

ELECTRÓNICA NUCLEAR

Os detectores de radiações produzem sinais eléctricos que devem ser tratados por sistema electrónicos

Impulsos: variações breves de tensão ou corrente, resultantes da detecção de uma partícula

Sinais análogos: codificam valores contínuos (amplitude)

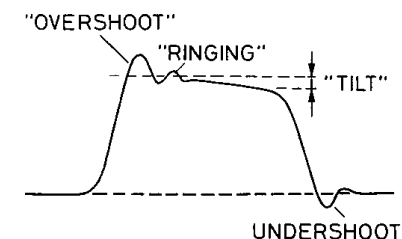
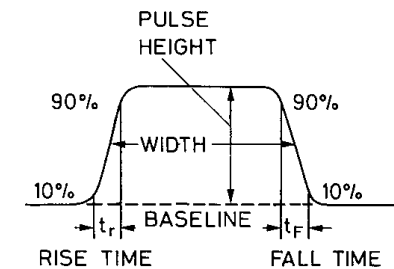
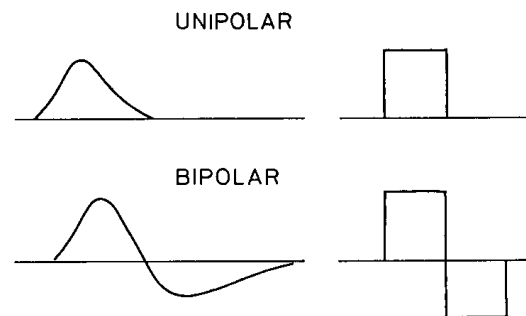
Sinais digitais: codificam 0 ou 1, segundo certas normas

Sinais rápidos: largura da ordem de nanosgundos

Sinais lentos: largura superior a várias centenas de nanosegundos

Características dos sinais:

Linha de base
Amplitude
Largura
'Leading edge'
'Falling edge'
Tempo de subida
Tempo

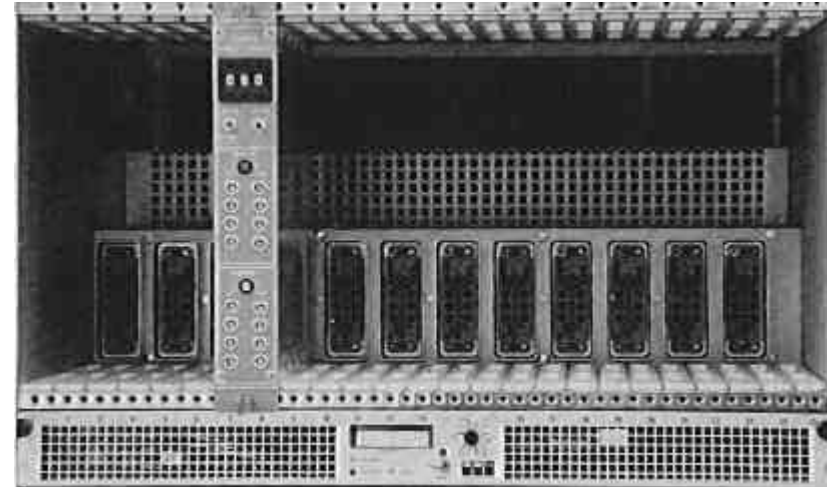


Standard NIM

NIM: Nuclear Instrument Module

Normaliza:

- mecânica dos módulos
- tensões de alimentação
- sinais lógicos



Níveis lógicos

	NIM	TTL	ECL
1	+4 a +12 V	5V	-1.75V
0	-2 a +1 V	0V	-0.90V

Outras normas: CAMAC, VME, GPIB

Controlo de instrumentos por computador

Descrição em Frequência. Largura de banda.

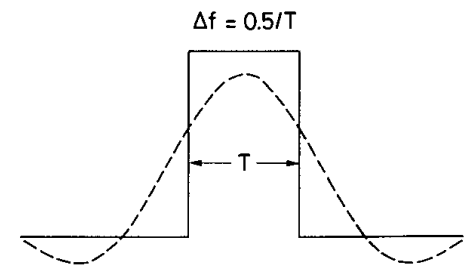
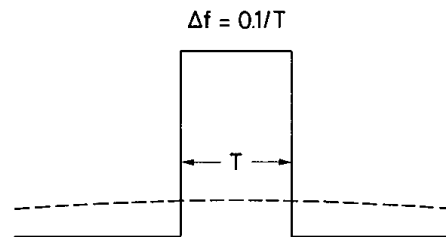
Decomposição do sinal em frequência (Transformada de Fourier):

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} g(\omega) \exp(i\omega t) d\omega$$

$$g(\omega) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) \exp(-i\omega t) dt$$

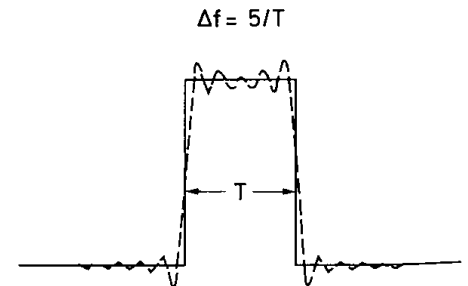
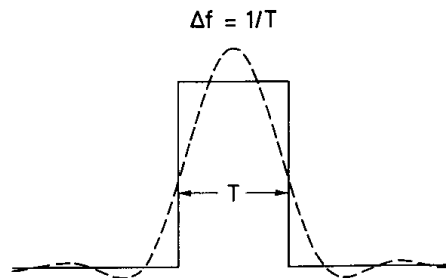
Os circuitos electrónicos são caracterizados por uma certa largura de banda (em frequência).

$\Delta f > 1/T$, T largura do sinal



Impulsos rápidos:

$f < 100$ kHz não afecta o sinal



Préamplificador

Amplifica, com pouco ganho, os sinais dos detectores.

Sinais fracos o ruído electrónico deve ser mínimo

Préamplificador junto do detector para minimizar o ruído captado nos cabos.

Dois tipos:

Préamplificador de carga

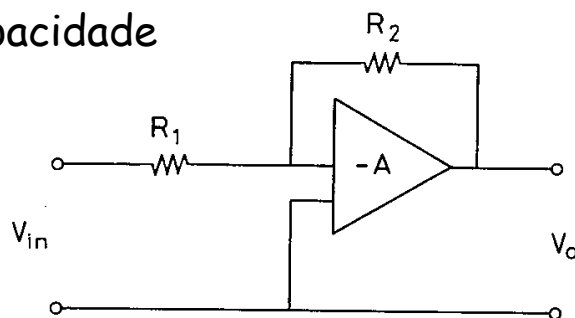
Préamplificador de tensão

Tensão à entrada do preamp: $V = Q/C_{det}$

Préamplificador de tensão

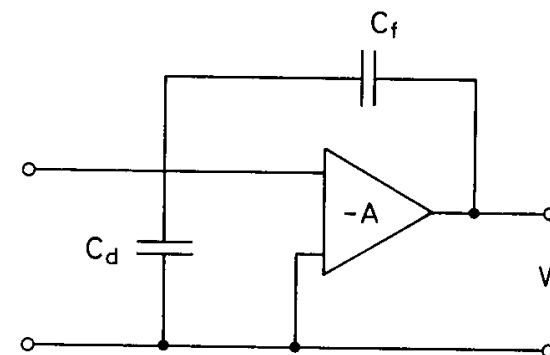
Usa-se para detectores com capacidade C_{det} estável (ex. Geiger-Muller, fotomultiplicador)

V proporcional à carga



Préamplificador de carga:

Usa-se para detectores com C_{det} instável (ex. detectores semicondutores)



Amplificador linear

Amplitude do sinal à saída: 0 - 10 V , compatível com entrada do multicanal

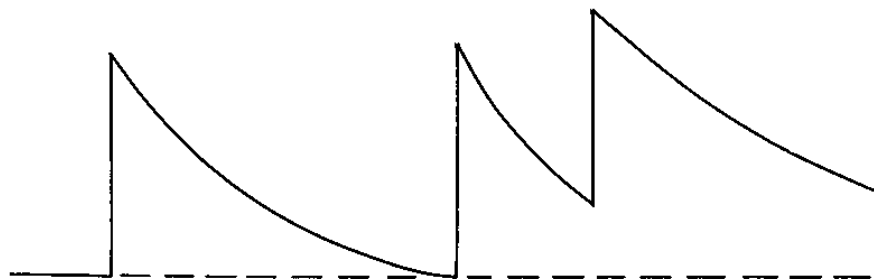
Formatação (shaping) do sinal:

Sinal à saída do preamp: $\exp(-t/ \tau)$, com $1 \mu\text{s} - 100 \mu\text{s}$

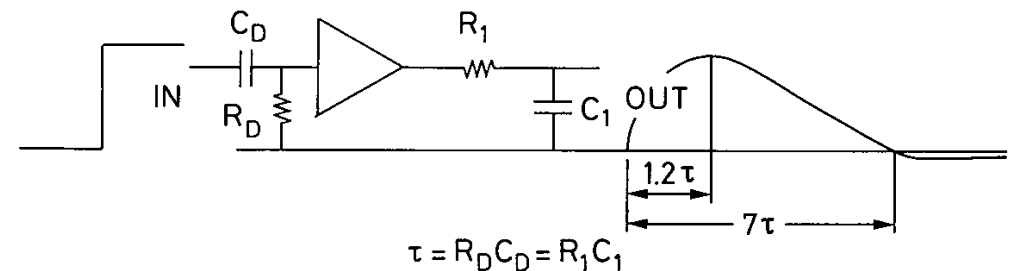
O amplificador reduz a cauda do sinal, evitando empilhamento

Cascata de circuitos CR (filtro passa-alto) e RC (filtro passa-baixo)

A filtragem reduz o ruído de alta frequência



Empilhamento de sinais do preamp



Shaping CR-RC

Amplificador de limiar

Restringe a amplificação do sinal à região acima do limiar:

Parâmetros:

limiar: V_0

ganho: g

As tensões abaixo de V_0 não são vistas: output = 0

As tensões acima de V_0 são amplificadas: output = $(V-V_0).g$

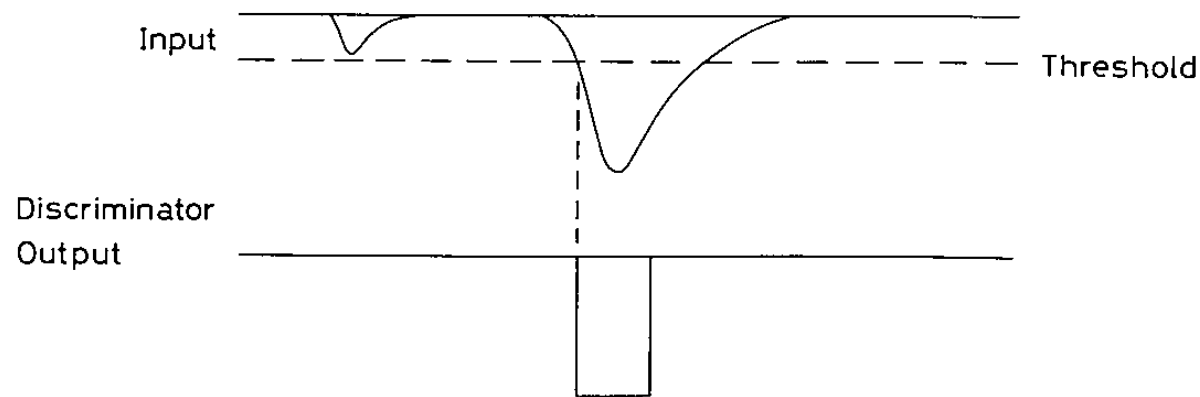
Discriminador

Unidade lógica:

Gera um sinal de saída lógico 1 se o a entrada analógica for superior ao limiar

Limiar regulável.

Largura do sinal lógico regulável



Unidade de coincidências:

Gera um sinal lógico se dois ou mais sinais lógicos se apresentarem à entrada em coincidência (dentro de uma dada janela de tempo)

Analizador Monocanal (SCA)

Discriminador diferencial

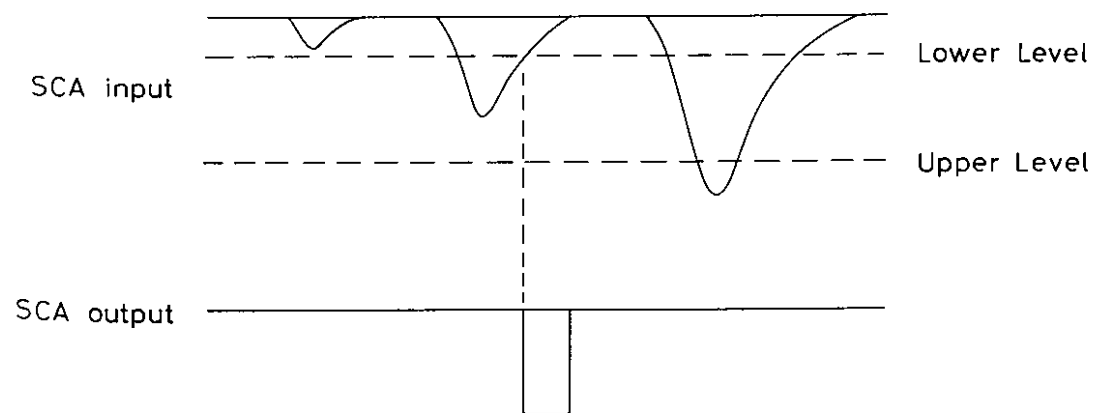
Gera um sinal lógico se a amplitude V do sinal de entrada estiver entre os limiares V_1 e V_2

Modos de funcionamento:

Modo normal: ambos os limiares são ajustados independentemente numa escala 0-10 V

Modo janela: o primeiro botão regula V_1 ; o segundo regula a janela ΔV , tal que $V_2 = V_1 + \Delta V$

Modo integral: o valor do segundo botão não é considerado, o SCA funciona como um discriminador de limiar V_1



Analizador Multicanal (MCA)

Digitiza a amplitude dos sinais analógicos de entrada num número (canal)

10 bit = 1024 canais

Cada canal está associado a um contador: conta o número de impulsos com uma dada amplitude.

Visualização em écran: gráfico do número de contagens em função do canal.

O multicanal moderno:

Conversor analógico-digital (ADC) - interface PC - histogramação por software

Conversor analógico-digital:

Carga do sinal carrega um Condensador

Tempo de descarga mede a carga (tempo contado por um oscilador de alta frequência, 100 MHz)

Tempo de conversão da ordem de $10 \mu\text{s}$ ($\sim 10 \text{ ns} \times 1024$)

Tempo morto importante para taxas de contagem superiores a 10^5 s^{-1}