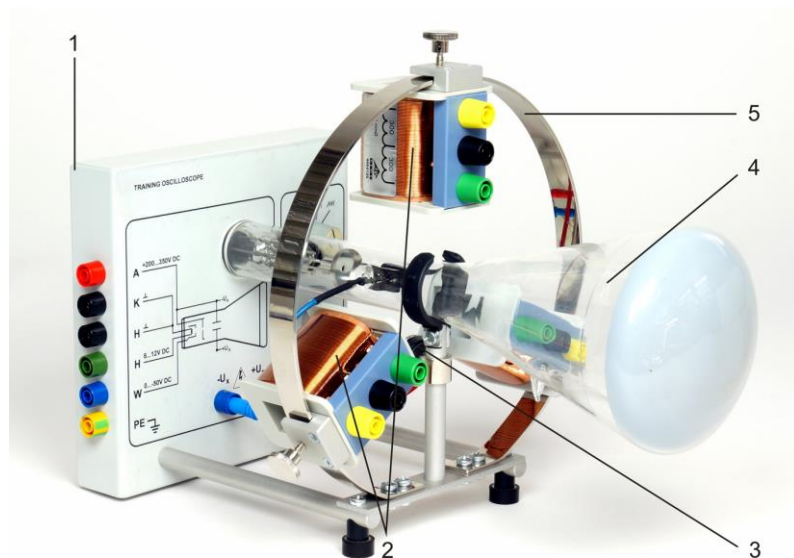


## Osciloscópio didático 1000902

### Instruções para o uso

05/16 CW/ALF/UD



- 1 Eletrônica de operação
- 2 Bobinas de desvio
- 3 Ímã em anel
- 4 Tubos de Braun
- 5 Anel de metal

### 1. Indicações de segurança

O osciloscópio didático é alimentado em parte com tensões acima de 60 V.

- Só realizar as conexões com o aparelho de alimentação elétrica desligado.
- Utilizar cabos de segurança.

O tubo de vidro estando evacuado existe o risco de implosão.

- Não exercer nenhum esforço mecânico sobre o tubo.

Em escolas ou centros de formação a operação do aparelho deve ocorrer sob a responsabilidade de pessoas preparadas para a operação do aparelho.

### 2. Descrição

Com o osciloscópio didático pode ser demonstrado o desvio de um feixe de elétrons por campos elétricos e magnéticos, como são encontrados em televisões ou em osciloscópios utilizados para técnicas de medição. Ele consiste basicamente num tubo de Braun, o qual é alimentado em tensão por conectores de 4 mm,

rodeado por um anel no qual podem ser fixadas bobinas de desvio.

O tubo de Braun é uma ampola de vidro evacuada em cujo gargalo encontram-se um cátodo incandescente e um ânodo em forma de disco perfurado a aproximadamente meio centímetro de distância entre eles. Os elétrons que saem do cátodo são acelerados em direção ao ânodo, sendo que uma parte destes atravessa a perfuração formando um feixe que provoca uma fluorescência verde na tela luminescente de silicato de zinco. A focalização do eixo ocorre por um lado através do cilindro de Wehnelt que rodeia o cátodo, que em contra do cátodo, traz um potencial negativo. Por outro lado o tubo com néon está preenchido com uma pressão de aprox.1 Pa, que concentra o feixe por constrição de gás tornando-o ao mesmo tempo visível.

Continuam estando duas placas de desvio no tubo opostas uma a outra e orientadas paralelamente ao feixe, que podem ser conectadas ao gerador de dentes de serra integrado ou a uma fonte externa e tensão. O gerador fornece uma tensão em dentes de serra de 3,5 até 650 Hz com uma amplitude de 100 V em ralação ao potencial anódico.

### 3. Dados técnicos

Tensão anódica:	200...350 V DC
Corrente anódica:	máx. 1 mA
Tensão de aquecimento:	6...12 V DC
Tensão de Wehnelt:	-50...0 V DC
Tamanho das placas:	12 x 20 mm <sup>2</sup>
Distância entre placas:	14 mm
Bobinas de desvio:	300 + 300 espiras $R_i = 4,2 \ \Omega$ $L = 6 \text{ mH}$
Tensões em dentes de serra:	$V_{pp} = 100 \text{ V}$ $f = 3,5..650 \text{ Hz}$

### 4. Utilização

#### 4.0 Eletrônica de operação

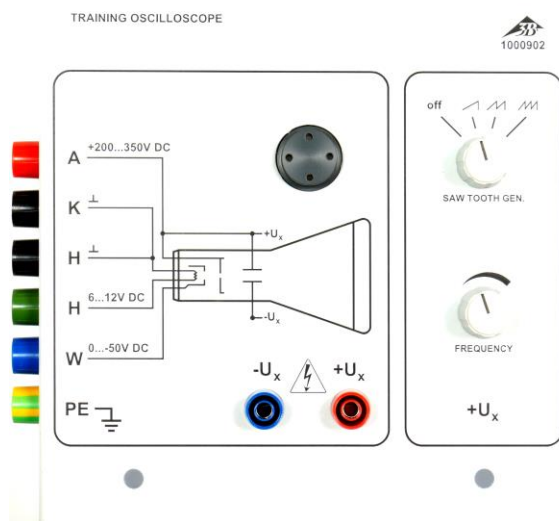


Fig. 1: Eletrônica de operação

Entradas:

A	Anodo
K	Catodo
H	Aquecimento
W	Cilindro de Wehnelt
⊥	Peso
PE	Aterramento

Saídas:

-U <sub>x</sub>	Placa de desvio esquerda
+U <sub>x</sub>	Placa de desvio direita

Gerador de dente de serra:

	frequência simples
	frequência dupla
	frequência tripla
Frequência	frequência do dente de serra

#### 4.1 Primeira operação

Para a alimentação do osciloscópio didático são necessários aparelhos de alimentação em rede que fornecem as seguintes tensões:

200-350 V DC ajustável,  
0-50 V DC ajustável,  
6-12 V DC.

Para isto, o aparelho de alimentação em rede 1001011 / 1001012 e 1003307 / 1003308 é particularmente adaptado, por disponibilizar todas essas tensões.

#### Orientação:

O osciloscópio de aprendizado funciona, dependendo do tubo inserido, geralmente com tensões de anodo de até cerca de 300 V. A tensão do anodo não pode, entretanto, ultrapassar os 350 V.

- Desligar o aparelho de alimentação elétrica.
- Conectar as entradas do osciloscópio didático com as saídas do aparelho de alimentação em rede conforme às tensões correspondentes.
- Ajustar o regulador de tensão de modo que os valores limite não sejam ultrapassados.
- Ligar o aparelho de alimentação.

Após 10-30 s aparece uma mancha verde sobre a tela que marca um feixe de elétrons incidente. Para manter o tubo o mais simples e compreensível possível para fins didáticos, não foi instalado um dispositivo adicional para aceleração posterior e focalização. Por essa razão, em geral o feixe não pode ser tão nítido como num osciloscópio de medição.

- Variar a tensão de Wehnelt até que a mancha presente a sua extensão mínima.

O feixe de elétrons também é visível no tubo na forma de um fio avermelhado, porém, por causa da luminosidade reduzida, só é visível em espaço escurecido.

#### 4.2 Dispositivos de desvio

##### 4.2.1 Desvio elétrico

O feixe de elétrons pode ser desviado aplicando uma tensão de no máximo 100 V através das placas de desvios que se encontram no tubo. Na maioria das aplicações essa tensão é obtida pelo gerador de dentes de serra. O feixe se desloca então da esquerda para a direita e pula no final de volta, o que se repete com uma tensão ajustável. Assim, podem ser tornados visíveis desvios periódicos verticais, por exemplo, através de um campo magnético alternado periodicamente definido.

##### 4.2.2 Desvio magnético

As bobinas são fixadas no anel que rodeia o

gargalo do tubo. Entre dois conectores vizinhos encontram-se a cada vez 300 espiras. Se os dois conectores forem interligados, então flui corrente em todas as 600 espiras. O feixe de elétrons é desviado para a direita perpendicularmente ao campo magnético e à direção de deslocamento. Se as bobinas forem montadas viradas para dentro, já pequenas correntes de poucos miliampères são então perceptíveis.

#### 4.2.3 Ajuste do feixe

No suporte mediano do tubo encontra-se um anel magnético móvel e ajustável por um parafuso de ajuste. Este serve para ajustar o feixe no ponto desejado na tela luminescente com o desvio desligado.

### 4.3 Gerador de dentes de serra

As saídas do gerador de dentes de serra encontram-se por trás do ponto de fixação posterior do tubo e estão legendados com  $-U_x$  ou  $+U_x$ .

Uma tensão em dentes de serra (freqüentemente designada como "rampa") é uma tensão alterada no tempo, que aumenta linearmente de um valor inicial até o valor final, para logo voltar a pular novamente..

**Cuidado:** a tensão em dentes de serra se refere ao potencial anódico de +250 V.

No regulador de cima, o gerador é ligado e é efetuado o ajuste grosseiro da freqüência. O ajuste fino ocorre por meio do regulador de baixo.

## 5. Exemplos de experiências

### 5.1 Desvio elétrico do feixe de elétrons

- Efetuar a conexão do tubo conforme a fig. 2.
- Desligar a alimentação em tensão do osciloscópio didático
- Conectar as placas de desvio com a saída do gerador de dentes de serra.
- Ajustar o feixe de elétrons na beira esquerda (aprox. 1 cm de distância) da tela luminescente.
- Posicionar o ajuste grosseiro do gerador de dentes de serra no menor nível (segunda posição da esquerda).
- Ligar a fonte de tensão.

O ponto luminoso aparece na tela após 10-30 s. Ele se desloca periodicamente da esquerda para a direita.

- Caso necessário, baixar a freqüência até que seja possível seguir os movimentos do ponto.

### 5.2 Desvio magnético do feixe de elétrons

- Efetuar a conexão do tubo conforme a fig. 3.
- Fixar uma bobina no anel de metal.
- Conectar os conectores da bobina com o aparelho de alimentação DC.
- Ajustar o feixe de elétrons no meio da tela luminescente.
- Ligar o aparelho de alimentação DC e variar a corrente das bobinas.

O feixe é desviado e torna-se perpendicular à direção do deslocamento e do campo magnético.

- Alterar a polaridade, a direção e o número de espiras eletrificadas e observar os efeitos.

### 5.3 Resolução temporal de uma tensão alternada

Aparelhos adicionalmente necessários:

1 gerador de funções (50  $\Omega$ , se possível com amplificador) ou aparelho de alimentação AC, opcional: 1 multímetro com medidor de freqüência (tensão máxima mín. de 150 V).

- Efetuar a conexão do tubo conforme a fig. 4.
- Seguir as instruções da experiência 5.1, porém, não reduzir a freqüência e posicionar o ajuste grosseiro no nível médio. Caso exista um multímetro capaz de contar freqüências, conecta-lo às saídas do gerador de dentes de serra antes de ligar a alimentação elétrica paralelamente às placas de desvio. (cuidado: a tensão em dentes de serra é perigosa ao contato)
- Fixar uma bobina no anel de metal.
- Conectar as saídas da bobina com o gerador de funções (se possível, com o amplificador).
- Ajustar uma freqüência entre 30 e 100 Hz no gerador de funções.

O feixe é desviado durante seu movimento da esquerda para a direita verticalmente para a beira direita.

- Caso necessário, aumentar a tensão de saída para obter um desvio maior.

Por causa da rápida repetição a forma da corrente alternada é dificilmente reconhecível, sendo que a medição, em geral, não inicia num ponto fixo dentro do período (com fase fixa) e portanto superpõe inúmeras imagens deslocadas umas em relação às outras. Esse problema não ocorre quando a freqüência em dentes de serra coincide com a freqüência do sinal de entrada do gerador de funções.

- Procurar com o ajuste fino a freqüência na qual aparece uma imagem aparentemente estacionária que mostra um período de oscilação.

A qual frequência em dentes de serra surge também uma imagem?

### 5.4 Figuras de Lissajous

Aparelhos adicionalmente necessários:

1 gerador de funções (50 Ω, se possível com amplificador) e 1 aparelho de alimentação em rede AC ou 2 geradores de frequência.

- Efetuar a conexão do tubo conforme a fig. 5.
- Montar uma bobina no anel de metal virada para dentro com o eixo orientado horizontalmente.
- Conectar as entradas (verde, amarela) com o aparelho de alimentação elétrica AC ou com o segundo gerador de funções (ajustado numa tensão sinodal de 50 Hz). Selecionar a amplitude de modo que a linha que aparece seja aproximadamente equivalente à metade do diâmetro da tela.
- Ajustar a linha no meio e horizontalmente com o ímã em anel.
- Montar mais uma bobina no anel de metal virada para dentro com o eixo orientado verticalmente.
- Conectar as entradas (verde, amarela) com o primeiro gerador de funções (ajustado numa tensão sinodal de 50 Hz).

Surge uma elipse, que conforme o grau de coincidência das frequências do sinal de entrada, se deforma mais ou menos rapidamente. Sendo que a cada ciclo esta toma a forma de uma reta inclinada.

- Adequar a amplitude do primeiro gerador de funções de modo que a inclinação da reta seja de 45° e que entre fases surja um círculo.

Já são observadas imagens de Lissajous muito simples. As formas dependem da relação entre as frequências e da defasagem de fases. Por causa de um reduzido desvio da frequência exata (em geral basta a imprecisão dos aparelhos) o desvio de fase ocorre automaticamente e todas as imagens relativas a uma relação de frequências podem ser observadas uma após a outra.

- Ajustar a frequência do primeiro gerador de funções multiplicando muitas vezes a frequência horizontal (50 Hz).

Observam-se as figuras de Lissajous para as relações de frequências 2:1, 3:1, 4:1,.....

- Outras figuras de Lissajous surgem com a multiplicação quebrada da frequência horizontal (por ex. 3:2 (75 Hz), 4:3 (66,7 Hz).

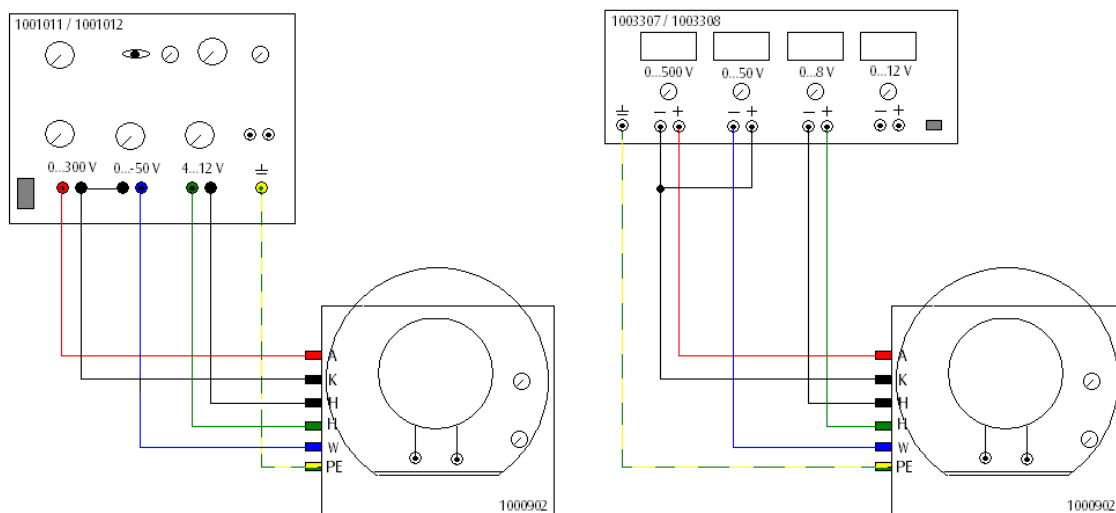


Fig.2 Desvio elétrico do feixe de elétrons (esquerda: com fonte de alimentação 1001011 / 1001012, direita: com fonte de alimentação 1003307 / 1003308).

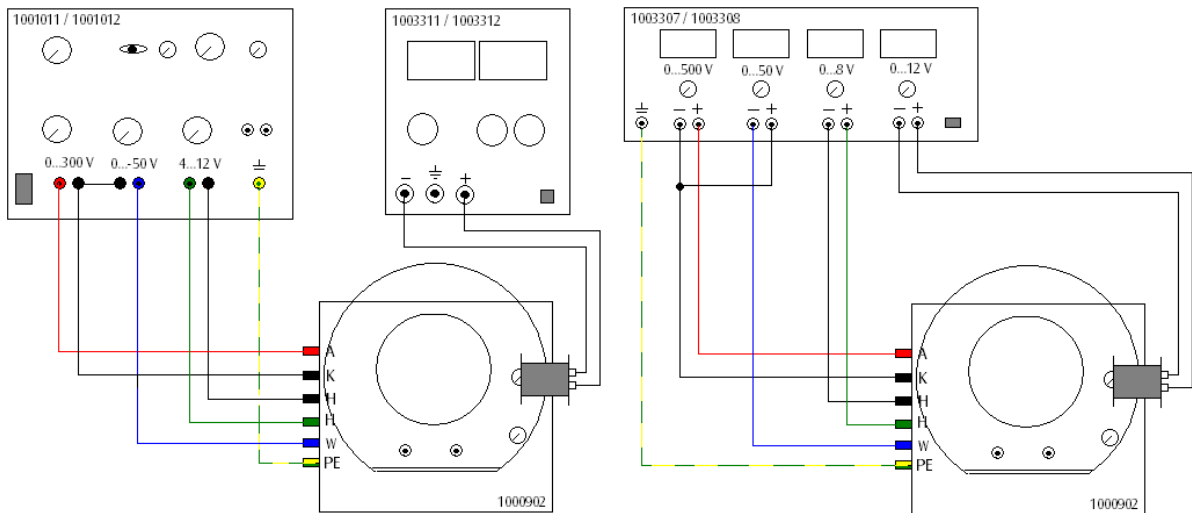


Fig.3 Desvio magnético do feixe de elétrons (esquerda: com fonte de alimentação 1001011 / 1001012 e fonte de alimentação 1003311 / 1003312, direita: com fonte de alimentação 1003307 / 1003308).

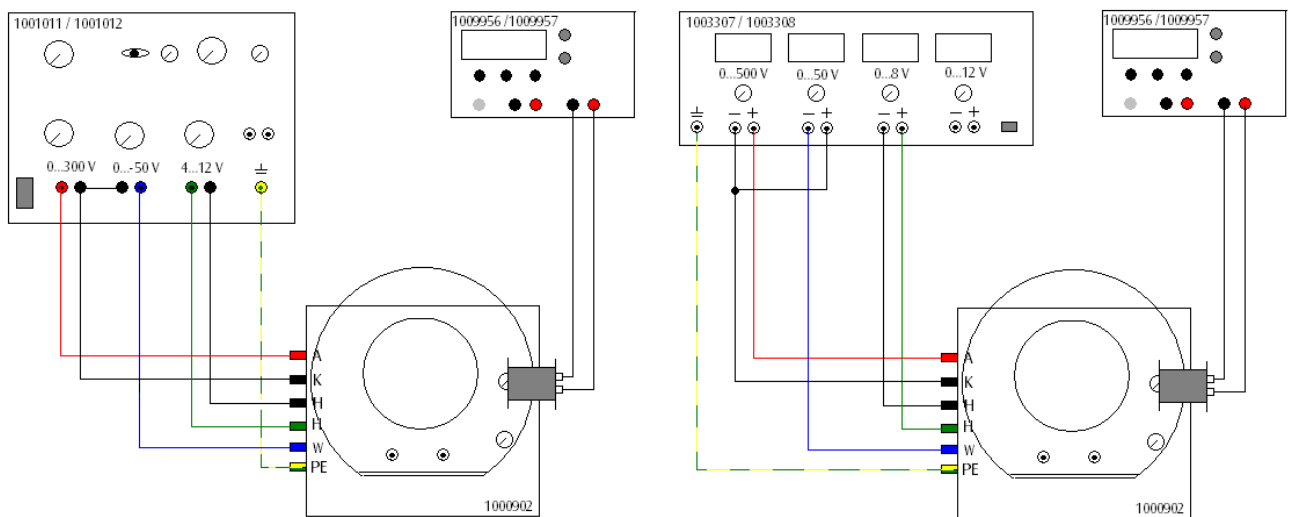


Fig.4 Resolução temporal de uma tensão alternada (esquerda: com fonte de alimentação 1001011 / 1001012 e gerador de funções 1009956 / 1009957, direita: com fonte de alimentação 1003307 / 1003308 e gerador de funções 1009956 / 1009957).

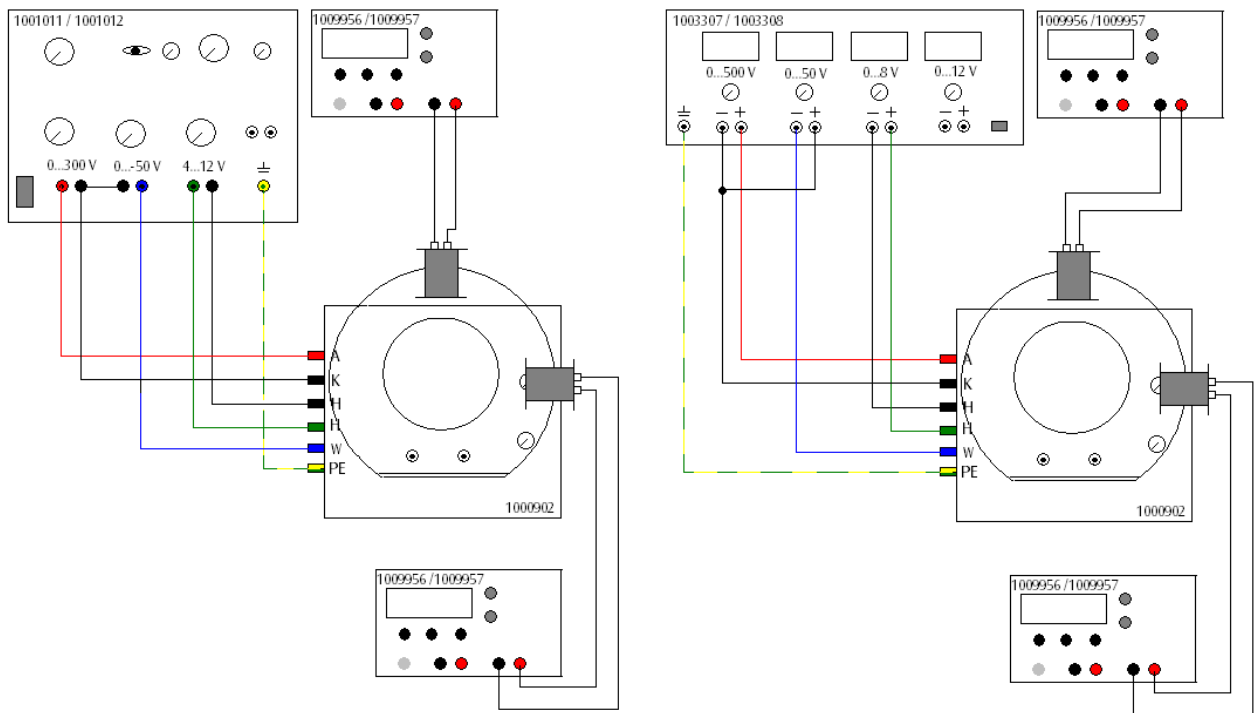


Fig.5 Figuras de Lissajous (esquerda: com fonte de alimentação 1001011 / 1001012 e 2x gerador de funções 1009956 / 1009957, direita: com fonte de alimentação 1003307 / 1003308 e 2x gerador de funções 1009956 / 1009957).