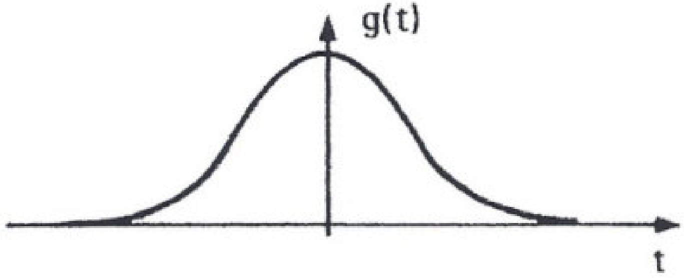
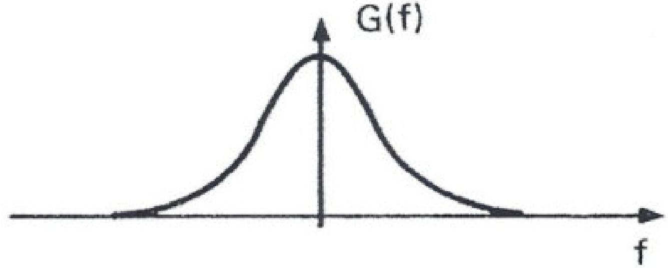
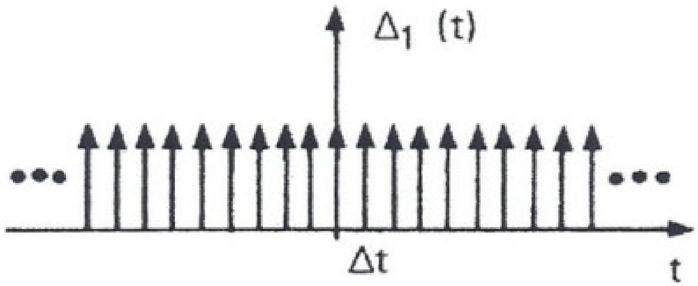
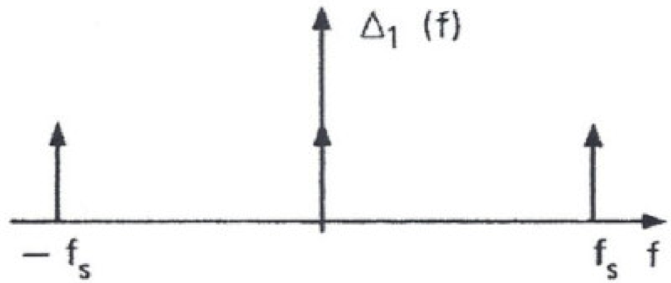
<u>TRANSFORMAÇÕES NOS DOMÍNIOS DO TEMPO E DA FREQUÊNCIA</u>

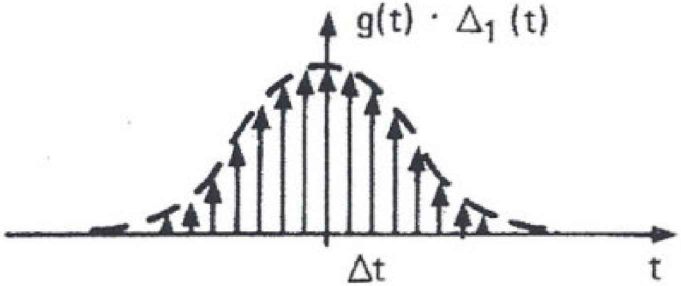
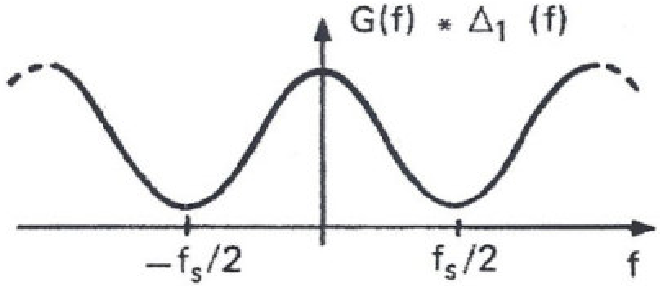
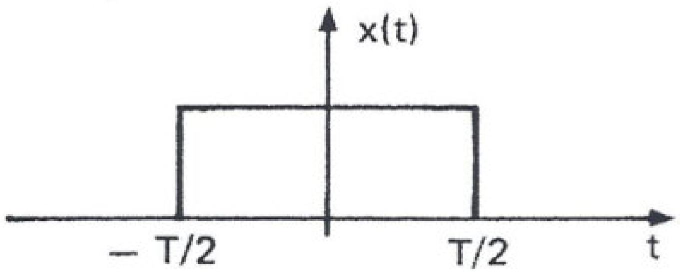
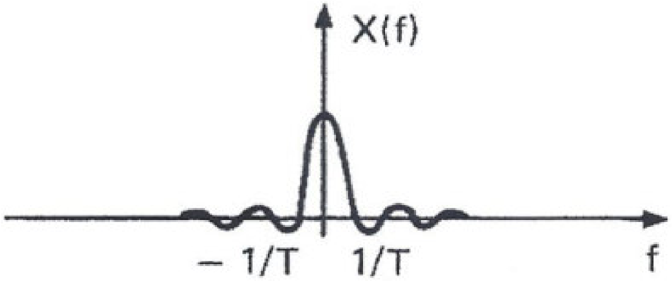
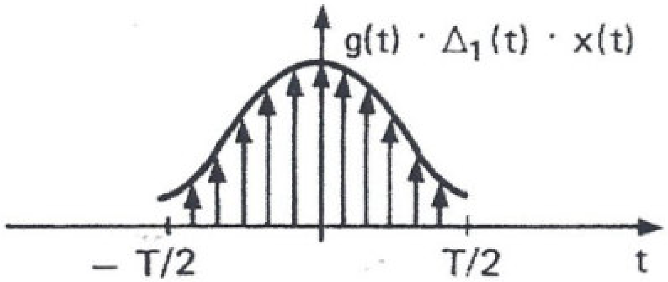
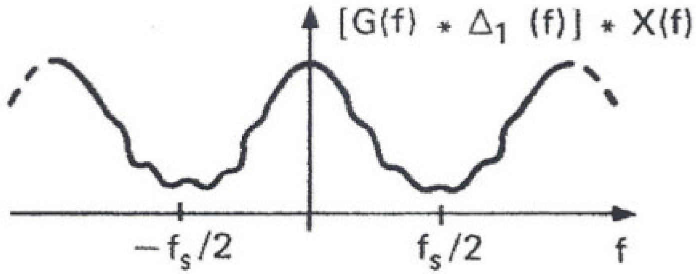
SINAIS NOS DOMÍNIOS DO TEMPO E DA FREQUÊNCIA

Ilustram-se abaixo as transformações sofridas por um sinal amostrado no domínio do tempo, conduzido para o da frequência e trazido de volta para o do tempo.

tempo	**frequência**	observações
		
		$f_s = \dfrac{1}{\Delta t}$

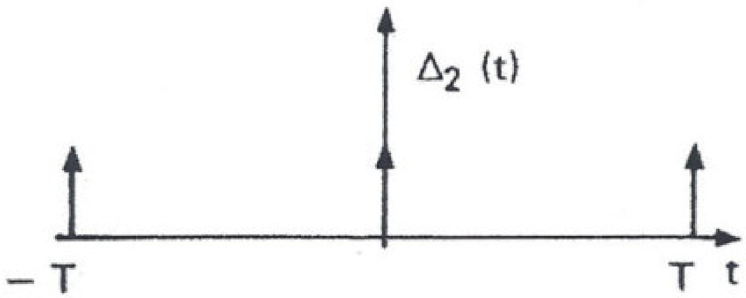
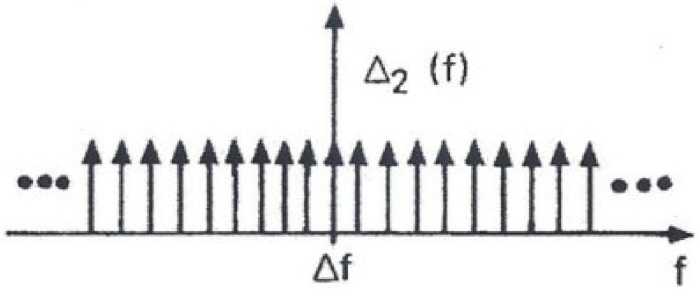
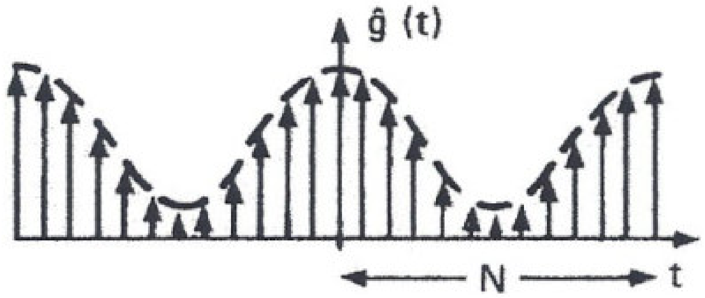
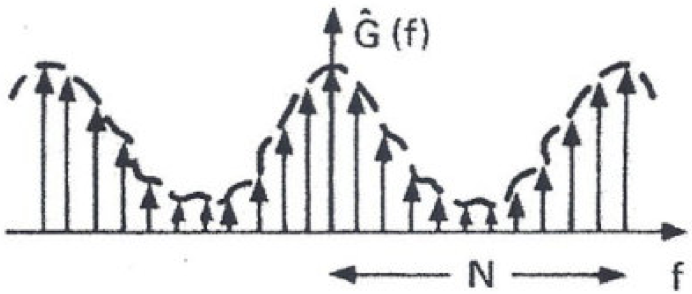
Sinais nos domínios do tempo e da frequência (Copyright © Brüel & Kjær)

SINAIS NOS DOMÍNIOS DO TEMPO E DA FREQUÊNCIA (cont.)

tempo	**frequência**	observações
		
		$T = N\Delta t$
		

Sinais nos domínios do tempo e da frequência (Copyright © Brüel & Kjær)

SINAIS NOS DOMÍNIOS DO TEMPO E DA FREQUÊNCIA (cont.)

<table>
<tr><th>tempo</th><th>frequência</th><th>observações</th></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td><td>$\Delta f = \dfrac{1}{T}$</td></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td><td>$T = N\Delta t$
$f_s = N\Delta f$</td></tr>
</table>

Sinais nos domínios do tempo e da frequência (Copyright © Brüel & Kjær)

Nota-se que o sinal passa pelos processos de amostragem e truncamento no tempo, com as respectivas implicações de periodicidade e distorção na frequência. A amostragem na frequência também implica periodicidade, agora no tempo.

RESOLUÇÃO NOS DOMÍNIOS DO TEMPO E DA FREQUÊNCIA

A duração T de um sinal truncado está relacionada ao número N de pontos resultantes da amostragem (amostras) e ao intervalo de amostragem Δt por

$$T = N\Delta t \quad (1)\ .$$

Além disso, sabe-se que a frequência de amostragem f_s e a resolução em frequência Δf são dadas respectivamente por

$$f_s = \frac{1}{\Delta t} \quad (2) \qquad \text{e} \qquad \Delta f = \frac{1}{T} \quad (3)\ ,$$

$$\boxed{\bar{G}\left(j\frac{2\pi}{T}\right) \approx \left(\frac{T}{N}\right)\bar{D}_j}$$

onde o intervalo de amostragem Δt é a resolução no tempo.

Das Eqs. (1) e (3), decorre que a resolução na frequência Δf é tal que

$$\Delta f = \frac{1}{T} = \frac{1}{N\Delta t} = \frac{f_s}{N} \quad \text{ou} \quad f_s = N\Delta f \quad (4)\ .$$

RESOLUÇÃO NOS DOMÍNIOS DO TEMPO E DA FREQUÊNCIA (cont.)

Para evitar a ocorrência de "aliasing", a frequência de amostragem f_s e a frequência máxima (frequência de Nyquist) f_{max} devem ser tais que

$$f_s > 2f_{max} \quad \text{ou} \quad f_{max} < \frac{f_s}{2} \quad (5)\ .$$

Assim sendo, com a indicação (escolha) de f_{max}, tem-se que

$$N_f = \frac{f_{max}}{\Delta f} \quad (6)\ ,$$

onde N_f é conhecido como número de linhas espectrais.

Portanto, das Eqs. (3) e (6), resulta que

$$N_f = \frac{f_{max}}{\Delta f} = f_{max}T \quad (7) \qquad \text{e} \qquad T = \frac{N_f}{f_{max}} \quad (8)\ .$$

RESOLUÇÃO NOS DOMÍNIOS DO TEMPO E DA FREQUÊNCIA (cont.)

Então, das Eqs. (1), (2) e (8), tem-se que

$$T = N\Delta t = \frac{N}{f_s} = \frac{N_f}{f_{max}} \quad (9)\ ,$$

Portanto, a relação entre número de amostras e o número de linhas espectrais é

$$N = \frac{f_s}{f_{max}} N_f \quad (10)$$

Pelas Eqs. (1) e (2), das resoluções no tempo e na frequência, observa-se que

$$(\Delta t)(\Delta f) = \frac{T}{N} . \frac{1}{T} = \frac{1}{N} \quad (11)\ .$$

Ou seja, **não se consegue alcançar, simultaneamente, uma resolução arbitrariamente fina em ambos os domínios**. Essa constatação decorre do chamado **princípio da incerteza** na análise de Fourier.