

# MOD. LARG. IMP. TRIF. (8031)

## Entradas

- Frequência fundamental
- Amplitude
- Frequência de comutação
- Tempo morto

## Saídas

- 6 saídas MLI
- 1 saída de sincronismo.

## Objectivos Principais

- Estudar diversos métodos de modulação de largura de impulsos para sistemas trifásicos;
- Estudar diversos métodos de implementação digital de MLI;
- Estudar a arquitectura MCS-51 e analisar as suas capacidades;
- Definir as relações entradas/saídas para a MLI;
- Estudar e caracterizar os limites de funcionamento da MLI e implementar: frequência fundamental, amplitude, frequência de comutação e tempo morto;
- Implementar uma MLI e testá-la adequadamente;
- Verificar experimentalmente o espectro da MLI implementada;
- Efectuar uma análise comparativa de duas modulações implementadas;

# PERFORMANCE

## Harmónicos na Corrente

Perdas no Cobre  $\rightarrow$  Factor de Perdas

## Espectro Harmónico

Melhor caracterização que o factor de perdas ( $d^2$ )  
Componentes individuais nas contribuições na corrente

## Índice Modulação Máximo

Factor de Utilização do Equipamento

## Harmónicos no Binário

Suave ou não

## Frequência e Perdas de Comutação

Freq. Com.  $\uparrow$  Dist. Harm. Correntes AC  $\downarrow$

Freq. Com.  $\propto$  Perdas Com.

Alta Potência

EMC

Ruído Acústico

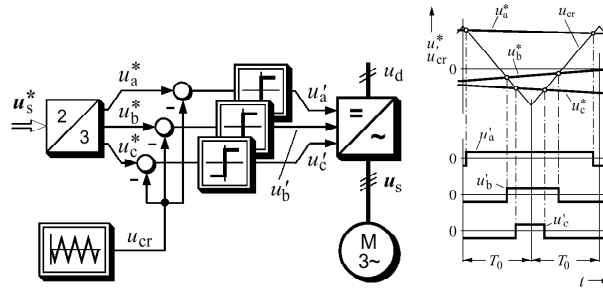
## Performance Dinâmica

Importante em sistemas de controlo em circuito fechado

# MODULAÇÃO BAS. PORTADORA

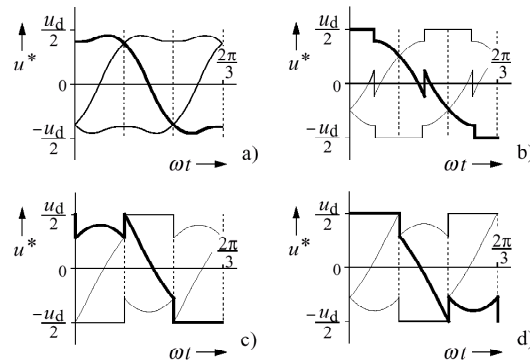
- Subciclo definido e constante ( $T_0 = \frac{1}{2} \cdot f_s$ )
- Espectro harmónico com duas bandas salientes, centradas em  $f_s$  e bandas adicionais nas suas freq. múltiplas.

## Suboscilação



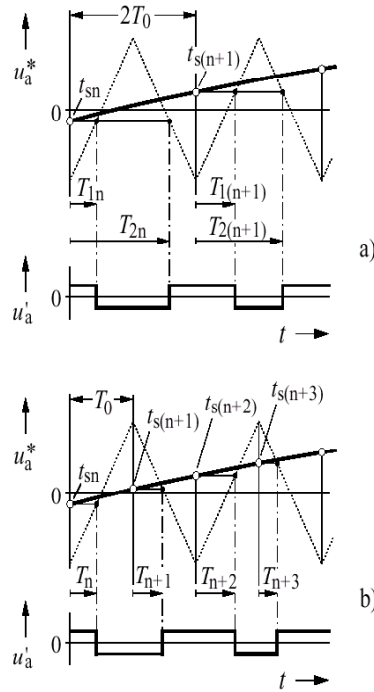
- $m_{max} = 0.785$

## Suboscilação Modificado



- Formas de onda *distorcidas*
- Adicionam-se componentes de sequência nula ao sinal de referência
- $m_{max} = 0.907$

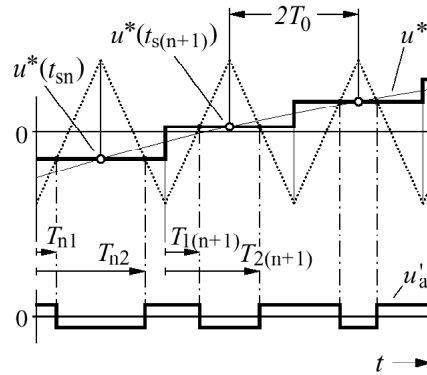
# Amostragem



Geração da onda triangular e instantes de comutação através de integradores e comparadores analógicos, ou temporizadores digitais e unidades CCU.

- Simétrica (a)
    - Amostragem à  $f_s$
    - Instantes de Comutação  $T_1$  e  $T_2$  calculados em tempo real.
- $$T_1 = \frac{1}{2}T_0 \cdot (1 + u^*(t_s)) \quad (1)$$
- $$T_2 = T_0 + \frac{1}{2}T_0 \cdot (1 - u^*(t_s)) \quad (2)$$
- Assimétrica (b) ( $2 \cdot f_s$ )
    - Melhor resposta dinâmica
    - Menor distorção harmónica das correntes de carga

## Sincronizada

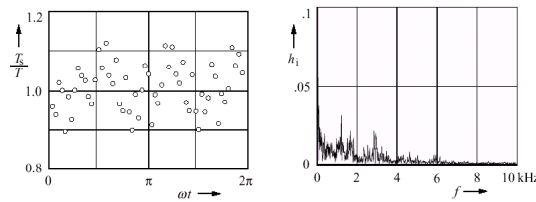


Sincronização de  $f_1$  com  $f_s$

- Melhora o espectro harmónico para baixos valores de  $N$

## sem Portadora

Variação da frequência portadora de uma forma aleatória *mas linear*

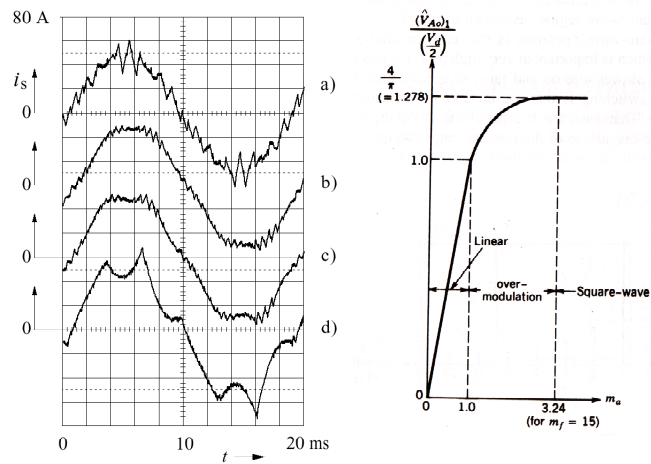


- Distribuição da energia harmónica por uma larga banda do espectro
- Radiação de ruído branco vs. tom no espectro audível

# Sobremodulação

$$m_a > 1$$

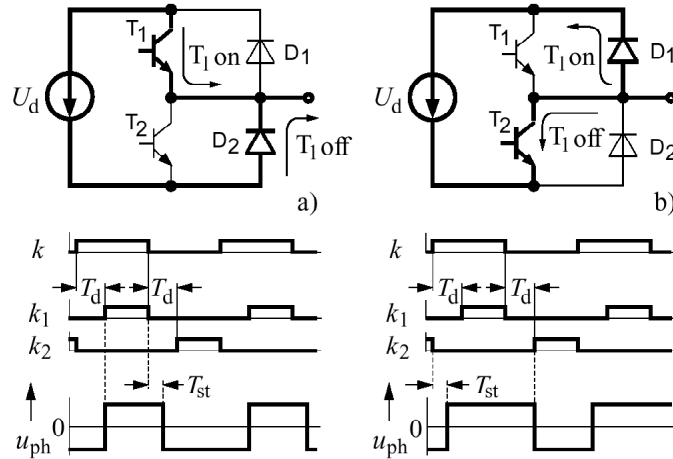
Adição de componentes harmônicas na tensão



- Sequências diferentes de zero
- Refletem-se nas formas de onda da corrente
- Técnica não Linear

## Tempo Morto

Inserção de um tempo  $T_d$  para evitar o curto circuito no inversor devido ao efeito de carga nos semicondutores



- Inserção de uma distorção não linear
- A componente fundamental da onda quadrada do efeito de tempo morto altera a amplitude e fase do valor de saída
- Inserção de harmónicos ímpares (3, 5, ...) da freq. fundamental na onda de tensão de saída
- Compensação (limitada) por Hardware e Software (normalmente em circuitos de controlo fechado)

## Caract. Desejáveis no $\mu P$

- 3 Unidades de CCU
- 1 Contador Reversível
- Correção Tempo Morto p Hardware
- Frequência de relógio e memória interna altas

## Implement. Prática

- Actualização Sinal Triangular
  - Variação do n.º de bits do registo
- Actualização Sinais Sinusoidais (se necessário)
  - Razão de modulação
  - Variação de número de pontos das sinusoidais
- Actualização de flags que indicam a relação dos dois sinais
  - *Possível* implementação de tempo morto
- Actualização das portas do micro-controlador



