O Efeito da Sub-Amostragem (“Aliasing”)

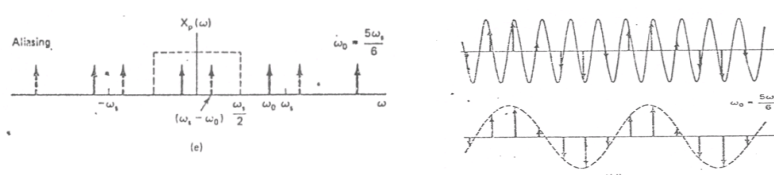
– Num cosseno



75

Processamento de Sinal Carlos Lima (DEI-Universidade do Minho)

Amostragem de Sinais Contínuos no Tempo



- **Exemplo** – Considere um sinal $v(t) = A \cos(w_0 t + \phi)$ com $A=1$ e $w_0=120\pi$, que representa a vibração de um ponto material. Imagine que observa esse ponto iluminado por luz estroboscópica, cuja iluminação $i(t)$ pode ser descrita por

$$i(t) = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} \delta(t - kT)$$

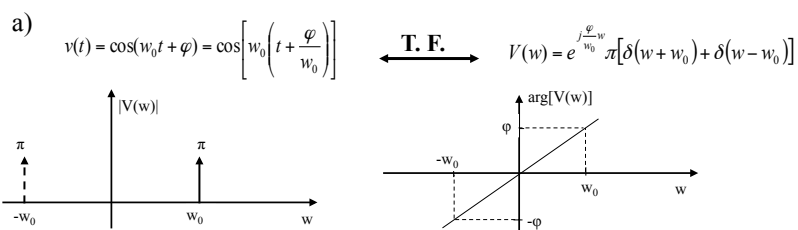
com $1/T$ a frequência da luz estroboscópica. O olho humano pode ser modelado por um filtro passa-baixo ideal de frequência de corte 20 Hz. O sinal observado é do tipo $r(t) = v(t) \cdot i(t)$.

- Esboce $V(w)$ indicando o efeito de w_0 e ϕ .
- Esboce $I(w)$ indicando o efeito de T .
- Esboce $R(w)$ para T um pouco menor que T de Nyquist. Determine T de Nyquist.
- Suponha que $w_s = w_0 + 20\pi$. Esboce $R(w)$ admitindo que o olho humano funciona como foi descrito. Exprima $v_a(t)$ (posição aparente) na forma $v_a(t) = A \cos(w_a t + \phi_a)$.
- Repita a alínea anterior para $w_s = w_0 - 20\pi$.

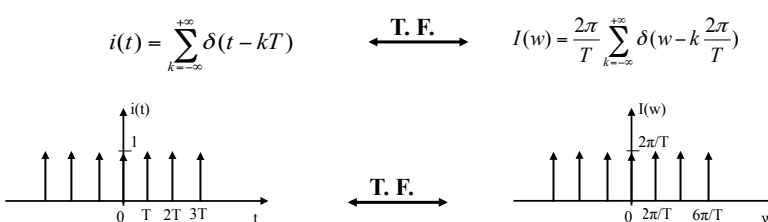
76

Processamento de Sinal Carlos Lima (DEI-Universidade do Minho)

Amostragem de Sinais Contínuos no Tempo



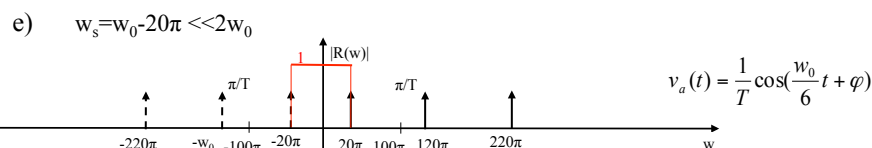
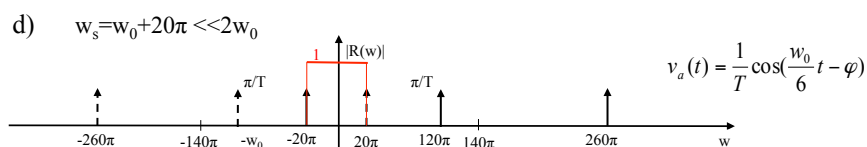
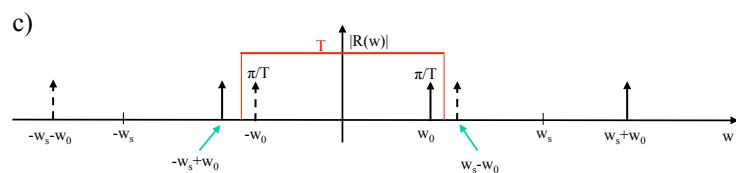
b) Pelo acetato nº 11 da 3ª aula



77

Processamento de Sinal Carlos Lima (DEI-Universidade do Minho)

Amostragem de Sinais Contínuos no Tempo



78

Processamento de Sinal Carlos Lima (DEI-Universidade do Minho)

Amostragem de Sinais Contínuos no Tempo

- **Problemas para resolução em casa**

- Repita o problema anterior para:

- 1) $w_s = 110\pi$

- 2) $w_s = 90\pi$