

# Física Experimental de Altas Energias

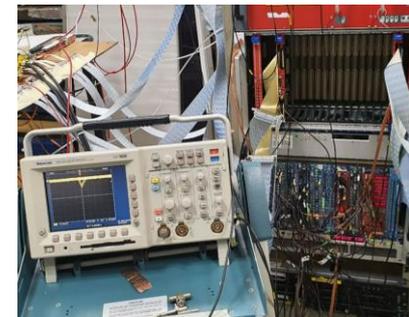
Eletrônica Padrão de Tratamento de Sinais e  
Aquisição de Dados

# Padrões de Eletrônica

Os dispositivos usados em física nuclear e de partículas são usualmente do tipo modular. Módulos eletrônicos com as funções diversas que são inseridas em bastidores (*crates*) de determinado padrão. Os mais comuns são:

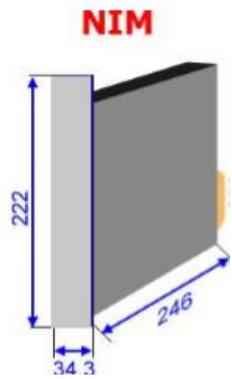
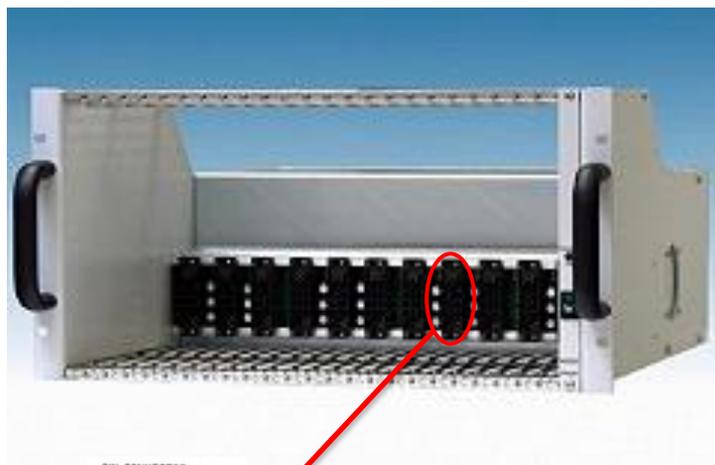
- NIM (Nuclear Instrumentat Module)
- CAMAC (Computer Automated Measurement And Control)
- VME (Virtual Machine Environment ou VersaModular Eurocard)
- ATCA (Advanced Telecommunications Computing Architecture) ,  
MicroTCA

Os instrumentos semelhantes são desenvolvidos para cada um desses padrões, à exceção do padrão NIM, que devido à limitação na comunicação de dados restringe-se basicamente ao tratamento de sinais e coleta manual de dados.

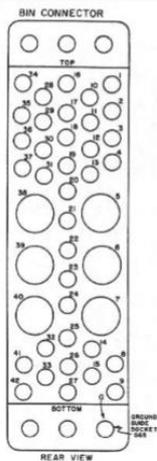


# NIM (Nuclear Instrument Module)

- É o mais antigo e mais simples dos padrões de eletrônica, criado em 1969.
- Define um tamanho padrão para o encaixe e alimentação dos instrumentos.



Ideal para arranjos pequenos e flexíveis. É ainda largamente utilizado em laboratórios de testes e desenvolvimento.



- Tensões:
- +/- 24 V
  - +/- 12 V
  - +/- 6 V
  - AC 117V (opcional)



Normal



Duplo

Define um padrão de sinais lógicos:  
1 -> -800mV  
0 -> 0 V

# Padrão CAMAC

Um bastidor ou *crate* CAMAC é composto de *slots* ou estações nos quais os módulos são inseridos. Na parte posterior há um conector que contém 86 contatos que alimentam os módulos, transmitem/recebem dados e enviam/recebem sinais vitais para a comunicação e aquisição de dados.



Toda comunicação dos módulos é controlada por um módulo especial chamado *crate controller*, normalmente localizado no extremo direito do *crate*. Ele fornece a interface entre o computador e os módulos conectados ao *crate*.

Velocidade ~3 MB/s

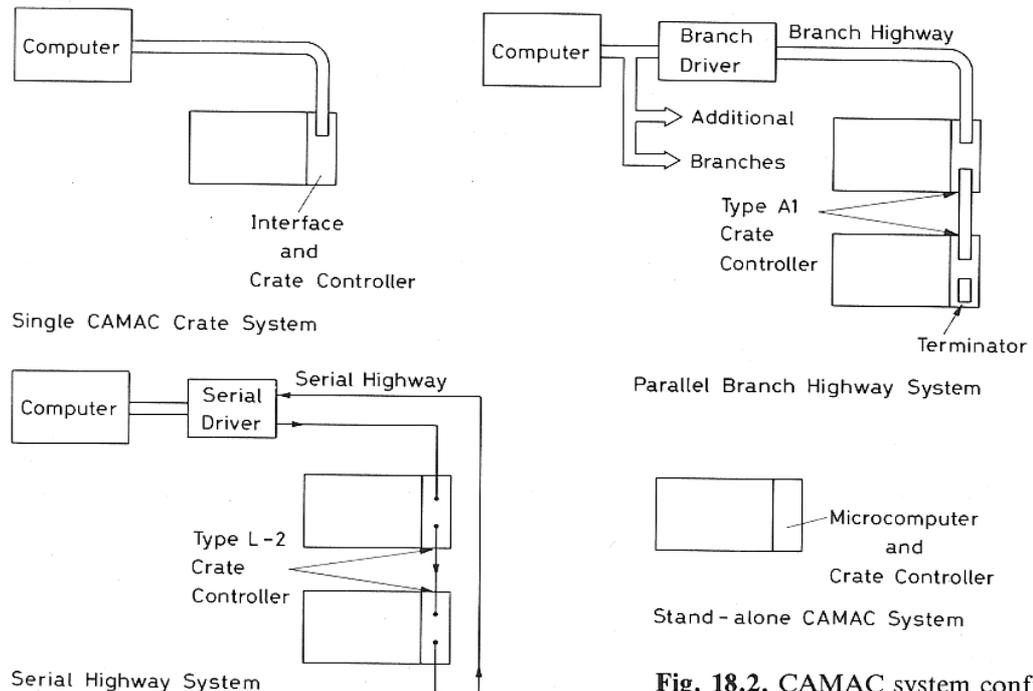
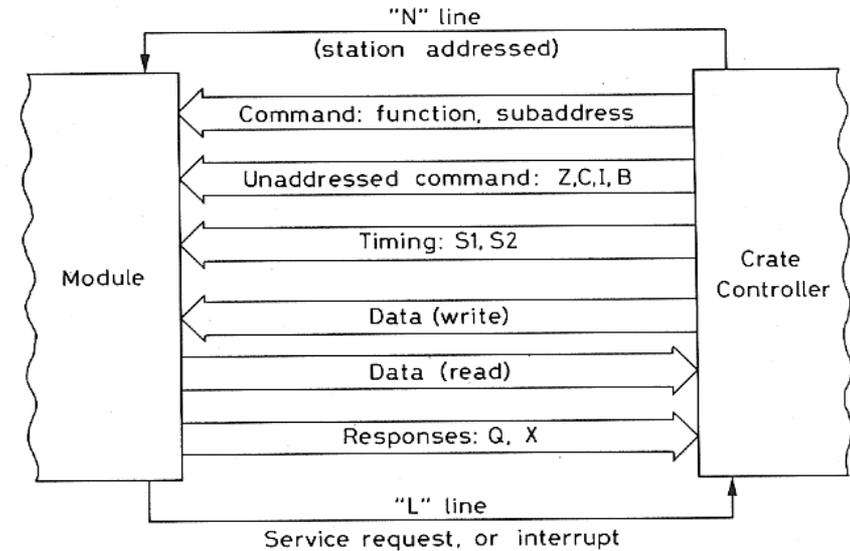
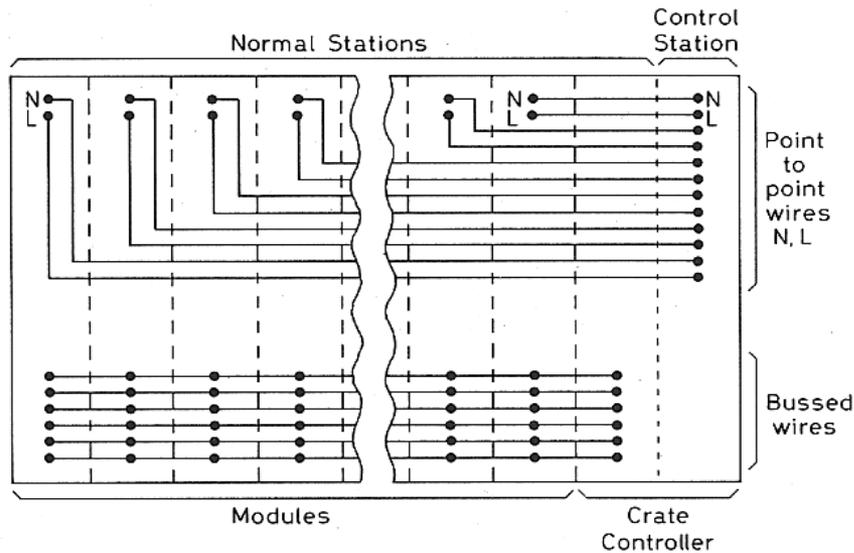


Fig. 18.2. CAMAC system configurations

# Padrão CAMAC



A interligação dos conectores dos módulos na parte posterior do crate forma o *barramento* de controle e transferência de dados, e é a alma do padrão CAMAC. Ele é formado basicamente por:

- **Linhas de alimentação.** São ligadas paralelamente em todos os módulos.
- **Barra de sinais.** Linhas de transferência de dados
- **Linhas ponto a ponto.** Conexões independentes para cada módulo. Existem somente duas: endereço no crate (N) e o Look-At-Me (LAM).

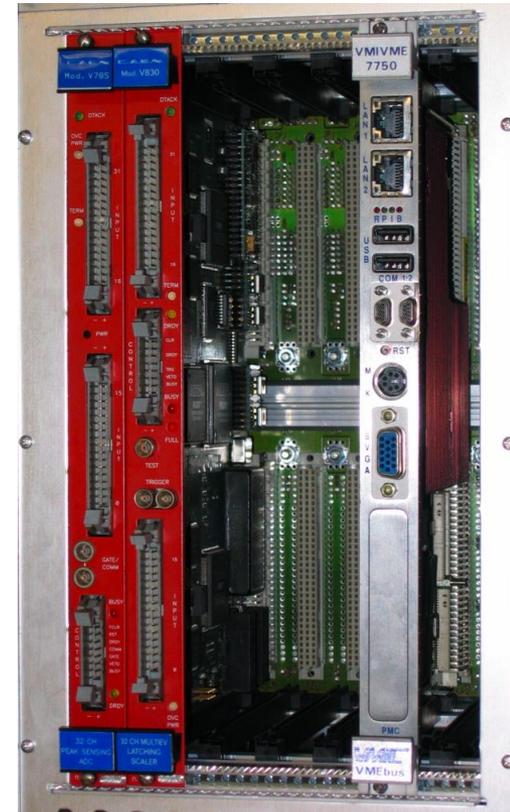
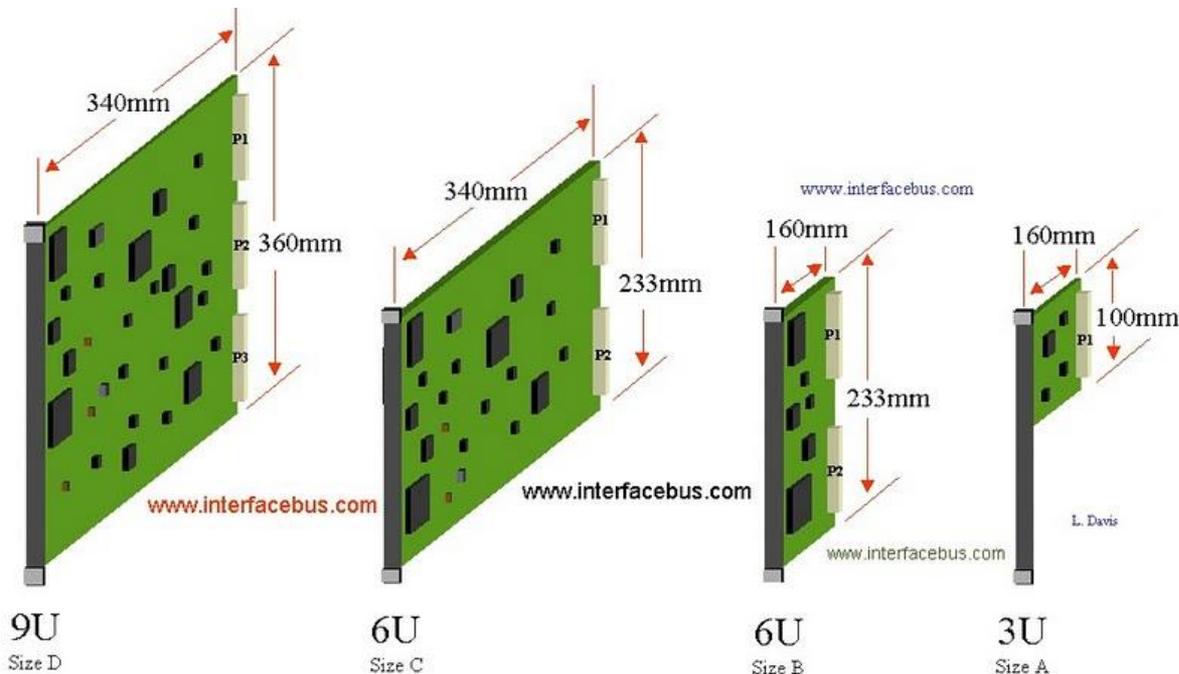
# CAMAC- Linha de Sinais

- Sinais de Controle:
  - Initialize (Z), Clear(C) e Inhibit (I).
- Sinais de Status:
  - Look-At-Me (LAM), Busy, Q-response, X.
- Sinais de Sincronização (Timing)
  - São pulsos (S1 e S2) gerados para sincronizar os módulos em determinadas operações.
- Sinais de dados
  - São linhas separada para leitura (24) e escrita (24). O tamanho da palavra é de 24 bits.
- Sinais de endereço
  - São usados para endereçar uma seção de um módulo numa operação de dados.
- Sinais de Comando
  - São usados para executar certas funções no módulo (e/ou sub-módulo)endereçoado. São usados 5 bits.

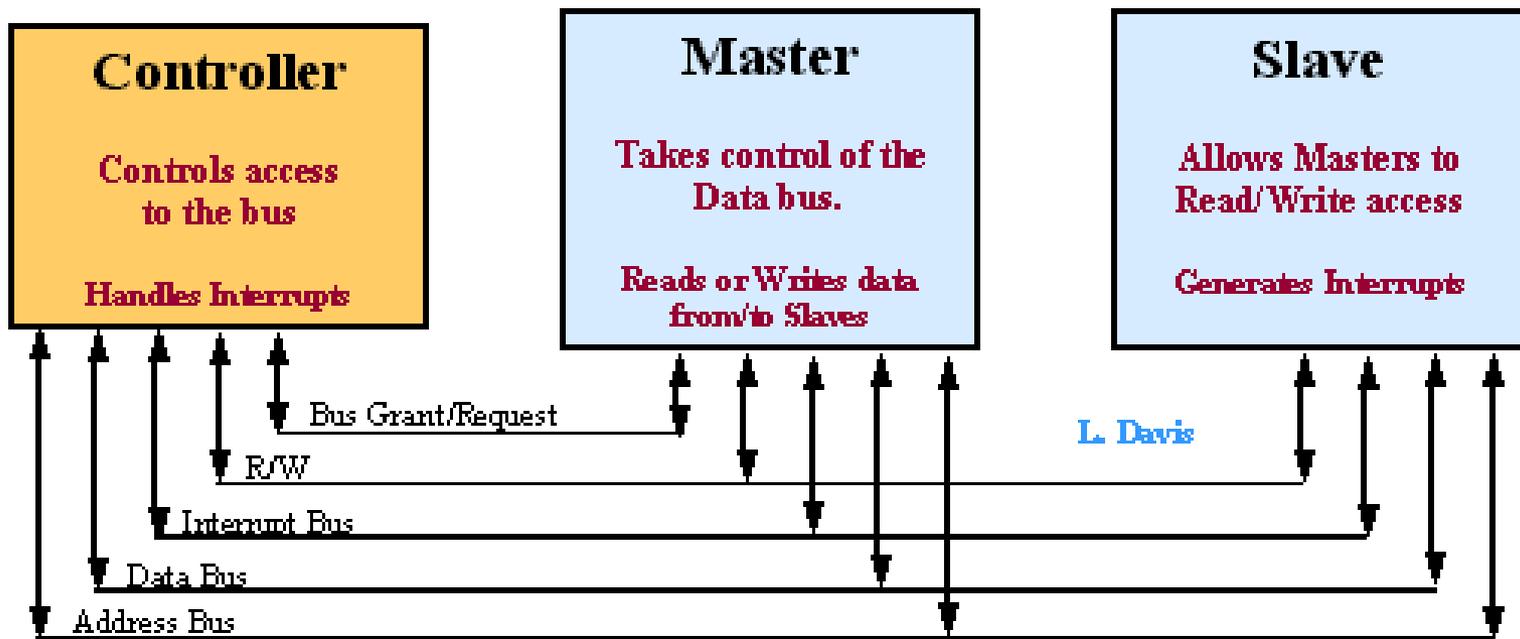
Code $F()$	Function
0	Read group 1 register <sup>a</sup>
1	Read group 2 register
2	Read and clear group 1 register
3	Read complement of group 1 register
4	Nonstandard
5	Reserved
6	Nonstandard
7	Reserved
8	Test look-at-me
9	Clear group 1 register
10	Clear look-at-me
11	Clear group 2 register
12	Nonstandard
13	Reserved
14	Nonstandard
15	Reserved
16	Overwrite group 1 register
17	Overwrite group 2 register
18	Selective set group 1 register
19	Selective set group 2 register
20	Nonstandard
21	Selective clear group 1 register
22	Nonstandard
23	Selective clear group 2 register
24	Disable
25	Execute
26	Enable
27	Test status
28	Nonstandard
29	Reserved
30	Nonstandard
31	Reserved

# Padrão VME

É um padrão desenvolvido originalmente para a linha de processadores 68000 da Motorola, mas que posteriormente foi usado para as mais variadas aplicações, sendo padronizada pelo IEC como IEEE 1014-1987. Nas dimensões mecânicas e conectores elétricos é baseado no Eurocard.



# Padrão VME



Dependendo da versão do padrão VME, a velocidade de comunicação de dados é de 40 – 500 Mbps.

O VME é barramento padrão do CMS para a fase 0 (até 2013).

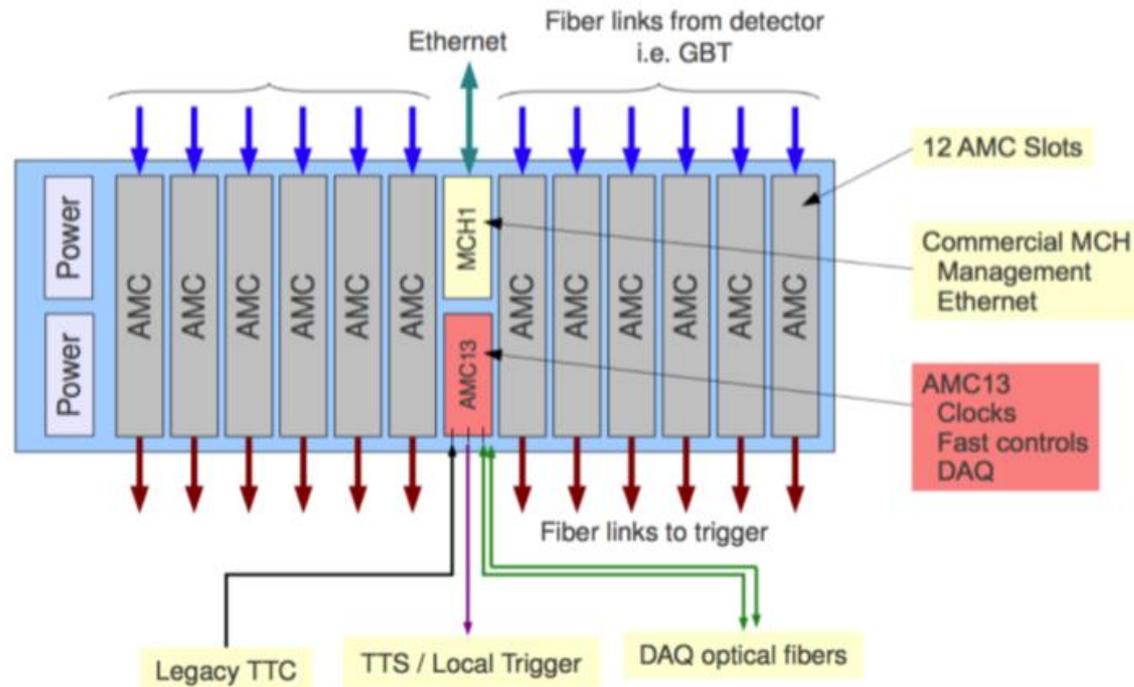
# Padrão ATCA

- Advanced Telecommunications Computing Architecture, também chamado AdvancedTCA.
- Consórcio de mais de 100 companhias, *PCI Industrial Computer Manufacturer Group* (PCIMG).
- Foco nas necessidades de equipamentos de telecomunicações “carrier grade”. Hoje é também dirigido para a área aeroespacial e militar.
- Padrão a ser adotado pelo CERN, incluindo o CMS para a fase 2.



# MicroTCA

- É uma versão do sistema ATCA em um fator de forma menor para aplicações de menor densidade e custo.
- Utiliza os *Advanced Mezzanine Card (AMCs)* e *backplanes* com instrumentos *hot-swappable*.
- Em utilização no CMS desde a fase I.



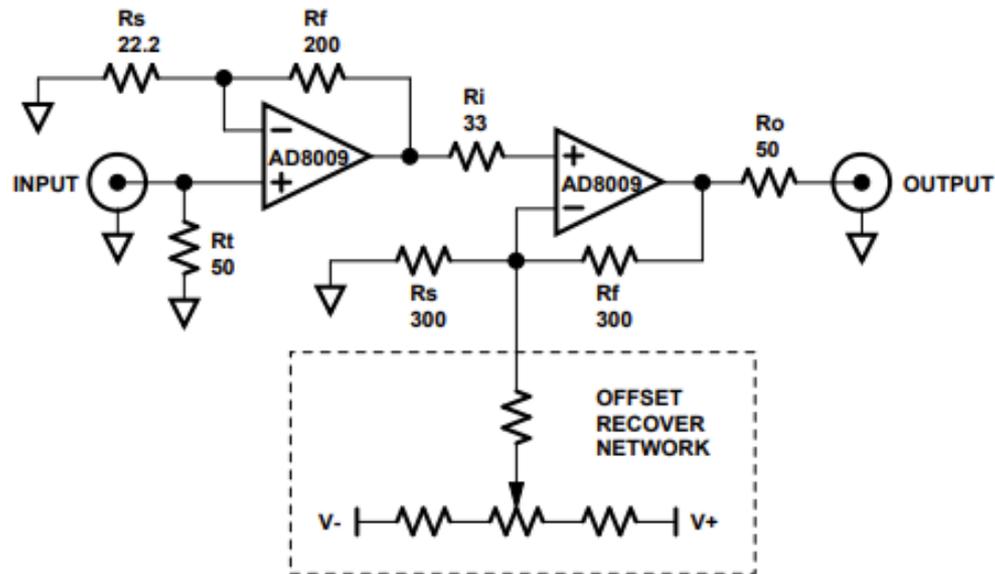
# Eletrônica Modular

- Eletrônica de Tratamento de Sinais
  - Amplificadores
  - Discriminadores
  - Unidades de Lógica
  - Geradores de Gate
  - Fan-In/Fan-out
  - Conversores de Padrão (níveis de tensão)
- Eletrônica de Medição
  - Contadores
  - ADC (Analog to Digital Converters), também chamados de QDC
  - TDC (Time to Digital Converters)
  - Leitor de Padrão (Pattern Unit)
- Fontes de Alimentação e Geradores
  - Fontes de baixa tensão
  - Fontes de alta tensão
  - Geradores de pulso
  - Geradores de ondas arbitrárias
  - DAC (Digital to Analog Converter)

# Amplificadores

Servem basicamente para dois propósitos:

- Amplificar um sinal de pequena amplitude e/ou;
- Formatar o sinal para posterior processamento.

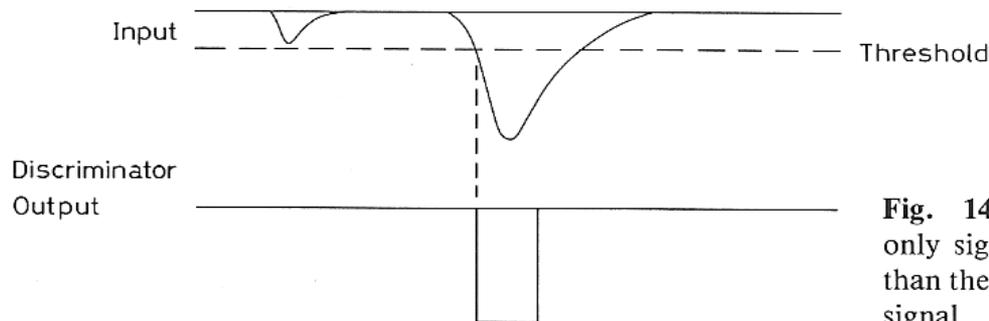


**Amplificador de 10x, com correção de offset.**



# Discriminadores

Tem por função produzir um sinal formatado (padrão NIM) apenas se o sinal de entrada for maior do que um limiar pré-estabelecido.



**Fig. 14.14.** Discriminator operation: only signals whose amplitude is greater than the fixed threshold trigger an output signal

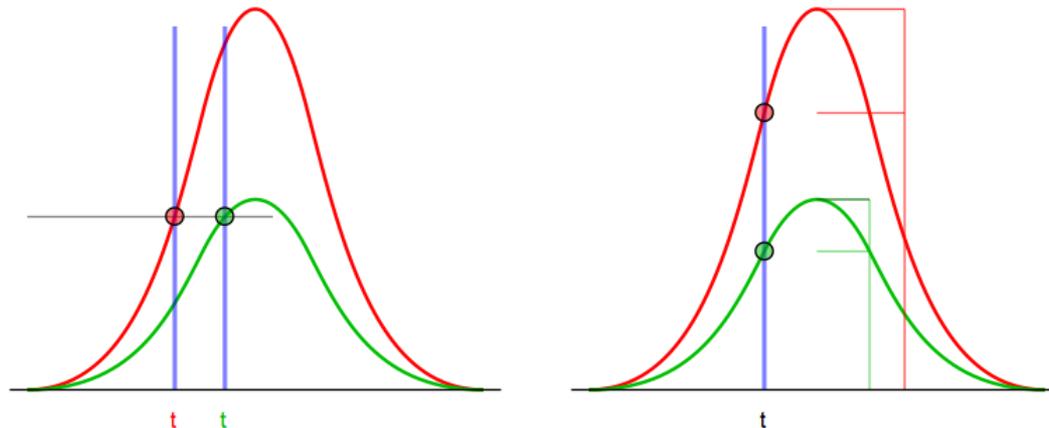
O uso mais comum do discriminador é bloquear ruídos de baixa amplitude de fotomultiplicadores e outros tipos de detectores. Os ajustes básicos desses módulos são o limiar de discriminação (*threshold*) e a largura temporal do sinal de saída (*width*).



# Discriminadores

Existem situações em que a aceitação do sinal deve ser mais restritiva. Por essa razão existem outros tipos de discriminadores:

- **Discriminador com ajuste de máximo nível:** São aceitos apenas sinais entre o limiar e um nível máximo do sinal. Isto é útil em casos em que a física de interesse está num depósito de energia moderada no detector em questão.
- **Discriminador de fração constante:** Quando a informação de interesse é o tempo de surgimento de um sinal, o *rise-time*, a amplitude e o limiar de discriminação acabam tendo forte influência na medição. O *Constant Fraction Discriminator* tem por função eliminar esta dependência.



# Gerador de Gate

É usado na temporização de sinais digitais. Sua principal função é gerar a partir de um pulso lógico de entrada um pulso de saída cuja duração (*width*) é ajustável ( $\sim 10\text{ns} - 10\text{s}$ ). Ao mesmo tempo gera um sinal de duração fixa, mas atrasado da mesma quantidade ajustada.

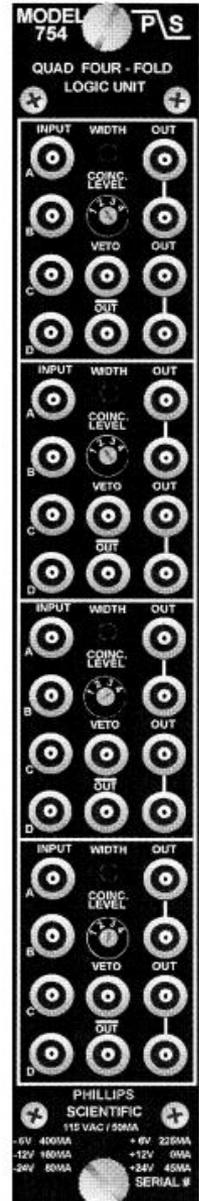
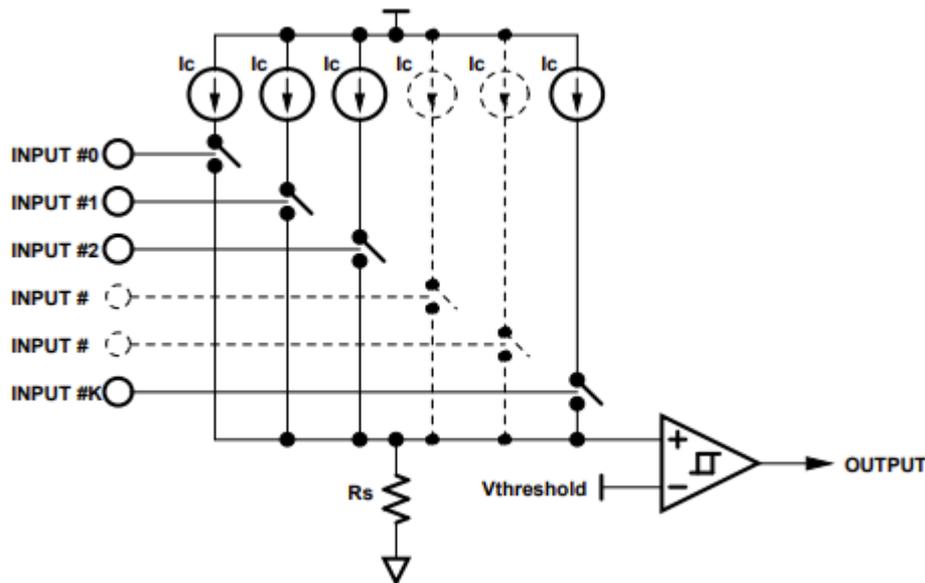
Um uso típico está nos casos em que quando uma certa situação é satisfeita, algum processo é esperado que ocorra com certa probabilidade em determinado intervalo de tempo. É o caso das medidas de decaimento.



# Unidade Lógica ou *Logic Gate*

Uma unidade de coincidência lógica determina se dois ou mais sinais lógicos são coincidentes no tempo e gera um sinal lógico na saída.

Uma unidade de coincidência lógica é um exemplo da classe mais geral das *Logic Gates* ou *Logic Units*. A unidade de coincidência executa essencialmente a operação AND. Outras Logic Units executam também operações OR, NOT e combinações delas.



# Linha de Atraso (Delay Unit)

É usado para compatibilizar os tempos de uma malha de processamento de sinais. Podem atrasar tanto sinais digitais como analógicos.

Por exemplo, quando inserimos dois sinais numa unidade de coincidência esperamos que ocorra uma coincidência com certa resolução temporal. Porém, se tanto a física como a malha de processamento de um desses sinais causa um atraso sistemático é necessário compensar esta defasagem temporal. Isto será feito atrasando a outra linha antes que seu sinal vá para a unidade de coincidência.



# Contadores ou *Scalers*

É o mais simples e um dos mais essenciais instrumentos de medição. Em geral, conta pulsos lógicos na sua entrada. Podem existir conexões auxiliares para, por exemplo, permitir a contagem apenas se um *gate* está presente.

Os contadores manuais são mais sofisticados, com mais opções de operação porém com poucos canais de contagem (1-4). Os contadores automatizados, usados em *crates* CAMAC ou VME, podem possuir dezenas de canais.



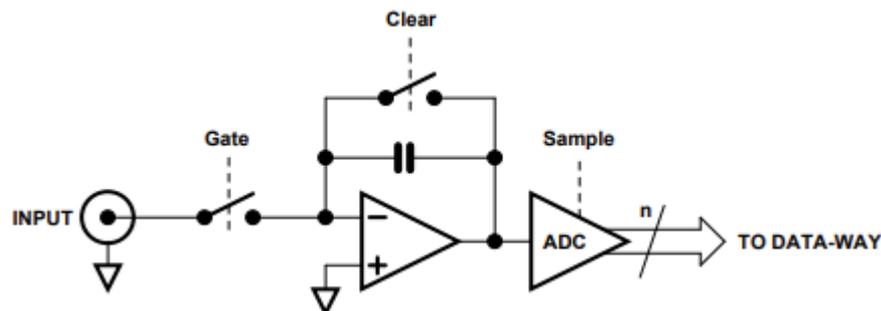
# ADC (Analog to Digital Converter)

O ADC está na classe dos instrumentos que, hoje em dia, são usados apenas em sistemas computadorizados. Ele converte uma informação contida em um sinal analógico em um equivalente na forma digital.

Os ADCs podem ser encontrados em dois tipos: sensíveis ao pico ou sensível à carga (QDC). Ambos tem como resposta um valor numérico proporcional à grandeza de interesse. A limitação da escala numérica está no número de bits ou tamanho da palavra de conversão.

Basicamente dois sinais devem ser introduzidos:

- o sinal analógico a ser medido e
- um gate, cujo início deve ocorrer antes do início do sinal analógico e o término deve ser após a região de interesse do mesmo.



# TDC (Time to Digital Converter)

Basicamente, trata-se de um medidor de tempo, um cronômetro muito preciso. É também um digitalizador como o ADC. Ao contrário dele, porém, que mede uma característica de um único sinal, o TDC mede a diferença de tempo entre dois sinais. E em vias diferentes.

Um dos sinais dispara o “cronômetro” e o outro termina a contagem. A resolução da contagem é da ordem de pico-segundos a nano segundos.

