

Enseignement
scientifique

Formation
professionnelle

Commercialisation
des produits



LEYBOLD DIDACTIC GmbH

10/95-Kem/Sf-

Mode d'emploi

555 88

Instrucciones de servicio

555 861

555 872

Alimentation de Franck-Hertz

Douille pour le tube de FH au mercure avec prise DIN

Câble de connexion pour tube de FH au néon, 7 pôles

Unidad de operación de Franck-Hertz

Casquillo para el tubo FH de Hg con conector DIN

Cable de conexión para el tubo FH de Ne, 7 polos

Les appareils servent à mettre en évidence la transition quantique discrète des atomes par collision avec des électrons libres (expérience de la collision d'électrons de Franck et Hertz). Il est aussi bien possible de réaliser des expériences avec des atomes Hg dans le tube de Franck-Hertz au mercure (555 85 dans le four électrique 555 81 pour 230 V et 555 82 pour 115 V) qu'avec des atomes Ne (Tube de Franck-Hertz au néon 555 870 avec support à socle et blindage 555 871).

Este dispositivo sirve para estudiar la absorción de energía discreta de los átomos al colisionar con electrones libres (experimento de Franck y Hertz de choques con electrones). Se pueden realizar experimentos tanto con átomos de Hg en el tubo calentado de Franck-Hertz (555 85 en el horno 555 81 para 230V ó 555 82 para 115V), como con átomos de Ne (tubo de FH con Ne: 555 870 y con montura 555 871).

1 Remarques de sécurité

- Ne mettre l'alimentation en marche qu'après avoir branché un tube de Franck-Hertz.
- Fonctionnement avec le tube au mercure:
Mettre le cylindre en cuivre à la terre par le biais de la tresse ⑥ (fig. 3) à la douille de sécurité vert-jaune!
Avant la mise en service, établir la liaison avec le four électrique étant donné que la tension secteur peut être appliquée aux douilles de sortie ⑧ qui sont au dos de l'appareil.
Bien insérer la sonde de température jusqu'au fond du trou borgne (⑨, fig. 2) du tube en cuivre pour éviter que le tube au mercure ne s'échauffe.
Si l'indication donnée par l'affichage (2.6) clignote, il y a alors une erreur de montage se rapportant à la mesure de la température (voir 3.3.1)
En cas de hausse brusque du courant du collecteur avec le tube au mercure, immédiatement amener la tension d'accélération U_2 à 0 V.
La décharge de gaz se manifeste aussi sous forme de leur bleue dans le tube. (voir 3.3.4)
- Fonctionnement avec le tube au néon:
Un blindage supplémentaire et une mise à la terre des parties conductrices dans l'environnement permettent de réduire les perturbations de la courbe dues aux interférences secteur, surtout lorsqu'il s'agit d'études à l'oscilloscope.
- L'électronique sensible de l'appareil risque d'être affectée par une décharge d'électricité statique (ESD*).
Mesures à prendre:
 - choisir un lieu d'expérimentation tel qu'aucune charge électrostatique ne puisse être appliquée à l'expérimentateur et au matériel, ou
 - assurer la décharge par ex. à l'aide d'une tige métallique (tige de raccordement n°5 de cat. 532 16) mise à la terre.

*) ESD = electrostatic discharge

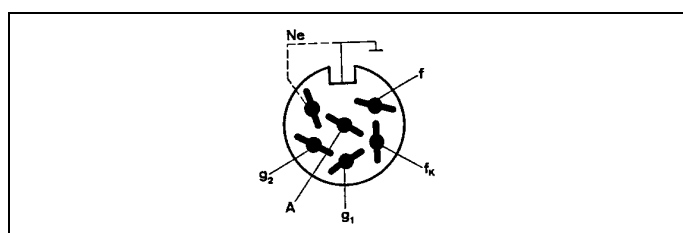
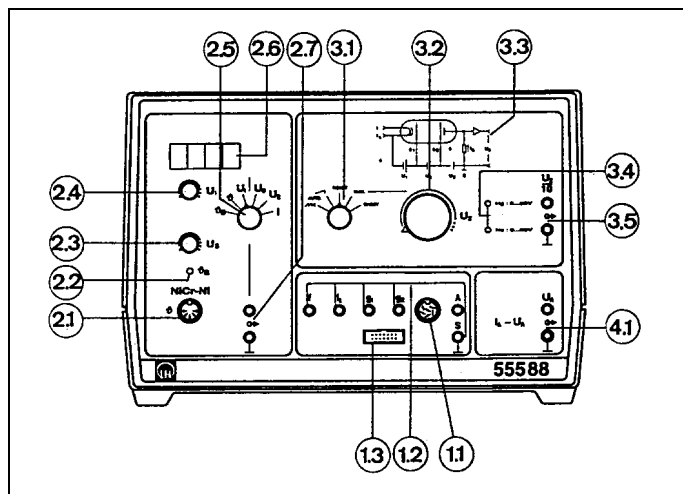
1 Instrucciones de seguridad

- Conectar la unidad de operación FH luego de conectar el tubo de Franck-Hertz.
- Operación con el tubo de Hg:
¡Conectar a tierra el cilindro de cobre a través del conductor ⑥ (Fig. 3) conectándolo al enchufe hembra de seguridad amarillo-verde!
Conectar el horno eléctrico antes de encender la fuente, ya que la tensión de red puede estar presente en los clavijeros de salida ⑧ situados en la parte posterior.
Asegúrese de insertar la sonda de temperatura hasta el tope, en el agujero ciego (⑨, Fig. 2) respectivo del tubo de cobre, para prevenir que el tubo de Hg se sobre caliente.
La intermitencia en el visualizador (2.6) indica que el arreglo experimental para medir la temperatura está defectuoso (ver 3.3.1)
Si la corriente del colector (tubo de Hg) aumenta bruscamente, ajustar inmediatamente la tensión aceleradora U_2 a 0 V. En el tubo se puede observar la descarga del gas como un destello azul (ver 3.3.4).
- Operación con el tubo de Ne:
Las distorsiones que aparecen en la curva debido a la interferencia de la red, particularmente cuando se emplea el osciloscopio, pueden ser minimizadas incorporando un apantallamiento adicional y conectando a tierra las partes conductoras vecinas.
- Las descargas de electricidad electrostática (ESD*) puede menoscabar la sensible electrónica del aparato.
Medidas a tomar:
 - elegir un ambiente de experimentación en el que no se produzca el cargado electrostático, ya sea del experimentador, o del aparato, o
 - instalar por ej. una varilla de metal para descarga conectada a tierra (varilla de conexión Cat. No. 532 16).

*) ESD = electrostatic discharge

2 Description, caractéristiques techniques

2.1 Alimentation Franck-Hertz (555 88)



① Zone de raccordement

- (1.1) Douille DIN pour le raccordement de la douille pour tube de Franck-Hertz au mercure avec prise DIN (555 861) ou pour le câble de connexion à 7 pôles pour tube de Franck-Hertz au néon (555 872) avec identification automatique du tube Ne
 Assignation de la douille, voir fig. 1.2

- (1.2) Douilles de 4 mm pour la douille pour tube de Franck-Hertz (Hg) 555 86

Désignation: f, f_k: Chauffage de la cathode
 f_k: Cathode
 g₁: Grille de charge d'espace
 g₂: Grille d'accélération
 A: Collecteur
 S: Tiges de décharge

- (1.3) Connecteur mâle pour la connexion à CASSY (par ex. de 524 007)

② Zone de paramètres et d'affichage

- (2.1) Douille DIN pour le raccordement de la sonde de température

- (2.2) Potentiomètre pour le réglage de la température de consigne du four électrique pour le tube de Franck-Hertz au mercure:

Gamme: env. 140°C à 210°C

Préréglage: 180°C

- (2.3) Potentiomètre pour le réglage de la tension inverse U_3 : 0 ...10 V

- (2.4) Potentiomètre pour le réglage de la tension de drainage ou de commande U_1 : 0...5V

- (2.5) Commutateur-sélecteur pour les paramètres et les valeurs mesurées:

Température de consigne: ϑ_S

Température réelle: ϑ (valeur mesurée)

Tension de drainage: U_1

Tension inverse: U_3

Tension d'accélération: U_2

Courant du collecteur: I (valeur mesurée)

- (2.6) Affichage numérique du paramètre et de la valeur mesurée sélectionnés avec (2.5):

Affichage en °C, V et nA; Tension inverse U_3 négative

2 Descripción, datos técnicos

2.1 Unidad de operación de Franck-Hertz (555 88)

Fig. 1.1

Panneau avant de l'alimentation de Franck-Hertz

Panel frontal de la unidad de operación de Franck-Hertz

Fig. 1.2

Assignation de la douille DIN (1.1)

Asignación de los enchufes hembras DIN (1.1)

① Panel de conexiones

- (1.1) Enchufes hembra DIN para conectar el casquillo del tubo de Franck-Hertz con Hg, mediante el conector DIN (555 861) o para el cable de conexión del tubo de FH (Ne), de 7 polos (555 872) con reconocimiento automático del tubo de Ne

Véase la Fig. 1.2 para la asignación de los enchufes hembras.

- (1.2) Clavijeros de 4 mm para las conexiones del casquillo adaptador del tubo de Franck-Hertz (Hg) 555 86

Designaciones: f, f_k: Calentador del cátodo

f_k: Cátodo

g₁: Rejilla de emisión

g₂: Rejilla de aceleración

A: Colector

S: Pin de descarga

- (1.3) Regleta de conexión para conectar la interface CASSY (p. ej. de 524 007)

② Panel de parámetros y visualización

- (2.1) Enchufe hembra DIN para conectar el sensor de temperatura

- (2.2) Potenciómetro para destornillador, para ajustar la temperatura deseada del horno para el tubo de Franck-Hertz con Hg:

Rango: aprox. 140°C hasta 210°C

Preajuste: 180°C

- (2.3) Potenciómetro para ajustar la contratensión U_3 : 0 ...10 V

- (2.4) Potenciómetro para ajustar la tensión excitadora o de control U_1 : 0...5V

- (2.5) Conmutador selector de parámetros y valores medidos:

Temperatura deseada: ϑ_S

Temperatura actual

(valor medido): ϑ

Tensión de control: U_1

Contratensión: U_3

Tensión aceleradora: U_2

Corriente del colector (valor medido):

- (2.6) Visualizador digital del parámetro o valor seleccionado con (2.5):

Visualización en °C, V ó nA; la contratensión U_3 es un valor negativo

(2.7) Sortie analogique (douilles de 4 mm) pour voltmètre (appareil de mesure analogique à zéro à gauche) pour l'affichage de la grandeur sélectionnée avec (2.5) et de la tension qui lui est proportionnelle:

avec:	ϑ_s et ϑ	$100^\circ\text{C} \pm 1\text{ V}$
	U_1 :	$1\text{ V} \pm 1\text{ V}$
	U_3 :	$-1\text{ V} \pm 1\text{ V}$
	U_2 :	$10\text{ V} \pm 1\text{ V}$
	I :	$1\text{ nA} \pm 1\text{ V}$

③ Zone de fonctionnement

(3.1) Sélecteur du mode de fonctionnement:

- /// Dent de scie rapide pour oscilloscope
- ↙ Rampe lente pour enregistreur
- RESET Réglage de la tension d'accélération sur 0 V
- MAN. Réglage manuel avec (3.2) pour relevé ponctuel
- CASSY Mesure avec CASSY via (1.3)

(3.2) Potentiomètre pour le réglage manuel de la tension d'accélération U_2 :

Hg:	0...30 V
Ne:	0...80 V

(3.3) Schéma des connexions du montage expérimental

(3.4) Diodes luminescentes pour l'affichage du tube connecté:

Hg: vert, juste après avoir mis l'alimentation en service
rouge, lorsque le chauffage du four est enclenché
vert, dans la plage de régulation de la température de consigne

Ne: vert, identification automatique par la douille DIN (1.2)

(3.5) Douilles de sortie de 4 mm de la tension d'accélération $U_2 = 10 \cdot U$

④ Zone de sortie du courant du collecteur avec douilles de sortie de 4 mm pour la tension U_A :
 $1\text{ V} \pm 1\text{ nA}$ proportionnelle au courant du collecteur I_A

(2.7) Salida analógica (enchufes hembras de 4 mm) para el medidor de tensión (dispositivo con agujas y punto cero a la izquierda), para la indicación de la magnitud seleccionada en (2.5), o la tensión proporcional a ella:

allí se tiene que:	ϑ_s y ϑ	$100^\circ\text{C} \pm 1\text{ V}$
	U_1 :	$1\text{ V} \pm 1\text{ V}$
	U_3 :	$-1\text{ V} \pm 1\text{ V}$
	U_2 :	$10\text{ V} \pm 1\text{ V}$
	I :	$1\text{ nA} \pm 1\text{ V}$

③ Panel de operación

(3.1) Conmutador del modo de operación:

- /// señal diente de sierra rápida, para el osciloscopio
- ↙ señal de rampa lenta, para el registrador
- RESET para poner a 0 V la tensión aceleradora
- MAN. ajuste manual con (3.2) para un registro punto a punto
- CASSY Medición con CASSY mediante (1.3)

(3.2) Potenciómetro para el ajuste manual de la tensión aceleradora U_2 :

Hg:	0...30 V
Ne:	0...80 V

(3.3) Diagrama del circuito experimental

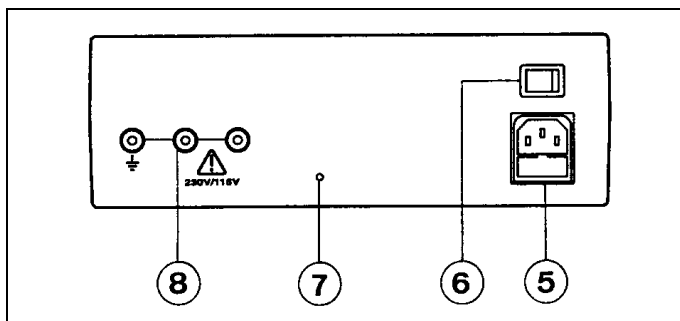
(3.4) Diodos luminosos indicadores del tipo de tubo en operación:

Hg: en verde, por corto tiempo inmediatamente después de encender la unidad de operación
en rojo, cuando el horno está calentando
en verde, en el rango de control (temperatura deseada)

Ne: en verde, reconocimiento automático a través del enchufe hembra DIN (1.2)

(3.5) Enchufes hembras de salida de 4 mm de la tensión aceleradora $U_2 = 10 \cdot U$

④ Panel de salida de la corriente del colector con Enchufes hembras de salida de 4 mm para la tensión U_A proporcional a la corriente del colector I_A : $1\text{ V} \pm 1\text{ nA}$



- ⑤ Raccordement au réseau avec fusible côté primaire
Tension d'alimentation
secteur: 230 V (ou 115 V, ainsi qu'indiqué sur l'étiquette), 50/60 Hz
Fusible: T 2,5 pour 230 V et 115 V (698 19)
Puissance absorbée: max. 30 W
env. 230 W avec four électrique
- ⑥ Interrupteur principal
- ⑦ Potentiomètre à régler avec un tournevis pour le réglage du chauffage de la cathode:
Plage de tension: env. 5,9 V... 6,7 V, préajuste: 6,3 V
- ⑧ Douilles de sécurité de 4 mm pour le raccordement du four électrique (555 81 ou 555 82) pour le tube de Franck-Hertz au mercure

Dimensions: 21 cm * 30 cm * 23 cm
Poids: 3 kg

Inclus au matériel livré (non illustré): câble de connexion à 14 pôles, pour la connexion d'une interface CASSY à l'alimentation par le connecteur mâle (1.3).

Fig. 1.3
Dos de l'alimentation de Franck-Hertz
Panel posterior de la unidad de operación de Franck-Hertz

- ⑤ Conexión a la red con fusible en el lado primario
Tensión de la red: 230 V (ó 115 V, de acuerdo al rótulo), 50/60 Hz
Fusible: T 2,5 para 230 V y 115 V (698 19)
Consumo de potencia: máx. 30 W
aprox. 230 W con horno
- ⑥ Interruptor de la red
- ⑦ Potenciómetro para destornillador, para ajustar el calentador del cátodo:
Rango de la tensión: aprox. 5,9 V... 6,7 V, preajuste: 6,3 V
- ⑧ Enchufes hembras de seguridad de 4 mm para conectar el horno (555 81 ó 555 82), para el tubo de Franck-Hertz con Hg
- Dimensiones: 21 cm * 30 cm * 23 cm
Peso: 3 kg

Incluidos en el volumen de suministro (no se muestra): cable de conexión de 14 polos, para la conexión de la interface CASSY a la unidad de operación a través de la regleta de conexión (1.3).

2.2 Douille pour le tube de Franck-Hertz au mercure avec prise DIN (555 861)

2.2 Casquillo para el tubo de FH con Hg, con conector DIN (555 861)

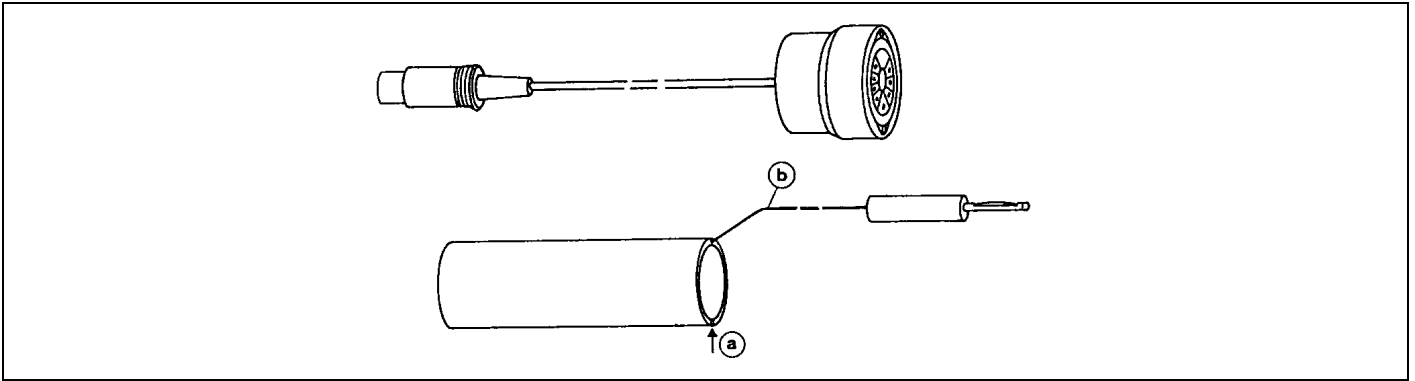


Fig. 2 Douille avec tube en cuivre

Fig. 2 Casquillo con el tubo de cobre

Sert à raccorder le tube de Franck-Hertz au mercure (555 85) à la douille DIN (1.2) de l'alimentation.

Douille en céramique avec ligne de connexion à 6 veines; La veine pour le courant du collecteur et la prise DIN sont blindées. Avec résistance série intégrée pour le chauffage de la cathode.

Tube en cuivre pour l'adaptation du tube de Franck-Hertz au mercure au diamètre du four électrique (555 81) ainsi que pour le blindage du tube au mercure contre les champs parasites par mise à la terre à l'aide d'une tresse en cuivre (b) avec fiche de 4 mm; avec trou borgne (a) pour la pointe de mesure d'une sonde de température.

2.3 Câble de connexion pour tube de Franck-Hertz au néon, 7 pôles (555 872)

Pour raccorder à l'alimentation la douille pour tube de Franck-Hertz au néon (555 871) avec le tube de Franck-Hertz au néon (555 870) par le biais de la douille DIN (1.2).

Câble à 6 veines; la veine pour le courant du collecteur et la prise DIN sont blindées.

Para conectar el tubo de Franck-Hertz con Hg (555 85) a los enchufes hembras DIN (1.2) de la unidad de operación.

Casquillo de cerámica con cable conductor de 6 venas; el conductor para la corriente del colector y el conector DIN están blindados. Tiene incorporado una resistencia en serie para el calentador del cátodo.

El cilindro de cobre sirve para adaptar el tubo de Franck-Hertz con Hg al diámetro del horno (555 81), así como para el blindaje del tubo con Hg contra campos de perturbación. Esto se efectúa conectando a tierra un cable de cobre (b) con conector de 4 mm; con agujero ciego (a) para introducir la punta de medición de la sonda de temperatura.

2.3 Cable de conexión para el tubo de FH con Ne, 7 polos (555 872)

Para conectar el casquillo del tubo de Franck-Hertz (Ne, 555 871), con el tubo de FH con Ne (555 870), a la unidad de operación mediante enchufes hembras DIN (1.2).

Cable de 6 venas; el conductor para la corriente del colector y el conector DIN están blindados.

3 Utilisation

3.1 Equipement

3.1.1 Réalisation de l'expérience avec le tube de Franck-Hertz au mercure (555 85):

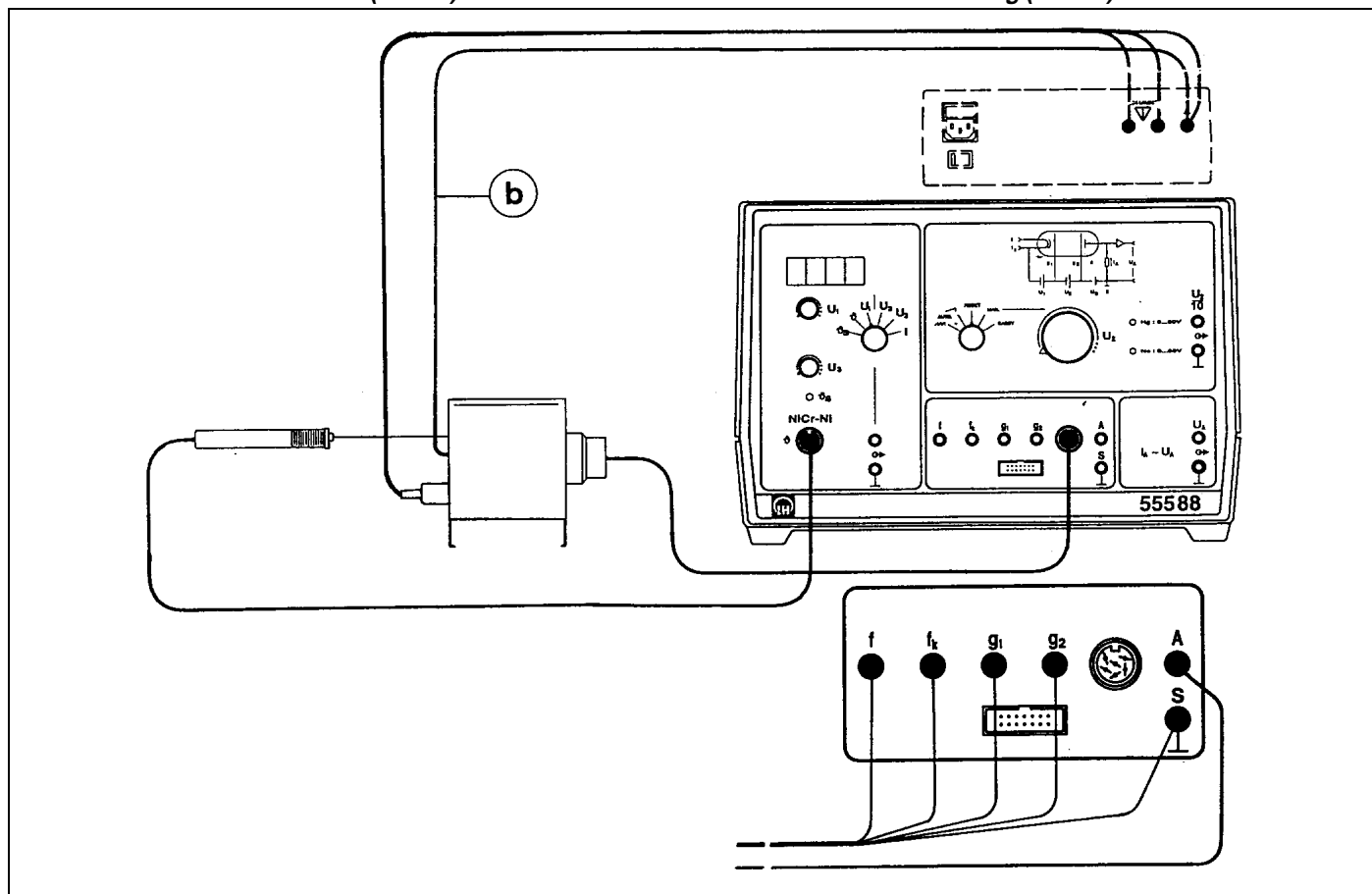


Fig. 3

Raccordement du tube de Franck-Hertz au mercure avec four et sonde de température; insérer la sonde de température jusqu'au fond du trou borgne (a) (voir aussi fig. 2); Mettre le cylindre en cuivre à la terre par le biais de la tresse (b) à la douille de sécurité vert-jaune.

1 Tube de Franck-Hertz au mercure	555 85
1 Douille pour tube de Franck-Hertz (Hg) avec prise DIN ou	555 861
1 Douille pour tube de Franck-Hertz (Hg) avec fiches de 4 mm (voir schéma de la fig. 3)	555 86
1 Four électrique pour 230 V~ ou pour 115 V~	555 81 555 82
1 Sonde de température	666 193

3 Empleo

3.1 Equipo requerido

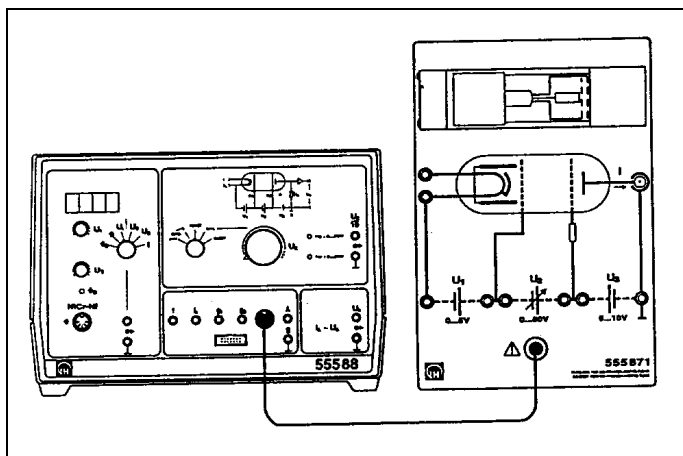
3.1.1 Realización del experimento con el tubo de Franck-Hertz con Hg (555 85):

Fig. 3

Conexión del tubo de FH (Hg) con el horno y la sonda de temperatura. Insertar la sonda de temperatura hasta el tope del agujero ciego (a), (ver Fig. 2); conectar el conductor de cobre (b) al enchufe hembra amarillo-verde para que el cilindro de cobre tenga contacto a tierra.

1 Tubo de Franck-Hertz, Hg	555 85
1 Casquillo de conexión para el tubo de FH (Hg) con conector DIN	555 861
1 Casquillo de conexión para el tubo de FH (Hg) con conectores de 4 mm (ver croquis en la Fig. 3)	555 86
1 Horno eléctrico para 230 V c.a. ó para 115 V c.a.	555 81 555 82
1 Sonda de temperatura	666 193

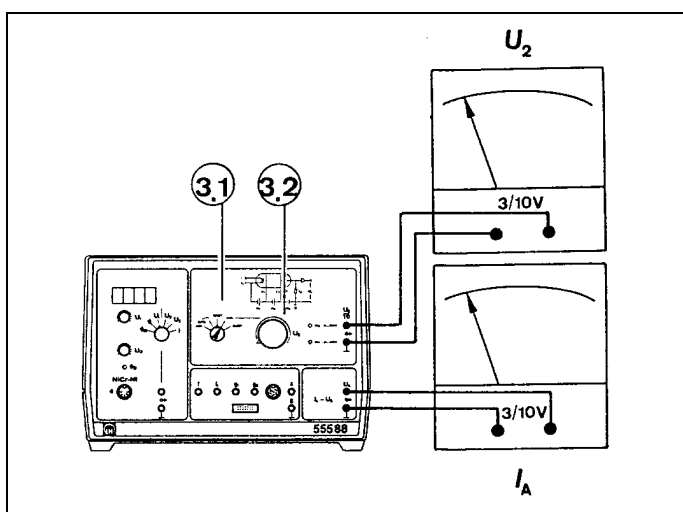
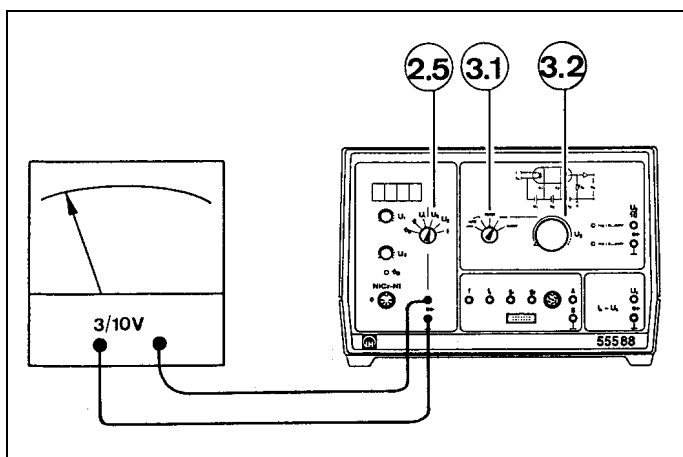
3.1.2 Réalisation de l'expérience avec le tube de Franck-Hertz au néon (555 870):



3.2 Matériel de mesure

3.2.1 Relevé ponctuel et manuel de la courbe:

Il n'est pas absolument nécessaire d'avoir un autre appareil de mesure pour le relevé ponctuel de la courbe pendant les travaux pratiques. Relever sur l'affichage (2.6) les valeurs de la tension et du courant en réglant alternativement le commutateur-sélecteur (2.5) sur U_2 et I .



3.1.2 Realización del experimento con el tubo de Franck-Hertz con Ne (555 870):

Fig. 4

Raccordement du tube de Franck-Hertz au néon

- 1 Câble de connexion pour tube de FH au néon 555 872
- 1 Douille pour tube de FH au néon 555 871
- 1 Tube de Franck-Hertz au néon 555 870

Conexión del tubo de FH con Ne

- 1 Cable conector FH (Ne) 555 872
- 1 Casquillo para el tubo de FH (Ne) 555 871
- 1 Tubo de Franck-Hertz con Ne 555 870

3.2 Equipo de medición

3.2.1 Registro manual punto a punto de la curva:

No es necesario utilizar otro instrumento para efectuar el registro punto a punto de la curva. Los valores de la tensión y corriente pueden ser leídos directamente del visualizador (2.6), conmutando el selector (2.5) entre U_2 e I .

Fig. 5.1

Relevé ponctuel de la courbe avec un appareil de mesure analogique, plage de mesure 3/10 V- (par ex. 531 94 ou 531 911). Sélecteur du mode de fonctionnement (3.1) positionné sur MAN. La tension d'accélération est réglée avec le potentiomètre (3.2). Relevé des valeurs mesurées obtenu par commutation du sélecteur de mode de fonctionnement (2.5) entre U_2 et I

Registro punto a punto de la curva de FH con un instrumento indicador, rango de medición 3/10 V- (p. ej. 531 94 ó 531 911) El conmutador del modo de operación (3.1) está en la posición MAN. La tensión aceleradora es ajustada con el potenciómetro (3.2). El registro de los datos se realiza conmutando el selector (2.5) entre U_2 e I

Fig. 5.2

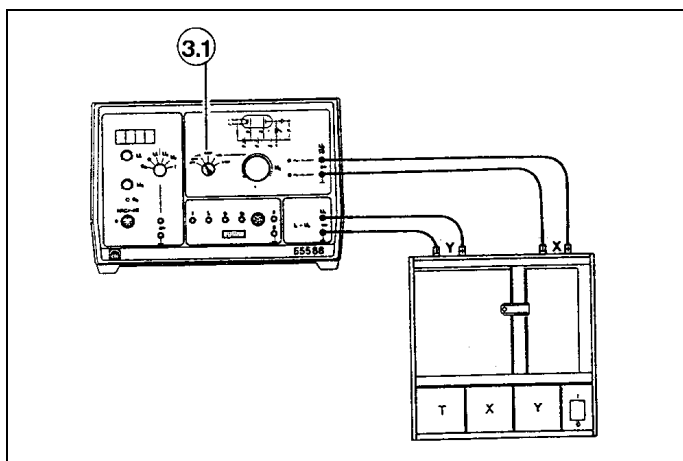
Relevé ponctuel de la courbe avec deux appareils de mesure analogiques, plage de mesure 3/10 V- (par ex. 531 94 ou 531 911)

Sélecteur du mode de fonctionnement (3.1) positionné sur MAN. ou \swarrow . Choisir la tension U_2 avec (3.2).

Registro punto a punto de la curva de FH con dos instrumentos indicadores, rango de medición 3/10 V- (p. ej. 531 94 ó 531 911)

El conmutador del modo de operación (3.1) está en la posición MAN. ó \swarrow

3.2.2 Tracé automatique avec un enregistreur XY:



3.2.2 Registro automático con un registrador XY:

Fig. 6

Relevé de la courbe avec un enregistreur XY (par ex. 575 622) Positionner le sélecteur du mode de fonctionnement (3.1) sur 1 de façon à ce qu'il y ait une hausse continue de la tension d'accélération. Lever la plume de l'enregistreur avant de commuter sur RESET.

Registro de la curva de FH con el registrador XY (p. ej. 575 622) Ajustar el conmutador del modo de operación (3.1) a la posición 1, tal que la tensión aceleradora aumente continuamente. Antes de conmutar a RESET, levantar la pluma del registrador XY.

3.2.3 Représentations à l'oscilloscope

La représentation à l'oscilloscope permet une observation directe de l'influence des différents paramètres (U_1 , U_3 , éventuellement ϑ) sur la courbe de Franck-Hertz.

1 oscilloscope par ex. 575 211
2 câbles de mesure BNC/4mm 575 24
évent.: 1 voltmètre par ex. 531 94

3.2.3 Visualización con el osciloscopio

La visualización con el osciloscopio permite observar directamente la influencia de los diferentes parámetros (U_1 , U_3 , y ϑ) en la curva de Franck-Hertz.

1 Osciloscopio p. ej. 575 211
2 Cables blindados BNC de 4 mm 575 24
opcional: 1 voltímetro p. ej. 531 94

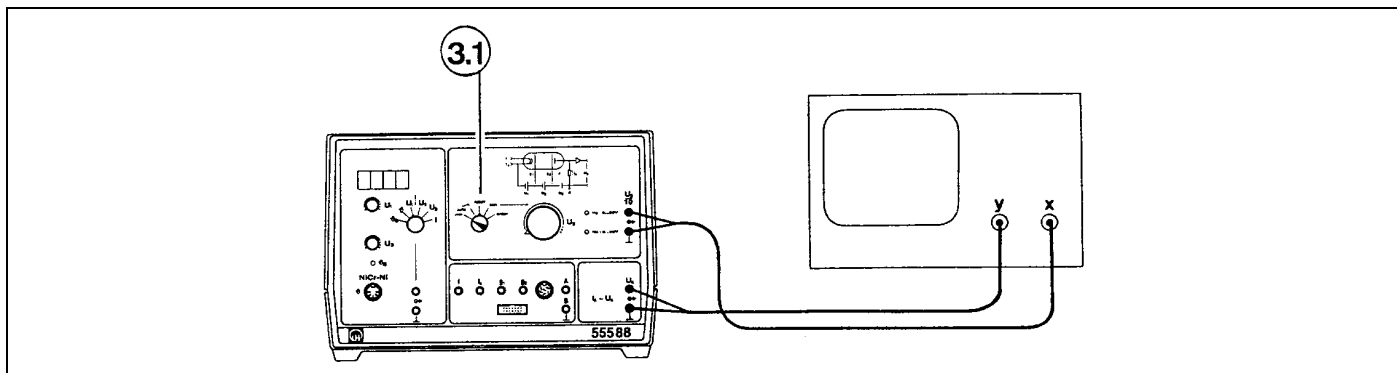


Fig. 7

Représentation de la courbe à l'oscilloscope Positionner le sélecteur du mode de fonctionnement (3.1) sur 3 de façon à ce que la tension d'accélération U_2 soit appliquée au tube de Franck-Hertz sous forme de dents de scie.

Fig. 7

Visualización de la curva de FH en el osciloscopio Colocar el conmutador del modo de operación (3.1) a la posición 3, tal que la tensión aceleradora U_2 aplicada al tubo de FH tenga la forma de un diente de sierra.

3.2.4 Tracé assisté par ordinateur avec CASSY:

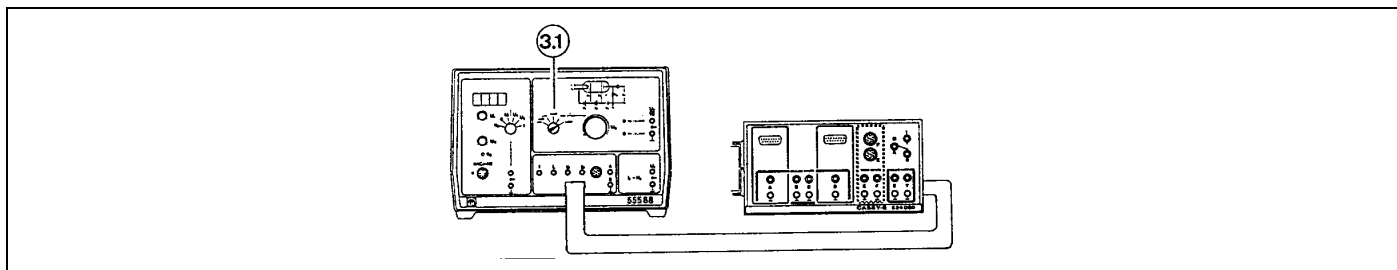


Fig. 8

Relevé assisté par ordinateur avec CASSY Pour le tracé assisté par ordinateur de la courbe de Franck-Hertz, la tension d'accélération est prédéfinie par logiciel grâce à l'interface CASSY (sélecteur du mode de fonctionnement (3.1) sur CASSY)

1 CASSYpack E 524 007
1 Logiciel «Saisie universelle des valeurs mesurées» 525 033

Exemple de mesure sur la disquette utilisable comme pré-réglage du programme pour ses propres mesures

3.2.4 Registro asistido por ordenador mediante CASSY:

Fig. 8

Registro asistido por ordenador mediante CASSY En el registro de la curva de Franck-Hertz asistido por ordenador, la tensión aceleradora es controlada mediante software a través de la interface CASSY (poner el conmutador (3.1) a la posición CASSY)

1 CASSYpack E 524 007
Software "Adquisición universal de datos" 525 032

Usted puede usar los ejemplos de medición suministrados con el disquete para efectuar el registro de valores de sus propios experimentos

3.3 Réalisation de l'expérience

Réaliser le montage ainsi que spécifié sur les fig. 3 à 8 et mettre l'alimentation en marche.

3.3.1 Réglage de la température (voir fig. 1.1, fig. 3)

Seulement nécessaire pour la réalisation d'expériences avec le tube de Franck-Hertz au mercure. Le tube de Franck-Hertz au néon fonctionne à température ambiante. Il est déjà prêt à fonctionner au bout d'env. 1 min (temps de chauffage de la cathode).

Brancher le four électrique à ⑧, insérer la sonde de température dans le trou borgne (a) et la brancher à (2.1). Mettre l'alimentation en marche avec ⑥: La LED (3.4) pour le tube au mercure s'allume (rouge) au bout de quelques secondes (chauffage du four).

Attendre que la température de service du tube au mercure dans le four soit atteinte (env. 10 à 15 min.): la LED (3.4) passe maintenant au vert.

Attention! Si l'indication donnée dans l'affichage (2.6) se met à clignoter, il s'agit là d'une erreur de montage spécifique à la mesure de la température:

- La sonde de température n'est pas branchée à la douille DIN (2.1): clignotement juste après avoir mis l'alimentation en marche.
- La sonde de température n'est pas enfichée dans le trou borgne du cylindre en cuivre: clignotement quelques minutes après avoir mis l'alimentation en marche: il se peut que le four ait déjà un peu chauffé!
- La sonde de température est sortie du trou borgne du cylindre en cuivre une fois que la température de service a été atteinte: clignotement quelques secondes après qu'elle soit tombée.

3.3.2 Réglage du matériel de mesure

- Tension d'accélération U_2 :
10 V \pm 1 V à la sortie (3.5) ou (2.7)

	Hg	Ne
Voltmètre:	0...3 V-	0...10 V-
Enregistreur XY, axe des X:	Var. env. 0,1 V/cm	Var. env. 0,3 V/cm
Oscilloscope, axe des X:	Cal. 0,5 V/cm	Cal. 1 V/cm
- Courant du collecteur I :
1 nA \pm 1 V à la sortie ④ ou (2.7)

Voltmètre:	0...15 V
Enregistreur XY, axe des Y:	Var. env. 1 V/cm
Oscilloscope, axe des Y:	Cal. env. 2 V/cm

3.3.3 Réglage des paramètres du tube

- Réalisation de l'expérience sans oscilloscope (fig. 5.1/2, fig. 6): Positionner le sélecteur du mode de fonctionnement (3.1) sur MAN.: La tension d'accélération U_2 peut être réglée par le potentiomètre (3.2).
Régler les tensions *paramètres* U_1 et U_3 :

Valeurs typiques:	Tube Hg: $U_1 = 1,5$ V	$U_3 = 1,5$ V
	Tube Ne: $U_1 = 3$ V	$U_3 = 8$ V

Lentement augmenter la tension d'accélération tout en observant l'allure du courant I du collecteur (et la tension U_A qui lui est proportionnelle).
- Réalisation de l'expérience avec l'oscilloscope (fig. 7): Positionner le sélecteur du mode de fonctionnement (3.1) sur (SA): La tension d'accélération U_2 est automatiquement amenée sur max. 30 V et 80 V tout en évoluant en dents de scie. Cette évolution représentée à la fig. 9.1 peut être observée sur l'écran.

3.3 Realización del experimento

Montar el experimento de acuerdo a las figuras 3 - 8 y encender la unidad de operación.

3.3.1 Ajuste de la temperatura (ver Fig. 1.1, Fig. 3)

Sólo se requiere para el experimento con el tubo de Franck-Hertz con Hg. El tubo con Ne opera a temperatura ambiente y está listo para su operación después de aprox. 1 min (tiempo de calentamiento del cátodo).

Conectar el horno eléctrico a ⑧; introducir la sonda de temperatura en el agujero ciego (a) y a (2.1). Luego, encender la unidad de operación ⑥: después de pocos segundos se ilumina de color rojo el LED (3.4) para el tubo con Hg (calentamiento del horno).

Esperar hasta que el tubo de FH con Hg alcance la temperatura de operación (aprox. de 10 a 15 min): el LED indicador (3.4) ilumina verde.

Atención! Si la indicación en el visualizador (2.6) es intermitente, esto significa que hay un defecto en el dispositivo de medición de temperatura:

- El sensor de temperatura no está conectado al conector DIN (2.1); la intermitencia aparece inmediatamente después de encender la unidad de operación.
- El sensor de temperatura no ha sido insertado en el agujero ciego del cilindro de cobre; la intermitencia aparece pocos minutos después de encender la unidad de operación: ¡el horno puede haberse calentado un poco!
- El sensor de temperatura ha salido fuera del agujero ciego luego de alcanzar la temperatura de operación; la intermitencia aparece pocos segundos después de que el sensor ha salido.

3.3.2 Ajuste de los instrumentos de medición

- Tensión aceleradora U_2 :
10 V \pm 1V a la salida (3.5) ó (2.7)

	Hg	Ne
Voltímetro:	0...3 V-	0...10 V-
Registrador XY, eje X:	Var. aprox. 0,1 V/cm	Var. aprox. 0,3 V/cm
Osciloscopio, eje X:	Cal. 0,5 V/cm	Cal. 1 V/cm
- Corriente del colector I :
1 nA \pm 1 V a la salida ④ ó (2.7)

Voltímetro:	0...15 V
Registrador XY, eje Y:	Var. aprox. 1 V/cm
Osciloscopio, eje Y:	Cal. aprox. 2 V/cm

3.3.3 Ajuste de los parámetros del tubo

- Experimentos sin el osciloscopio (Fig. 5.1, 5.2 y 6): Colocar al conmutador del modo de operación (3.1) en MAN.: la tensión aceleradora U_2 puede ser variada mediante el potenciómetro (3.2).
Ajustar las tensiones paramétricas U_1 y U_3 :

valores típicos:	Tube Hg: $U_1 = 1,5$ V	$U_3 = 1,5$ V
	Tube Ne: $U_1 = 3$ V	$U_3 = 8$ V

Aumentar lentamente la tensión aceleradora y observar el comportamiento de la corriente del colector I (o la tensión U_A proporcional a ésta).
- Experimentos con el osciloscopio (Fig. 7): Colocar al conmutador del modo de operación (3.1) en (SA): La tensión aceleradora U_2 es llevada automáticamente, con una señal diente de sierra, hasta un máximo de 30 V u 80 V respectivamente. Sobre la pantalla se podrá observar la forma de la curva de acuerdo a la Fig. 9.1.

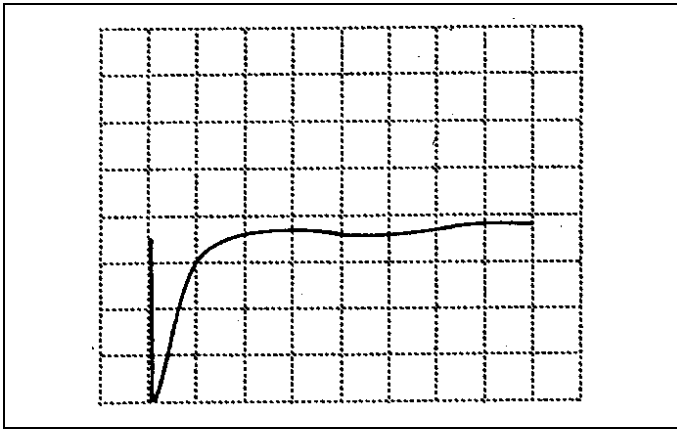


Fig. 9.1

Courbe affichée sans que les tensions U_1 et U_3 ne soient appliquées. L'allure de la courbe dépend des courants de transition du fait de la capacité des câbles et des tubes. Dans le cas d'une allure ondulée - en particulier avec le tube au néon - il faut veiller à ce qu'il y ait une bonne protection contre les interférences secteur, par ex. par mise à la terre du cadre de démonstration et d'expérimentation.

Curva sobre la pantalla sin tensiones paramétricas aplicadas U_1 y U_3 . La forma de la curva está influenciada por las corrientes de descarga causadas por las capacitancias de los cables y tubos. Si la curva muestra una forma ondulada, particularmente si se trata del tubo con Ne, se recomienda mejorar el apantallamiento contra las interferencias de la red, p. ej. conectando a tierra los bastidores que soportan al equipo de experimentación.

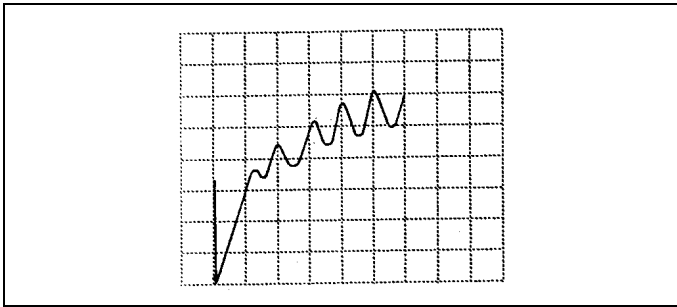


Fig. 9.2

Courbe du tube au mercure
Curva del tubo con Hg

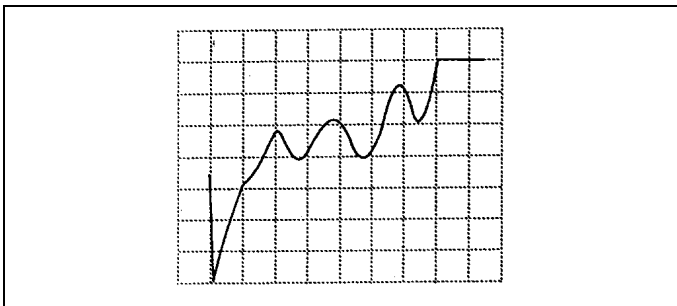


Fig. 9.3

Courbe du tube au néon
Curva del tubo con Ne

Régler la tension inverse U_3 : Valeurs typiques: tube Hg 1,5 V / Tube Ne 8 V

L'allure de la courbe à l'oscilloscope n'en est pas pour autant modifiée.

Lentement augmenter la tension de drainage U_1 . Observer la courbe: il se forme la courbe typique de Franck-Hertz.

Ajustar la contratensión U_3 : Valores típicos: 1,5 V para el tubo con Hg y 8 V para el tubo con Ne

La forma de la curva en el osciloscopio no cambia.

Aumentar lentamente la tensión de control U_1 y observe la curva: aparece la forma típica de la curva de Franck-Hertz.

3.3.4 Optimisation de la courbe de Franck-Hertz

Si l'allure de la courbe après le réglage des paramètres de service conformément aux paragraphes 3.3.1 / 3 est encore insatisfaisante, il est alors possible de l'optimiser par application de mesures spécifiques au tube ainsi que par adaptation des paramètres au tube Franck-Hertz utilisé.

3.3.4.1 Tubes au mercure et au néon

Le nuage d'électrons devant la cathode disparaît par augmentation de la tension de drainage U_1 . Une plus grande quantité d'électrons peut alors être émise, c.-à-d. qu'il y a une augmentation du courant transversal qui traverse le tube.

En cas d'augmentation de la tension inverse U_3 , il n'y a que les électrons dont l'énergie est suffisamment importante qui peuvent atteindre le collecteur, c.-à-d. qu'il a lieu une baisse du courant du collecteur.

- Les maxima sont très plats, le courant du collecteur très faible: augmenter la tension de drainage U_1 (ou réduire la température du four dans le cas du tube au mercure, voir ci-après; s'il s'agit du tube au néon, augmenter la tension de chauffage de la cathode. voir ci-après.)
- Le tracé de la courbe n'est pas très prononcé: modifier la tension inverse U_3

3.3.4 Optimización de la curva de FH

Si después de ajustar los parámetros de operación, como se describió en la sección 3.3.1 / 3, la forma de la curva todavía no es satisfactoria, entonces usted puede optimarla con las mediciones específicas del tubo y a la vez, adaptando los parámetros del tubo especial de FH que esta operando.

3.3.4.1 Tubos con Hg y con Ne

Al aumentar la tensión de control U_1 , se disipa la nube de electrones delante del cátodo. En consecuencia, hay una mayor emisión de electrones, es decir, la corriente transversal a través del tubo se incrementa.

Cuando se aumenta la contratensión U_3 , sólo los electrones cuya energía sea suficientemente alta alcanzan el colector, lo cual hace que la corriente del colector disminuya.

- Si los máximos son bastante llanos, la corriente del colector es muy pequeña:
Incrementar la tensión de control U_1 (o, para el tubo con Hg, disminuir la temperatura del horno, ver más adelante; para el tubo con Ne, aumentar la tensión de calentamiento del cátodo, ver más adelante).
- Si la curva no está bien definida:
Variar la contratensión U_3

- Les maxima sont trop hauts (la courbe est « coupée » en haut):

réduire la tension de drainage U_1 ou/et augmenter la tension inverse. (pour le tube au néon, abaisser la tension de chauffage de la cathode, voir ci-après)

- Les minima tendent vers 0 (la courbe est « coupée » en bas): réduire la tension inverse U_3 ou/et augmenter la tension de drainage U_1 .

3.3.4.2 Tube au mercure:

Une augmentation de la température du four et du tube entraîne une augmentation de la pression de la vapeur de Hg et les électrons ont donc plus de chance d'entrer en collision, c.-à-d. qu'il y a réduction du courant transversal et du courant du collecteur.

- Le courant du collecteur augmente brusquement (décharge de gaz résultant d'une température du four trop faible): aussitôt régler la tension d'accélération U_2 sur 0 V, donc positionner le sélecteur du mode de fonctionnement (3.1) sur RESET. La décharge de gaz se manifeste aussi sous forme de lueur bleue dans le tube. Si l'équilibre thermique était effectivement atteint après la mise en service du tube (éventuellement attendre encore quelques minutes), il faut augmenter la température du four en réglant la valeur de consigne avec le potentiomètre (2.2).
- La courbe est très plate, en particulier les premiers maxima ne sont pas représentés (température du four trop élevée): Réduire la température du four en réglant la valeur de consigne avec le potentiomètre (2.2). Attendre quelques minutes jusqu'à ce que le nouvel équilibre thermique se soit établi.

3.3.4.3 Tube au néon:

Pour une tension d'accélération U_2 bien définie (env. 70 V), il doit se former trois couches lumineuses visibles entre les deux grilles en cas d'augmentation de la tension de drainage U_1 .

L'augmentation de la tension de chauffage entraîne une augmentation de la température de la cathode et donc du courant d'émission.

- Courant du collecteur trop important, en particulier en cas d'étude à l'oscilloscope où il est quasiment impossible de régler la courbe. On peut déjà observer une légère lueur dans le tube pour une faible tension de drainage: Réduire la température de la cathode par baisse de la tension appliquée au potentiomètre ⑦.
- Courant du collecteur trop faible, les maxima ne se forment quasiment pas. Même pour une forte tension de drainage, aucune couche lumineuse ne peut être observée entre les grilles: Augmenter la température de la cathode par hausse de la tension appliquée au potentiomètre ⑦.

- Si los máximos son muy altos (la cima de la curva está "cortada"):

Reducir la tensión de control U_1 y/o incrementar la contratensión (en el caso del tubo con Ne disminuir la tensión de calentamiento del cátodo, ver más adelante).

- Si los mínimos se aproximan a 0 (la curva está "cortada" en la parte inferior): Disminuir la contratensión U_3 y/o aumentar la tensión de control U_1 .

3.3.4.2 Tubo con Hg:

Al aumentar la temperatura del horno y del tubo, aumenta la presión de vapor de Hg y aumenta también la probabilidad de que se produzcan choques con electrones, esto es, la corriente transversal y del colector disminuyen.

- Si la corriente del colector se incrementa bruscamente (ocurre una descarga en el gas porque la temperatura del horno es insuficiente): ajustar inmediatamente la tensión aceleradora U_2 a 0 V y el conmutador del modo de operación (3.1) a RESET. En el tubo se podrá observar la descarga del gas como un destello de color azul. En caso de que se haya alcanzado realmente el equilibrio térmico luego de encender el tubo (en caso contrario esperar algunos minutos), aumentar la temperatura del horno cambiando al valor deseado con el potenciómetro para destornillador (2.2).
- Si la curva está demasiado llana, en particular los primeros máximos están definidos pobremente (la temperatura del horno es muy alta): Bajar la temperatura del horno cambiando al valor deseado con el potenciómetro para destornillador (2.2). Esperar algunos minutos hasta que se haya alcanzado el nuevo estado de equilibrio térmico.

3.3.4.3 Tubo con Ne:

Si se aplica una tensión aceleradora fija U_2 (aprox. 70 V) y se aumenta la tensión de control U_1 , se deben formar tres zonas luminosas claramente visibles entre ambas rejillas.

Al aumentar la tensión de calentamiento, la temperatura del cátodo se incrementa y con ello, la corriente de emisión.

- Si la corriente del colector es muy alta es casi imposible de ajustar la curva, en particular cuando se trabaja con el osciloscopio. En el tubo se puede observar una luminosidad brillante, aún para tensiones de control pequeñas: Disminuir la temperatura del cátodo reduciendo la tensión aplicada mediante el potenciómetro ⑦.
- Si la corriente del colector es muy pequeña, no se pueden percibir los máximos. Aún si la tensión de control entre las rejillas es grande, no se podrá observar zona luminosa alguna: Aumentar la temperatura del cátodo aumentando la tensión aplicada mediante el potenciómetro ⑦.

4 Changement de fusible

Si ni l'interrupteur secteur ⑥, ni l'affichage (2.6), ni les diodes d'affichage (3.4) ne fonctionnent, le fusible a alors fondu.

- Enlever la cartouche ① avec douille pour fusible ② et le fusible de rechange ③ (fig. 10).
- Remplacer le fusible défectueux par un autre fusible de même ampérage.
- Insérer le fusible de rechange et remettre la cartouche en place.

4 Reemplazo de los fusibles

Si no iluminan el interruptor principal ⑥, el visualizador (2.6) y tampoco los diodos indicadores (3.4), con seguridad, el fusible está fundido.

- Desaloje el cartucho ① que contiene al portafusibles ② y al fusible de reserva ③ (Fig. 10).
- Reemplazar el fusible defectuoso con uno nuevo. Verificar que el fusible nuevo tenga las características apropiadas de seguridad.
- Colocar el fusible de reserva e insertar nuevamente el cartucho..

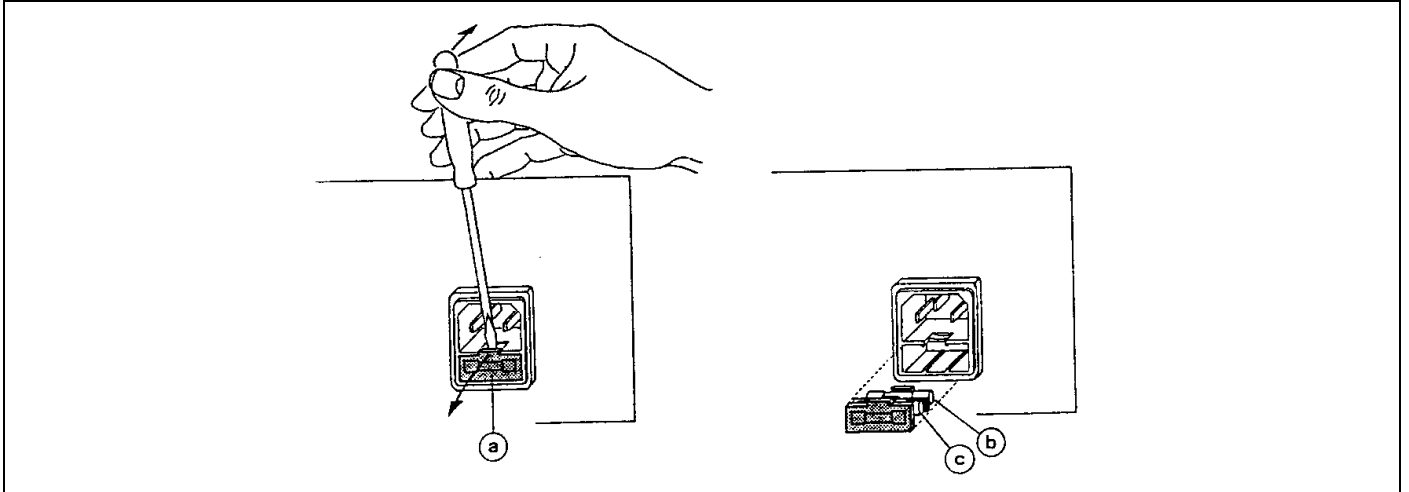


Fig. 10

Important: si l'interrupteur secteur fonctionne mais pas l'affichage ni les diodes d'affichage, il s'agit alors d'une perturbation qui ne pourra être réparée qu'en renvoyant l'appareil. Fig. 1.3

Si el interruptor principal ilumina y el visualizador y los diodos indicadores no iluminan, entonces ocurre un defecto en el dispositivo, el cual deberá ser reparado por el fabricante.