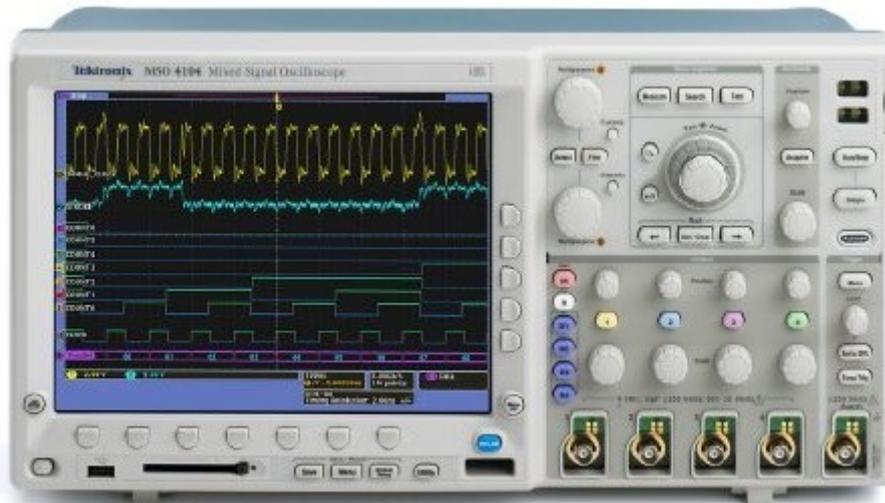


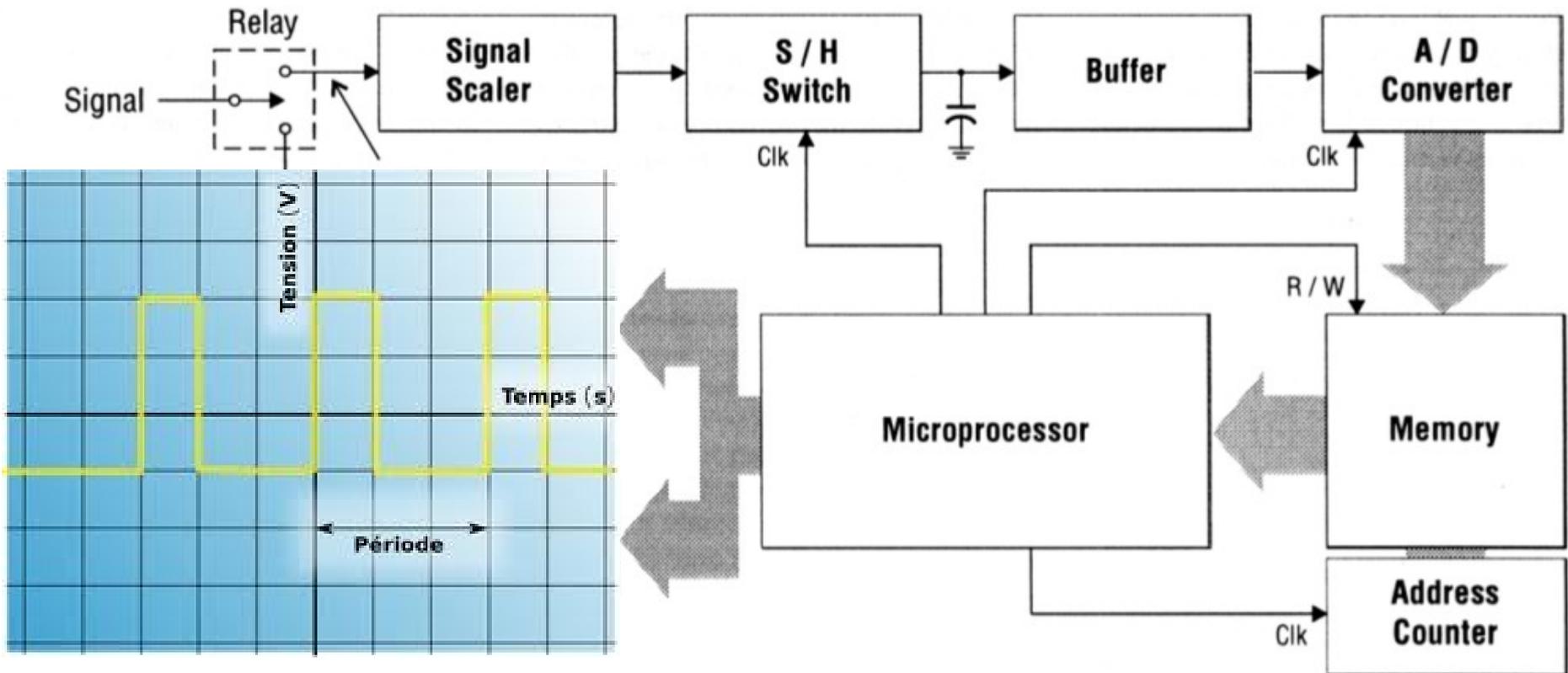
Osciloscópio Digital

- Osciloscópio
 - Instrumento para análise de sinais no domínio do tempo



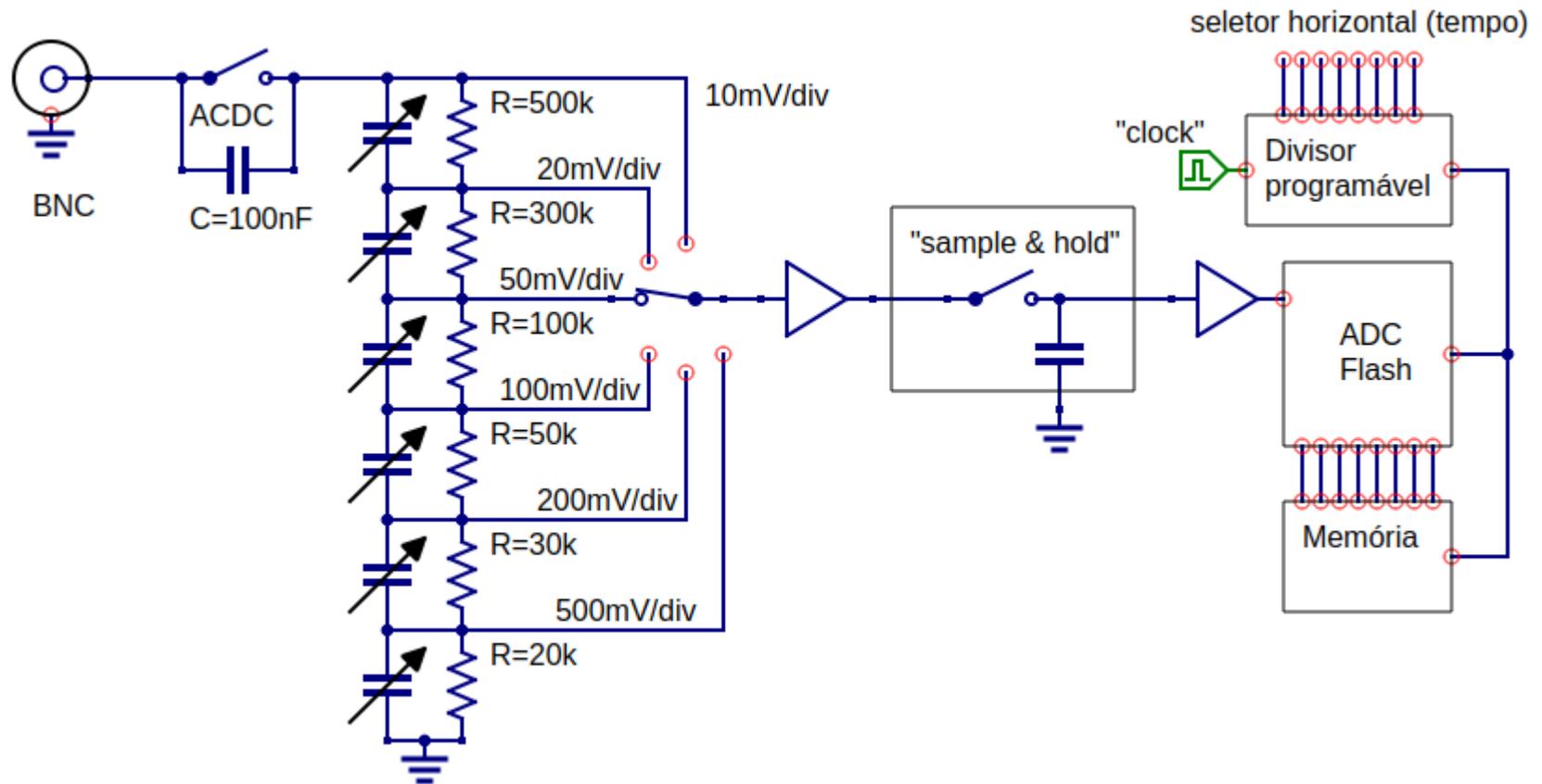
Osciloscópio Digital

- Aquisição do sinal por um conversor A/D Flash



Osciloscópio Digital

- Circuito de entrada / base de tempo

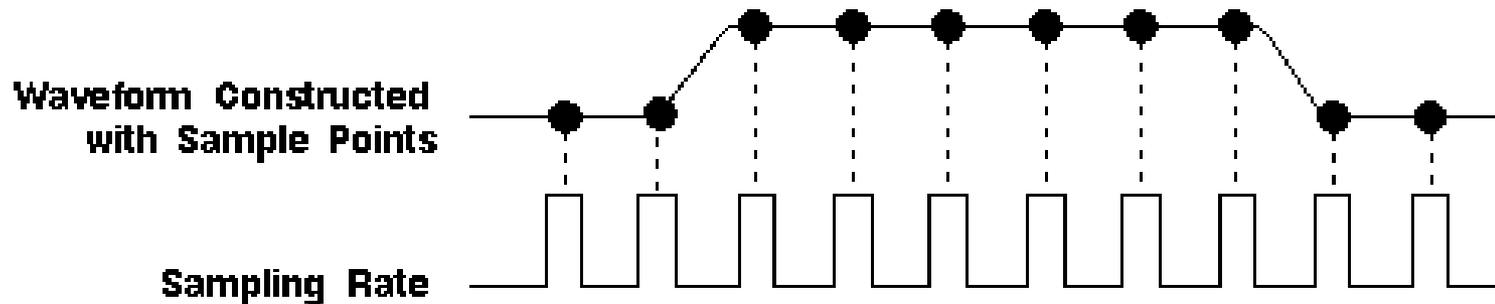


Osciloscópio Digital

- Armazenamento do sinal digitalizado:
 - O resultado da conversão A/D é transferido para uma memória binária rápida SRAM
 - Os dados são processados e enviados ao display gráfico
 - Dois tipos de amostragem:
 - Em tempo real
 - Em tempo equivalente

Osciloscópio Digital

- Amostragem em Tempo Real
 - O conversor A/D “amostra” o sinal de entrada e o converte para a forma digital em intervalos de tempo precisos definidos pela frequência de amostragem f_s .
 - A amostragem é realizada até que toda a memória seja preenchida.

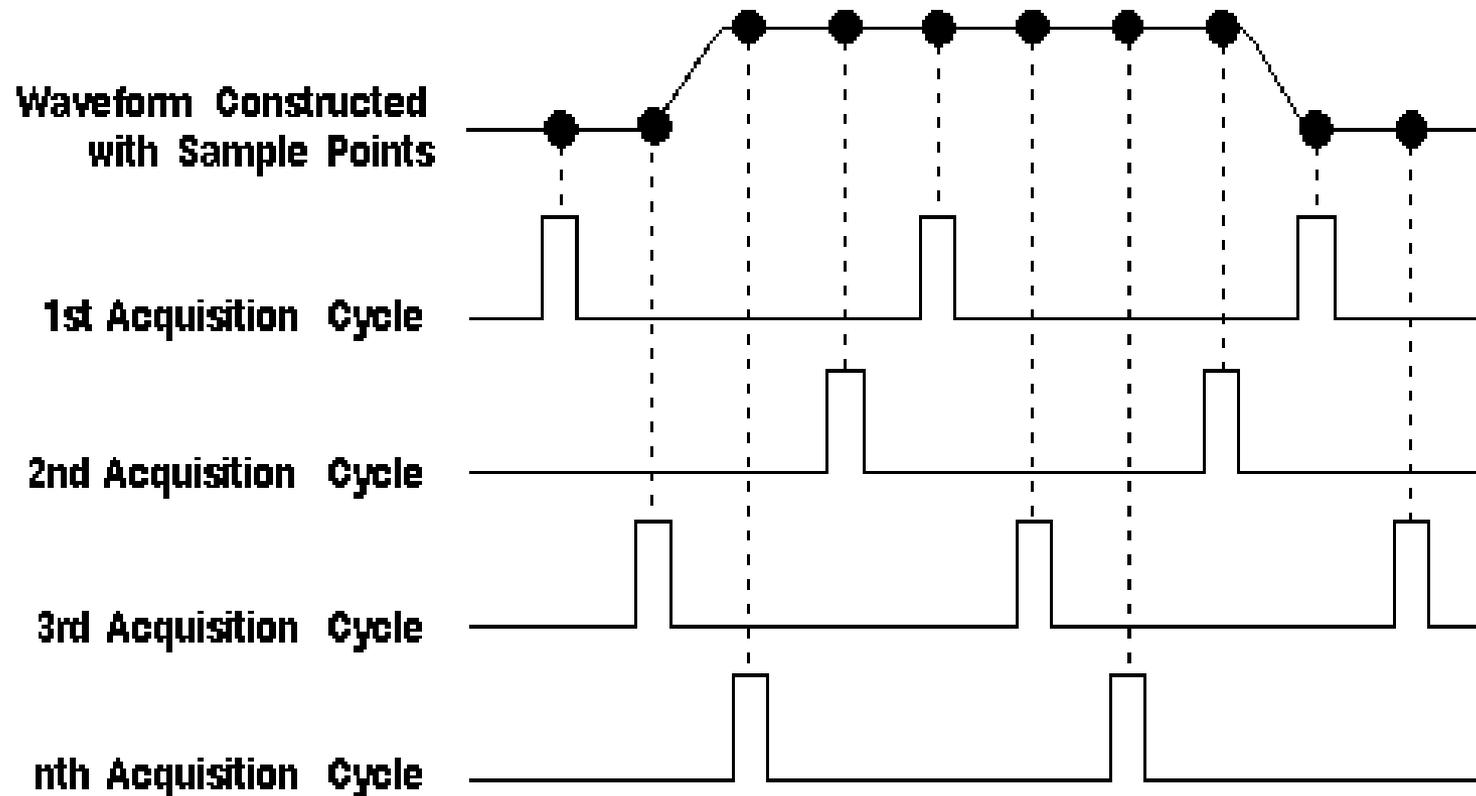


Osciloscópio Digital

- Amostragem em Tempo Equivalente
 - Quando o sinal amostrado é repetitivo, pode-se usar um recurso de sobre-amostragem que permite aumentar o número de pontos horizontais (melhor resolução) pela composição de várias varreduras horizontais.
 - Cada seqüência de amostragens é efetuada com a máxima velocidade do conversor.
 - A visualização final é o resultado da sobreposição das várias seqüências de amostragem

Osciloscópio Digital

- Amostragem em Tempo Equivalente



Osciloscópio Digital

- Amostragem em Tempo Equivalente
 - A reconstrução do sinal a partir da superposição das diversas sequências exige o conhecimento preciso do tempo entre o disparo (*trigger*) e cada uma das amostras ($t_1, t_2, t_3\dots$).
 - Isto é possível com o uso de interpoladores temporais.
 - O intervalo de tempo entre o disparo e a primeira amostragem das várias sequências ($t_1, t_2, t_3\dots$) pode variar de forma sequencial ou aleatória.
 - Pode-se amostrar sinais com $f_{\max} > fs/2$
 - Este recurso não funciona com sinais não repetitivos.

Interpolação Gráfica

- Interpolação Gráfica
 - Adiciona amostras intermediárias calculadas a partir das amostras reais
 - Melhora a visualização dos dados na tela
 - Equivale a uma sobre-amostragem
 - Dois tipos principais:
 - Linear: as amostras são ligadas graficamente por segmentos de reta
 - Sinc: as amostras são ligadas graficamente pela função $\text{Sen}(x)/x$

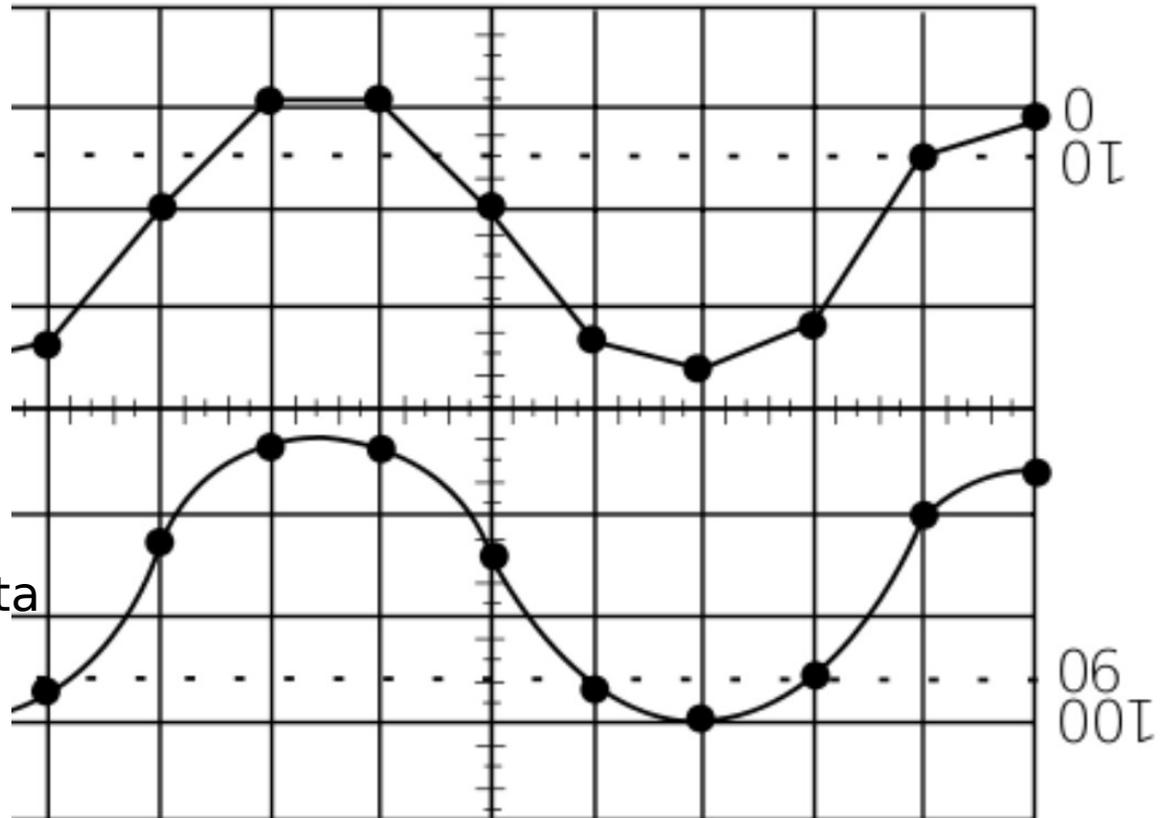
Interpolação Gráfica

- Linear:

- Mais simples e rápida
- Menor qualidade

- $\text{Sen}(x)/x$:

- Mais complexa e lenta
- Maior qualidade



Medições Automáticas



Um conjunto de medidas temporais (período, freqüência, largura de pulso, etc.) e de amplitude (valor médio, RMS, pico, etc.) podem ser efetuadas automaticamente a partir de funções pré-definidas no sistema operacional do osciloscópio. Além disso é possível efetuar processamento matemático das formas de onda amostradas, como operações aritméticas básicas (+, -, *, /), integral, diferencial, análises estatísticas, etc.