

## Osciloscopio didáctico II

### COMPROBACIÓN DE LA SUPERPOSICIÓN NO PERTURBADA DE CAMPOS MAGNÉTICOS EN EL VACÍO.

- Superposición de campos magnéticos alternos de frecuencias iguales o diferentes y la observación del desplazamiento del punto de la imagen del tubo.
- Generación de figuras de Lissajous cerradas.
- Comprobación de la frecuencia de la red

UE3070850

06/16 JöS

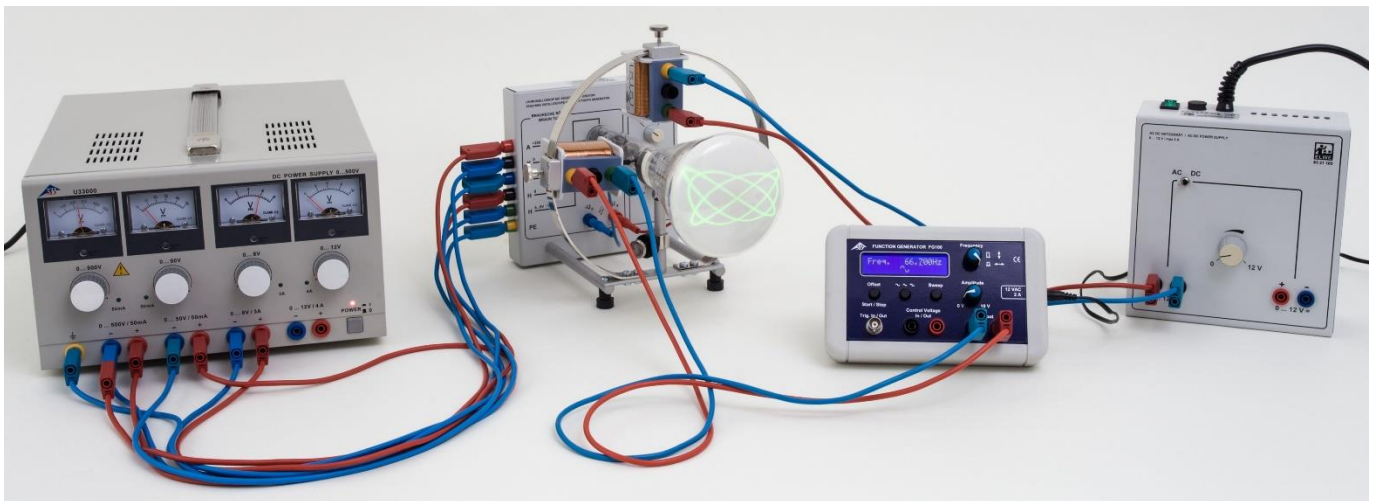


Fig. 1: Disposición de medición.

### FUNDAMENTOS GENERALES

**Con la ayuda de un tubo de Braun se puede demostrar el principio de superposición para campos magnéticos en el vacío, estudiando la desviación del rayo de electrones del tubo en el campo magnético. El estudio se puede realizar especialmente también para campos magnéticos alternos, porque el rayo de electrones sigue los cambios de los campos magnéticos casi libre de inercia.**

En el experimento se colocan fuera del tubo de Braun dos bobinas de la misma forma que llevan corriente y se observa en la pantalla del tubo la desviación del rayo de electrones en los campos magnéticos de las bobinas, siguiendo el desplazamiento del punto de imagen sobre la pantalla del tubo. Mientras que el campo magnético de la bobina horizontal produce un desplazamiento vertical, la bobina vertical produce un desplazamiento horizontal.

Con un campo magnético que alterna con la frecuencia de la

red, el punto de la imagen se estira formando una raya vertical u horizontal. Si se conectan ambas bobinas paralelamente con la fuente de tensión alterna, aparece en pantalla una raya bajo un ángulo de  $45^\circ$  con respecto a la vertical, en caso de una conexión antiparalela de las bobinas el ángulo será de  $-45^\circ$ , porque el desplazamiento del punto de la imagen se superpone por ambos campos magnéticos.

Los estudios se pueden extender a campos alternos con frecuencias diferentes. Las figuras de Lissajous observadas en la pantalla dependen fuertemente de la relación entre las frecuencias de ambos campos y de su punto de fase. Cuando las frecuencias se encuentran en una relación racional sencilla se producen figuras cerradas. Su forma exacta depende de la diferencia de fase entre los dos campos magnéticos, como se muestra en la Fig. 2 para las figuras de Lissajous con una relación entre las frecuencias de 5:1.

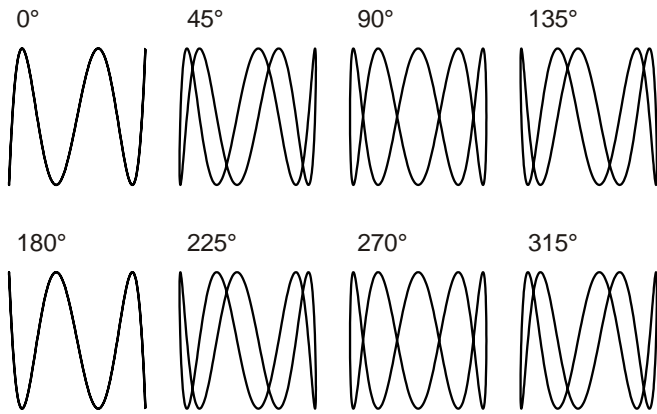


Fig. 2: Figuras de Lissajous con una relación de frecuencias de 5:1 con las diferencias de fase de 0°, 45°, 90°, ...

Si la relación entre las frecuencias discrepa solo un poco de una relación racional sencilla, se origina una figura cerrada que rota sobre si misma, la rotación será más lenta mientras menor sea la desviación de la relación racional. Ésto se aplica en el experimento para comprobar la frecuencia de la red. Para ello se conecta una bobina que funciona con un transformador trabajando con la frecuencia de la red y una segunda bobina conectada a un generador de frecuencia, la frecuencia de señal se puede leer con gran exactitud.

**LISTA DE APARATOS**

- 1 Osciloscopio didáctico 1000902 (U8481350)
- 1 Fuente de alimentación de CC 0 – 500 V @230V 1003308 (U33000-230)
- 0
- 1 Fuente de alimentación de CC 0 – 500 V @115V 1003307 (U33000-115)
- 1 Generador de funciones FG 100 @230V 1009957 (U8533600-230)
- 0
- 1 Generador de funciones FG 100 @115V 1009956 (U8533600-115)
- 1 Fuente de alimentación de CA/CC 0 – 12 V @230V 1001007 (U8521105-230)
- 0
- 1 Fuente de alimentación de CA/CC 0 – 12 V @115V 1001006 (U8521105-115)
- 1 Juego de 15 cables de experimentación de seguridad, 75 cm 1002843 (U138021)

**MONTAJE**

**Advertencias de seguridad**

El osciloscopio didáctico se activa parcialmente con tensiones superiores a los 60 V.

- El cableado se debe realizar con la alimentación de red apagada.
  - Se deben utilizar cables de seguridad
- Como el tubo de vidrio está evacuado se corre el peligro de

implosión.

- El tubo no se debe golpear o exponer a esfuerzos mecánicos.

El osciloscopio didáctico funciona, dependiendo del tubo incorporado, por regla general, con tensiones de ánodo de hasta aprox. 300 V. Sin embargo, la tensión de ánodo no debe sobrepasar los 350 V.

El funcionamiento del aparato en colegios e instituciones de formación debe estar supervisado siempre por personal especializado y responsable.

**Puesta en funcionamiento**

- Se desconecta la fuente de alimentación.
- Se conectan las entradas del osciloscopio didáctico con las salidas de la fuente de alimentación de red, de acuerdo con las tensiones indicadas (Fig. 3).
- Se conecta la fuente de alimentación de red..
- Se ajustan los reguladores de tensión de tal forma que no se sobrepasen los valores límites.
- El generador de dientes de sierra se ajusta en "off".

Después de 10 a 30 segundos se observa en la pantalla un punto verde, el cual muestra el rayo de electrones incidentes. Para que el tubo sea lo más sencillo y claro posible para los objetivos didácticos, se a desistido de colocar en el tubo algunas instalaciones adicionales para la aceleración o focalización ulteriores del rayo. Por esta razón no se puede focalizar el rayo tan nítidamente como se hace en los osciloscopios de técnicas de medidas.

- Se varía la tensión del cilindro de Wehnelt hasta que el punto tenga su mínima dimensión.

El rayo de electrones se puede observar en el tubo como un hilo rojo, pero debido a la baja luminosidad sólo se puede observar en un recinto con luz atenuada o a oscuras.

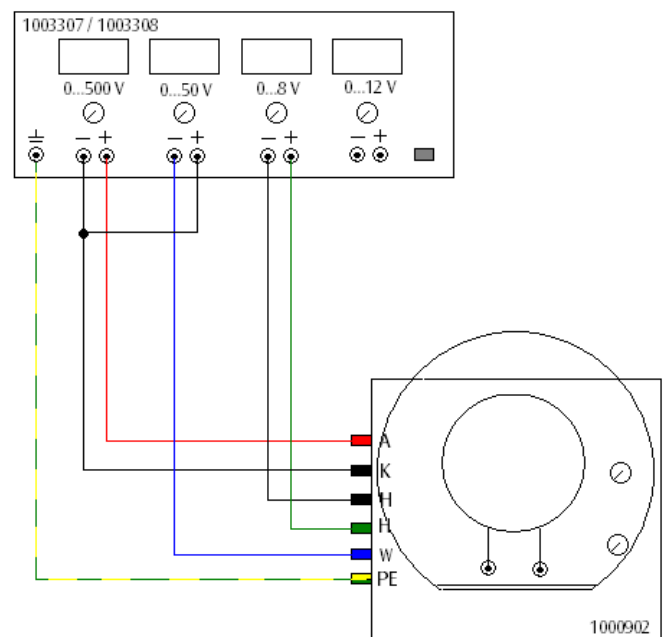


Fig. 3: Conexión del osciloscopio didáctico a la fuente de alimentación.

## REALIZACIÓN

### Superposición de campos magnéticos alternos

- Una bobina se fija en el anillo metálico con el eje en dirección horizontal dirigida hacia adentro, como se muestra en la Fig. 4.
- Las entradas de la bobina (verde, amarillo) se conectan con el generador de funciones (ajustado a una tensión senoidal de 50 Hz), de acuerdo con la Fig. 4. La amplitud se elige de tal forma que la línea que aparezca en la pantalla sea tan larga como la mitad del diámetro de la pantalla.
- Con el imán anular en el soporte del tubo la línea se centra y se orienta, lo más posible, en la vertical.
- Otra bobina se monta en el anillo metálico con el eje orientado en la vertical y dirigida hacia adentro.
- Las entradas de la bobina se conectan con la fuente de alimentación de CA/CC.
- Se enciende la fuente de alimentación de CA/CC y se ajusta una tensión alterna (CA) hasta que aparezca una elipse en pantalla.
- La frecuencia del generador de funciones se ajusta en un múltiplo de la frecuencia de 50 Hz al tiempo que se observa la pantalla.

### Generación de una figura de Lissajous cerrada

- En continuación de la superposición de campos magnéticos alternos (ver arriba), el generador se fija de nuevo en 50 Hz hasta que vuelva a aparecer la elipse.

Dependiendo de tan bien concuerden las señales de entrada, la elipse se deformará más lenta o más rápidamente. En ello, por ciclo asume dos veces la forma de una recta inclinada.

- La amplitud del generador de funciones se ajusta así que la inclinación de las rectas sea de 45° y durante la transición se genere un círculo.
- La frecuencia del generador de funciones se ajusta en un múltiplo de 50 Hz.

### Comprobación de la frecuencia de la red

Si la relación entre las frecuencias se desvía muy poco de la relación racional sencilla, se genera una figura cerrada que cambia más lentamente mientras menor es la desviación de la relación racional. Esto se aprovecha para la comprobación de la frecuencia de la red. Para ello, una bobina se conecta a un transformador que trabaje con la frecuencia de la red y la segunda bobina se conecta a un generador de funciones cuya frecuencia de señal se pueda medir con alta precisión.

Justo para la frecuencia  $\nu$  se busca en el generador de funciones aquella frecuencia  $\nu_5$  del generador para la cual la figura de Lissajous asignada a la relación de frecuencias 5:1 cambia con más lentitud.

## EVALUACIÓN

### Superposición de campos magnéticos alternos

Dos campos magnéticos alternos se superponen sin ser perturbados. El haz de electrones es desviado por las bobinas vertical y horizontalmente.

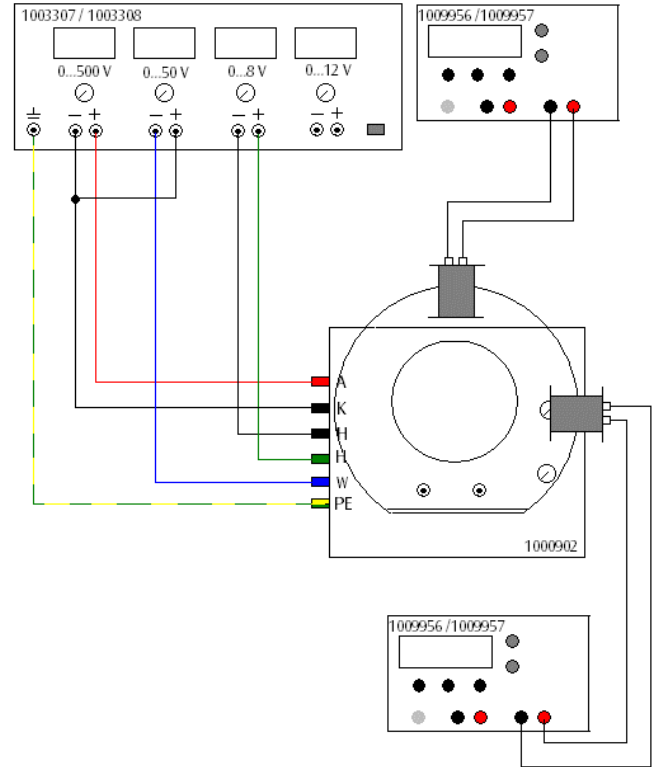


Fig. 4: Colocación y cableado de las bobinas.

### Generación de figuras de Lissajous cerradas

Se observan ya las figuras de Lissajous más sencillas. Las formas dependen de la relación entre las frecuencias y del desplazamiento de fase. Por una mínima desviación de la frecuencia nominal en los generadores de funciones (por lo general es ya suficiente una inexactitud de los aparatos) el desplazamiento de fase se desplaza automáticamente y todas las figuras asociadas a una relación de frecuencias se pueden observar secuencialmente.

Si la frecuencia del primer generador de funciones se ajusta en un múltiplo de la frecuencia horizontal (50 Hz), se observarán las figuras de Lissajous para las relaciones de frecuencia 2:1, 3:1, 4:1, ....

Otras figuras de Lissajous se generan con un múltiplo fraccional de la frecuencia horizontal (p. Ej. 3:2 (75 Hz), 4:3 (66,7)).

### Comprobación de la frecuencia de la red

La frecuencia de la red  $\nu$  en el momento de la observación se calcula como sigue:

$$(1) \quad \nu = \frac{\nu_5}{5} = \frac{249,95 \text{ Hz}}{5} = 49,99 \text{ Hz} .$$

Esta determinación se realiza con una exactitud de 0,01 Hz, porque  $\nu_5$  se puede ajustar con una exactitud de 0,05 Hz.

