

Oscilloscopio didattico

ANALISI DEI PRINCIPI FISICI DELLA RAPPRESENTAZIONE OSCILLOSCOPICA CON RISOLUZIONE TEMPORALE DEI SEGNALI ELETTRICI.

- Analisi della deviazione di un fascio elettronico in un campo elettrico.
- Analisi della deviazione di un fascio elettronico in un campo magnetico.
- Dimostrazione della rappresentazione oscilloscopica prendendo come esempio i segnali periodici di un generatore di funzione.
- Calibrazione del regolatore di frequenza del generatore a dente di sega.

UE30700800

05/16 JöS

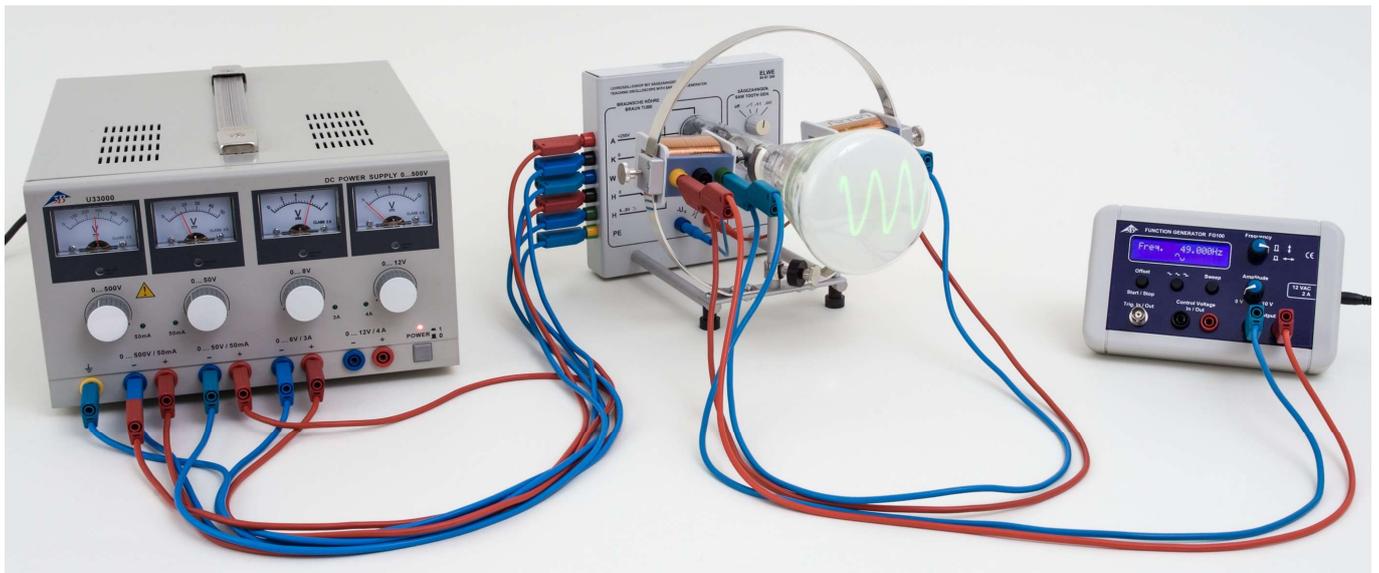


Fig. 1: Disposizione per la misurazione.

BASI GENERALI

Un'importante applicazione dell'emissione di elettroni caldi in alto vuoto è l'oscilloscopio a raggi catodici, con il tubo a raggi catodici come sua parte costituente fondamentale. Nella versione didattica dell'oscilloscopio, un catodo incandescente circondato dal cosiddetto cilindro di Wehnelt e un disco forato a potenziale anodico costituiscono il sistema ottico elettronico del tubo a raggi catodici esternamente visibile. Una parte degli elettroni accelerati verso l'anodo attraversa il disco forato e forma un raggio visibile sullo schermo fluorescente del tubo sotto forma di un punto luminoso verde. Poiché il tubo è riempito di neon a bassa pressione, il fascio elettronico viene unito a urti agli atomi di gas e contemporaneamente reso visibile sotto forma di un filo luminoso rossastro.

Alla formazione di questo nuovo fascio contribuisce anche l'applicazione di una tensione negativa sul cilindro di Wehnelt. A favore della semplicità e della chiarezza si è rinunciato a dispositivi supplementari per l'accelerazione successiva e la messa a fuoco del raggio, comuni negli oscilloscopi tecnici.

Dietro all'anodo è situata una coppia di piastre orientate parallelamente al fascio elettronico che possono essere collegate a un generatore di tensione a dente di sega (vedere la fig. 2). Il campo elettrico della tensione a dente di sega $U_x(t)$ devia orizzontalmente il fascio, che si sposta sullo schermo fluorescente da sinistra a destra a velocità costante, per poi "saltare" al punto di partenza.

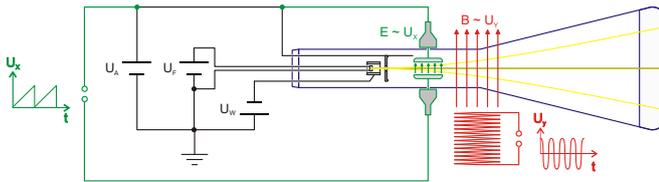


Fig. 2: Rappresentazione schematica dell'oscilloscopio didattico visto dall'alto

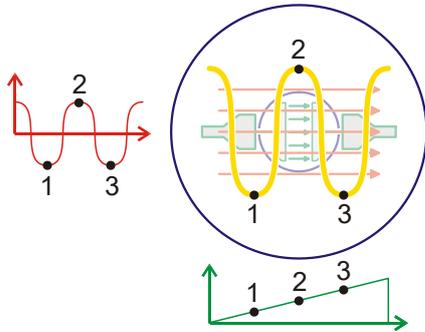


Fig. 3: Rappresentazione con risoluzione temporale di un segnale periodico

Questo processo si ripete periodicamente con una frequenza regolabile.

Durante il moto da sinistra a destra, il fascio elettronico può inoltre essere deviato verticalmente in un campo magnetico applicando una tensione $U_Y(t)$ alla bobina esterna al tubo. Se questa tensione varia in funzione del tempo, la variazione viene resa visibile con risoluzione temporale sullo schermo fluorescente (vedere la fig. 3). Queste tensioni dipendenti dal tempo possono per esempio essere i segnali di uscita periodici di un generatore di funzione oppure i segnali amplificati di un microfono.

ELENCO DEGLI STRUMENTI

1 Oscilloscopio didattico	1025250
1 Alimentatore CC 0 – 500 V @230V	1003308
○	
1 Alimentatore CC 0 – 500 V @115V	1003307
1 Generatore di funzione FG 100 @230V	1009957
○	
1 Generatore di funzione FG 100 @115V	1009956
1 Set di 15 cavi di sicurezza per esperimenti, 75cm	1002843

MONTAGGIO

Norme di sicurezza

L'oscilloscopio didattico viene utilizzato in parte con tensioni superiori a 60 V.

- Eseguire il cablaggio solo con alimentatore spento.
- Utilizzare i cavi di sicurezza.

Poiché il tubo di vetro è sotto vuoto, sussiste il pericolo di implosione.

- Non esporre i tubi a urti e sollecitazioni meccaniche.

Di norma l'oscilloscopio didattico funziona, a prescindere dal tubo installato, con tensioni anodiche fino a circa 300 V. La tensione anodica non deve in ogni caso superare i 350 V.

Nelle scuole e negli istituti di formazione l'utilizzo dell'apparecchio deve essere controllato responsabilmente da personale addestrato.

Messa in funzione

- Spegnerne l'alimentatore.
- Collegare gli ingressi dell'oscilloscopio didattico con le uscite dell'alimentatore in base alle tensioni indicate (vedi fig. 4).
- Accendere l'alimentatore.
- Impostare il regolatore di tensione in modo da non superare i valori limite.

Dopo 10-30 s compare sullo schermo fluorescente una macchia verde indicante il fascio di elettroni in arrivo. Per mantenere il tubo il più semplice e chiaro possibile a scopo didattico, si è rinunciato ad un dispositivo supplementare per l'accelerazione successiva e la messa a fuoco del fascio. Per questo motivo non è possibile di norma mettere a fuoco il fascio in modo così ottimale come avviene negli oscilloscopi per la tecnica di misurazione.

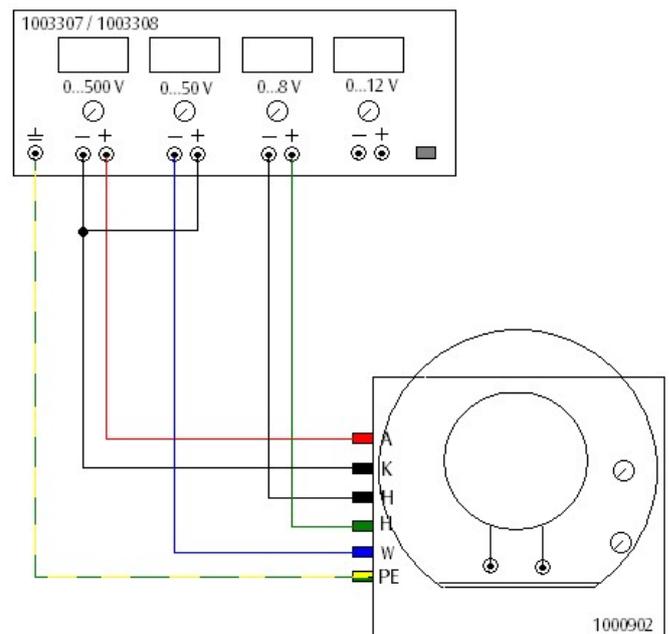


Fig. 4: Collegamento dell'oscilloscopio didattico all'alimentatore

- I valori della tensione di Wehnelt variano finché la macchina non raggiunge l'estensione minima.

Il fascio elettronico è visibile anche all'interno del tubo come filo rossastro, ma, per la luminosità ridotta, solo in ambiente oscurato.

ESECUZIONE

Deflessione elettrica del fascio elettronico

- Spegner l'alimentatore.
- Cablare il tubo come indicato nella fig. 4.
- Collegare le piastre di deflessione all'uscita del generatore a dente di sega.
- Impostare la macroregolazione della frequenza a dente di sega al livello più basso (seconda posizione da sinistra).
- Accendere l'alimentatore.
- Impostare il regolatore di tensione in modo da non superare i valori limite (tensione anodica ca. 250 V).

Il punto fluorescente compare sullo schermo dopo 10-30 s. Si sposta periodicamente da sinistra a destra.

- I valori della tensione di Wehnelt variano finché la macchina non raggiunge l'estensione minima.
- Con l'ausilio della microregolazione diminuire eventualmente la frequenza in modo da potere seguire chiaramente lo spostamento del punto.

Deflessione magnetica del fascio elettronico

- Spegner l'alimentatore.
- Fissare una bobina sul lato destro dell'anello metallico come in fig. 5
- Cablare il tubo come indicato nella fig. 5.
- Staccare le piastre di deflessione dal generatore a dente di sega.
- Accendere l'alimentatore.

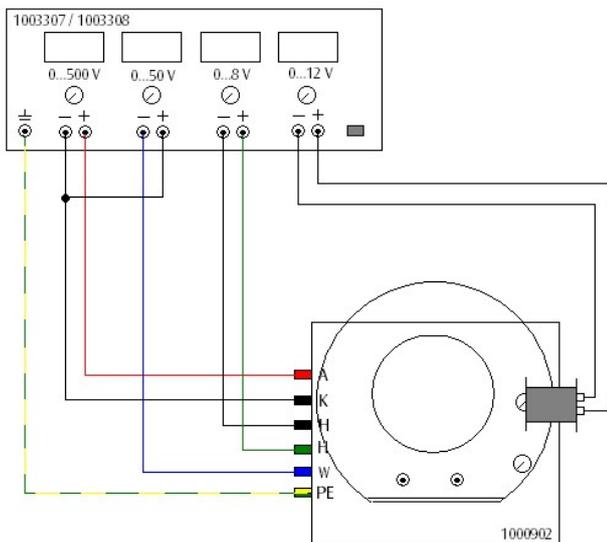


Fig. 5 Deflessione magnetica del fascio elettronico

- Impostare il regolatore di tensione in modo da non superare i valori limite (tensione anodica ca. 250 V).

Il punto fluorescente compare sullo schermo dopo 10-30 s. Si sposta periodicamente da sinistra a destra.

- I valori della tensione di Wehnelt variano finché la macchina non raggiunge l'estensione minima.
- Accendere l'alimentatore CC e modificare la corrente della bobina.
- Modificare la polarità, l'orientamento della bobina e il numero di spire attraversate e osservare gli effetti.

Rappresentazione oscilloscopica prendendo come esempio i segnali periodici di un generatore di funzione

- Spegner l'alimentatore.
- Fissare una bobina sul lato destro dell'anello metallico come in fig. 6.
- Cablare il tubo come indicato nella fig. 6.
- Collegare le piastre di deflessione all'uscita del generatore a dente di sega.
- Impostare la macroregolazione della frequenza a dente di sega al livello più basso (seconda posizione da sinistra).
- Impostare la microregolazione della frequenza a dente di sega su "f_{min}".
- Accendere l'alimentatore.
- Impostare il regolatore di tensione in modo da non superare i valori limite (tensione anodica ca. 250 V).

Il punto fluorescente compare sullo schermo dopo 10-30 s. Si sposta periodicamente da sinistra a destra.

- I valori della tensione di Wehnelt variano finché la macchina non raggiunge l'estensione minima.
- Accendere il generatore di funzione e impostare una frequenza pari a 50 Hz.
- Tramite la microregolazione della frequenza a dente di sega e dell'ampiezza sul generatore di frequenza, ottimizzare la rappresentazione oscillografica.

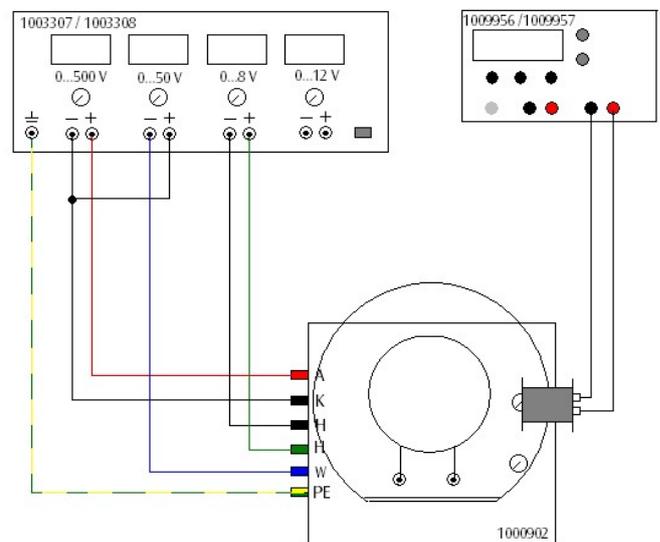


Fig. 6 Rappresentazione oscilloscopica di segnali periodici con un generatore di funzione

- Ripetere la prova ad es. con 1 kHz sul generatore di frequenza. A tale scopo, impostare la macroregolazione della frequenza a dente di sega al livello più alto e procedere come descritto a 50 Hz.

Calibrazione del regolatore di frequenza del generatore a dente di sega

- Spegnerne l'alimentatore.
- Fissare una bobina sul lato destro dell'anello metallico come in fig. 6.
- Cablare il tubo come indicato nella fig. 6.
- Collegare le piastre di deflessione all'uscita del generatore a dente di sega.
- Impostare la macroregolazione della frequenza a dente di sega al livello più basso (seconda posizione da sinistra).
- Impostare la microregolazione della frequenza a dente di sega su " f_{\min} ".
- Accendere l'alimentatore.
- Impostare il regolatore di tensione in modo da non superare i valori limite (tensione anodica ca. 250 V).

Il punto fluorescente compare sullo schermo dopo 10-30 s. Si sposta periodicamente da sinistra a destra.

- I valori della tensione di Wehnelt variano finché la macchia non raggiunge l'estensione minima.
- Accendere il generatore di funzione e impostare una frequenza pari a 100 Hz.
- Cercare con la microregolazione la frequenza con cui appare un'immagine apparentemente stabile che mostra un periodo di oscillazione.

Il regolatore di frequenza è ora calibrato su una frequenza pari a 100 Hz.

- Ripetere l'esperimento con altre frequenze.

ANALISI

Deflessione elettrica del fascio elettronico

- Il fascio elettronico viene deviato nella direzione delle piastre di deflessione.
- Per via della frequenza a dente di sega applicata sulle piastre di deflessione, il punto fluorescente si sposta periodicamente da sinistra a destra.
- Aumentando la frequenza a dente di sega compare sullo schermo una linea fluorescente con andamento orizzontale.

Deflessione magnetica del fascio elettronico

- Il fascio elettronico viene deviato verticalmente verso il campo magnetico, cioè montando la bobina a destra sull'anello metallico verso l'alto o verso il basso.
- Invertendo la polarità sull'alimentatore CC, cambia la direzione della deflessione (verso l'alto o verso il basso).
- Innalzando l'intensità di corrente e il numero di spire della bobina attraversate, aumenta l'intensità del campo magnetico. In questo modo aumenta anche la deflessione verso l'alto e verso il basso.
- Modificando l'orientamento della bobina sull'anello determina una variazione della direzione di deflessione del fascio. Montando la bobina in alto sull'anello metallico, la deflessione sarà ad es. orizzontale.

Rappresentazione oscilloscopica prendendo come esempio i segnali periodici di un generatore di funzione

- Se si utilizzano le piastre di deflessione in combinazione con il generatore a dente di sega e a un campo magnetico alternato su una bobina collegata al generatore di funzione, si riconoscono sullo schermo segnali periodici.
- Una variazione della frequenza sul generatore di funzione richiede un adattamento della frequenza a dente di sega al tubo per ottenere una rappresentazione come da Fig. 1.

Calibrazione del regolatore di frequenza del generatore a dente di sega

- La frequenza del generatore a dente di sega viene calibrata mediante l'impiego del generatore di funzione. Se la rappresentazione oscillografica sullo schermo dà un'immagine fissa, le due frequenze coincidono pressoché perfettamente.