

## Ciências Experimentais

**P5:** Osciloscópio. Sensibilidade, resolução e erro máximo do aparelho.

---

### 1. Objectivos

- Iniciação ao osciloscópio.
- Estimativas de sensibilidade, resolução e erro máximo do aparelho.

### 2. Introdução

Um osciloscópio (do Latim: *oscillare*, oscilar + *skopein*, ver) é um aparelho que permite visualizar a variação temporal de potenciais periódicos ou repetitivos. É por isso um melhoramento do voltímetro: para além de diferenças de potenciais (d.d.p.) permite medir tempos.

O seu ecrã é um rectângulo de 10 cm de lado por 8 cm de altura e está dividido em quadrados de 1 cm de lado (ver figuras do osciloscópio nas páginas 3 a 7). No entanto, nos eixos centrais existem divisões menores de 2 mm.

O osciloscópio é um transdutor que pode ser esquematizado pelo seguinte diagrama:



em que  $x$  é a d.d.p.  $U$  (ou tempo  $T$ ) e  $y$  a correspondente distância percorrida pelo sinal de varrimento no ecrã do osciloscópio.

*Todas as medições efectuadas no osciloscópio são basicamente medições de comprimentos nesta matriz.*

Se pretendemos medir uma d.d.p. temos que saber quantos voltos valem cada centímetro da matriz. Esta quantidade é o *factor de escala*. Ao alterar o factor de escala estamos a alterar a *sensibilidade* do aparelho:

$$\text{Sensibilidade} = \Delta d / \Delta U = 1 / (\text{Factor de escala})$$

Por exemplo, se medi 2,4 cm na matriz e o botão selector de escala indica que tenho um factor de escala de 5 V/cm, então a leitura será:

$$\text{d.d.p.} = 5 \text{ V/cm} \times (2,4 \pm 0,1) \text{ cm} = (12,0 \pm 0,5) \text{ V}$$

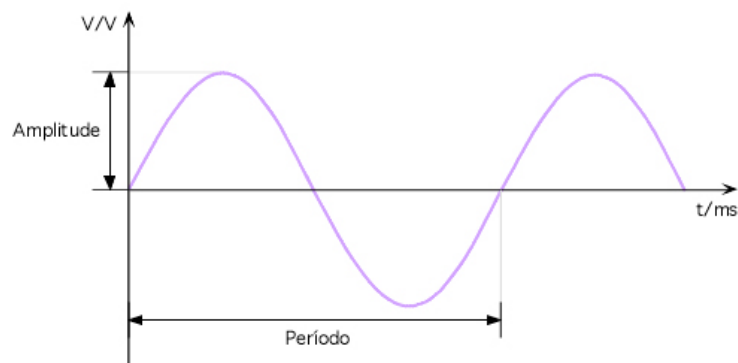
Se pretendemos medir um intervalo de tempo temos que saber quantos segundos valem cada centímetro da matriz.

Por exemplo, se medi 3,2 cm na matriz e o botão selector de escala indica que tenho 2 ms/cm, então a leitura será:

$$\text{Tempo} = 2 \text{ ms/cm} \times (3,2 \pm 0,1) \text{ cm} = (6,4 \pm 0,2) \text{ ms}$$

### 3. Informação adicional

Representação gráfica da variação de um sinal sinusoidal de amplitude  $A$  e período  $T$  ao longo do tempo:



Equação:

$$V = A \sin\left(\frac{2\pi t}{T}\right)$$

## 4. Actividade experimental

### 4.1 Material necessário

1 osciloscópio, 1 gerador de sinais, 1 fonte de tensão, 1 pilha, pontas de prova, fios de ligação, chave de fendas, crocodilos.

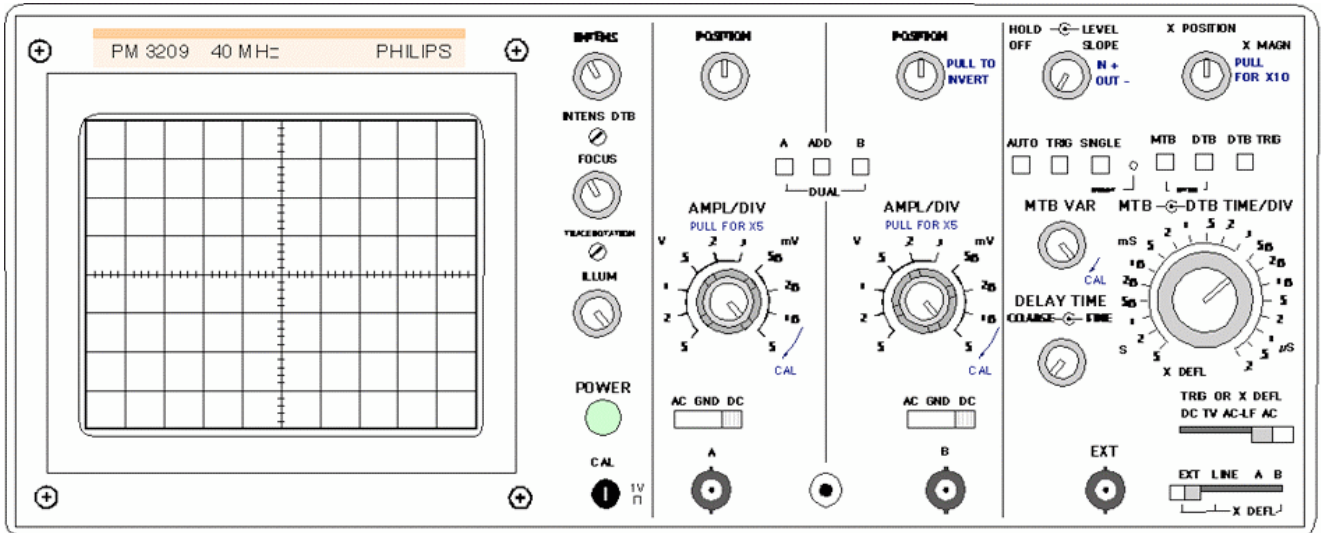
### 4.2 Procedimento experimental

Leia os seguintes textos e cumpra as instruções sinalizadas pelas alíneas.

Em cada página há uma imagem do osciloscópio onde deve assinalar os controlos que irá aprender nessa página.

Quando tiver de fazer leituras de grandezas no osciloscópio utilize sempre as escalas mais sensíveis e meça sempre as distâncias na matriz onde as divisões são mais pequenas (2 mm).

Peça sempre o professor para este confirmar as suas medições. Organize sempre as suas medições em tabelas. Para cada medição efectuada, para além da unidade da grandeza medida, anote sempre o erro máximo do aparelho, a sensibilidade e a resolução.



#### 4.2.1. Entradas

a) Localize no osciloscópio as seguintes entradas:

**A ou I** - entrada BNC (British Naval Connector) do canal A (ou I)

**B ou II** - entrada BNC do canal B (ou II)

**EXT** - entrada para disparo com controlo externo

#### 4.2.2. Saídas

a) Localize no osciloscópio as seguintes saídas:

**Ecrã**: - de 8 cm x 10 cm

- dividido em quadrados de 1 x 1 cm

- divisões menores nos eixos centrais da grelha de 0,2 cm

**CAL** - saída de sinal quadrado com amplitude de pico-a-pico de 1 V

#### 4.2.3. Controlos

##### 4.2.3.1 Verificações iniciais

a) ligar a alimentação do osciloscópio (220 V - 50 Hz)

b) carregue no botão de POWER

c) rode todos os botões com a designação de CAL para o modo calibrado (CAL)

d) seleccione o modo de entrada GND. Regule a linha de varrimento com uma das linhas horizontais. Essa linha corresponderá à tensão de entrada para 0 V. Faça este procedimento para os canais A e B.

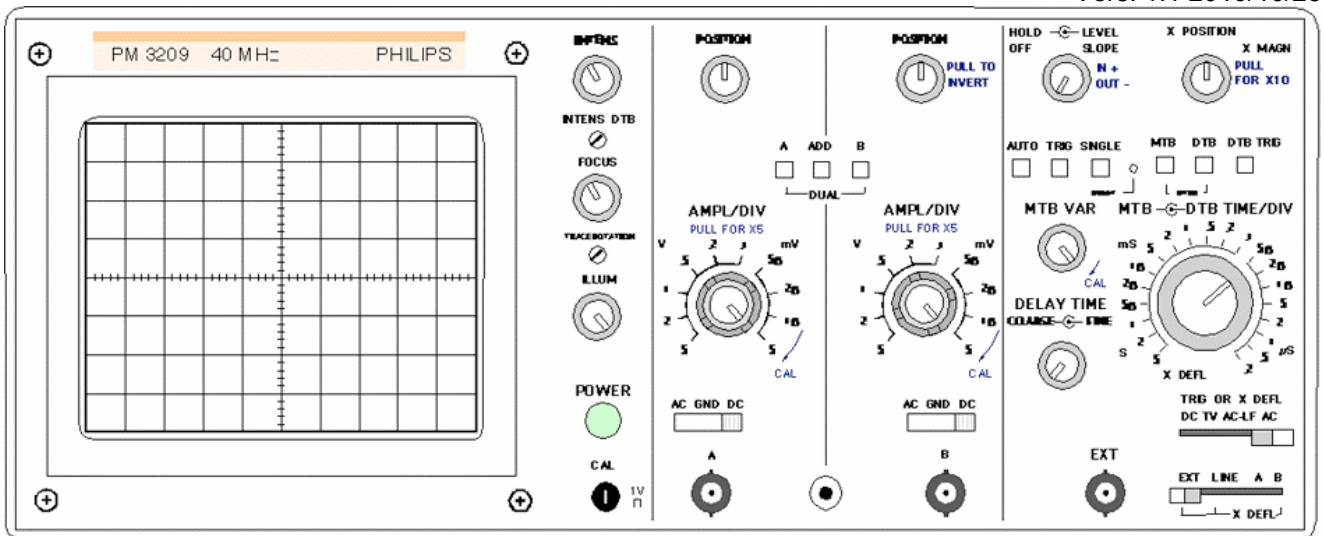
e) regule o modo de disparo para AUTO

f) ajuste o parafuso de TRACE ROTATION até que a linha de varrimento fique paralela às linhas horizontais da grelha com a ajuda da chave de fendas

g) ligue uma ponta de prova ao canal A e a outra extremidade à saída CAL

h) seleccione o modo de entrada DC

i) verifique nas escalas apropriadas que a tensão medida coincide com a do sinal de calibração. Registe as medições que tiver de efectuar.



#### 4.2.3.2 Controlos de ecrã

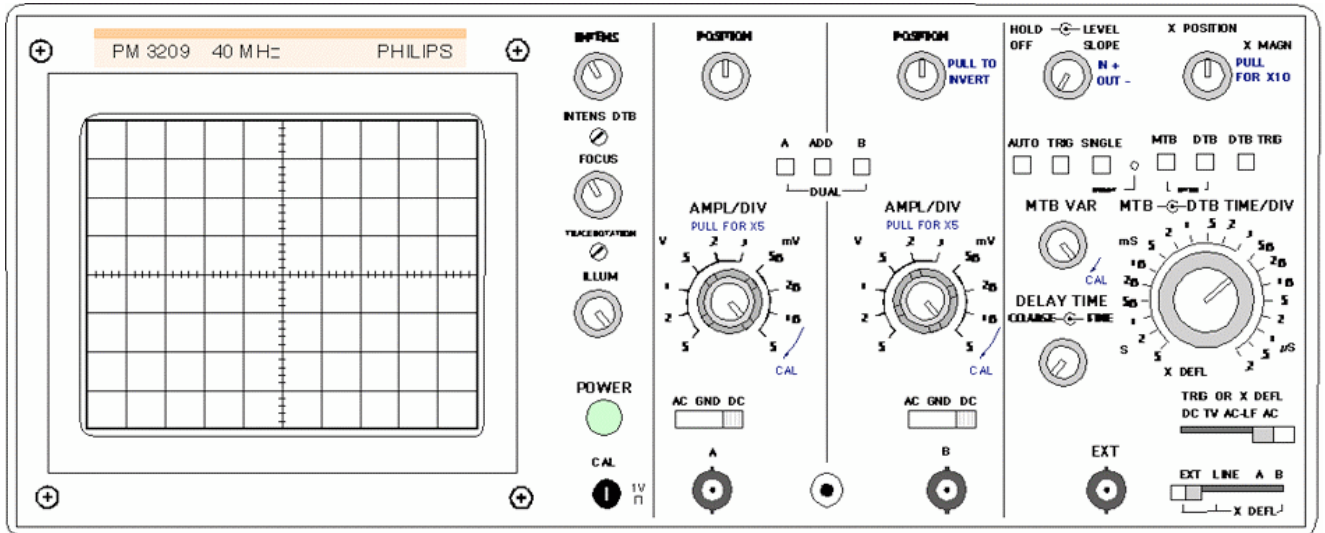
a) teste cada um destes parâmetros e verifique a sua função:

**INTENS** - regula a intensidade luminosa do traço de varrimento no ecrã

**FOCUS** - regula a convergência dos electrões incidentes sobre o ecrã. Torna o traço de varrimento mais nítido

**TRACE ROTATION** - regula a direcção do traço de varrimento. Esta deve ser paralela às linhas horizontais da grelha.

**ILLUM** - permite iluminar a grelha do ecrã. Deve ser usado para um ambiente escuro ou para fazer fotografias.



#### 4.2.4 Controlo do desvio vertical

a) Localize os seguintes comandos:

**AMP/DIV** - Botão maior: selector do coeficiente de deflexão desde 5 mV/div a 5 V/div

- Botão menor: recalibrador do coeficiente de deflexão. Quando se pretende usar a calibração de fábrica deve estar em CAL

- Se o botão menor é puxado aumenta o coeficiente de deflexão por um factor de 5.

b) Utilizando a pilha, aplique ao canal A uma tensão. Utilizando a fonte de tensão, aplique ao canal B outra tensão constante diferente. Meça os valores das tensões aplicadas. Registe as suas medições numa tabela. Continue a tabela fazendo as medições para outros três valores da tensão fornecida pela fonte de tensão.

c) Certifique-se que para uma tensão de 0 V à entrada mede 0 V no osciloscópio (ajuste do zero). Como pode fazer o ajuste do zero sem desligar a ponta de prova da fonte?

d) Ligue uma das pontas de prova à saída de sinal do osciloscópio CAL e puxe o botão menor. O que acontece? Volte a fazer as ligações anteriores

e) Teste cada um dos seguintes parâmetros:

**POSITION** - regula a posição segundo a vertical do traço de varrimento

**AC GND DC** - selector de ligação de entrada:

AC - neste modo toda a componente constante do sinal é bloqueada

DC - sinal de entrada está directamente ligado às placas de desvio

GND - as placas de desvio vertical estão curto circuitadas.

**A ADD B** - selector dos canais visíveis:

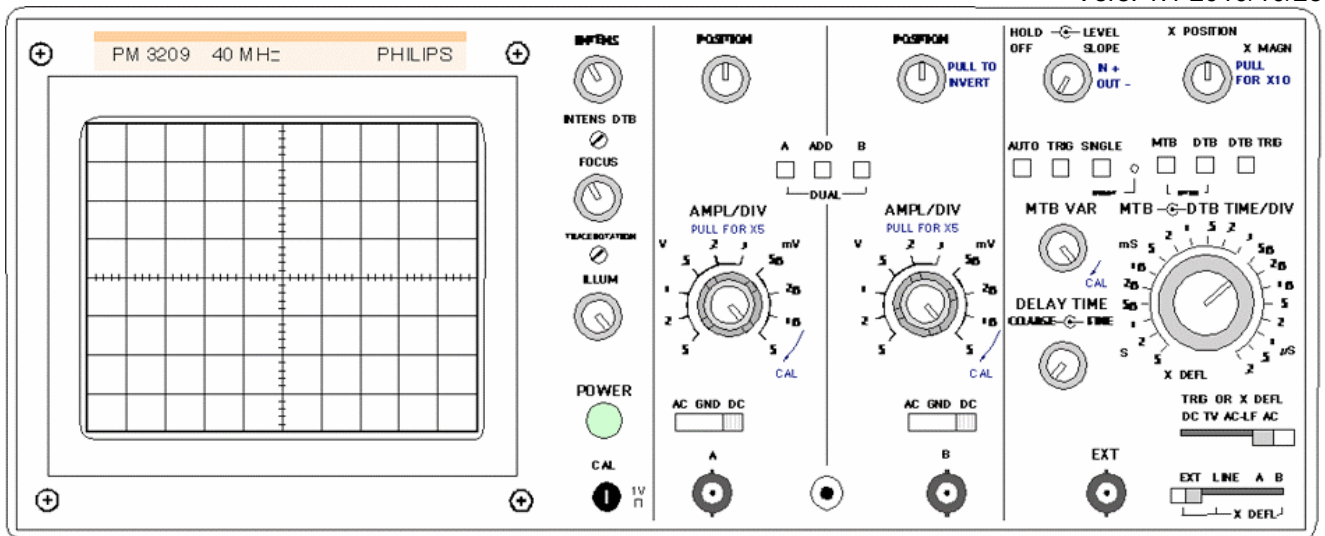
A - só o canal A é visível

B - só o canal B é visível

DUAL - os canais A e B são ambos vistos no ecrã

0,2  $\mu$ s/div - 0,5 ms/div - modo ALT; 1 ms/div - 0,5 s/div - modo CHOP

ADD - apresenta A+B ou A-B



#### 4.2.5 Controlo do desvio horizontal

a) Localize os seguintes comandos:

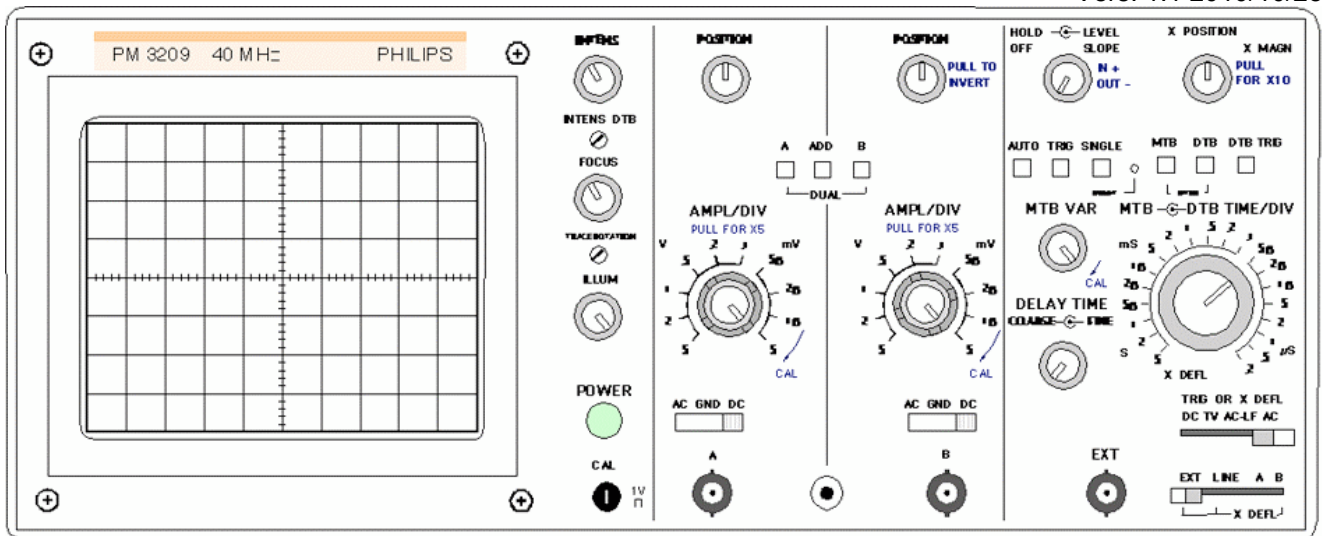
**MTB TIME/DIV** - maior botão: selector do coeficiente de deflexão horizontal (velocidade de varrimento) da base de tempo principal: 0,2  $\mu$ s/div - 0,5 ms/div

**MTB** - botão que permite a utilização da base de tempo principal

**X DEFL** - com rotação completa do botão maior de MTB TIME/DIV passa para o modo X-Y.

**MTB VAR** - botão de recalibração da base de tempo principal

- Ligue a ponta de prova que tem a indicação 10x à saída de sinal do osciloscópio CAL. Selecciona na ponta de prova 1x e puxe o botão do x-position. O que acontece?
- Volte a colocar o botão x-position na posição normal e selecciona na ponta de prova 10x. O que acontece?
- Retire as ligações à fonte de tensão. Ligue a saída de um gerador de sinais ao canal A. Meça qual a amplitude e o período do sinal. Repita para outros quatro conjuntos de amplitude e período. Organize os dados numa tabela.



#### 4.2.6 Sistema de disparo (Trigger)

a) Localize no osciloscópio os seguintes comandos:

**AUTO** - O varrimento é feito automaticamente e acontece mesmo quando o sinal não existe.

**TRIG** - O varrimento só acontece quando duas condições se verificam: O nível de tensão é superior ao nível seleccionado e o declive de variação do potencial com o tempo tem um sinal que coincide com o seleccionado.

**SINGLE** - O varrimento faz-se uma única vez.

**LEVEL** - selector do nível de tensão em que se dá o disparo (início do varrimento).

**SLOPE** - selector do sinal do declive de variação do potencial com o tempo (só há dois sinais possíveis: + ou -).

**SOURCE** - selector da fonte de sinal que será usada para determinar se os critérios de disparo são válidos. Há 4 fontes possíveis:

A - o canal A

B - o canal B

EXT - um sinal externo introduzido na entrada "EXT"

LINE - o sinal da rede (220 V, 50 Hz)

b) No modo de disparo AUTO, ligue às entradas dos canais A e B dois sinais independentes (utilize o gerador de sinal e a saída de sinal CAL). Observe ambos os sinais em simultâneo no ecrã. Veja o que acontece quando escolhe diferentes fontes de disparo (A, B, EXT ou LINE). Registe as formas dos sinais (com as escalas). Explique o que observa.

c) Mude para o modo de disparo TRIG e verifique o que acontece no início do varrimento. Em que potencial é que se inicia o varrimento? Com que declive? Altere a posição do botão LEVEL e explique o que observa. Puxe ou empurre esse botão e explique o que observa.