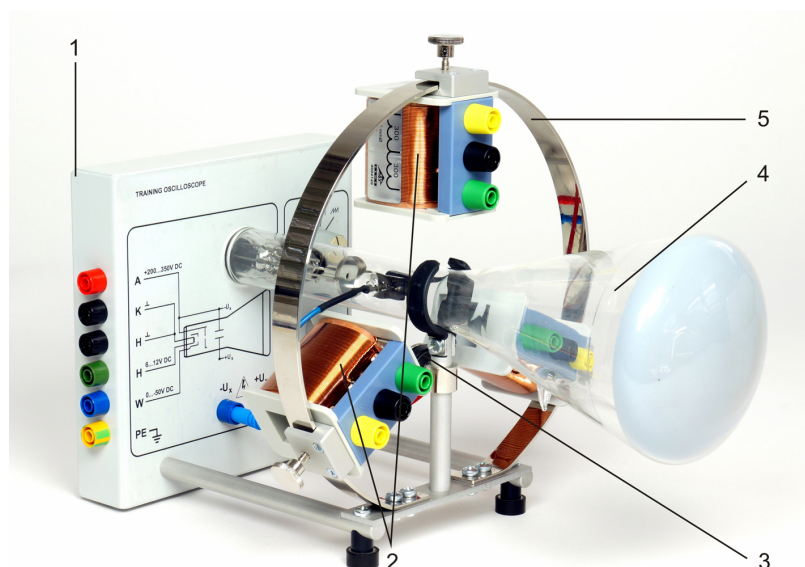


## Oscilloscope didactique 1025250

### Instructions d'utilisation

05/16 CW/ALF/UD



- 1 Module de commande électronique
- 2 Bobines de déviation
- 3 Aimant torique
- 4 Tube de Braun
- 5 Anneau métallique

#### 1. Consignes de sécurité

L'oscilloscope didactique est alimenté avec des tensions dépassant parfois 60 V.

- Ne procédez à des câblages que lorsque l'alimentation est éteinte.
- Utilisez des câbles de sécurité.

Comme le tube en verre est sous vide, il y a risque d'implosion.

- N'exposez pas le tube à des chocs ni à des charges mécaniques.

Dans les écoles et les établissements de formation, l'utilisation de l'appareil doit être surveillée par un personnel formé.

#### 2. Description

L'oscilloscope didactique permet de démontrer la déviation d'un faisceau électronique par des champs électriques et magnétiques, tels qu'ils apparaissent dans des téléviseurs ou des oscilloscopes de mesure. Il est constitué essentiellement d'un tube de Braun, qui est alimenté en

tension via des fiches de 4 mm et entouré d'un anneau auquel peuvent être fixées des bobines de déviation.

Le tube de Braun est un piston en verre sous vide dont le col présente une cathode incandescente et, à environ un demi-centimètre d'écart, une anode sous forme de disque troué. Les électrons qui quittent la cathode sont accélérés vers l'anode, une partie traversant le trou et formant un faisceau qui apparaît sur l'écran en silicate de zinc pour y engendrer une fluorescence verte. D'une part, le faisceau est focalisé par le cylindre Wehnelt qui entoure la cathode et qui se situe sur un potentiel négatif. D'autre part, le tube est rempli de néon sous une pression de env. 1 Pa, qui focalise le faisceau par la constriction du gaz et le rend en même temps visible.

On trouve également deux plaques de déviation parallèles au faisceau qui peuvent être reliées au générateur d'impulsions en dents de scie intégré ou à une source de tension externe. Le générateur fournit des tensions en dents de scie dans une gamme de fréquence de 3,5 à 650 Hz avec une amplitude de 100 V par rapport au potentiel anodique.

### 3. Caractéristiques techniques

Tension anodique :	200...350 V CC
Courant anodique :	max. 1 mA
Tension de chauffage :	6...12 V CC
Tension Wehnelt :	-50...0 V CC
Taille des plaques :	12 x 20 mm <sup>2</sup>
Écart des plaques :	14 mm
Bobines de déviation :	300 + 300 spires $R_i = 4,2 \Omega$ , $L = 6 \text{ mH}$
Tensions en dents de scie :	$V_{pp} = 100 \text{ V}$ $f = 3,5..650 \text{ Hz}$

### 4. Manipulation

#### 4.0 Module de commande électronique

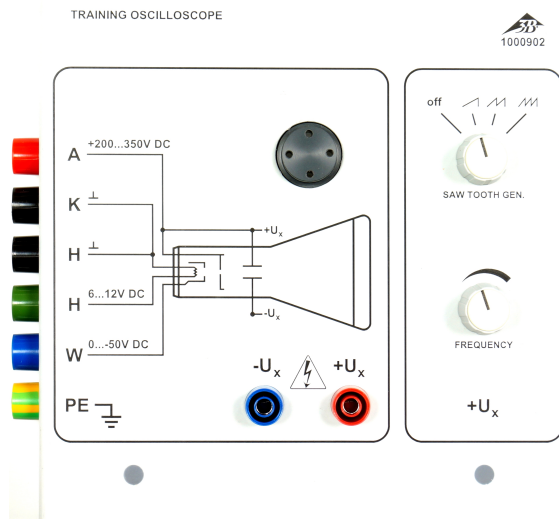


Fig. 1 : Module de commande électronique

Entrées :

A	Anode
K	Cathode
H	Chauffage
H	Cylindre de Wehnelt
⊥	Masse
PE	Terre de protection

Sorties :

$-U_x$	Électrode de déviation gauche
$+U_x$	Électrode de déviation droite

Générateur de dents de scie :

	fréquence simple
	double fréquence
	triple fréquence
Fréquence	fréquence en dents de scie

#### 4.1 Mise en service

Pour alimenter l'oscilloscope, vous nécessitez des alimentations fournissant les tensions suivantes :

200-350 V CC réglable,  
0-50 V CC réglable,  
6-12 V CC.

Fournissant toutes ces tensions, l'alimentation 1001011 / 1001012 et 1003307 / 1003308 convient particulièrement bien.

#### Remarque :

L'oscilloscope didactique fonctionne indépendamment des tubes intégrés, en règle générale à des tensions d'anode d'environ 300 V maxi. La tension d'anode ne doit pas dépasser 350 V.

- Mettez l'alimentation hors service.
- Reliez les entrées de l'oscilloscope avec les sorties de l'alimentation conformément aux tensions indiquées.
- Réglez le régulateur de tension de sorte que les valeurs limites ne soient pas dépassées.
- Mettez l'alimentation en service.

Après 10 à 30 s, une tâche verte, qui marque le faisceau électronique, apparaît à l'écran. Pour que le tube reste simple et clair pour des fins didactiques, nous avons renoncé à installer un dispositif supplémentaire sur la post-accélération et la focalisation du faisceau. C'est la raison pour laquelle le faisceau ne peut pas être aussi net que sur des oscilloscopes techniques.

- Variez la tension Wehnelt, jusqu'à ce que la tâche atteigne son extension minimale.

Le faisceau apparaît également dans le tube sous la forme d'un fil rouge, mais, en raison de sa faible luminosité, visible seulement dans une pièce assombrie.

#### 4.2 Dispositifs de déviation

##### 4.2.1 Déviation électrique

Les plaques de déviation se trouvant dans le tube permettent une déviation horizontale du faisceau électronique par l'application d'une tension maximale de 100 V. Pour la plupart des applications, cette tension est prélevée du générateur en dents de scie. Le faisceau se déplace alors de gauche à droite, pour revenir à son point de départ, opération qui se répète à une fréquence réglable. Cette procédure permet de suivre la chronologie des déviations verticales périodiques, par exemple dues à un champ magnétique alternatif.

##### 4.2.2 Déviation magnétique

Les bobines sont fixées à l'anneau métallique qui entoure le col du tube. Entre deux douilles de connexion voisines se trouvent à chaque fois 300 spires. Lorsque les deux douilles extérieures sont

activées, le courant traverse les 600 spires. Le faisceau est dévié sur la droite perpendiculairement au champ magnétique et au sens du déplacement. Si les bobines sont orientées vers l'intérieur, de faibles courants de quelques milliamères se font déjà ressentir.

#### 4.2.3 Ajustage du faisceau

Sur le porte-tube central, un aimant torique mobile peut être réglé à l'aide d'une vis. Lorsque la déviation est désactivée, il permet d'ajuster le faisceau sur le point désiré de l'écran.

### 4.3 Générateur d'impulsions en dents de scie

Les sorties du générateur se trouvent sous le point de fixation arrière du tube ( $-U_x$  et  $+U_x$ ).

Une tension en dents de scie (souvent appelée « rampe ») est une tension périodique modifiée dans le temps qui monte ou qui descend d'une valeur initiale à une valeur finale en suivant une courbe linéaire, puis qui repasse à son point de départ.

**Prudence** : La tension en dents de scie se réfère au potentiel anodique de +250 V.

Le régulateur supérieur permet d'allumer le générateur et de procéder à un réglage approximatif de la fréquence. Le réglage fin a lieu avec le régulateur inférieur.

## 5. Exemples d'expériences

### 5.1 Déviation électrique du faisceau électronique

- Procédez au câblage du tube comme le montre la figure 2.
- Désactivez l'alimentation tension de l'oscilloscope.
- Reliez les plaques de déviation à la sortie du générateur.
- Ajustez le faisceau au bord gauche (env. 1 cm d'écart) de l'écran.
- Réglez la fréquence approximative au niveau le plus faible (deuxième position depuis la gauche).
- Mettez l'alimentation tension en service.

Après 10-30 s, le point lumineux apparaît à l'écran. Il se déplace périodiquement de gauche à droite.

- Le cas échéant, avec le réglage fin, réduisez la fréquence de manière à ce que le déplacement du point puisse être suivi clairement.

### 5.2 Déviation magnétique du faisceau électronique

- Procédez au câblage du tube comme le montre la figure 3.
- Fixez une bobine à l'anneau métallique.
- Reliez les connexions de la bobine à l'alimentation CC.
- Ajustez le faisceau au centre de l'écran.
- Mettez l'alimentation CC en service et variez le courant de la bobine.

Le faisceau est dévié perpendiculairement au champ magnétique et au sens du déplacement.

- Modifiez la polarité, le sens de la bobine et le nombre de spires traversées et observez la déviation.

### 5.3 Résolution dans le temps d'une tension alternative

Matériel supplémentaire requis :

1 générateur de fonctions (50  $\Omega$ , si possible avec amplificateur) ou alimentation CA,

en option : 1 multimètre avec fréquencemètre (tension maximale min. 150 V).

- Procédez au câblage du tube comme le montre la figure 4.
- Suivez les instructions de l'expérience 5.1, mais ne réduisez pas la fréquence. Réglez la fréquence approximative au niveau moyen. Si vous disposez d'un multimètre comptant les fréquences, branchez-le avant la mise en service de l'alimentation tension en parallèle aux plaques de déviation aux sorties du générateur d'impulsions en dents de scie. (Prudence : la tension en dents de scie est dangereuse au contact.)
- Fixez une bobine à l'anneau métallique.
- Reliez la bobine au générateur de fonctions (si possible amplifié).
- Réglez le générateur de fréquence entre 30 et 100 Hz.

Pendant son déplacement de gauche à droite, le faisceau est dévié verticalement.

- Le cas échéant, augmentez la tension de sortie pour obtenir une déviation plus forte.

Par la grande vitesse de répétition, la forme de la tension alternative n'est guère visible, car généralement l'enregistrement ne commence pas à un point fixe de la période (en cas de phase fixe) et, de ce fait, plusieurs images déplacées se superposent. Ce problème n'apparaît pas lorsque la fréquence en dents de scie correspond à celle du signal d'entrée provenant du générateur de fonctions.

- À l'aide du réglage fin, recherchez la fréquence à laquelle apparaît une image appa-

remment stable qui présente une période d'oscillation.

À quelles fréquences en dents de scie apparaît également une image stable ?

## 5.4 Figures de Lissajous

Matériel supplémentaire requis :

1 générateur de fonctions (50  $\Omega$ , si possible avec amplificateur) et 1 alimentation CA ou 2 générateurs de fonctions.

- Procédez au câblage du tube comme le montre la figure 5.
- Sur l'anneau métallique, montez une bobine orientée vers l'intérieur dans un axe horizontal.
- Reliez les entrées (vert, jaune) à l'alimentation CA ou au second générateur de fonctions (réglé à une tension sinusoïdale de 50 Hz). Sélectionnez l'amplitude de manière à ce que le trait apparaissant à l'écran soit environ deux fois moins long que le diamètre de l'écran.
- Avec l'aimant torique, ajustez le trait au centre et horizontalement.
- Sur l'anneau métallique, montez une autre bobine orientée vers l'intérieur dans un axe vertical.
- Reliez les entrées (vert, jaune) au premier générateur de fonctions (réglé à une tension sinusoïdale de 50 Hz).

Il apparaît une ellipse qui, selon la correspondance entre les fréquences et les signaux d'entrée, se déforme lentement ou rapidement. À chaque cycle, elle prend deux fois la forme d'une droite inclinée.

- Adaptez l'amplitude du premier générateur de fonctions de sorte que l'inclinaison de la droite s'élève à 45° et qu'un cercle se forme pendant la transition.

On peut déjà observer les figures de Lissajous les plus simples. Les formes dépendent du rapport entre les fréquences et le déphasage. Si un faible écart avec la fréquence de consigne exacte apparaît sur l'un des deux générateurs (en général, l'imprécision des appareils suffit déjà), le déphasage automatique permet d'observer successivement toutes les figures d'un rapport de fréquence.

- Réglez la fréquence du premier générateur de fonctions à un multiple de la fréquence horizontale (50 Hz).

On peut observer les figures de Lissajous des rapports de fréquence 2:1, 3:1, 4:1, etc.

- D'autres figures de Lissajous apparaissent avec des multiples fractionnés de la fréquence horizontale (par ex. 3:2 [75 Hz], 4:3 [66,7 Hz]).

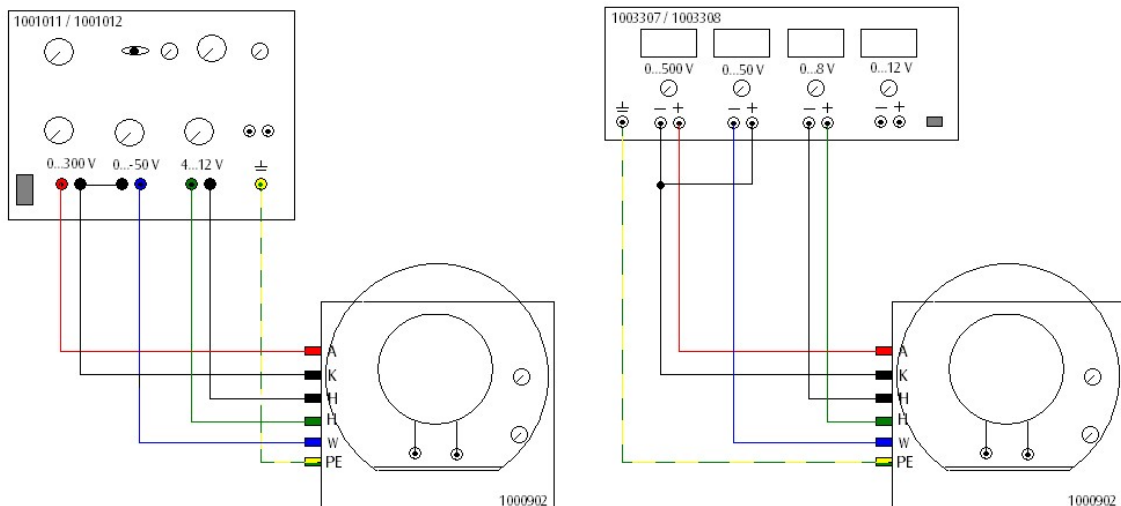


Fig.2 Déviation électrique du faisceau électronique (à gauche : avec alimentation 1001011 / 1001012, à droite : avec alimentation 1003307 / 1003308).

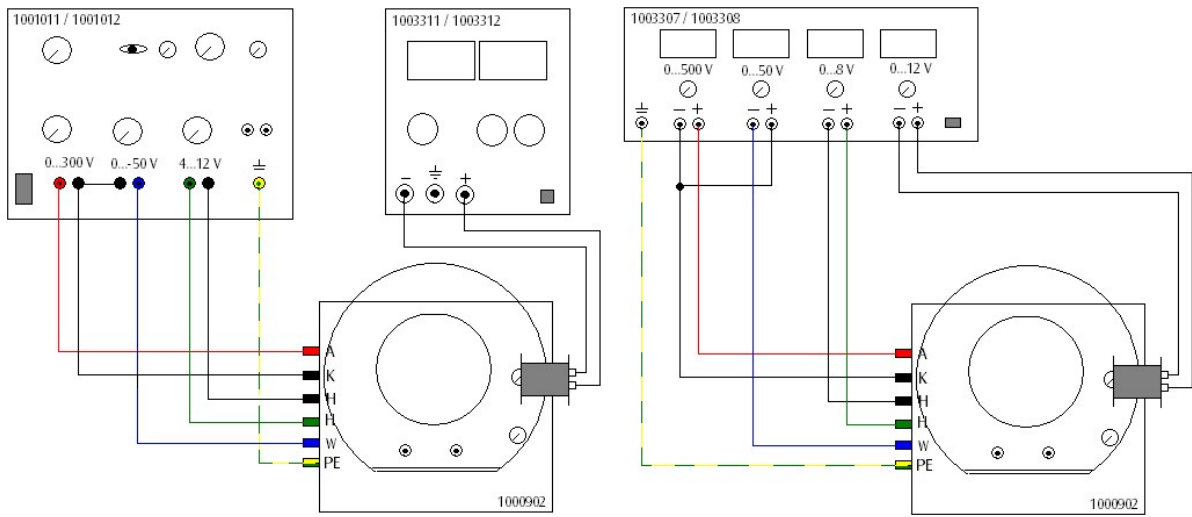


Fig.3 Déviation magnétique du faisceau électronique (à gauche : avec alimentation 1001011 / 1001012 et alimentation 1003311 / 1003312, à droite : avec alimentation 1003307 / 1003308).

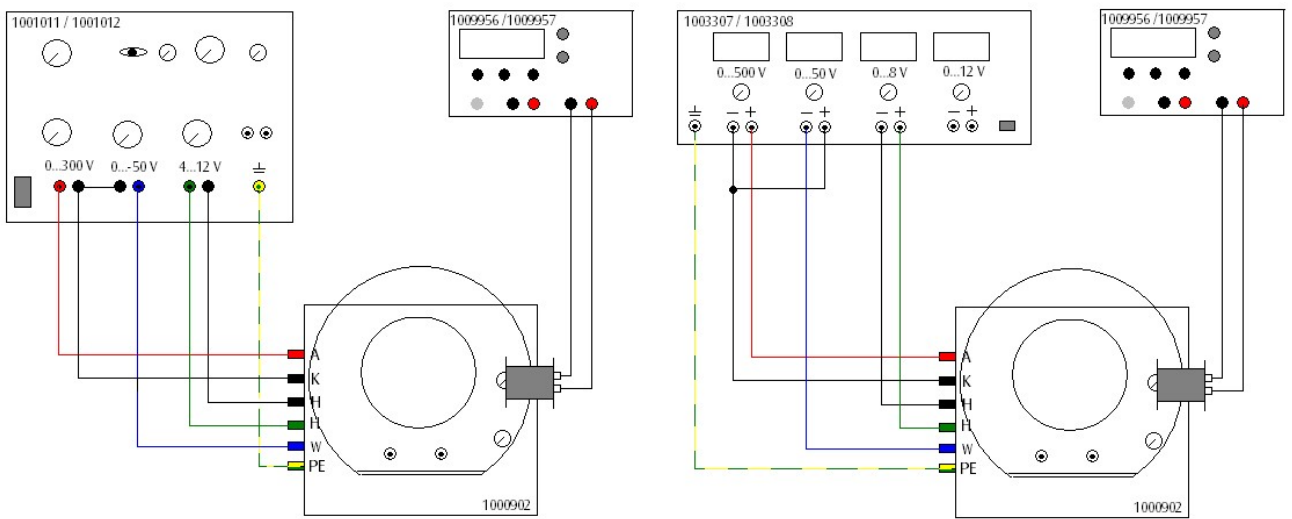


Fig.4 Résolution dans le temps d'une tension alternative (à gauche : avec alimentation 1001011 / 1001012 et générateur de fonctions 1009956 / 1009957, à droite : avec alimentation 1003307 / 1003308 et générateur de fonctions 1009956 / 1009957).

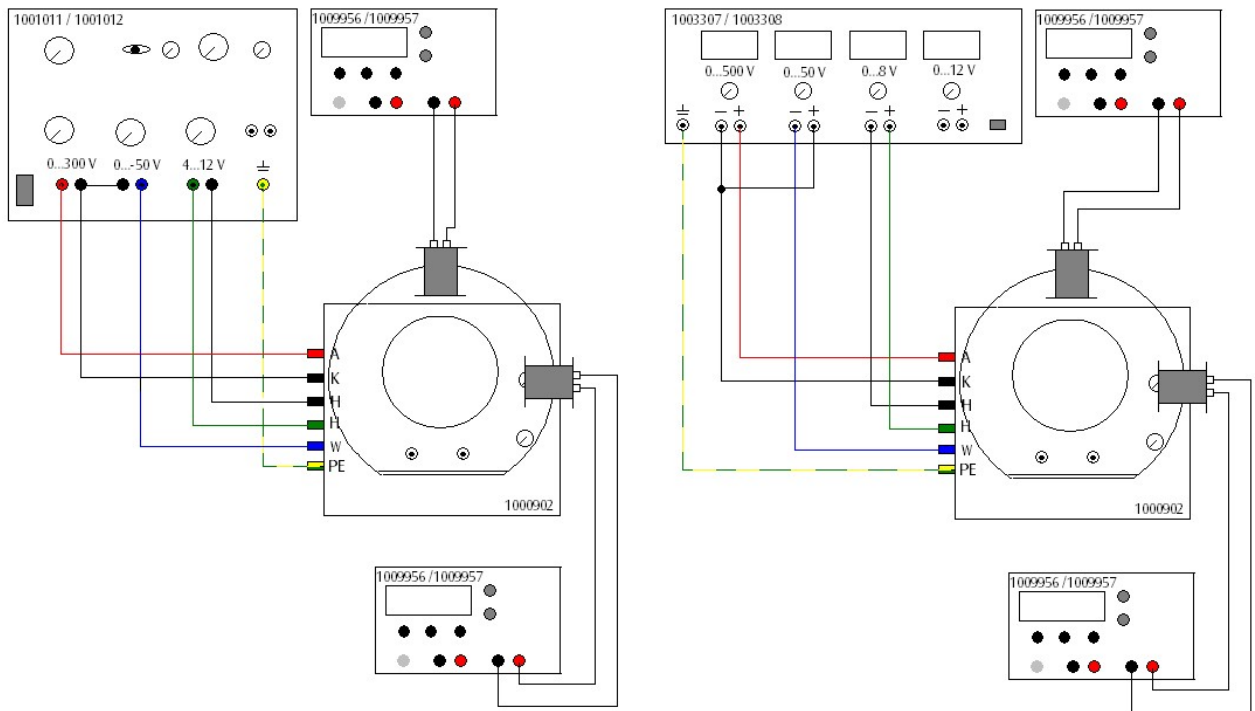


Fig.5 Figures de Lissajous (à gauche : avec alimentation 1001011 / 1001012 et 2x générateur de fonctions 1009956 / 1009957, à droite : avec alimentation 1003307 / 1003308 et 2x générateur de fonctions 1009956 / 1009957).