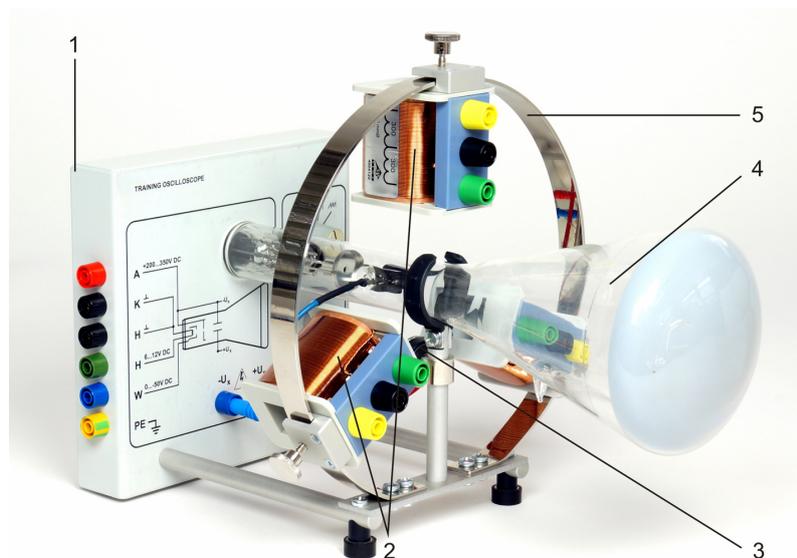


Osciloscópio didático 1025250

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 ²
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

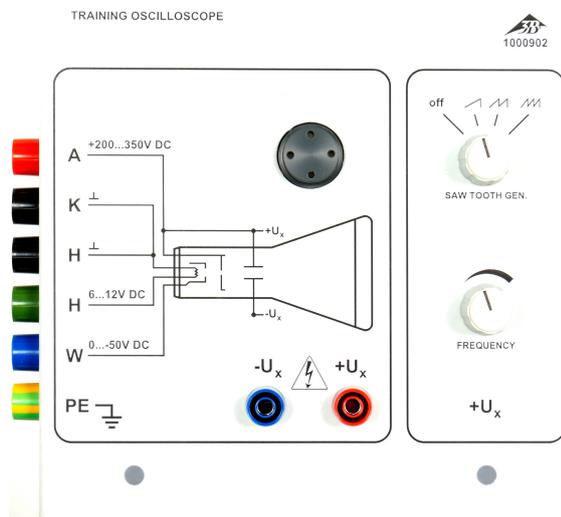


Fig. 1: Eletrônica de operação

Entradas:

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

Saídas:

$-U_x$	Placa de desvio esquerda
$+U_x$	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 apresente 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 Ω , 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 freqüência 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).

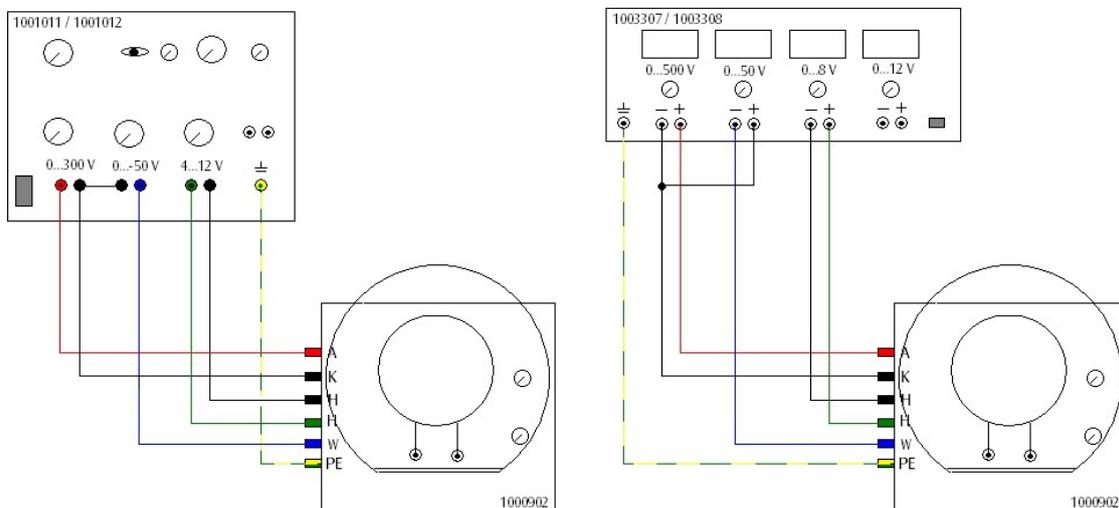


Fig.2 Desvio elétrico do feixe de elétrons (esquerda: com fonte de alimentação 1001011 / 1001012, direita: com fonte de alimentação 1003307 / 1003308).

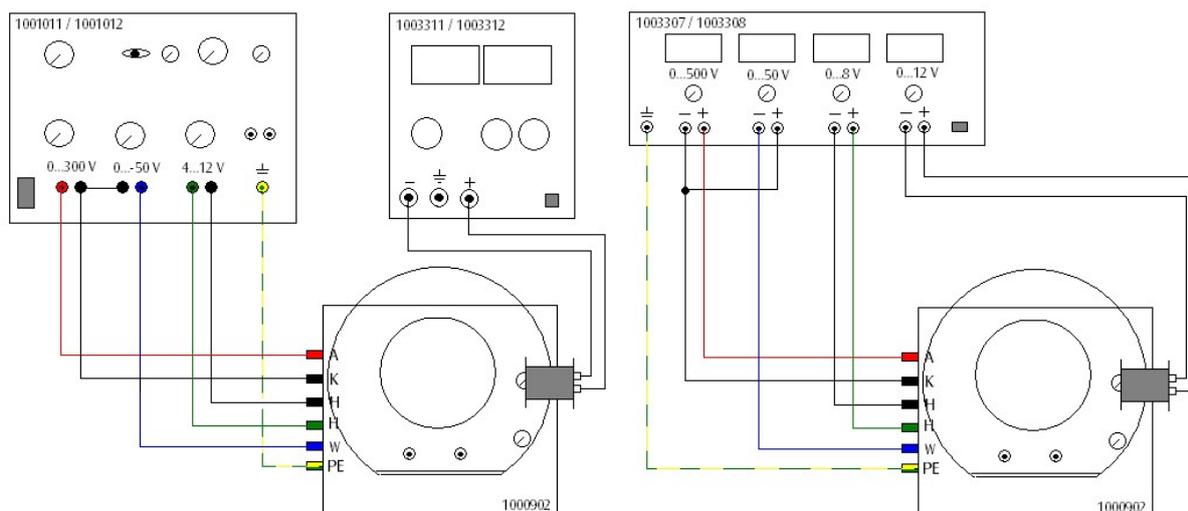


Fig.3 Desvio magnético do feixe de elétrons (esquerda: com fonte de alimentação 1001011 / 1001012 e fonte de alimentação 1003311 / 1003312, direita: com fonte de alimentação 1003307 / 1003308).

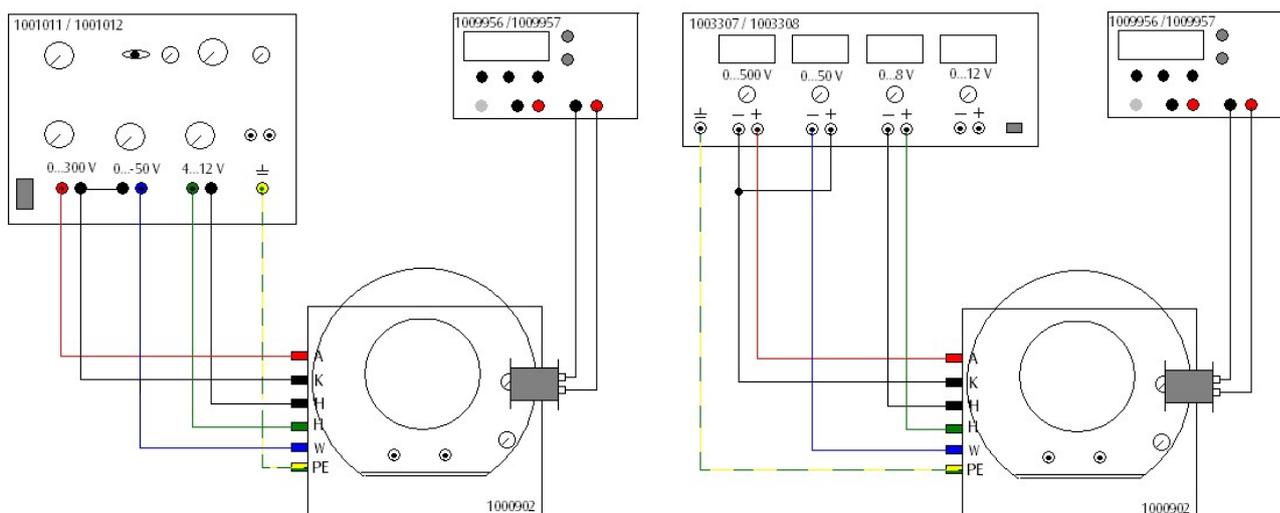


Fig.4 Resolução temporal de uma tensão alternada (esquerda: com fonte de alimentação 1001011 / 1001012 e gerador de funções 1009956 / 1009957, direita: com fonte de alimentação 1003307 / 1003308 e gerador de funções 1009956 / 1009957).

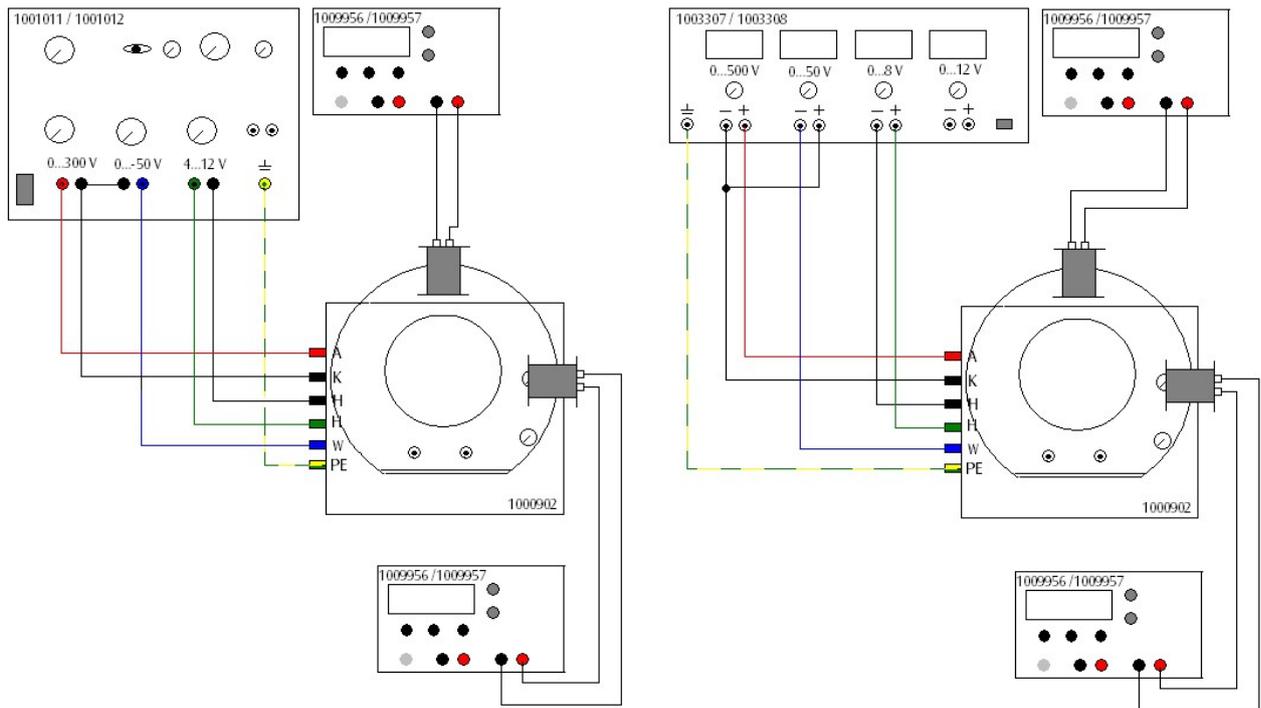


Fig.5 Figuras de Lissajous (esquerda: com fonte de alimentação 1001011 / 1001012 e 2x gerador de funções 1009956 / 1009957, direita: com fonte de alimentação 1003307 / 1003308 e 2x gerador de funções 1009956 / 1009957).