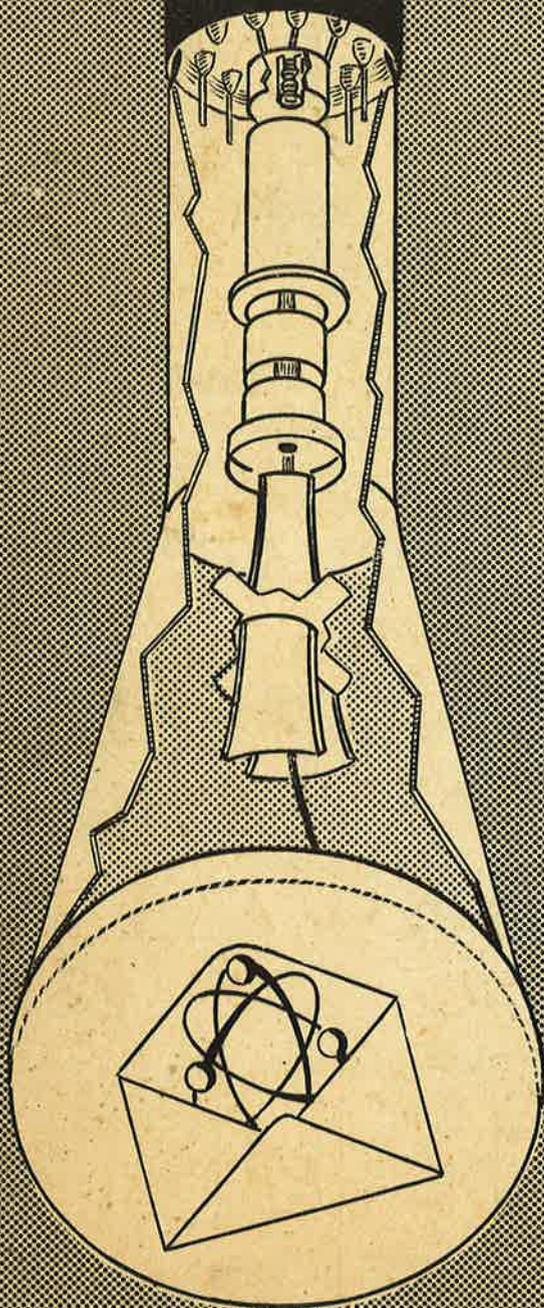


**COURS PAR
CORRESPONDANCE**



OSCILLOSCOPE 70

ETUDE DE SIGNAUX

**INSTITUT
ELECTRORADIO
26. rue Boileau
PARIS**

F8CED Cyrille

LISTE DES PIÈCES COMPOSANT L'OSCILLOSCOPE

- X 1 m soudure
- X 9 platines A
- 2 - E
- 1 - C
- 2 - MCS
- X 2 cornières
- X 52 boulons
- X 3 vis Parker
- X 1 coffret
- X 1 cadran
- X 3 bracelets
- X 4 m fil câblage
- X 1 m fil 5 conducteur
- X 50 cm de relais
- X 70 cm fil coaxial
- X 1 cordon secteur et prise
- X 8 boutons réglages
- X 1 bouton flèche
- X 6 douilles
- X 2 pinces crocodile
- X 2 fiches banane
- X 1 inverseur simple
- X 1 inverseur double
- X 1 contacteur .
- X 1 transformateur
- X 1 tube DG7
- X 1 support tube DG7
- X 1 blindage de tube
- X 3 tubes ECF 80
- X 1 tube ECC82
- X 4 supports Noval
- X 4 diodes BY 126
- X 1 voyant plastique

Résistances 1/2 W
carbone

- X 2 de 220 Ω
- X 1 de 1 K Ω
- X 1 de 10 K Ω
- X 3 de 15 K Ω
- X 1 de 33 K Ω
- X 3 de 47 K Ω
- X 2 de 82 K Ω
- X 3 de 100 K Ω
- X 1 de 470 K Ω
- X 1 de 1 M Ω
- X 2 de 2,2 M Ω
- X 4 de 2,7 M Ω

Résistances

- X 1 de 1000 Ω 5 w bobiné
- X 1 de 27 K Ω 2 W
- X 3 de 5,6 K Ω 2 W
- X 1 de 33 K Ω 1 W

Résistances variables

- X 1 de 2 M Ω
- X 1 de 4,7 K

Potentiomètres linéaires

- X 2 de 1 M Ω
- X 1 double de 470 K Ω
- X 3 de 470 K Ω
- X 1 de 100 K Ω
- X 1 de 10 K Ω

Condensateurs Chimiques

- X 2 de 100 μ F - 325 V
- X 1 de 25 μ F - 50 V
- X 1 de 8 μ F - 350 V
- X 1 de 2 μ F - 350 V

Condensateurs polyester

- X 1 de 470 nF - 400 V
- X 1 de 220 nF - 250 V
- X 16 de 100nF - 250 V
- X 2 de 0,47 μ F - 900 V
- X 1 de 47 nF - 400 V

Condensateurs céramiques

- X 2 de 10 nF - *Marron Nain Range*
- X 1 de 4,7 nF
- X 1 de 1 nF
- X 2 de 270 pF
- X 1 de 220 pF
- X 1 de 47 pF

NOTA : Tous les composants servant à la construction de l'oscilloscope sont envoyés en deux colis séparés pour en permettre l'acheminement par la poste. Vérifiez à la réception, l'ensemble des pièces au moyen de la liste ci-dessus.

LISTE DES PIECES UTILISEES POUR LES EXPERIENCES

- X 1 platine MCS
- X 2 pinces crocodile
- 4 m de fil de cablage
- X 4 diodes OA79 - 01 95
- X 1 varicap BA102
- 3 transistors AC128
- 2 bobines

Résistances carbone 1/2 W

- 1 de 150 Ω
 - 1 de 470 Ω
 - 1 de 820 Ω
 - 3 de 1000 Ω
 - 1 de 5,6 kΩ
 - 1 de 6,8 kΩ
 - 3 de 10 kΩ
 - 2 de 15 kΩ
 - 1 de 22 kΩ
 - 1 de 47 kΩ
 - 3 de 100 kΩ
 - 1 de 470 kΩ
 - 1 de 1 MΩ
 - 1 de 20 MΩ
- Handwritten notes for resistors:*
 4 → (circles 10, 0, 0, 0)
 3 → (circles 1, 0, 0)
 2 → 10 kΩ, 12 kΩ
 1 → 100 kΩ + 1 = 2 + 4
 1 → 1 MΩ + 1 = 1

Condensateur chimique

- 1 de 16 μF → 15 nF
- 1 de 220 μF

Condensateur polyester

- 4 de 33 nF
- Handwritten note:* voir dans range

Condensateur céramique

- 1 de 100 PF
 - 1 de 270 PF
 - 1 de 1 nF
 - 1 de 2,2 nF → 3 fois long
 - 1 de 4,7 nF
 - 1 de 10 nF
 - 1 de 22 nF
 - 1 de 33 nF
 - 2 de 100 nF
- Handwritten notes for capacitors:*
 3 fois long
 m. am
 1V ml
 Petit Noir 0,01

Range

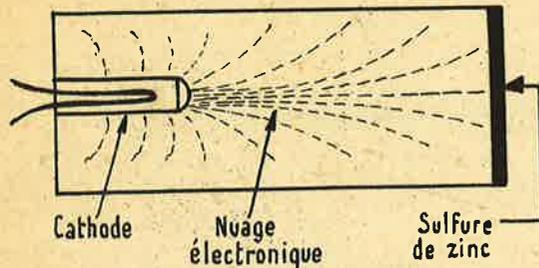
maxim
 N en
 Range

L'OSCILLOSCOPE

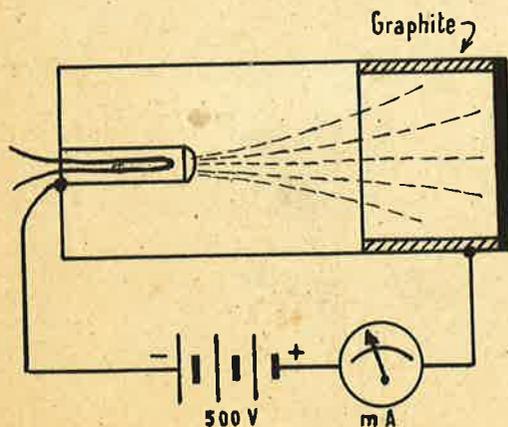
Le courant électrique ne se voit pas, mais on a trouvé des méthodes indirectes permettant de le suivre et de l'examiner dans les circuits électriques. Vous avez par exemple, utilisé le voltmètre dans les cycles précédents. Cet appareil renseigne sur l'amplitude du courant. Un autre appareil donnant plus de précisions et dont le domaine d'application est très vaste est l'oscilloscope. Il permet de voir directement sur un écran la forme exacte d'un courant électrique. En plus de son application à l'analyse des courants, l'oscillographie a fait naître un grand nombre d'applications telles que le RADAR et le MICROSCOPE ELECTRONIQUE par exemple.

PRINCIPE DU TUBE CATHODIQUE -

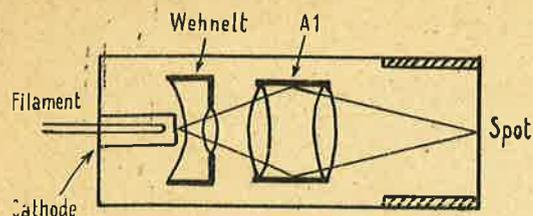
Effectuant les expériences du cours d'électronique, vous vous êtes familiarisé avec les tubes à vide, et vous avez appris en particulier ce que l'on appelle une cathode. Nous rappelons que si l'on place dans le vide, un métal chauffé et porté au rouge, un nuage d'électrons s'en échappe. Certains métaux et certains alliages, le tungstène thorié par exemple, émettent un nuage d'électrons particulièrement dense.



Les cathodes des tubes de réception couramment utilisés sont constituées par un petit cylindre de stéatite recouvert d'une mince couche de tungstène. A l'intérieur se trouve un filament isolé ne servant qu'à chauffer la cathode. Lorsque l'on place cette cathode dans un tube de verre, ce que montre la figure ci-contre, si la face du tube opposée à la cathode est recouverte d'une substance fluorescente, telle que le sulfure de zinc par exemple, quelques électrons seulement iront frapper la couche fluorescente car la densité du nuage électronique diminue avec la distance. La couche aura la propriété de s'illuminer faiblement à l'endroit où un électron la frappe. Cependant l'illumination due à un électron isolé est très faible et l'on cherche à ce qu'un grand nombre d'électrons frappe la couche en un même point afin d'obtenir une trace suffisamment facile à observer.



Pour arriver à ceci, on recouvre intérieurement le verre de l'ampoule d'une couche conductrice, le graphite par exemple, à proximité de l'enduit fluorescent et l'on porte cette couche à un potentiel électrique positif élevé, 500 volts par exemple. Les électrons portant une charge électrique négative, sont donc fortement attirés grâce au graphite vers la couche de sulfure de zinc. Ces électrons atteignant le graphite formant anode, suivent le circuit extérieur du tube et ne reviennent plus sur la cathode à l'intérieur du tube. La densité du nuage d'électrons autour de la cathode est donc moindre et comme ce nuage porte une charge négative importante, il repousse les électrons sortant de la cathode et diminue donc l'émission apparente de celle-ci. Toute la surface fluorescente ou écran est donc bombardée par un grand nombre d'électrons, ce qui peut donner dans le circuit extérieur anode-cathode un courant de 1 à 2 mA.



CONCENTRATION -

En plaçant près de la cathode un cylindre appelé : première anode A1, portée à un potentiel positif faible, on canalise les électrons et l'on arrive à concentrer le faisceau électronique en un seul point de l'écran. Ce point s'éclaire violemment et s'appelle le "spot".

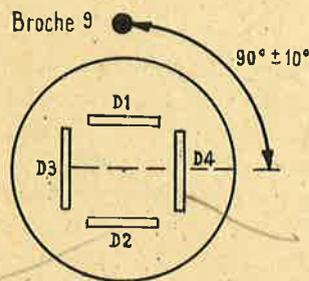
MODULATION DE LUMIERE -

Lorsque le spot est immobile, sa lumière peut être tellement intense qu'elle endommage la couche fluorescente et la brûle. Pour cette raison et pour d'autres examinées ultérieurement, on place une grille près de la cathode. Cette électrode semblable à celle d'un tube de réception diminue l'intensité de l'émission électronique et ceci d'autant plus que la polarisation qui lui est appliquée est plus forte. On peut par exemple avec une polarisation de - 50 volts arrêter complètement le faisceau électronique. Cette grille est appelée "WEHNELT", les autres électrodes sont enfermées dans le tube. Vous en verrez l'utilité par la suite.

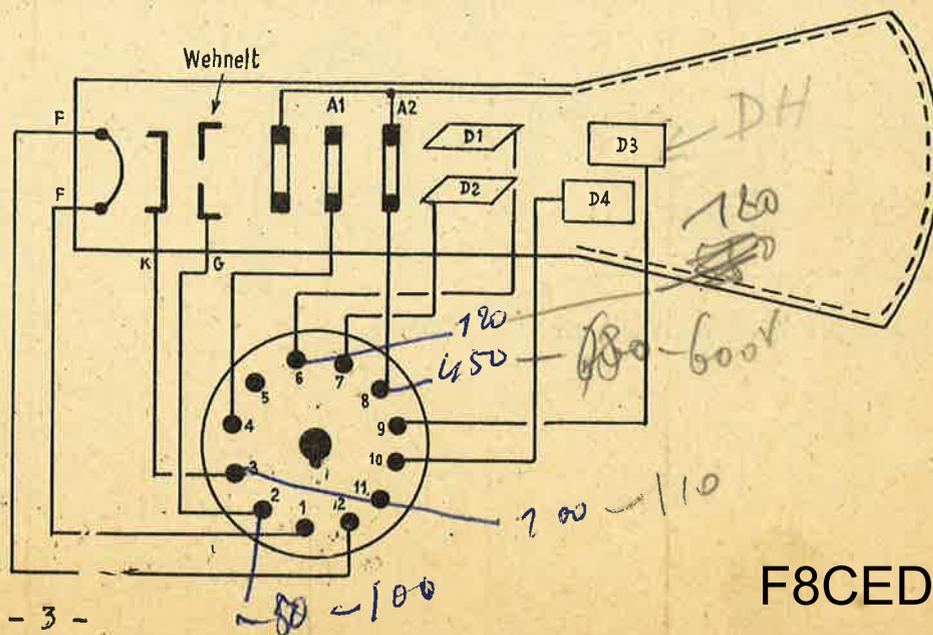
LE TUBE CATHODIQUE DG7-32 -

Vous trouvez dans cette boîte le tube cathodique du type DG7-32, manipulez-le doucement car il est très fragile. Nous donnons ci-dessous son schéma montrant la place de chacune des électrodes et les liaisons de celles-ci aux broches du culot. Le tube DG7-32 a un chauffage indirect comme les tubes de réception radio utilisés dans les cycles d'expériences précédents et la cathode est isolée du filament. Vous voyez ci-dessous les tensions à appliquer à ses électrodes en régime normal et les tensions à ne pas dépasser sous peine d'endommager le tube.

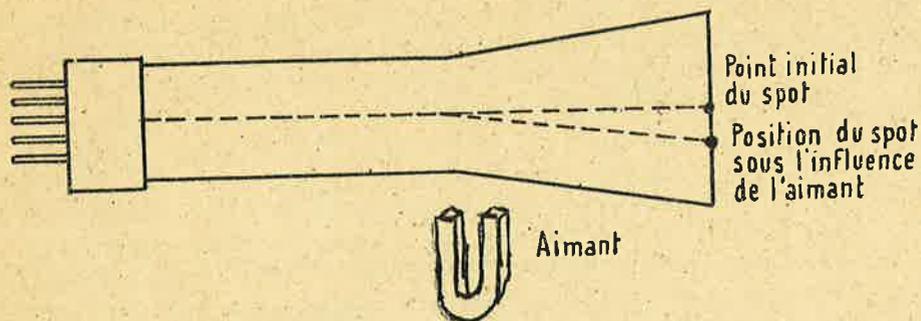
Le tube DG7-32 comporte une couche conductrice transparente à l'intérieur de l'ampoule entre le verre et l'écran fluorescent, reliée électriquement à l'anode A2. L'écran a un diamètre de 70 mm. Il est vert. La concentration est électrostatique. Les plaques D1 D2 et D3 D4 sont symétriques. Leur position par rapport à la broche 9 est donnée ci-dessous.



Caractéristiques d'emploi		Valeurs à ne pas dépasser	
Tension filament	6,3 V		
Intensité filam.	0,3 A		
Tension A1	120 V	200 V	
Tension A2	450 V	800 V	
Tension G	- 50 à -100	- 160 V	



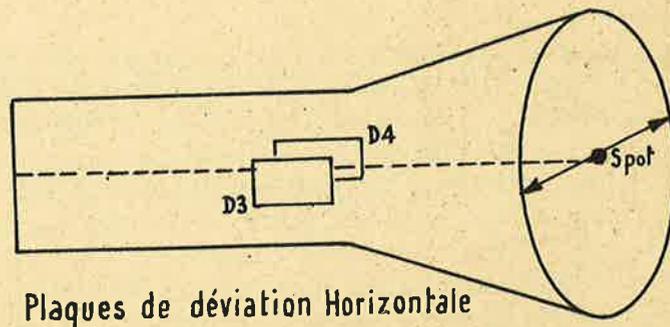
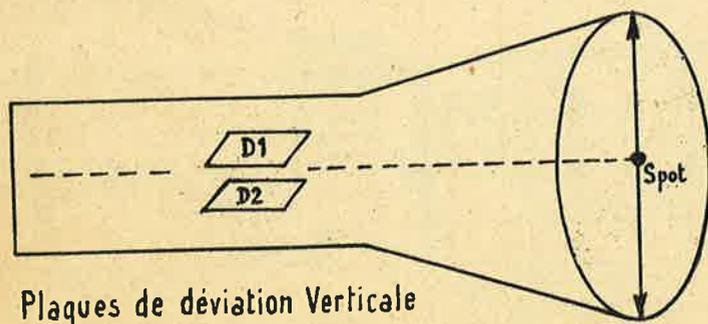
- DEVIATION MAGNETIQUE DU SPOT -



Un champ magnétique exerce une force sur un courant électrique. Le faisceau d'électrons du tube cathodique constitue un courant électrique, et par conséquent, il peut être dévié par la force due à un champ magnétique, en approchant un aimant du col du tube, on verrait le spot se déplacer.

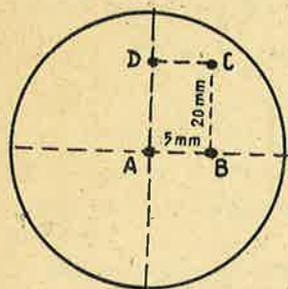
- DEVIATION ELECTROSTATIQUE DU SPOT -

On peut dévier le rayon électronique donnant le spot par un champ électrostatique et ceci se passe dans le tube DG7-32 lui-même. Si l'on place 2 plaques métalliques parallèles le long du trajet électronique, lorsque l'on rend l'une de ces plaques positive, elle attirera les électrons et le trajet électronique s'incurvera vers cette plaque. Si l'autre plaque est rendue négative, elle repoussera les électrons et son action s'ajoutera à l'action de la première plaque. Si les 2 plaques sont au même potentiel, leur action se compense et le spot restera immobile. Ces plaques sont appelées plaques de déviation. Le tube cathodique comporte 2 paires de plaques de déviation indépendantes : D₁, D₂, D₃, D₄. La position de ces deux paires de plaques sont perpendiculaires entre elles, l'une dévie le spot suivant une ligne horizontale par rapport à l'écran vu devant et l'autre suivant une ligne verticale.



La déviation du spot est fonction de la tension appliquée aux plaques de déflexion. Le spot se déplace proportionnellement à cette tension et le rapport : Tension/déflexion est constant. Ce rapport s'appelle la sensibilité du tube. La sensibilité du tube cathodique dépend non seulement de sa construction, mais également de la haute tension d'utilisation, elle est inversement proportionnelle au carré de celle-ci.

DEFLEXION COMBINEE PAR LES PLAQUES HORIZONTALES ET VERTICALES



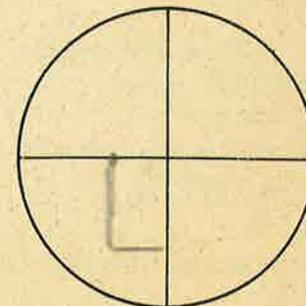
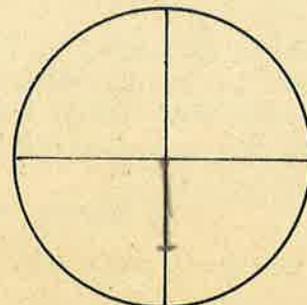
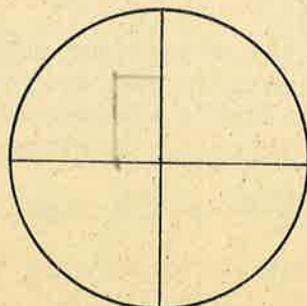
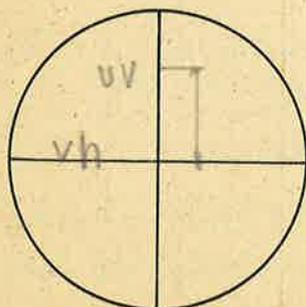
La sensibilité, c'est à dire l'effet sur le spot, des plaques de déviation verticale est un peu plus importante que l'effet produit par les plaques de déviation horizontale parce qu'elles sont situées plus près de la cathode du tube, c'est à dire de l'émission électronique. La sensibilité des plaques de déviation horizontale est par exemple de 0,25 mm par volt et celle de déviation verticale est de 0,4 mm par volt. Si l'on utilise simultanément les 2 paires de plaques D_1, D_2 et D_3, D_4 , leur action s'ajoute. Nous donnons par exemple ci-contre, une vue de face de l'écran du tube. Si l'on appliquait par exemple aux plaques de déviation horizontale une tension de + 20 V, le spot se déplacera vers la droite de $20 \times 0,25 = 5$ mm. Il viendra au point B. Si de plus, on applique aux plaques de déviation verticale une tension de + 50 V, le spot montera de $50 \times 0,4 = 20$ mm et viendra au point C. Si l'on supprime ensuite la tension appliquée aux plaques de déviation horizontale le spot viendra au point D.

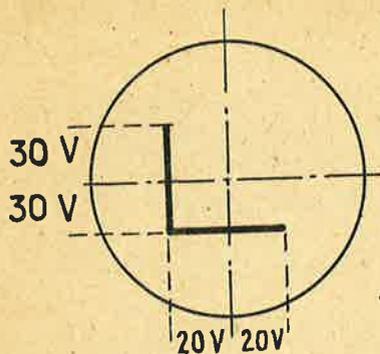
Dans un tube d'oscilloscope on dit que la caractéristique est négative lorsque le spot se déplace vers la gauche et en bas de l'écran. Avec des sensibilités de 0,25 mm/volt et 0,4 mm/volt données précédemment, dessinez dans les cercles ci-dessous la position du spot sur l'écran du tube cathodique pour les tensions indiquées (V_h est appliquée aux plaques de déviation horizontale et V_v aux plaques de déviation verticale).

$V_h = +20V \times 0,25 = 5$ mm $V_h = -20V \times 0,25 = -5$ mm
 $V_v = +30V \times 0,4 = 12$ mm $V_v = +30V \times 0,4 = 12$ mm

$V_h = 0 = 0$
 $V_v = -30V \times 0,4 = -12$ mm

$V_h = -30V \times 0,25 = -7,5$ mm
 $V_v = -30V \times 0,4 = -12$ mm



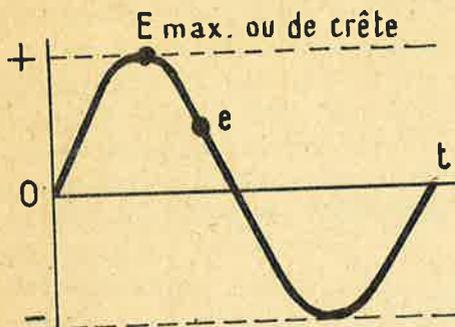


Si l'on désirait faire décrire la lettre L par le spot telle que l'indique la figure ci-contre, les distances étant cotées en volt, pour simplifier l'explication, il suffirait :

- 1°) De ramener V_v de + 30 à - 30 volts alors que V_h est fixé à - 20 V.
- 2°) De monter la tension V_h de - 20 à + 20 V alors que V_v reste fixé à - 30 volts.

Si l'on répétait ces variations assez rapidement 50 fois par seconde par exemple, la persistance rétinienne donnerait l'impression d'un tracé permanent et immobile, et l'on pourrait lire la lettre L sur l'écran.

RAPPEL SUR LES TENSIONS ET COURANTS ALTERNATIFS -



La tension continue est constante, il n'en n'est pas de même de la tension alternative qui est continuellement variable entre une valeur positive et une valeur négative maximum que l'on peut appeler + E_{max} . La tension réelle alternative à un instant quelconque s'appelle tension instantanée. Elle est fonction du temps. La tension maximum atteinte pendant un cycle est la tension de crête. La tension efficace est la tension d'un courant alternatif qui dissipe la même quantité d'énergie qu'un courant continu à travers une même résistance. En général lorsque l'on parle de la tension alternative il s'agit de la tension efficace. Il existe une relation entre la tension instantanée 'e', la tension de pointe E et la tension efficace E_{eff} , F étant la fréquence de la tension alternative et t le temps.

On a : e (instantané) = E (maximum) x sinus ωt $\omega = 2\pi F$ et $\pi = 3,14$

E efficace = $\frac{E \text{ maximum}}{\sqrt{2}} = 0,7 E \text{ max}$ d'où $E \text{ maximum} = E \text{ efficace} \times \sqrt{2} = 1,4 E_{eff}$.

Ces relations ne sont valables que pour un courant sinusoïdal. En électronique, il arrive qu'une tension alternative contienne des harmoniques, et le rapport de la tension efficace et de la tension de pointe peut avoir des valeurs différentes de 0,7.

Une autre valeur est la tension moyenne, si le courant est sinusoïdal cette tension est nulle puisque la valeur positive est la même que la valeur négative. Lorsque l'on redresse le courant alternatif, on obtient une tension qui est toujours de même sens comme signe mais variable et dans ce cas, on considère la valeur moyenne de la tension. La tension moyenne est différente de la valeur efficace on la désigne par E_m et lorsque la tension est sinusoïdale on a :

$E \text{ moyen} = \frac{2 E \text{ maximum}}{\pi} = 0,6 E \text{ max}$ d'où $E \text{ max} = 1,5 \times E \text{ moyen}$

Pour une tension sinusoïdale la relation suivante existe entre la tension moyenne et la tension efficace on a

$E \text{ moyen} = \frac{2 E \text{ eff} \sqrt{2}}{\pi} = 0,9 E \text{ eff}$ d'où $E \text{ eff} = 1,1 E \text{ moyen}$

Ce qui vient d'être exposé pour les tensions alternatives est valable pour les intensités, c'est à dire que les coefficients entre les différentes valeurs instantanées, eff, et moyen, sont les mêmes. On aura $I_m = 0,9 I$

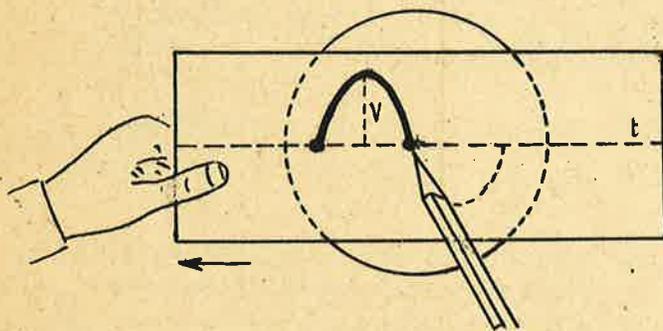
DEFLEXION HORIZONTALE DU SPOT PAR UN COURANT ALTERNATIF

Si l'on applique une tension alternative ayant 50 volts de crête, c'est à dire maximum, et une fréquence de 50 Hz par exemple, aux deux plaques de déviation horizontale, que va-t-il se passer ? La tension alternative croît d'abord de zéro jusqu'à 50 volts, puis décroît jusqu'à 0, s'inverse de polarité et de sens et croît jusqu'à - 50 V et enfin redécroît jusqu'à zéro. A la période suivante, elle recommence à croître et ainsi de suite. Ce cycle est très rapide, puisqu'il a lieu 50 fois par seconde.

Le spot n'a aucune inertie. Il se déplacera donc vers la droite de l'écran jusqu'au niveau - 50 V, reviendra à zéro et ainsi de suite. Il décrira ainsi 50 va et vient par seconde. Si le spot n'a aucune inertie il n'en n'est pas de même pour l'oeil de l'observateur qui ne peut pas détailler plus de 10 ou 15 va et vient par seconde. Au delà de cette cadence la trajectoire du spot apparaît comme si elle était continue et le mouvement du spot n'est pas visible.

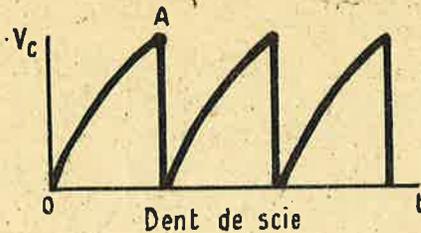
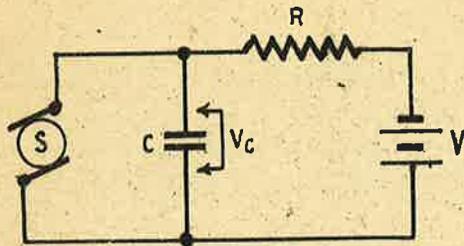
BASES DE TEMPS

Les fréquences des courants utilisés habituellement en électronique se situent entre 20 Hz et 100 Mégahertz par seconde. Si on les applique aux plaques de déflexion horizontale du tube cathodique, on verra un trait horizontal, ceci renseigne sur l'amplitude de la tension, mais pas sur la forme de cette tension. Pour que le tracé du spot reproduise la forme de la tension, il faut appliquer en même temps des tensions convenables sur les plaques de déflexion verticale. Vous allez procéder par étage pour comprendre le mécanisme de ce tracé qui est le but même de l'oscilloscope.



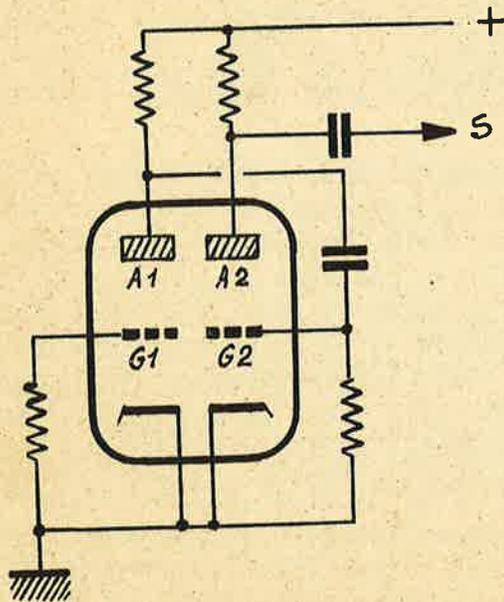
Imaginez que l'on place une bande de papier calque devant l'écran du tube et que l'on suive le spot avec un crayon. On trace alors une ligne verticale. Supposons qu'en même temps, on fasse glisser le papier calque vers la gauche d'un mouvement régulier de 1 cm à la seconde. Le crayon trace alors une sinusoïde qui est la représentation graphique correcte du courant examiné. On a bien porté les tensions en ordonnée, c'est à dire sur l'axe vertical et le temps en abscisse, c'est à dire sur l'axe horizontal. Cependant si le courant a une fréquence plus élevée, on ne pourrait plus suivre le spot avec le crayon.

Au lieu de déplacer le papier vers la gauche, on pourrait aussi bien le laisser immobile et déplacer le spot d'autant vers la droite. Pour obtenir ce mouvement du spot, il suffirait d'appliquer aux plaques de déviation horizontale une tension croissant régulièrement (on dit "linéairement") et lorsque le spot est arrivé à droite de l'écran, cette tension tomberait à zéro et recommencerait à croître de nouveau. Il existe plusieurs procédés pour obtenir des tensions variant linéairement. Un procédé simple consiste à charger un condensateur puis à le décharger dans une résistance



Nous donnons ci-contre un schéma élémentaire comportant un condensateur C relié par l'intermédiaire d'une résistance R à une batterie de piles V. En parallèle sur le condensateur est branché un commutateur rotatif S qui permet d'établir et de couper le contact successivement à une certaine cadence.

Lorsque le commutateur est ouvert la tension de la pile charge le condensateur à travers la résistance R on obtient donc entre les armatures du condensateur une tension V_c qui augmente progressivement pendant le temps de charge jusqu'à ce qu'elle soit égale à la tension V de la batterie. La courbe à côté du schéma indique l'allure de la tension en fonction du temps. Si le commutateur se ferme lorsque l'on est au point A de la courbe le condensateur se décharge et la tension V_c tombe à zéro. Le commutateur s'ouvrant à nouveau permet au condensateur de se recharger jusqu'à la coupure suivante du commutateur. Ce processus se répétant, donne la forme de la courbe en dents de scie indiquée ci-dessus. Dans cet exemple nous avons utilisé un commutateur rotatif pour la clarté de l'exposé mais l'on peut remplacer ce commutateur par un système électronique



BASE DE TEMPS PAR MULTIVIBRATEUR

Le multivibrateur est un amplificateur à 2 étages couplés par résistances et capacités. L'entrée est reliée à la sortie.

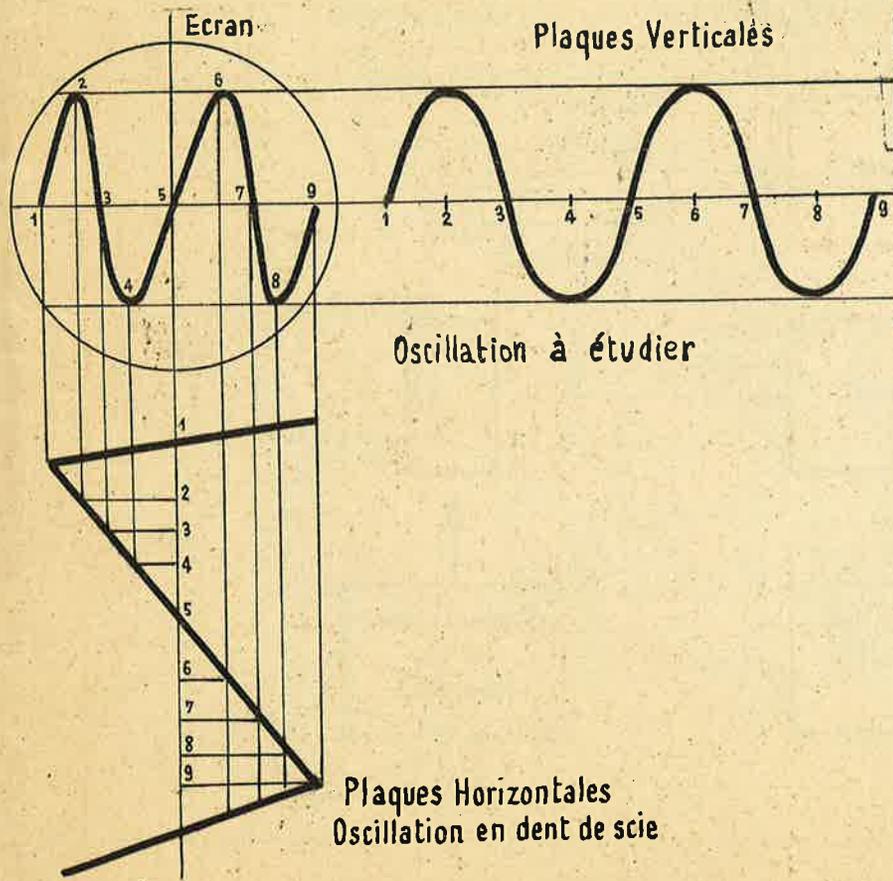
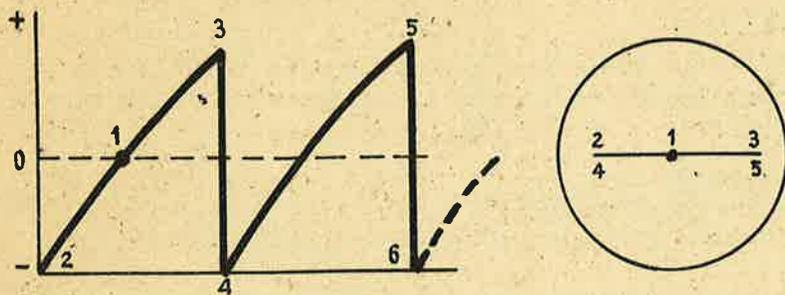
Lorsqu'on injecte un signal à la grille G1, il se retrouve à l'anode A1 avec phase inversée. Il apparaît à G2 avec cette phase.

Le 2^e élément triode produit une nouvelle inversion de phase, et le signal deux fois amplifié apparaît en A2 avec la même phase qu'en G1.

A1 et G2 sont couplées, il y a amplification du signal initial et le montage oscille. L'amplitude de cette oscillation croît jusqu'au point où la caractéristique du tube ne permet plus d'augmentation de l'amplitude.

Tel est le principe du multivibrateur. Il y en a d'autres montages, mais le principe se ramène à celui-ci qui à l'avantage d'être le plus simple. C'est du reste ce type qui sera utilisé pour votre oscilloscope.

RESULTANTE DE LA TENSION EN DENTS DE SCIE ET DE L'OSCILLATION SINUSOÏDALE A ETUDIER -



Vous avez vu dans le paragraphe précédent la manière de produire une oscillation en dents de scie pouvant servir de base de temps au tube de l'oscilloscope. Le faisceau électronique donnant le spot se déplace à vitesse constante mais ce déplacement ne peut pas durer longtemps puisque le diamètre du tube est limité. Il est donc nécessaire que le faisceau revienne rapidement à son point de départ dès qu'il a atteint le bord de l'écran pour repartir immédiatement à vitesse constante etc... On applique donc aux 2 plaques de déviation horizontale du tube cette tension en dents de scie, vous la voyez ci-contre à côté de la figure représentant l'écran du tube.

A l'instant I, la tension est nulle, le spot se trouve au centre de l'écran, entre 1 et 3, il se déplace vers la droite, pour revenir ensuite très rapidement à l'extrémité gauche 4 de l'écran. Il se déplace ensuite à vitesse constante vers la droite, c'est à dire de 4 à 5, puis l'opération se renouvelle ainsi de suite. Il apparaît donc sur l'écran du tube une ligne horizontale. Les mouvements correspondant aux intervalles 2 à 3 et 4 à 5 sont l'aller du spot et ceux correspondant aux intervalles 3 à 4 et 5 à 6 sont les mouvements de retour du spot.

Pendant que la tension en dents de scie est appliquée aux plaques de déviation horizontale, on applique la tension alternative à étudier aux plaques de déviation verticale. Le spot sera donc animé simultanément d'un mouvement horizontal et d'un mouvement vertical et il en résulte sur l'écran 2 périodes de l'onde sinusoïdale. Pour que l'image soit immobile, il faut que la fréquence du mouvement vertical soit égale à la fréquence du mouvement horizontal ou à un multiple de cette fréquence. A cet effet on prélève sur la plaque verticale une fraction du signal à étudier. Cette fraction est appliquée à la grille du futur multivibrateur. Un potentiomètre dose l'amplitude de ce signal. Vous voyez sur la figure ci-contre, la combinaison de la tension en dents de scie, et de la tension à étudier donnant sur l'écran, la sinusoïde recherchée.

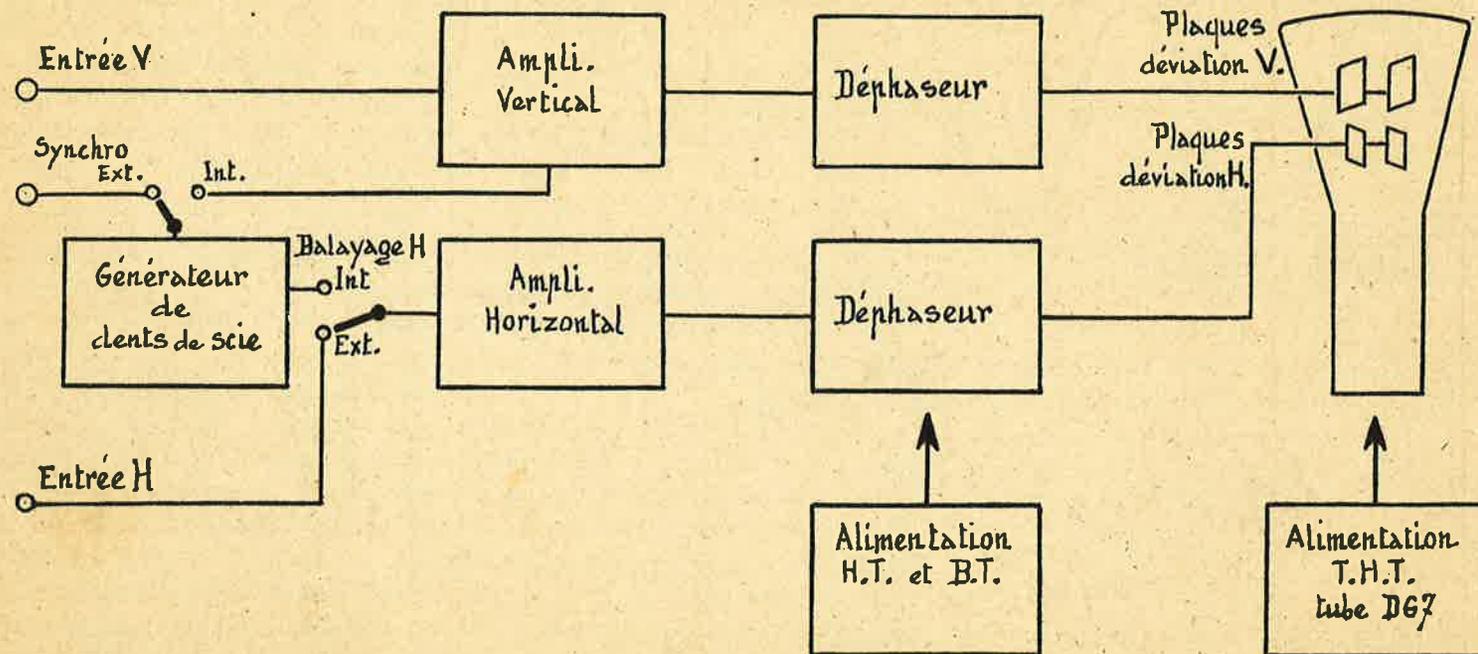
DESCRIPTION DU SCHEMA DE VOTRE OSCILLOSCOPE

L'oscilloscope est constitué de différents étages, indiqués sur le tableau synoptique ci-dessous, et sur le schéma ci-contre.

- l'alimentation qui fournit les basses tension 6,3 V. pour les filaments des lampes et du tube cathodique, la haute tension pour alimenter les anodes et écran des lampes et la haute tension pour alimenter le tube cathodique.

- un amplificateur pour la déviation verticale composée de deux étages d'amplification, et d'un étage déphaseur fournissant les tensions en opposition de phase, aux plaques de déviation du tube cathodique.

- un ensemble de déflexion horizontale qui comprend : un amplificateur suivi d'un déphaseur, et un générateur de dents de scie qui peut être synchronisé intérieurement ou extérieurement (lorsque l'on veut fournir une attaque horizontale extérieure, il est possible de couper la sortie de ce générateur).



ALIMENTATION HAUTE TENSION DES LAMPES

C'est une alimentation fonctionnant à double alternance à partir de l'enroulement à point milieu du secondaire du transformateur. Elle emploie deux diodes pour le redressement. Le filtrage est effectué par une cellule composée de deux condensateurs de $150\ \mu\text{F}$ et d'une résistance de $1000\ \Omega$ 5 w.

DOUBLEUR DE TENSION POUR L'ALIMENTATION DU TUBE CATHODIQUE

Le redressement de l'alternatif se fait par 2 diodes montées en doubleur de tension.

L'avantage du doubleur est d'obtenir 500 V environ, avec un enroulement secondaire du transformateur d'alimentation, donnant 280 V. Les deux condensateurs actifs du doubleur sont C_1 et C_2 (C_3 étant un condensateur de filtrage).

TENSION AUX ELECTRODES DU TUBE CATHODIQUE

En vous reportant au schéma page 11, vous savez qu'entre le - et le + haute tension, il y a 500 volts. Au moyen d'un montage diviseur de tension constitué par des résistances et des potentiomètres, on applique à la cathode du tube, une polarisation fixe de 50 volts prise au point C. Le wehnelt est réuni au curseur du potentiomètre de $100\ \text{K}\Omega$ ce qui permettra de lui appliquer une tension pouvant varier entre zéro et 50 volts. Cette électrode donne la luminosité du spot en agissant comme une grille. L'anode de concentration A_1 est reliée au curseur du potentiomètre de $500\ \text{K}\Omega$. La tension appliquée à A_1 peut donc varier aux alentours de 100 volts. Cette anode donnera la finesse du spot.

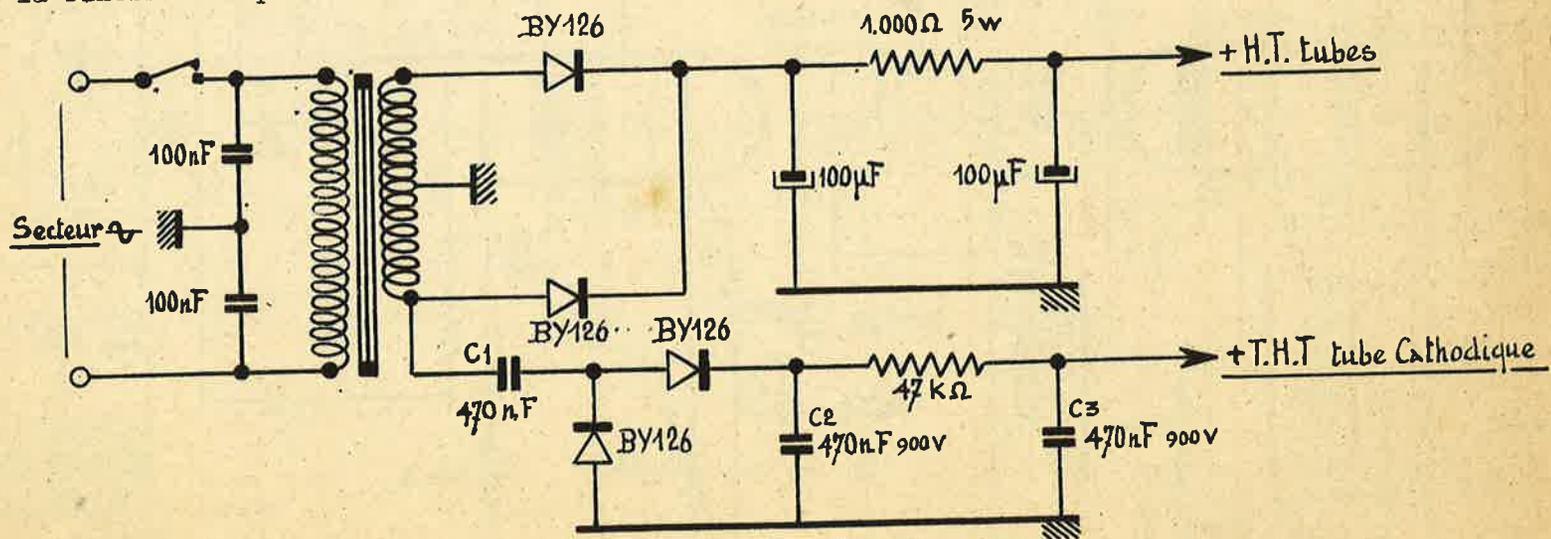


Figure 2 :
Alimentation haute tension

AMPLIFICATEUR VERTICAL :

Afin de présenter une impédance d'entrée élevée, il comporte un étage cathodine ECF 80 (1). Le signal attaque la grille et sort à la cathode de l'élément triode. La résistance de $47\text{ K}\Omega$ polarise le tube en fixant la valeur de la tension grille-cathode. Le niveau du signal est ensuite dosé par le potentiomètre d'amplitude de $10\text{ k}\Omega$ avant d'attaquer deux étages d'amplification constitué par les éléments pentodes des ECF80 (1) et ECF 80 (2) les capacités de 270 pF disposées dans les circuits de cathode permettent d'élargir la bande passante en augmentant l'amplification des fréquences élevées. La partie triode de ECF 80 (2) sert de déphaseuse : cet étage n'amplifie pas mais procure deux tensions en opposition de phase sur la charge $15\text{ K}\Omega$ d'anode et de cathode ; ces tensions sont ensuite transmises aux plaques de déflexion verticale du tube cathodique par l'intermédiaire des condensateurs.

AMPLIFICATEUR HORIZONTAL :

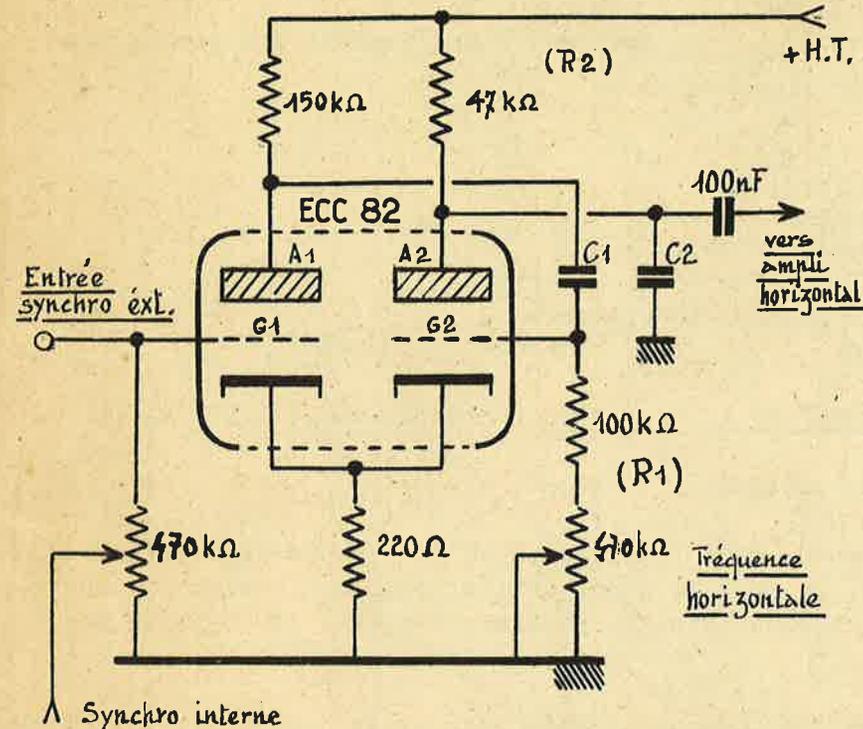
Il est constitué de la même façon que les deux derniers étages de l'amplificateur vertical, mais utilise l'ECF 80 (3). Il suffit d'un gain moindre pour obtenir le balayage horizontal. Le niveau d'entrée est dosé par le potentiomètre double $2 \times 470\text{ k}\Omega$ agissant à la fois en rhéostat et en diviseur de tension. À l'aide de l'inverseur de balayage, il est possible d'utiliser soit un balayage extérieur, soit le signal en dents de scie du générateur interne.

GENERATEUR DE DENTS DE SCIE

Le multivibrateur, générateur de dents de scie, utilisé dans votre oscilloscope fonctionne avec le tube ECC 82 (double triode). Son montage est à couplage cathodique. La résistance R_1 formée par $100\text{ K}\Omega$, et le potentiomètre de $470\text{ K}\Omega$, ainsi que le condensateur C_1 , déterminent la fréquence de relaxation, c'est à dire la fréquence des dents de scie, cette fréquence est approximativement

$$F = \frac{0,4}{R_1 \cdot C_1}$$

L'anode de l'élément triode V_2 . Lorsque le tube est bloqué C_2 se charge à travers R_2 . Lorsque l'anode A_2 atteint un certain potentiel, le montage bascule, A_2 devient conducteur, et décharge le condensateur C_2 .



Tout revient à l'état initial. Il apparaît un courant en dents de scie à l'anode A_2 .

Ce type de multivibrateur peut couvrir une gamme de fréquences allant de quelque hertz à 500 kHz .

Pour couvrir une gamme de fréquences, il est nécessaire de faire varier la valeur de C_1 , C_2 , et R_1 et R_2 , c'est pourquoi, vous voyez sur le schéma général de l'oscilloscope, les 2 groupements de condensateurs appliqués aux anodes de l'élément triode du tube ECC 82. Le potentiomètre de $470\text{ K}\Omega$ permet d'ajuster la fréquence horizontale.

CABLAGE ET MONTAGE DE L'OSCILLOSCOPE

Au reçu des deux boîtes contenant les composants destinés au montage de votre oscilloscope, étalez sur la table l'ensemble des pièces. Mettez de côté le coffret métallique, le transformateur et les platines. Laissez provisoirement le tube cathodique et les lampes dans leur emballage, car ils sont fragiles. Vous prendrez ces pièces par la suite, au fur et à mesure des besoins.

Le cablage de l'oscilloscope se fait en 5 opérations successives, platine par platine. Vous assemblerez ensuite ces différentes platines câblées, et vous effectuerez les liaisons entre elles.

Les figures 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, aux pages suivantes, vous montrent l'emplacement des pièces sur les platines, et les connexions à effectuer.

Voici l'ordre des opérations :

- 1^o - Cablage de la platine métal supportant les 4 lampes
- 2^o - Cablage de la platine cadran supportant les potentiomètres
- 3^o - Cablage de la platine imprimée supportant le filtrage de l'alimentation
- 4^o - Cablage du transformateur d'alimentation avec la platine de filtrage
- 5^o - Cablage de la platine support du tube cathodique.

MONTAGE DES PIÈCES ET LEUR CABLAGE SUR LA PLATINE 1. METAL. SUPPORTANT LES 4 LAMPES (Reportez-vous à la fig. 1)

Rassemblez les différentes pièces utilisées sur cette platine.

Montez en priorité les 4 supports de lampes (ces supports sont fixés au moyen de 2 boulons, sur la face opposée au rabat de la platine, sur l'autre face de la platine, on ne voit donc que les trous des broches de lampe, et non les cosses. L'orientation des supports se fera comme l'indique le plan. Repérez vous avec la position des 2 cosses les plus espacées l'une de l'autre, sur le support.

Coupez dans la barette relai que vous avez reçue, une longueur suffisante pour avoir 6 cosses, en gardant une seule cosse de masse. Coupez les autres cosses de masse au ras de la bakelite. Vous obtenez le relai à gauche sur la figure 1. Opérez de la même façon pour les 4 autres relais.

Prenez maintenant votre fil de cablage, effectuez toutes les soudures de masse, elles sont indiquées par ce signe ⊙ (le fer à souder doit être très chaud et l'étain de la platine doit fondre. Soudez ensuite toutes les résistances, puis les condensateurs en suivant fidèlement le plan. (respectez les polarités). Toutes les connexions seront faites en fil isolé, à moins qu'il ne s'agisse de fils de connexion des pièces elles-mêmes. Soudez en dernier lieu, la résistance variable de 4,7 Ω sur le relai à 9 cosses.

Vous préparerez maintenant les fils de connexions destinés à relier la platine aux autres éléments du montage de l'oscilloscope. Chacune de ces connexions reste provisoirement avec une extrémité libre et porte un numéro entouré d'un cercle, servant au repérage du point où elles aboutiront par la suite, en suivant les autres plans de câblage de l'album.

La longueur des connexions est indiquée sur le plan (figure 1) ou sur le plan où aboutit la connexion restée volante. Celles allant au tube cathodique seront soudées par la suite.

MONTAGE DES PIÈCES ET LEUR CABLAGE SUR LA PLATINE CADRAN.

Vous voyez, (figure 2), le cadran de l'oscilloscope. En haut de la page, nous avons indiqué la face avant en dessous, la face arrière.

Sur ce cadran seront fixés tous les potentiomètres, l'interrupteur général, l'inverseur de commandes de balayage, et le contacteur pour les gammes de fréquence de synchronisation, ainsi que les 6 douilles servant par la suite à relier l'oscilloscope aux montages extérieurs à étudier.

Les potentiomètres comportent 2 écrous de serrage, l'un sera placé à l'arrière du cadran, l'autre à l'avant à l'extrémité du canon fileté. Ceci permet d'appliquer par la suite les boutons de commande contre le cadran. La rondelle frein sera placée entre l'écrou arrière, et le cadran.

Fixez donc en priorité vos 8 potentiomètres dans la position indiquée (figure 2).

Fixez ensuite au moyen de 2 boulons, l'interrupteur secteur et l'inverseur de balayage, puis les 6 douilles. Le contacteur de gammes ne sera pas fixé maintenant, car vous devrez cabler au préalable les différents condensateurs, sur les paillettes de ce contacteur, tel que l'indique la figure 4. La position de ce contacteur est cependant indiquée (figure 2).

En effectuant le montage des pièces sur le cadran, évitez de rayer la face avant. Les boutons de commande des différents potentiomètre seront posés par la suite.

Reportez-vous maintenant à la planche (figure 3), qui donne le câblage de la platine cadran ; commencez le câblage des différentes pièces en commençant par les connexions simples, puis celles des résistances et condensateurs. Si les fils de certaines de ces pièces sont trop courts soudez une connexion isolée de ralonge.

Reportez-vous à la figure 4, pour le câblage du contacteur de gammes. Aplatissez d'abord à la pince, le petit ergot. Prenez un fil étamé nu de 8/10 outorsadé 2 fils nus. Décrivez un cercle du diamètre de la galette du contacteur, tel que l'indique la figure. Coupez 2 sections de ce fil aux longueurs indiquées, et soudez entre ces connexions circulaires et les paillettes du contacteur, les différents condensateurs (voir figure de droite.)

Soudez ensuite, les fils de connexion qui permettront de relier ce contacteur au reste du montage, en observant la longueur des fils, indiquée sur la figure 3.

.. Figure 2 :
 Fixation des composants, sur le cadran

Quis parta

Orange

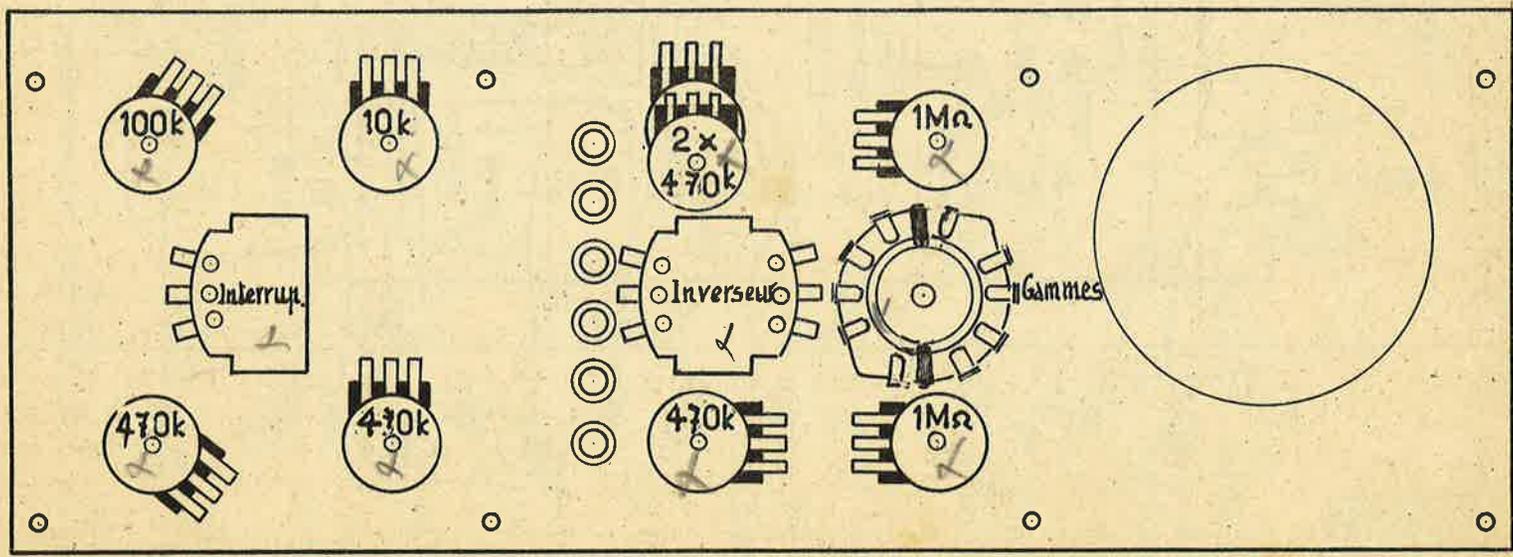
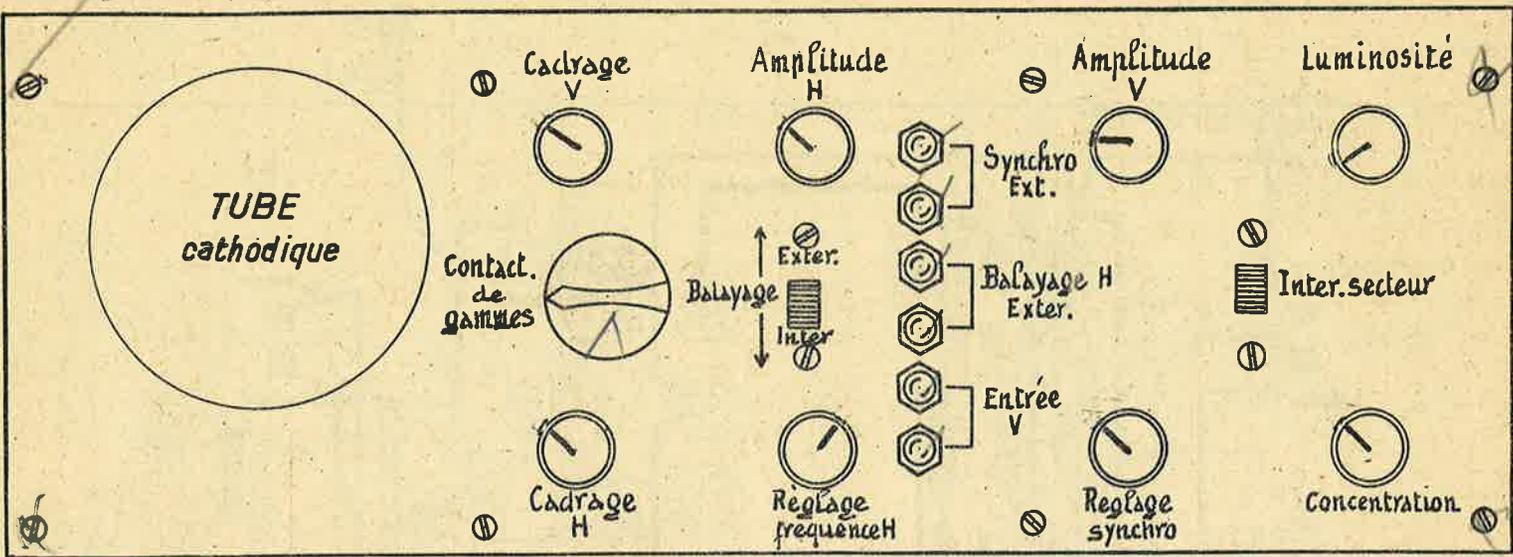


Figure 3 :
Cablages des composants, sur l'arriere du cadran

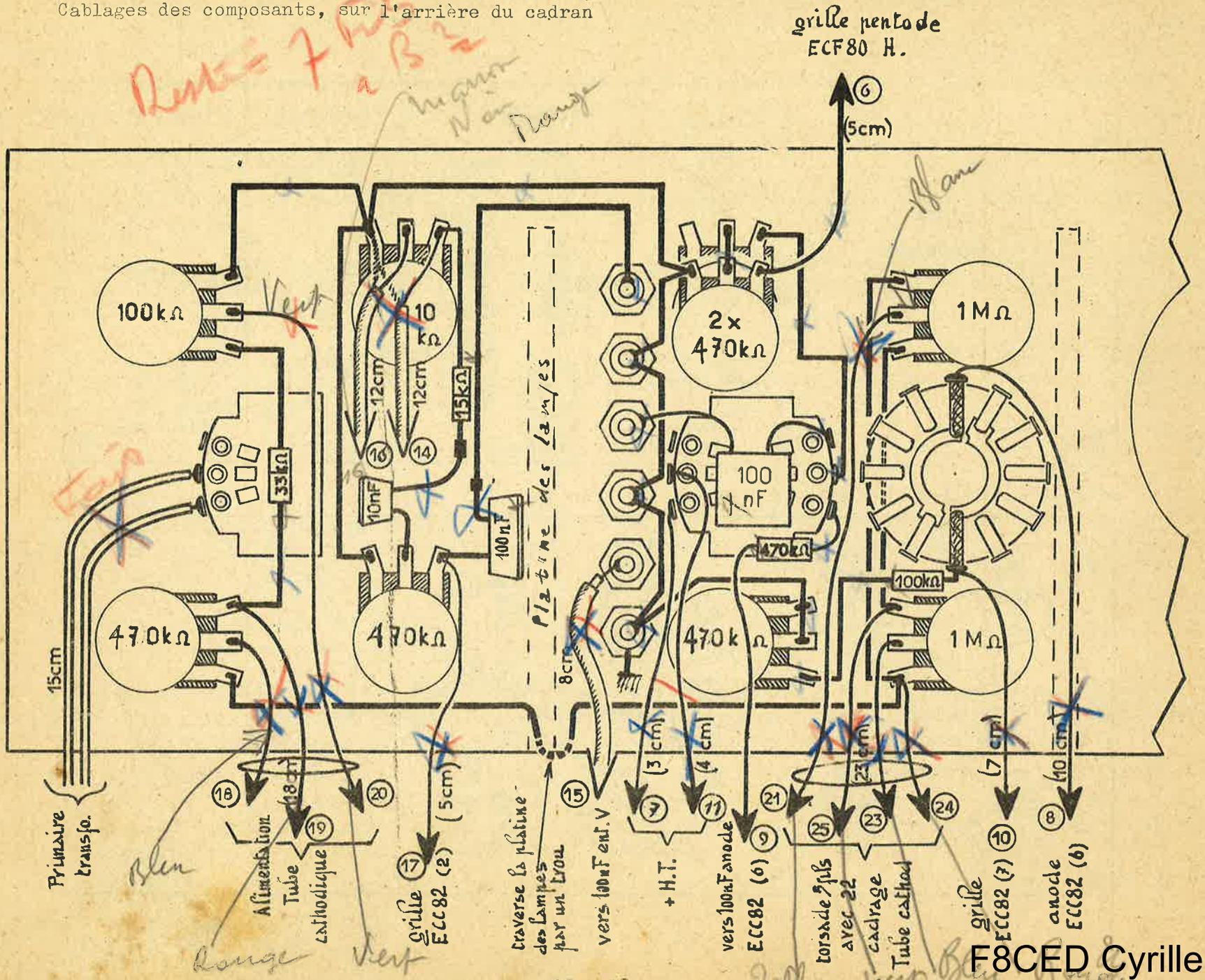


Figure 4 :
Cablage du contacteur des gammes de fréquence de synchronisation

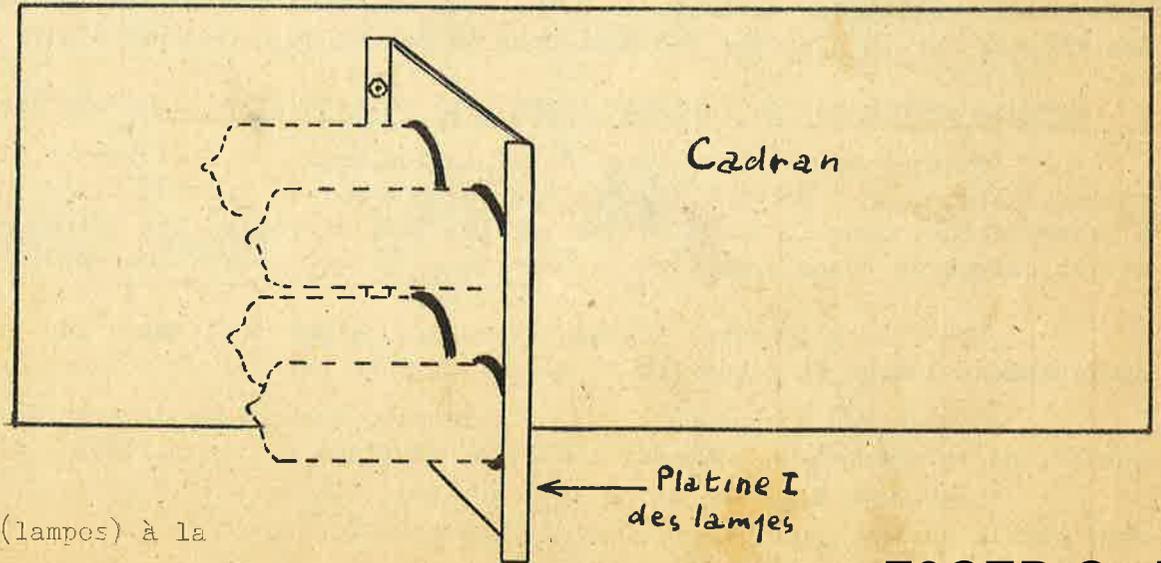
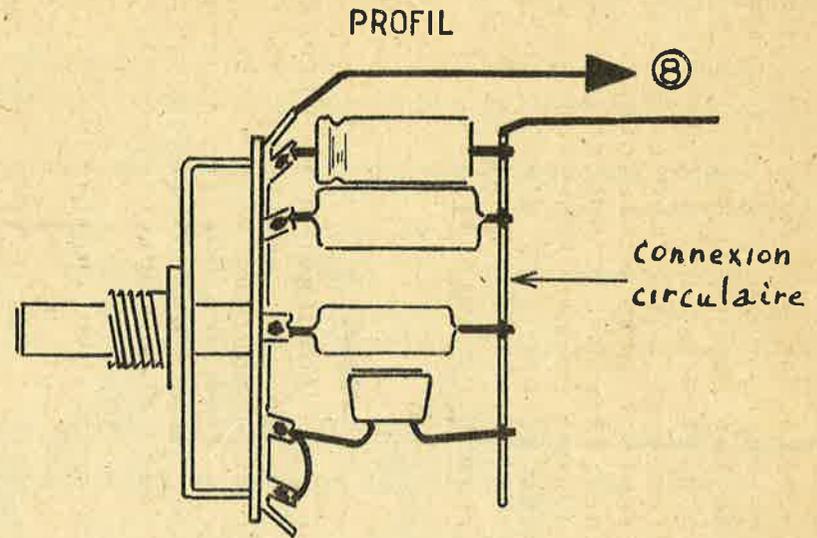
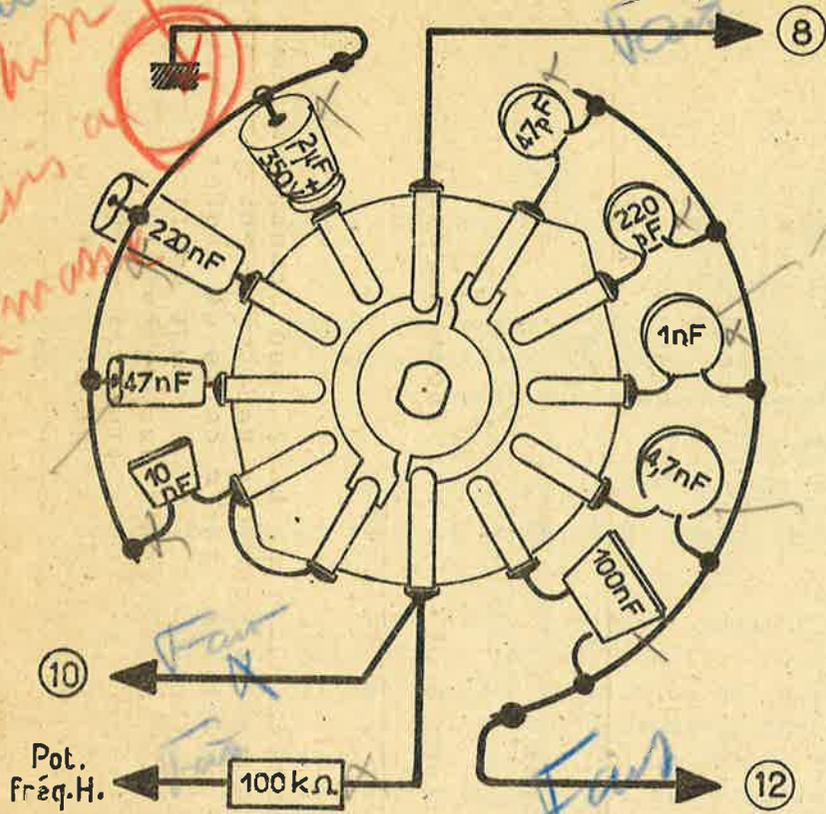


Figure 5 :
Fixation de la platine (lampes) à la platine cadran

Prenez l'ensemble, contacteur avec ses condensateurs. Fixez le contacteur sur le cadran en vous reportant à la figure 3, pour la position à adopter. Les condensateurs n'ont pas été représentés, pour garder la clarté de la planche de câblage. Il ne sera fait aucune connexion de masse sur le cadran, car il est en aluminium.

Soudez les connexions volantes de la longueur indiquée sur le plan à l'exclusion de celles portant le même numéro et déjà soudées sur la platine lampes.

Prenez maintenant en platine cablée, des lampes, et fixez là au moyen de 2 boulons à l'arrière du cadran comme l'indique la figure 5.

Vous pouvez maintenant établir les connexions entre les organes de la platine des lampes, et ceux du cadran, chaque connexion étant repérée par un chiffre entouré d'un cercle, et coupé préalablement à la longueur voulue, ce travail de câblage n'offre pas de difficulté, si vous suivez fidèlement le dessin.

3 - CABLAGE DE LA PLATINE IMPRIMÉE DE FILTRAGE (Reportez-vous à la figure 6)

Toutes les pièces seront soudées du côté des pastilles en cuivre. Ces pastilles sont toutes repérées d'un chiffre.

En effectuant vos soudures, faites attention de ne pas laisser couler d'étain entre les pastilles, car vous feriez des court-circuits. Chaque soudure sur les pastilles est indiquée par une petite plage hachurée. Les différentes connexions sont en fil isolé, suivez fidèlement le plan, en effectuant d'abord les liaisons simples, puis celles des résistances et des diodes, ces dernières ont un sens à respecter, l'extrémité bisotée à la masse. Soudez ensuite la résistance bobinée, puis les 4 condensateurs de filtrage. Les cosses de connexion des condensateurs de $100 \mu F$ seront coupées à la longueur voulue pour s'ajuster exactement sur les pastilles intéressées. Enfin, vous soudez la résistance variable de $2 M\Omega$. Vous soudez ensuite les différentes connexions volantes indiquées par des flèches sur la planche, à l'exclusion de celles déjà soudées figure 3.

4 - MONTAGE ET CABLAGE DU TRANSFORMATEUR A LA PLATINE FILTRAGE (voir figure 7)

Fixez 2 petites cornières à la platine imprimée de filtrage, l'une d'elle fixée à la platine support du transformateur, en observant le décalage indiqué sur la figure. Fixez au moyen de 4 écrous, le transformateur d'alimentation, dans le sens indiqué par le plan, et reliez les différentes connexions entre la platine de filtrage et les cosses du transformateur.

Les fils allant aux cosses du transformateur d'alimentation sont ceux des pièces elles-mêmes, ils sont suffisamment longs. La connexion 22 allant au tube cathodique sera posée par la suite.

Soudez les 2 condensateurs de $0,1 \mu F$ entre les cosses du transformateur et sa platine support. Soudez deux connexions volantes à la longueur indiquée, destinée à être reliées à l'interrupteur de l'oscilloscope.

Le cordon d'alimentation de l'appareil qui devrait être soudé aux cosses secteur du transformateur sera posé par la suite, pour ne pas gêner la manipulation des châssis.

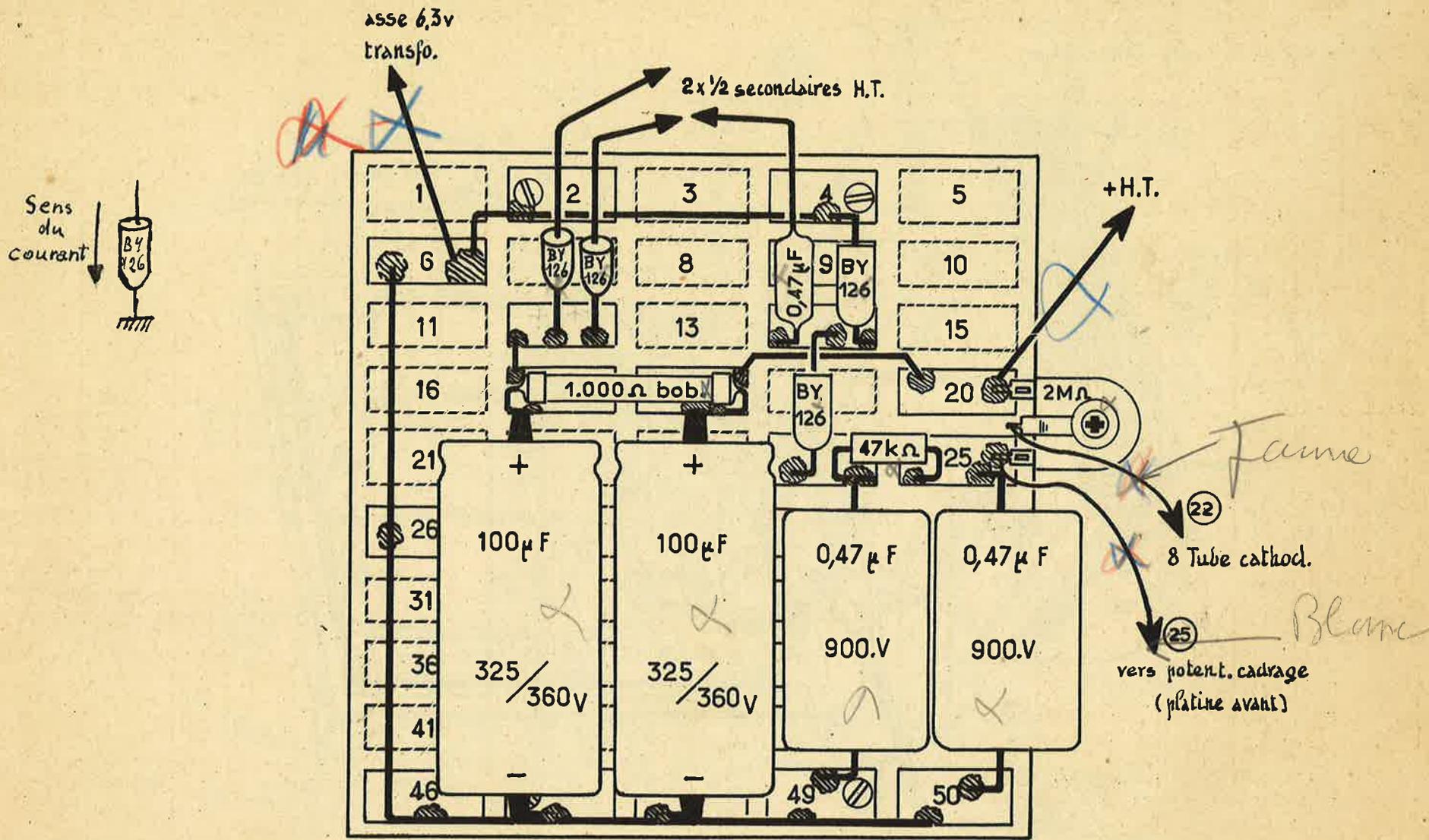


Figure 6 :
Cablage de la platine de filtrage

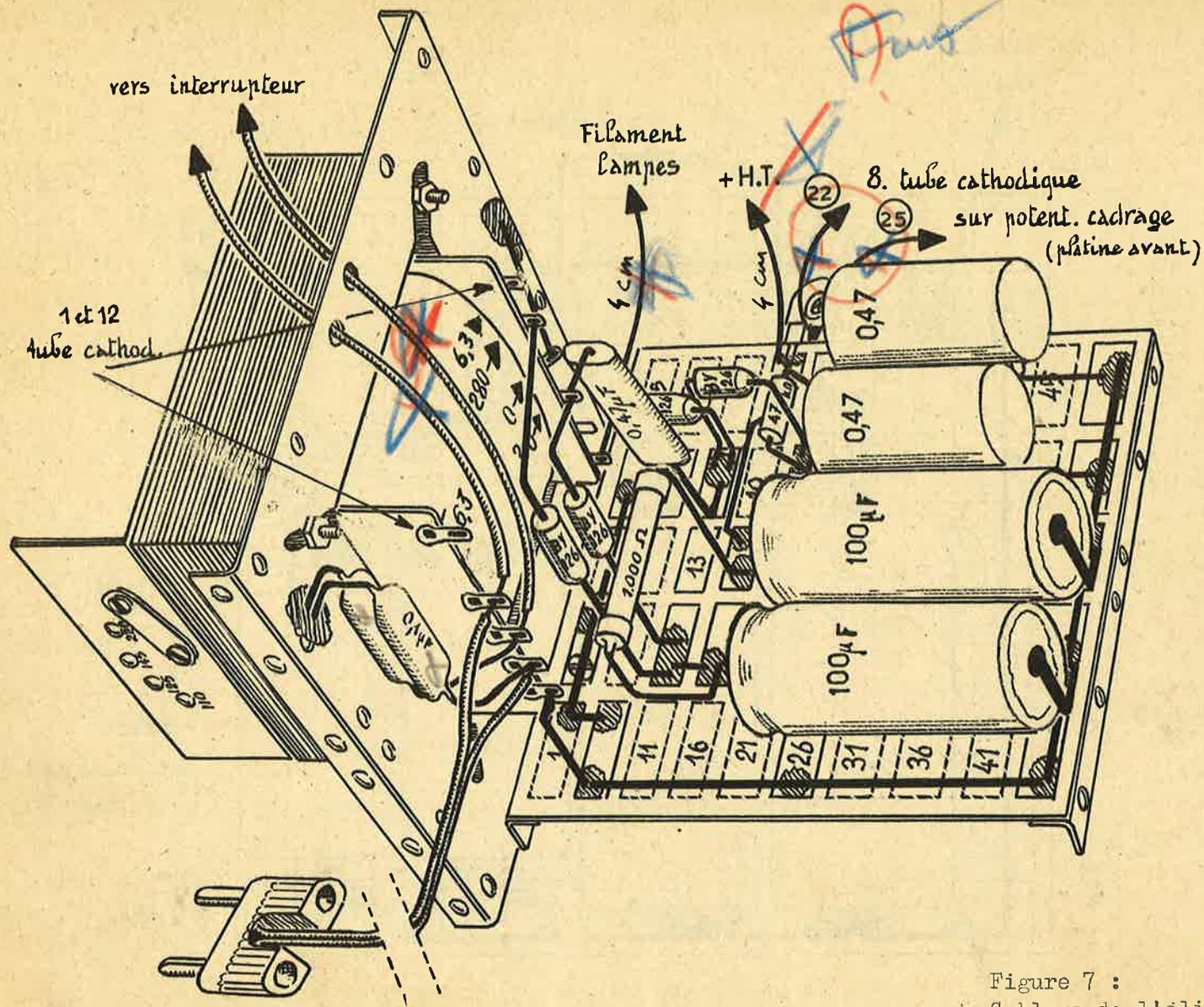


Figure 7 :
Cablage de l'alimentation

Figure 8 :
Cablage de la platine du tube cathodique

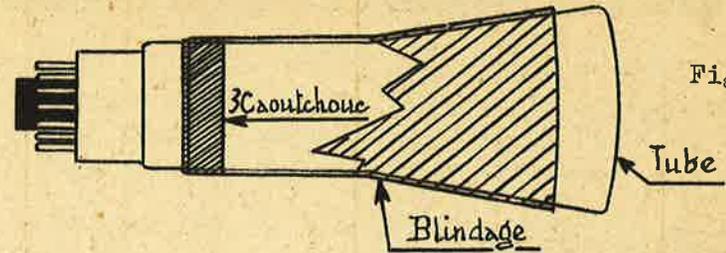


Fig. 8 a

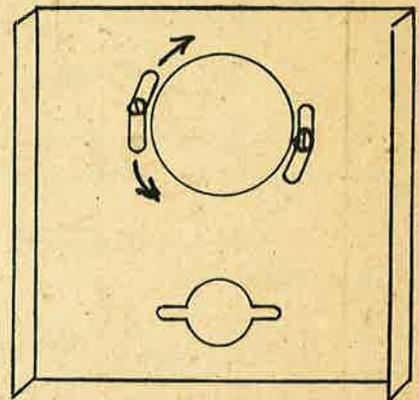
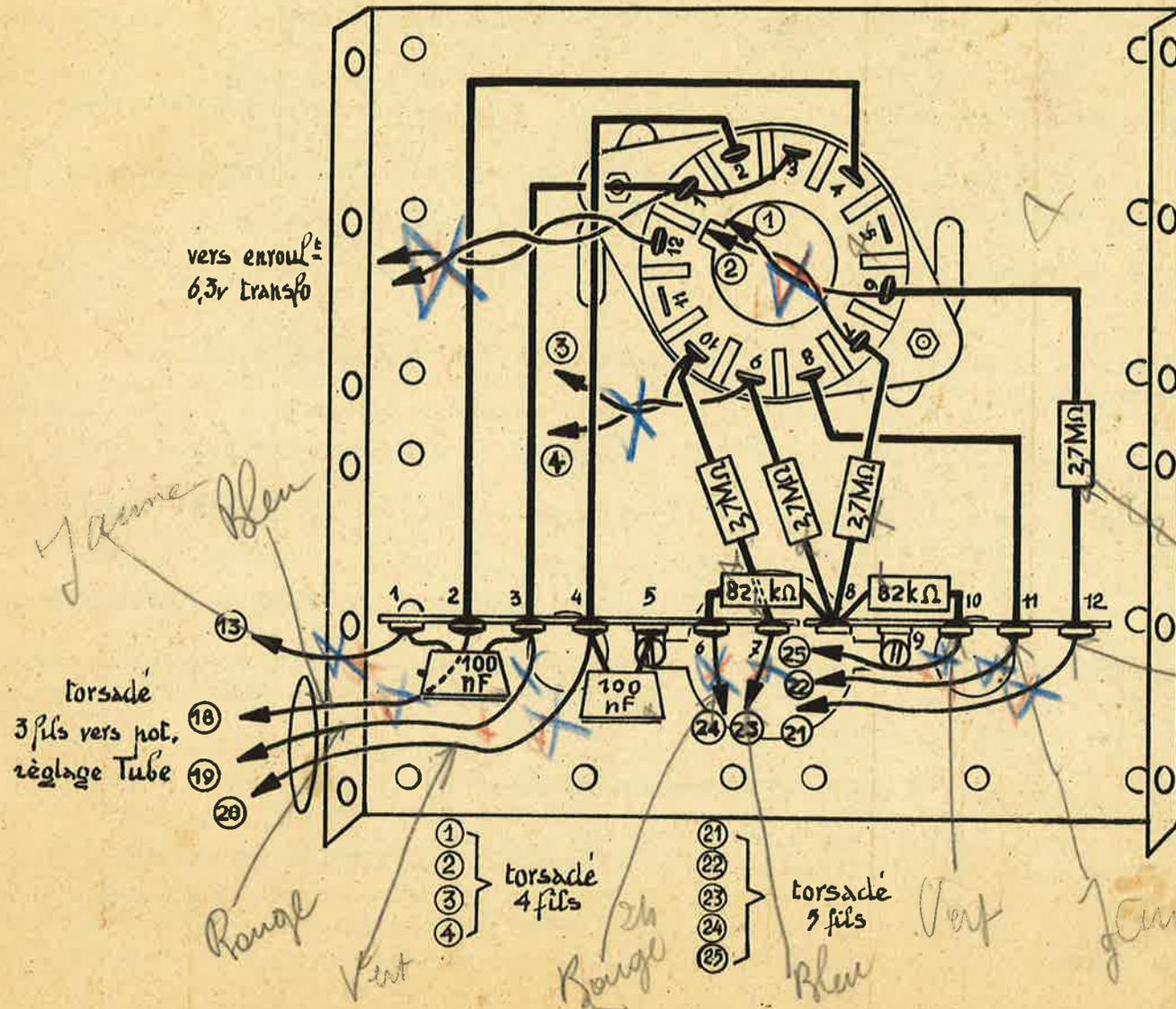


Fig. 8 b

5 - CABLAGE DE LA PLATINE SUPPORT DU TUBE CATHODIQUE

Reportez-vous à la figure 8, et fixez en priorité le relai à 12 cosses avec ses deux prises de masse, puis le support du tube cathodique. Ce dernier est placé, par rapport à la platine, dans le sens qui avait été adopté pour les supports des lampes, c'est à dire cosses du support même côté que les rabats de la platine. Soudez les connexions entre le support du tube et le relai, puis les résistances et les condensateurs.

ASSEMBLAGE DES PLATINES

Vos différentes platines sont maintenant câblées, il faut procéder à leur assemblage, en vous reportant aux figures 9 et 10.

Les platines sont repérées par des chiffres romain (figure 10). Elles sont représentées en plan.

Au moyen de la vue perspective de la figure 9, vous placerez les boulons à chaque extrémités des rabats. L'ensemble du châssis sera mécaniquement rigide. La platine XII ne sera pas encore posée.

Vous préparerez 4 cordons souples, avec des fils de couleur (pour le repérage), aux dimensions indiquées ci-dessous :

- ✓ - 2 fils torsadés (rouge et blanc) 12 cm reliant les cosses 1 et 12 du support du tube cathodique, aux cosses 6,3 V du transformateur.
- ✓ - 4 fils torsadés 24 cm reliant les cosses 6, 7, 9, 10, du support du tube, au relai de la platine lampes. Ces fils portent les numéros 1, 2, 3, 4.
- ✓ - 4 fils torsadés, 30 cm, repérés, 13 allant à la platine lampe, 18, 19, 20 à la platine cadran (potentiomètre d'alimentation du tube).
- ✓ - 5 fils torsadés 23 cm repérés 21, 23, 25 allant à la platine cadran, et 22, 25 à la platine filtrage.

✓ Vous devez maintenant brancher l'alimentation des lampes de la platine I, au 6 V 3 du transformateur, et à la haute tension. Reportez-vous à la figure 1. Le fil haute tension sera soudé entre la pastille 20 de la platine imprimée, et le relai 2 cosses de la platine lampes.

Vous pouvez maintenant souder le cordon secteur au transformateur.

Vérifiez l'ensemble de votre câblage en reprenant toutes les planches.

Placez le fusible du transformateur sur l'indication du secteur qui vous dessert 125 ou 220 V.

Prenez maintenant les différents boutons de réglage, et fixez les sur les axes des potentiomètres. Le bouton flèche étant fixé sur l'axe du contacteur de gammes de synchronisation. Les index des boutons de commande des potentiomètres devront se trouver en face du point zéro du cadran, lorsque l'axe du potentiomètre est tourné complètement sur la gauche.

F8CED Cyrille

ESSAI DE L'OSCILLOSCOPE

Vous allez maintenant placer le tube cathodique sur son support. Deboulonnez la platine **X**

Au préalable, enfitez sur le tube le blindage cônica en mûmâtal. Voir figure 8 a. Placez entre le début du blindage, et le col du tube, le caoutchouc qui permettra de coincer le blindage.

Poser le tube sur son support en plaçant l'ergot du culot, en face de l'échancrure prévue, sur le support entre les cosses 1 et 12.

Si par la suite vous devez retirer le tube du support, faites-le avec précaution ; ne prenez jamais le tube par l'ampoule, mais par le culot, ou mieux, faites levier avec un petit tournevis, entre le culot et le support du tube.

Refixez maintenant la platine **X**, dans sa position initiale.

Remettez l'appareil sous tension.

ORIENTATION DU TUBE

Lorsque vous analyserez une courbe sur l'écran, du tube, elle doit se trouver sur un axe parfaitement horizontal. S'il en était différemment, vous pouvez rectifier la position du tube, en faisant tourner son support de quelque degré, puisque les boulons de fixation sont serrés dans des boutonnières. Reportez-vous figure 8 b ; pour faire cette opération débranchez l'appareil du secteur.

IMPORTANT :

Sous peine d'endommager irrémédiablement la couche fluorescente, le spot doit être réglé de manière à être peu lumineux, ceci est valable chaque fois que le spot sera immobile.

L'ensemble de l'appareil étant terminé, posez le tel qu'il est sur votre table, sans son coffret, en évitant de laisser des pièces métalliques sous le châssis.

Placez le bouton de commande de l'interrupteur général sur arrêt. Branchez la prise de courant au secteur, et poussez le bouton d'interrupteur sur marche. Vous devez voir les 4 lampes s'allumer.

Au moyen d'un contrôleur, vérifiez les tensions suivantes :

280 V de la pastille 20 de la platine MCS de filtrage, et 600 V de la pastille 25.

Effectuez cette mesure avec précaution, car ces tensions peuvent être dangereuses.

Figure 9 :
Montage des différents étages
de l'oscilloscope et leur liaison électrique

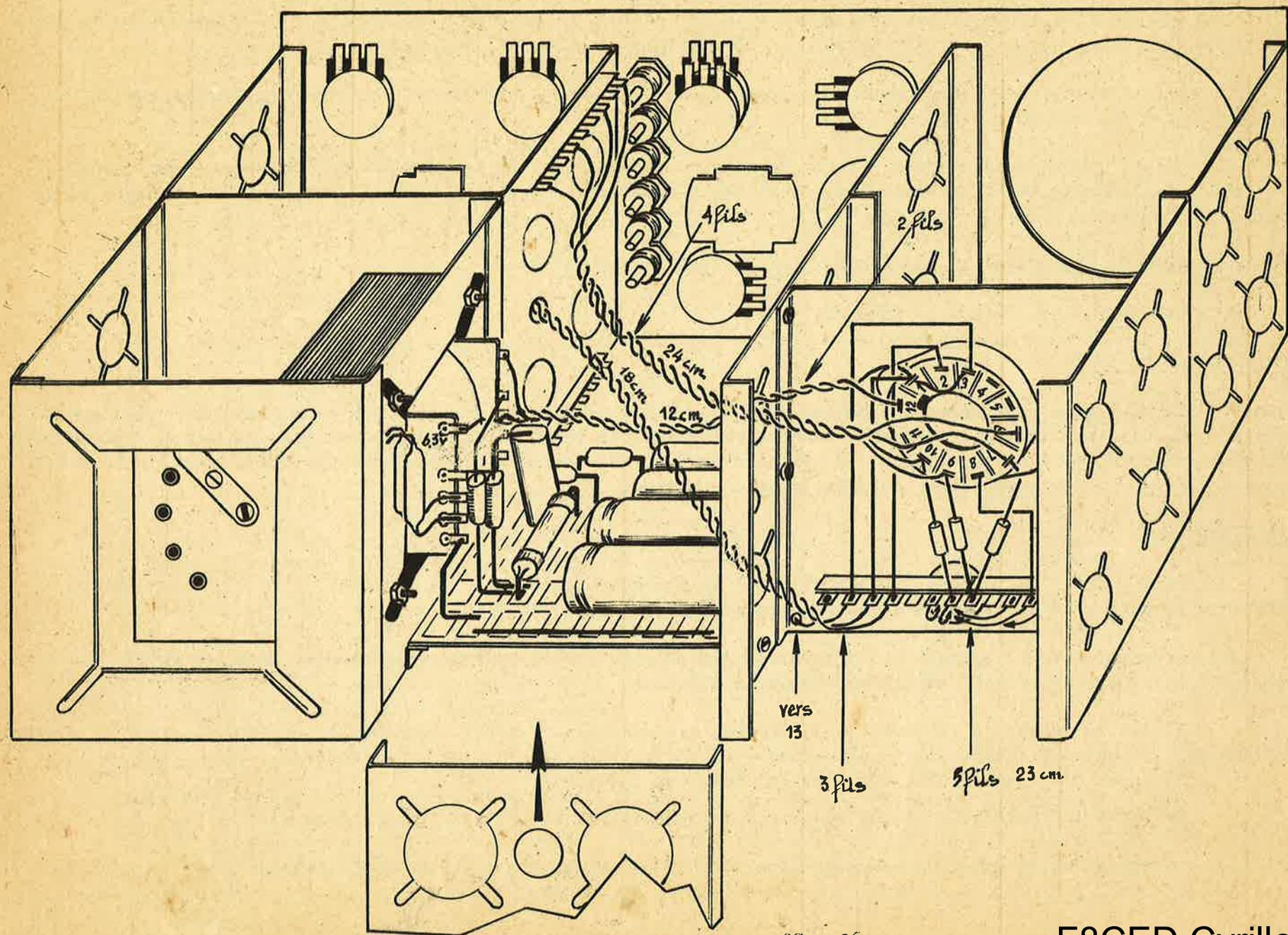
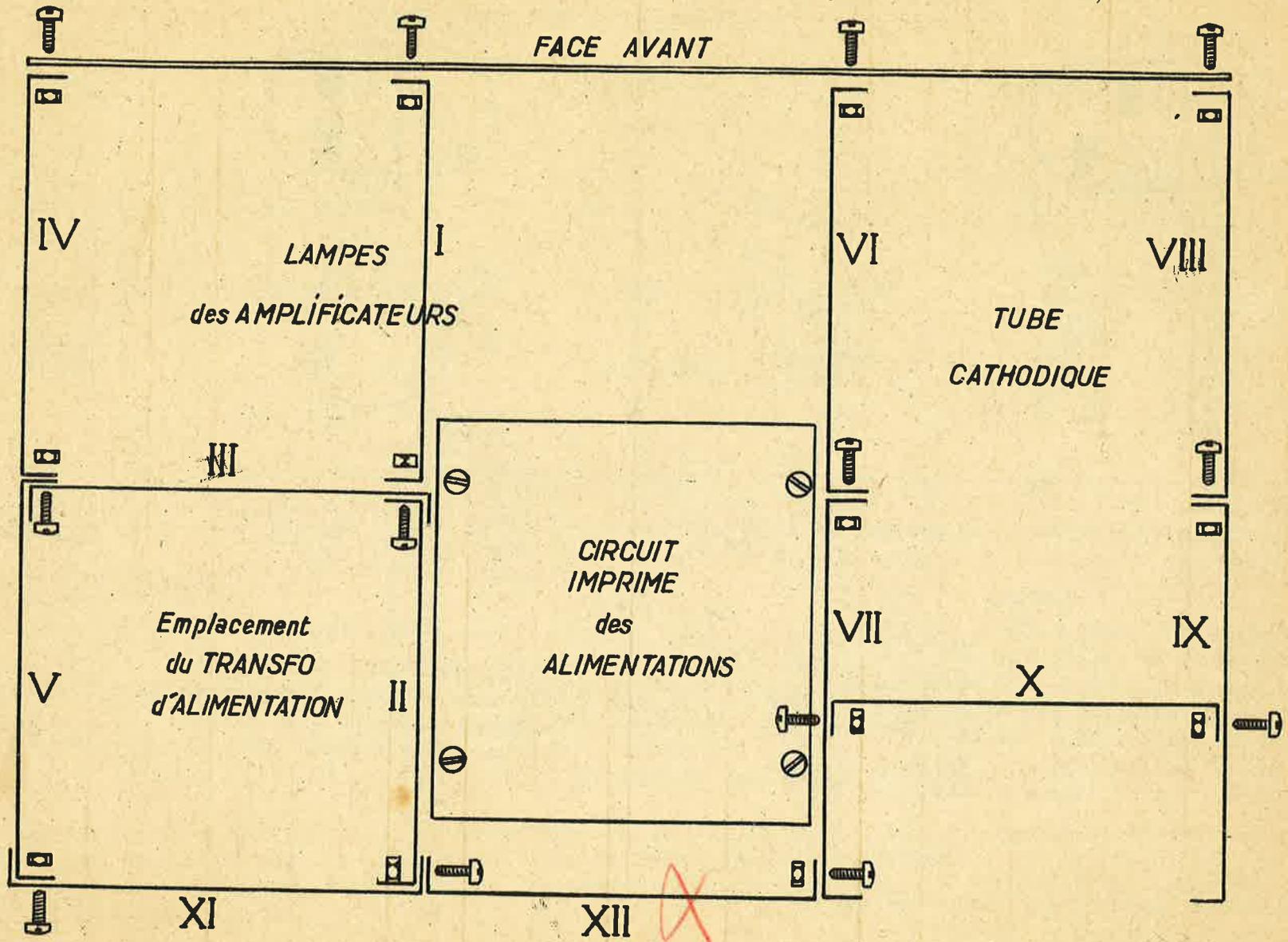
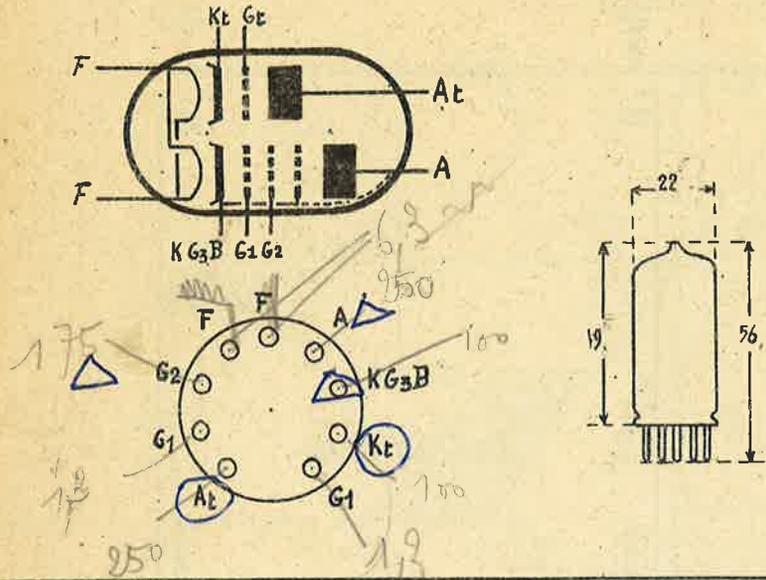


Figure 10
Vue au dessus de l'assemblage des platines de
l'oscilloscope (chaque platine est désignée par un chiffre romain).

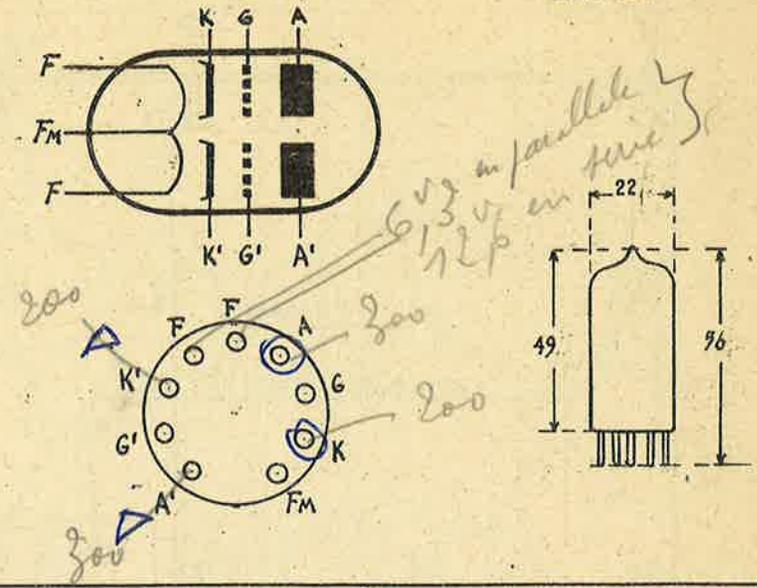


ut.
Lorsqu'

ECF 80



ECC 82



CHAUFFAGE

- indirect (cathodes isolées du filament) ... $V_f = 6,3 \text{ V}$
- alimentation des filaments en parallèle ... $I_f = 0,43 \text{ A}$

PENTODE

- Tension de l'anode = 250 V
- Tension de la grille 2 = 175 V
- Puissance dissipée sur l'anode = 1,7 W
- Puissance dissipée sur la grille 2 = 0,5 W
- Courant cathodique = 14 mA
- Tension de la grille 1 = 1,3 V
- Tension entre filament et cathode = 100 V

TRIODE

- Tension de l'anode = 250 V
- Puissance dissipée sur l'anode = 1,5 W
- Courant cathodique = 14 mA
- Tension de la grille = 1,3 V
- Tension entre filament et cathode = 100 V

CHAUFFAGE

- indirect (cathodes isolées du filament)
- filament en parallèle $V_f = 6,3 \text{ V}$ $I_f = 0,3 \text{ A}$
- filament en série 12,6 V 0,15 A

POUR CHAQUE ELEMENT TRIODE

- Tension de l'anode = 300 V
- Puissance dissipée sur l'anode = 2,75 W
- Courant cathodique = 20 mA
- Tension entre filament et cathode = 200 V

Nous donnons ci-dessous, les tensions qui doivent être relevées aux broches des lampes et du tube cathodique. Un écart de valeur peut se produire, suivant l'appareil de mesure utilisé, l'ordre de grandeur restant le même.

TENSIONS RELEVÉES SUR L'OSCILLOSCOPE.

TUBE ECF 80 (1)
préamplificateur
vertical

Élément triode
anode = 200 V
cathode = 12 V

Élément pentode
anode = 150 V
écran = 200 V
cathode = 3 V

TUBE ECF 80 (2)
amplificateur ver-
tical et déphaseur

Élément triode
anode = 185 V
cathode = 125 V

Élément pentode
anode = 185 V
écran = 275 V
cathode = 3 V

TUBE ECF 80 (3)
amplificateur hori-
zontal et déphaseur

Élément triode
anode = 150 V
cathode = 50 V

Élément pentode
anode = 150 V
écran = 275 V
cathode = 5 V

TUBE FCC 82
multivibrateur

Élément triode (1)
anode = 120 V
cathode = 5,4 V

Élément triode (2)
anode = 150 V
grille négative (suivant gamme)
cathode = 5,4 V

TUBE DG7 32
anode A2 = 550 V
cathode = 100 V

Votre oscilloscope étant en état de marche, fixez la platine XII pour donner une rigidité à l'ensemble du châssis. Fixez la grille de visée triangulaire avec 2 boulons. Un écrou servant d'entretoise (Fig. page 30).

UTILISATION DE L'APPAREIL.

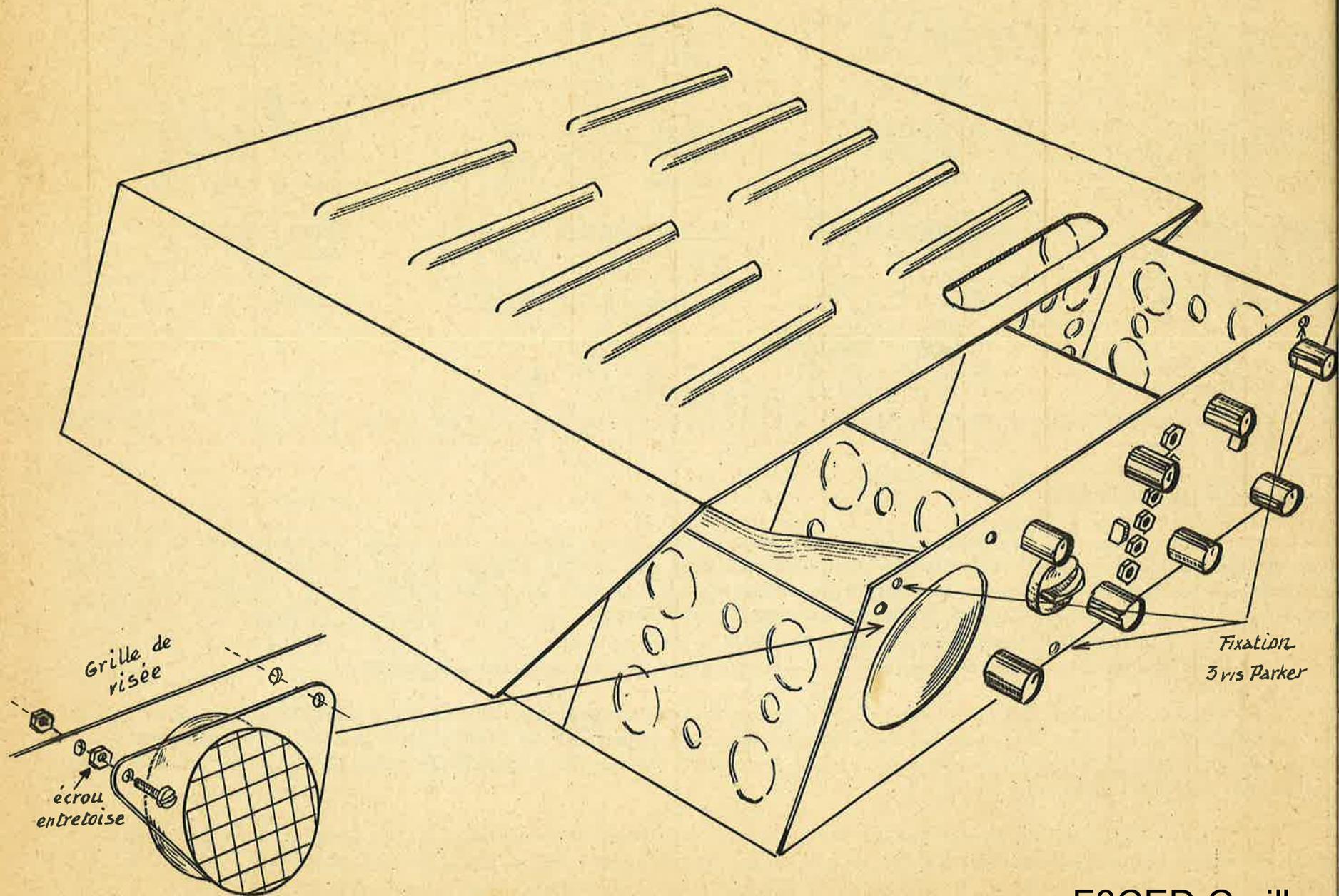
Pour amener les courants à étudier à l'entrée de l'oscilloscope, vous allez confectionner un cordon en fil coaxial (40 cm), auquel vous fixerez aux 4 extrémités, des fiches banane, de couleur différente et 2 pinces crocodile, tel que le représente la figure 15. L'âme du coaxial sera le point chaud, et le blindage le point froid ou masse. Vous voyez figure 15, le devant de l'oscilloscope. En valeur efficace, la marge des tensions pouvant être appliquée à l'oscilloscope sera de 400mV à 400V environ.

Les 6 douilles utilisées pour les mesures portent les indications suivantes.

Les 2 du hauts "SYN EXT" veut dire synchronisation extérieure. Ces entrées sont utilisées dans le cas où le générateur en dent de scie (multivibrateur) serait indépendant de l'oscilloscope. On peut également y brancher la tension de 6 V 3, 50 Hz du secteur, pour voir une courbe sinusoïdale régulière. Cette tension étant prise sur un transformateur.

Les 2 douilles du milieu "BALAY EXT", signifient balayage extérieur. Elles peuvent être utilisées pour le branchement d'un wobulateur (vous verrez en fin de leçon, la fonction de cet appareil). Lorsqu'on utilise le balayage extérieur, le bouton du contacteur "Balay-Ext" doit être poussé vers le haut.

Figure 14 :
Vue de l'oscilloscope rentrant dans son coffret.



Les 2 douilles du bas marquées "ENTREE VERT", sont les plus utilisées. C'est ici que l'on appliquera les signaux BF ou HF à étudier.

Les 3 douilles du bas de ces 3 groupes sont connectées à la masse, lorsque vous brancherez le cordon de liaison indiqué précédemment, c'est le blindage du fil qui sera toujours relié à ces douilles.

Le potentiomètre marqué "conc" (concentration) permet d'obtenir la finesse du spot

Le potentiomètre "lum" (lumière) renforce ou amoindri la luminosité du spot

Les potentiomètres "cadr V" et "cadr H" (cadrage vertical et cadrage horizontal) permettent d'amener la courbe à étudier symétriquement par rapport au centre du tube

Les potentiomètres "ampli V" et ampli H" permettent d'augmenter ou diminuer l'amplitude du signal à étudier dans le sens vertical et horizontal

Le potentiomètre "fréq balay" (fréquence de balayage) règle la fréquence du multivibrateur

Le potentiomètre "synchro" (synchronisation) règle l'amplitude du signal du multivibrateur

En premier essai de l'oscilloscope, vous appliquerez un signal sinusoïdal (celui du secteur 6 V 3) par exemple, pris au transformateur de l'appareil, ou sur un transformateur d'alimentation d'un récepteur, ce signal est connecté à la douille du haut "ENTREE VERT".

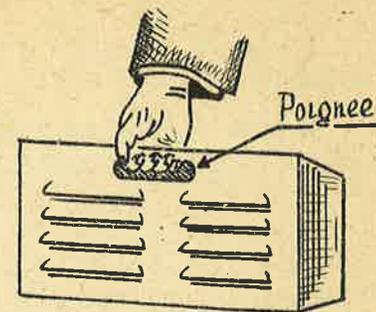
Tournez le commutateur de gammes pour que sa flèche soit sur la position 40 - 200 Hz. Sur l'écran, le spot doit dévier verticalement. Pour amener la stabilité de l'image, tournez le potentiomètre "synchro". Réglez la hauteur de l'image à l'aide du potentiomètre AMPLI VERT.

Au moyen d'un tournevis isolé, réglez le potentiomètre ajustable de $4,7K\Omega$ situé sur la platine des lampes pour mettre au point la linéarité horizontale. Vous éviterez la saturation qui se traduit sur l'image par une chute verticale des cotés de la sinusoïde. Avec le même tournevis réglez le potentiomètre ajustable de $2M\Omega$ (faites très attention car le curseur de ce potentiomètre est à un potentiel de 500 V) situé sur le circuit imprimé pour mettre au point l'astigmatisme de la courbe. Ce dernier réglage a pour but de donner une concentration égale des parties horizontales et verticales de la courbe, tout en gardant une bonne luminosité.

En règle générale, dans toute observation de courbe, il faut utiliser la gamme de fréquence de synchronisation, minimum par rapport à celle du signal étudié. Une fréquence de synchronisation trop élevée peut fausser l'aspect, réel de l'image. Si vous avez par exemple à étudier un signal ayant une fréquence de 6 kHz, placez le contacteur de fréquences sur la gamme de 1 kHz - 4 kHz.

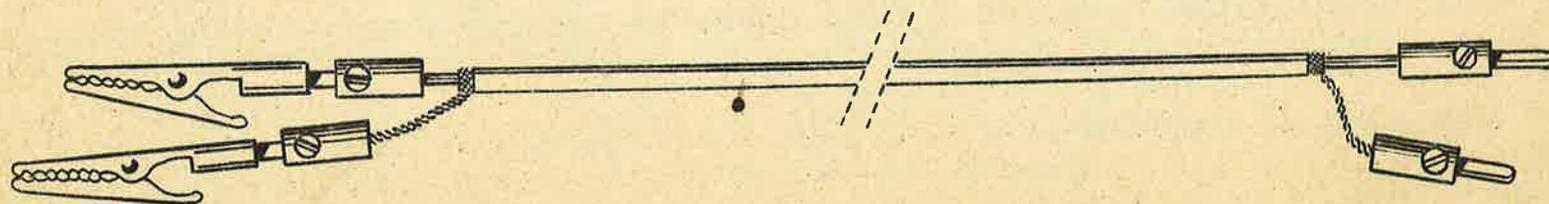
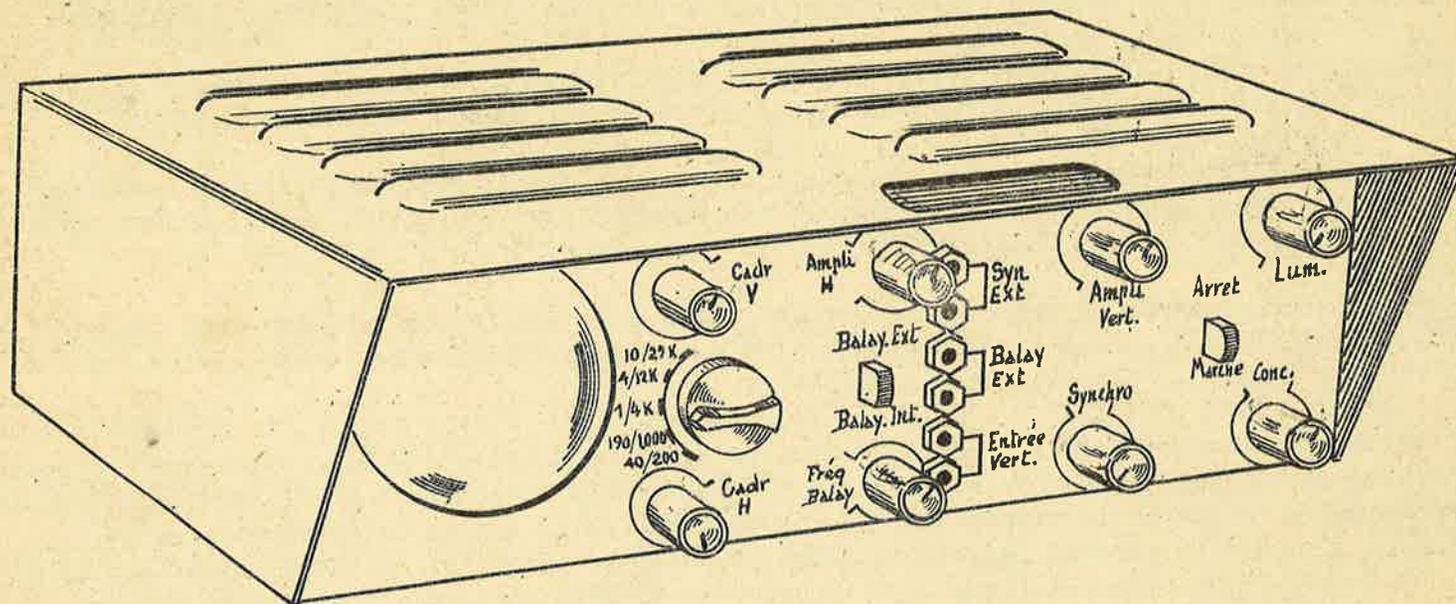
Votre oscilloscope est terminé et mis au point. Vous pouvez donc le placer dans son coffret que vous posez verticalement sur la table. Introduisez le cordon secteur dans le trou rond à l'arrière du coffret, après avoir retiré la prise.

Figure 15 :
 Vue de l'OSCILLOSCOPE 70



SENSIBILITE DE L'OSCILLOSCOPE

Verticale 1 Veff pour 20 cm.
 Horizontale 1 Veff pour 1,6 cm.



MONTAGE DU FIL COAXIAL DE LIAISON
 A L'OSCILLOSCOPE

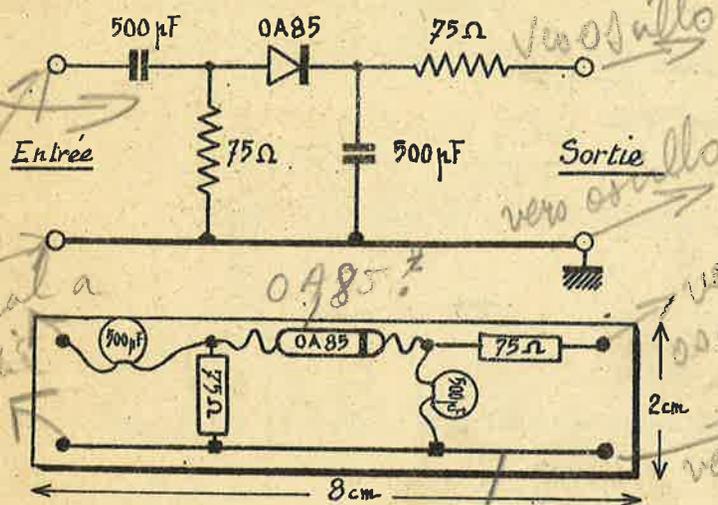
enfilez le châssis à la verticale, en faisant attention aux pattes rabats de fixation du cadran. Fixez 3 vis parker aux points indiqués figure 14. Reposez la prise de courant, et branchez au secteur pour voir si l'appareil fonctionne.

L'ouverture rectangulaire prévue au dessus du coffret, sert de poignée pour porter l'appareil. (page 3))

MESURES EN HAUTES FREQUENCES

Si l'on ramène un courant de haute fréquence à l'ENTREE VERTICALE, de l'oscilloscope, on ne verra pas le signal sur l'écran, car sa fréquence est trop rapide.

Pour observer les signaux HF, il est nécessaire d'utiliser un appareil supplémentaire appelé sonde. Il consiste en un montage très simple, dont vous voyez le schéma et la réalisation, ci-contre.

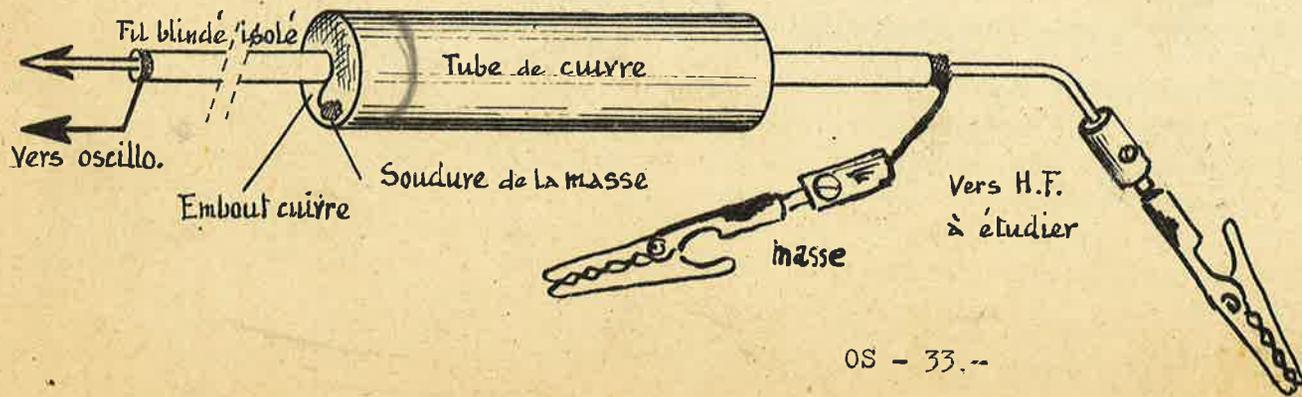


Ce montage doit être blindé, dans un tube de cuivre par exemple. La sonde permet au moyen d'une diode de détecter le signal HF, c'est à dire supprimer une alternance.

La sonde sera reliée à l'entrée verticale de l'oscilloscope d'une part, et d'autre part, au signal HF à étudier. Les 2 câbles de liaisons seront en coaxial isolé. Le blindage en cuivre de la sonde sera connecté au blindage du coaxial. Dans ce circuit, la sonde doit être placée le plus près possible de l'arrivée du signal à étudier.

La sonde comportera une diode (0A 85 par exemple) 2 résistances de 75 Ω et 2 condensateurs céramiques de 500 PF.

Figure 16



Cet appareil est facile à réaliser soi-même sur une plaquette de bakélite de 8 x 2 cm. Nous tenons à votre disposition les pièces à utiliser, sauf les plaquettes et le tube cuivre, dont il faut vous munir.

- LES MESURES A L'OSCILLOSCOPE -

LA SECONDE PARTIE DE CETTE LEÇON EST CONSACRÉE AUX MESURES A L'OSCILLOSCOPE. LES DIFFÉRENTS MONTAGES DÉCRITS, UTILISENT DES TRANSISTORS.

LES PRINCIPES GÉNÉRAUX DES CIRCUITS ÉLECTRONIQUES DOIVENT ÊTRE CONNUS, POUR ABORDER CES EXPÉRIENCES AINSI QUE LE FONCTIONNEMENT DES TRANSISTORS.

LE BUT DE CES MONTAGES EST DE MONTRER LA FORME DES DIFFÉRENTS COURANTS, ET L'UTILISATION DE L'OSCILLOSCOPE POUR DES MESURES TELLES QUE LA SÉLECTIVITÉ, LA MODULATION, LE DÉPHASAGE, LA WOBULATION.

LES MONTAGES POUR CES ÉTUDES NECESSITENT UNE ALIMENTATION DE 9 V QUE L'ON PEUT FACILEMENT RÉALISER AVEC 2 PILES DE 4,5 V BRANCHÉES EN SÉRIE.

LES COMPOSANTS SONT SOUDÉS SUR UNE PLAQUE MCS. CETTE PLAQUE SE POSE SUR LA TABLE EN FACE DE L'OSCILLOSCOPE DE MESURE.

LES PILES SONT RELIÉES PAR 2 FILS VOLANTS MUNIS DE PINCES CROCODILE ET SOUDÉS AUX PASTILLES DE LA PLATINE.

EN TERMINANT CES EXPÉRIENCES, GARDEZ LES COMPOSANTS, ILS POURRONT VOUS ÊTRE UTILES POUR D'AUTRES MANIPULATIONS, PAR LA SUITE.

EXPERIENCE I - OBSERVATION D'UN COURANT SINUSOIDAL

Afin de vous rendre compte de ce qu'est une sinusoïde et pour savoir déterminer ses paramètres, vous allez observer sur l'oscilloscope une tension alternative sinusoïdale prélevée sur le secondaire 6,3V du transformateur d'alimentation de l'oscilloscope. Sa fréquence sera donc celle du secteur, soit 50 Hz. Pour réaliser cette expérience il faut sortir l'oscilloscope de son coffret. Pour éviter tout court-circuit accidentel qui détériorerait le transformateur, il faut réaliser le montage avec oscilloscope à l'arrêt (commutateur sur arrêt). L'un des fils branché au 6,3V aboutira à la douille de masse de l'entrée verticale, par connexion isolée, l'autre à la douille active supérieure de cette même entrée par un fil isolé également. Le balayage est sur la position interne, c'est-à-dire le balayage de l'oscilloscope. Le commutateur de gammes est sur la position 40-200 Hz.

Mettez l'oscilloscope en service et réglez-le de façon à avoir une image nette et stable au moyen du potentiomètre de concentration et du potentiomètre de synchronisation. L'image donnée présente 3 à 4 sinusoïdes par l'action du potentiomètre de fréquence horizontale. Vous devez observer un signal semblable à celui de la Fig. I.

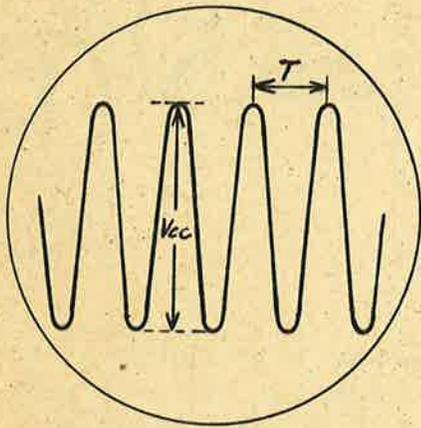


Fig I

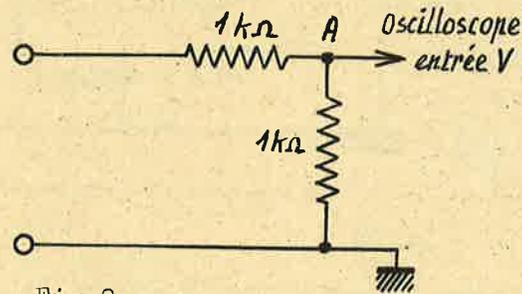


Fig 2

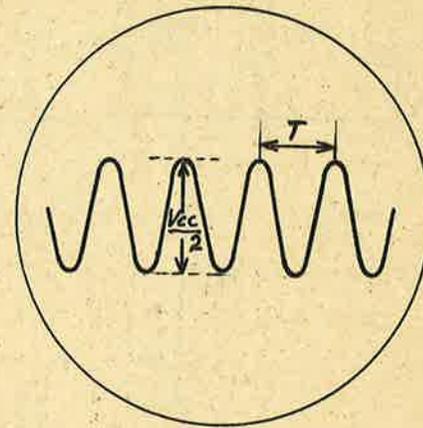


Fig 3

L'amplitude du signal est la moitié de sa valeur V_{cc} , c'est-à-dire (Volt crête à crête). La fréquence f est le nombre de périodes par seconde : $f = 1/T$. Vous pouvez comparer les valeurs de l'amplitude et de la période à celles d'un autre signal sinusoïdal, à condition de ne pas changer les réglages des potentiomètres d'amplification verticales et horizontales. Pour cela vous allez encore prélever le signal 6,3V du transformateur mais vous allez l'affaiblir par un atténuateur de résistance schéma (Fig 2) et observer le signal au point A. Les 2 résistances et les fils de liaison pouvant être soudés sur une plaque MCS. Le résultat de cette expérience (Fig.3) montre que l'écartement T horizontal est le même que précédemment, la fréquence est donc encore 50 Hz. Par contre l'amplitude a diminué de moitié car on mesure une tension V_{cc} , 2 fois plus petite, ce qui confirme la théorie du diviseur de tension à résistances. Conserver les réglages actuels de l'oscilloscope "Ampli V" et "Ampli H". Ils vous permettront de comparer les signaux que vous venez d'obtenir à ceux fournis par un oscillateur sinusoïdal monté dans l'expérience suivante. Vous pouvez re placer l'oscilloscope dans son coffret pour effectuer les expériences suivantes.

EXPERIENCE 2 : OSCILLATEUR SINUSOIDAL DE BASSE FREQUENCE

Le montage ressemble à celui d'un amplificateur mais possédant un circuit de réaction qui ramène à l'entrée de l'amplificateur une partie du signal alternatif de sortie. Le circuit de réaction part, du collecteur du transistor et ramène le signal sur la base. Son principe est donné Fig. 1. En raison des groupements R-C, il ne ramène qu'une seule fréquence, environ 200 Hz dans notre cas. C'est donc la fréquence des oscillations.

La Fig.2 donne le schéma détaillé du montage à exécuter. Vous remarquez que la 3^e résistance du circuit de réaction ne figure pas l'impédance d'entrée de l'étage ou circuit de base du transistor entier lieu. D'autre part, les 2 transistors ainsi associés constituent un montage appelé "Darlington" équivalent à un transistor unique (Fig.3), c'est-à-dire de très grande impédance d'entrée.

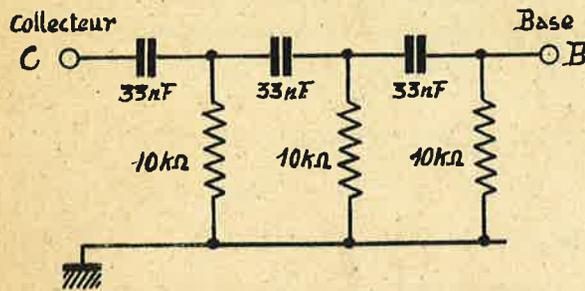


Fig. 1

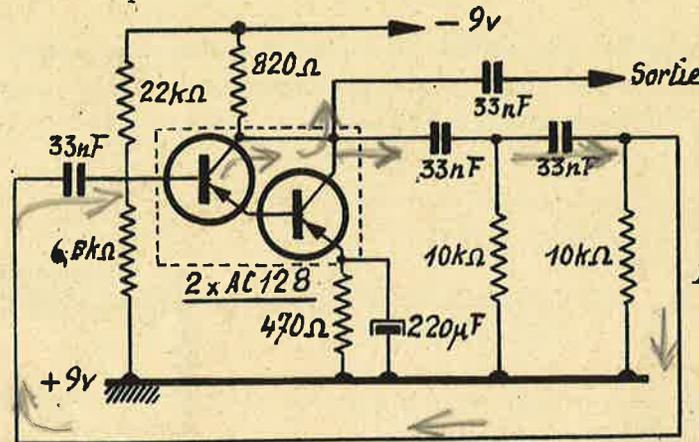


Fig. 2

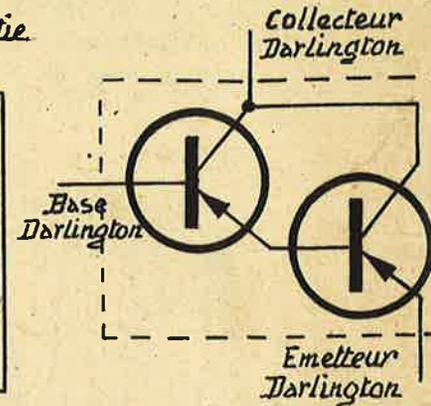


Fig. 3

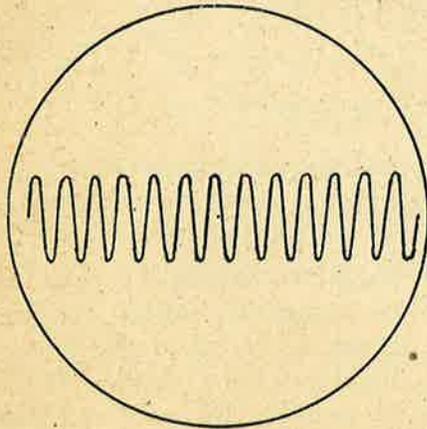


Fig. 5

La figure 4 page suivante montre le plan de câblage de ce montage. nous donnons en regard les indications pour effectuer l'expérience. Si vous avez gardé sur l'oscilloscope les réglages de l'expérience I, vous constaterez la présence d'un sinusoïde beaucoup plus serrée que dans le cas du montage 50 Hz, c'est-à-dire que T est une période plus petite. En effet le montage donne une fréquence d'environ 200 Hz, soit une fréquence 4 fois plus grande que précédemment; la période $T = 1/f$ est donc à peu près 4 fois plus courte. D'autre part l'amplitude est différente de celles obtenues à l'expérience I. Vous obtenez sur l'écran de l'oscilloscope l'allure de la Fig. 5 ci-contre. Réglez alors les potentiomètres d'amplification H et V de façon à obtenir une figure lisible et stable. Gardez ce montage de l'oscillateur et son réglage pour l'expérience 3 suivante.

EXPERIENCE 2 : OSCILLATEUR SINUSOIDAL
DE BASSE FREQUENCE

MONTAGE PRATIQUE

Vous le réalisez sur une platine MCS, en suivant fidèlement le plan ci-contre, les pièces sont placées aux endroits indiqués, résistances et condensateurs sont soudés sur les pastilles. Vous gardez les fils des transistors à leur longueur initiale et vous soudez chacun d'eux sur une pastille. Il faut au préalable enlever la pellicule plastique qui recouvre la platine. Ne laissez pas le fer à souder chaud au contact des fils de connexions des transistors. Il est même préférable de serrer ces derniers à la pince plate qui forme radiateur pour éviter que par conduction le transistor ne chauffe. Les 2 piles d'alimentation du montage (4,5V) sont branchées en série. Soudez leurs électrodes de raccord. La grande lame est le- la petite est le +, cette lamelle est soudé au charbon de la pile. La liaison des piles au montage se fait par 2 fils isolés de 20 cm environ et 2 pinces crocodiles. Ces fils sont soudés aux pastilles 6 et 46. Il faut relier l'oscilloscope au moyen du fil coaxiale de liaison. Le point M et "l'entrés V" sont indiqués sur ce plan, M est relié à la douille du bas de l'oscilloscope, et V à la douille juste au dessus. Pour la manipulation la platine MCS, est à plat sur la table devant l'oscilloscope.

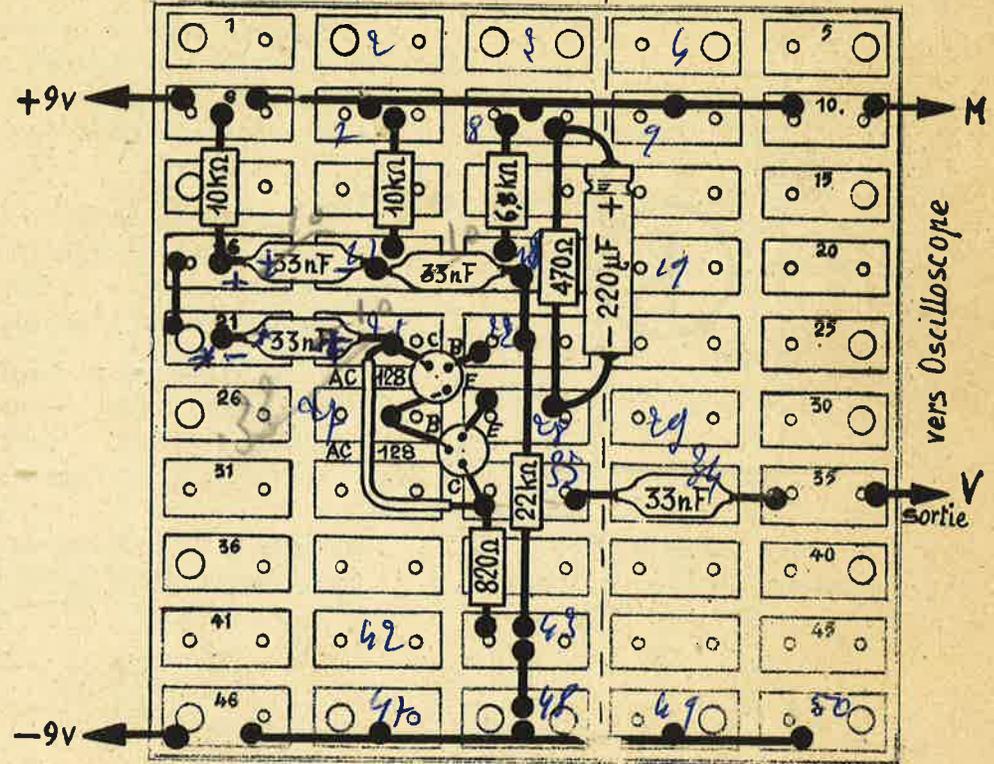


Fig. 4

EXPERIENCE 3 : AMPLIFICATEUR LINEAIRE POUR BASSE FREQUENCE

Ce montage va vous permettre de voir concrètement l'effet d'un montage amplificateur à transistor. Le signal à l'entrée de l'oscilloscope sera celui de l'oscillateur précédemment monté et vous observerez ce signal à la sortie de l'oscilloscope. Le schéma de l'amplificateur est représenté Fig.1. C'est un montage "émetteur commun". Son plan de câblage est donné Fig.2 page suivante: branché à l'oscilloscope vous n'observez aucun signal en sortie vous voyez un trait horizontal sur l'écran. Reliez alors l'alimentation: chaque montage se trouve alimenté. La sortie de l'oscillateur n'est pas connectée, à l'amplificateur. Vérifiez à la sortie de l'oscillateur que vous avez 3 ou 4 sinusoïdes de grandeur suffisante pour être bien observées à l'oscilloscope. (Fig.3).

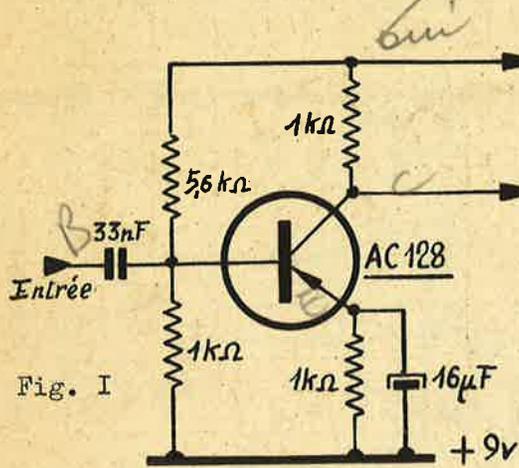


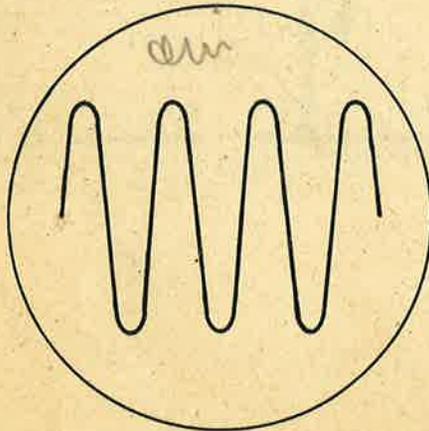
Fig. 1

Chargez ensuite l'oscillateur par l'entrée de l'amplificateur en lui branchant ce dernier et observez à nouveau l'oscilloscope. Vous avez une amplitude réduite à la sortie de l'oscillateur (Fig. 4) ce qui vous montre l'importance de l'adaptation de 2 circuits branchés à la suite l'un de l'autre.

Branchez maintenant l'oscilloscope à la sortie de cet amplificateur: le signal est d'amplitude supérieure et de même allure (un amplificateur est linéaire s'il ne déforme pas le signal d'entrée (Fig. 5), ceci est la preuve de l'amplification.

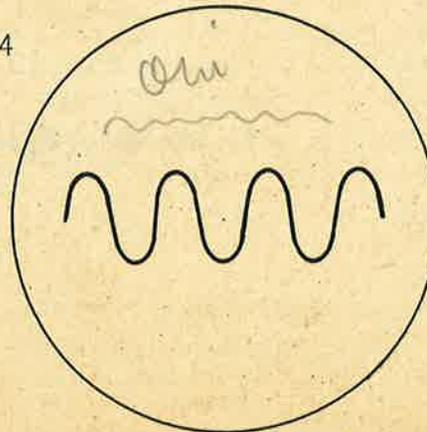
Vous allez maintenant utiliser le même oscillateur pour étudier le redressement des courants alternatifs. Vous conservez donc tel qu'il est l'oscillateur. L'amplificateur, lui, peut-être démonté. Conservez les réglages H et V pour les expériences suivantes.

Fig 3
Oscillateur sortie en l'air



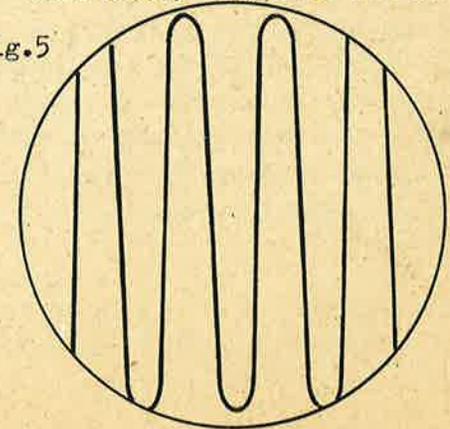
Sortie de l'oscillateur après
branchement de l'amplificateur.

Fig.4



Sortie de l'amplificateur de l'oscillateur, branchés à l'entrée oscil

Fig.5



EXPERIENCE 3 : AMPLIFICATEUR LINEAIRE DE BASSE FREQUENCE

Montage pratique

Le montage ci-contre ne comporte pas de difficulté dans son exécution. Soudez les différentes résistances et condensateur en priorité, puis le transistor AC 128 en évitant de chauffer ses fils de liaison. Respectez la polarité du condensateur chimique de 16^μF, le + est relié à la pastille 10. Le montage du générateur n'a pas été indiqué sur cette planche, c'est celui de l'expérience 2. Le condensateur fixe de liaison de 33 nF a été indiqué sur le plan de l'expérience 2, il sera dessoudé de la pastille 35 et resoudé à la pastille 29. Il sert à la liaison entre le générateur et l'amplificateur. Le mot "sortie" indiqué sur la planche de cablage donne le point où l'on a le signal à étudier, ce point doit être réuni à l'entrée verticale de l'oscilloscope.

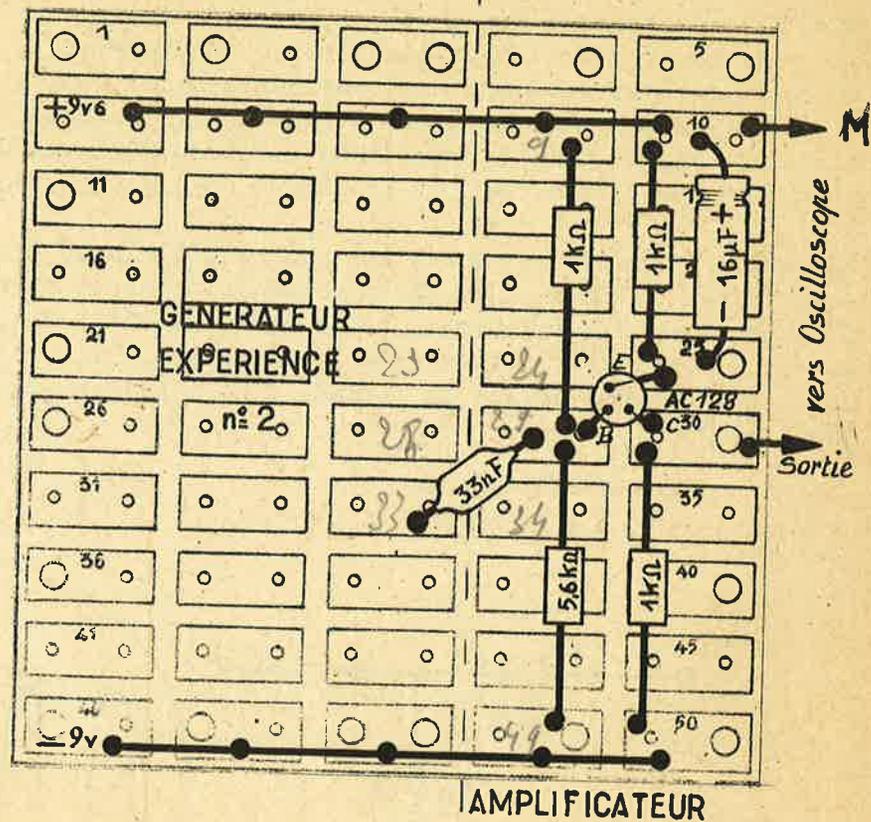


Fig. 2

EXPERIENCE 4 : REDRESSEMENT D'UNE ALTERNANCE

En étudiant les principaux types de redressement du courant alternatif, vous pouvez au moyen de l'oscilloscope comparer la forme des signaux à la sortie des redresseurs.

Redresser un courant sinusoïdal signifie bloquer tout courant dans un sens et laisser passer le courant dans l'autre sens. Pour ceci il suffit d'introduire une diode dans le circuit redresseur. Cette diode peut-être une lampe à vide ou un semiconducteur (Fig.I) ci-dessous.

Dans la résistance $1\text{ M}\Omega$ de la figure I le courant ne passe que dans un sens indiqué par la flèche. On peut en voir expérimentalement l'allure en considérant la tension à ses bornes, en raison de la proportionnalité du courant à la tension, dans une résistance. D'où l'oscillogramme de la Fig.2. L'entrée verticale de l'oscilloscope étant connectée aux bornes de la résistance de $1\text{ M}\Omega$, la source de tension alternative étant l'oscillateur montré dans l'expérience précédente. La diode et la résistance sont montées sur la plaquette MCS dont a dessoudé l'amplificateur Le signal de l'oscillateur est appliqué à la diode.

Une telle forme de courant n'est pas utilisable en pratique car les alimentations des montages électroniques exigent des courants à peu près continus, c'est-à-dire variant très peu, ce qu'on peut obtenir en branchant un condensateur C aux bornes de la résistance(R), C ayant une capacité assez élevée : Fig. 3. Lorsque le courant passe, il charge C qui, ensuite se décharge en R. Il faut que la "constante de temps" donnée par RC du circuit, soit grande devant la période T de l'alimentation sinusoïdale, pour que l'effet régulateur soit sensible : $RC \gg T$.

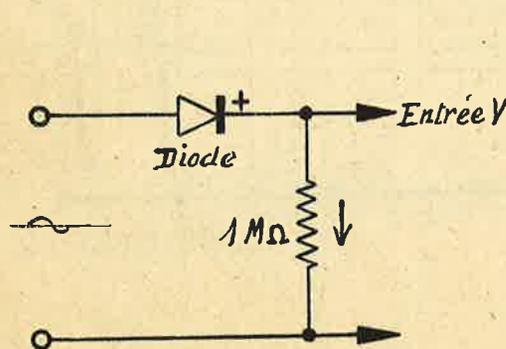


Fig. 1

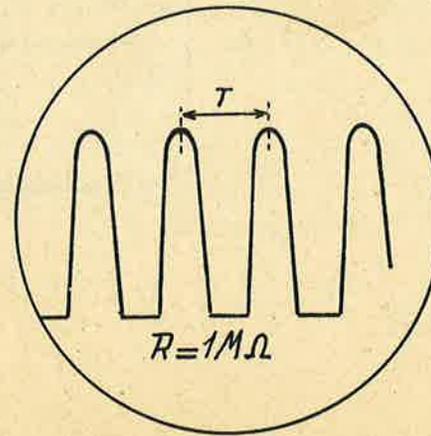


Fig. 2

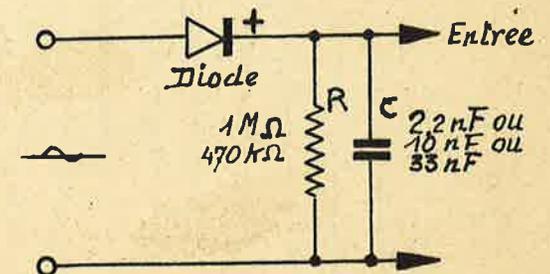


Fig. 3

Prenez pour C la valeur de 2,2 nF et utilisez toujours l'oscillateur comme source alternative. Vous observez l'oscillogramme représenté Fig. 4. Si vous prenez ensuite 10 nF, l'ondulation a diminué sensiblement (Fig. 5) on dit que le courant (et la tension) sont filtrés par le condensateur.

Remplacez R par une résistance de 470 kΩ : le filtrage est moins bon qu'avec 1 MΩ : RC est moins grand devant la période T qui, elle, n'a pas changé (Fig.6). Avec R = 1 MΩ, C = 33 nF, le filtrage est très bon (Fig.7).

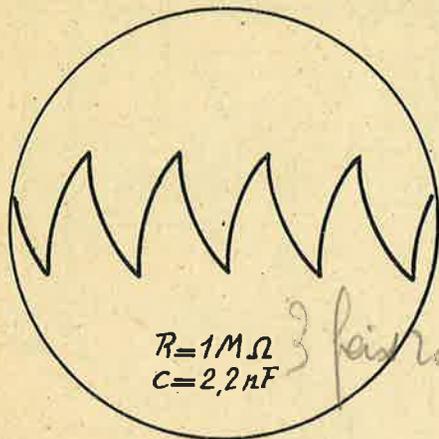


Fig 4



Fig 5

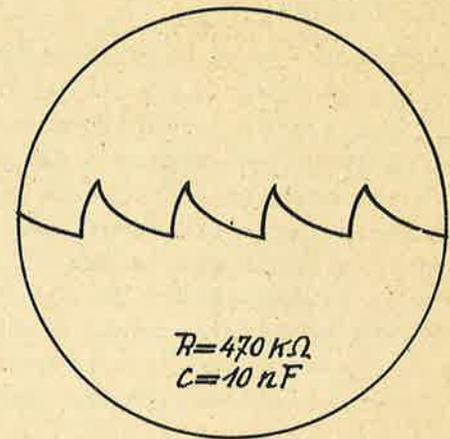


Fig 6

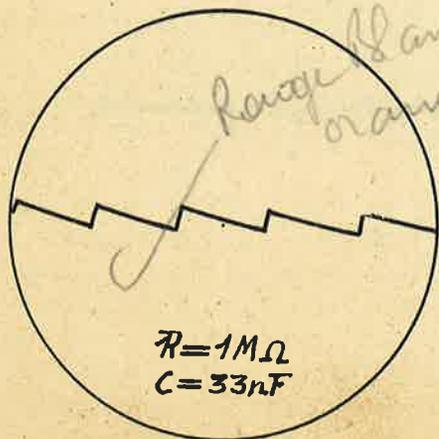


Fig. 7

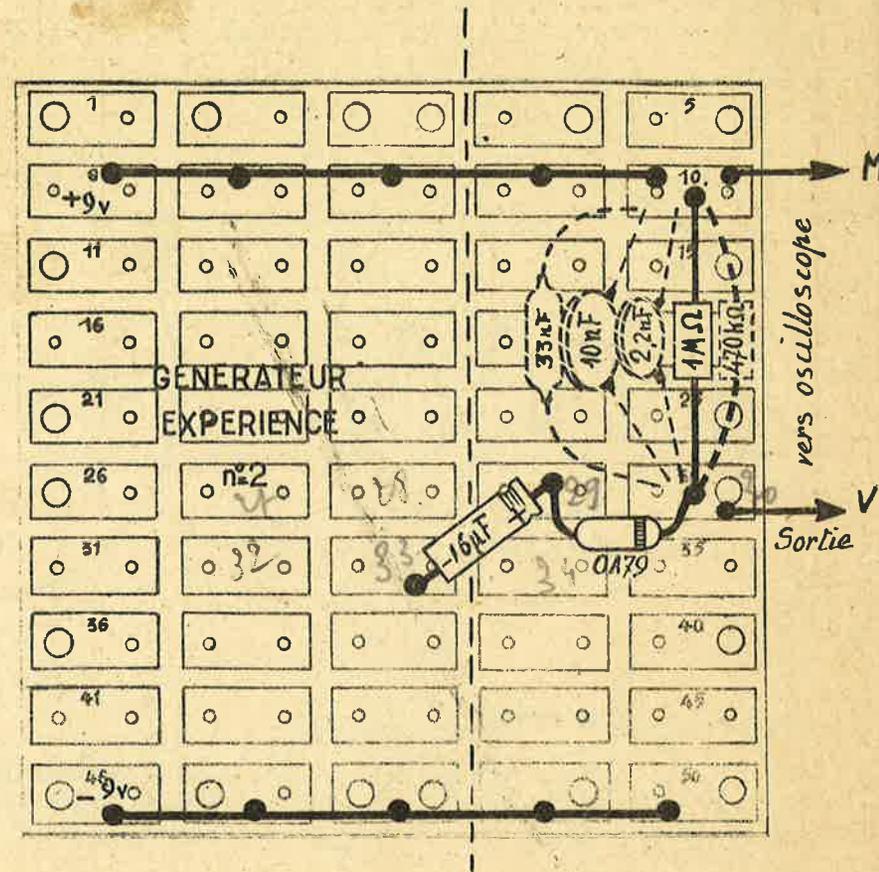
Pour se rendre compte des variations d'amplitude des ondulations, ne modifiez pas pendant ces expériences le réglage "Ampli V" de l'oscilloscope.

Vous voyez que le redressement et le filtrage n'influent pas sur la fréquence : les oscillations "résiduelles" ont même fréquence que la source alternative, quelle que soit la qualité du filtrage.

EXPERIENCE 4 : REDRESSEMENT D'UNE ALTERNANCE

Montage pratique

Pour effectuer cette expérience vous gardez le montage du générateur de l'expérience 2. A sa sortie vous placez un condensateur de $16\mu\text{F}$ relié au redresseur c'est-à-dire à la diode. Ne vous trompez pas dans le montage de la diode. Le trait, sur cette diode correspond au +. La diode est soudé entre les pastilles 29 et 30, la résistance de 1 M entre 30 et 10 et les différents condensateurs seront à ajouter, en temps voulu entre ces 2 dernières pastilles pour obtenir à l'oscilloscope les figures 4-5-6-7.



EXPERIENCE 5 : REDRESSEMENT DE 2 ALTERNANCES

Dans le redressement étudié (expérience 4), on redressait une alternance et on en perdait une. Le montage de la Fig. 1 (ci-dessous), utilise 4 diodes montés en pont et permet d'y remédier. Vous soudez les 4 diodes et la résistance sur la platine MCS.

Sans filtrage au moyen d'une capacité, on obtient l'oscillogramme de la Fig. 2. Le réglage de l'Amplificateur H de l'oscilloscope n'est pas changé par rapport à l'expérience 4.

Fig. 1

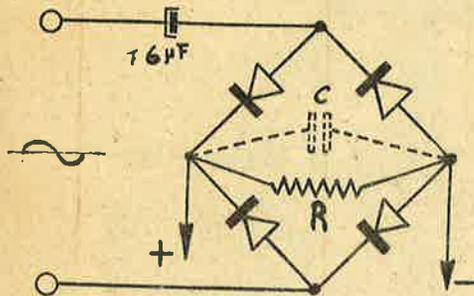


Fig. 2

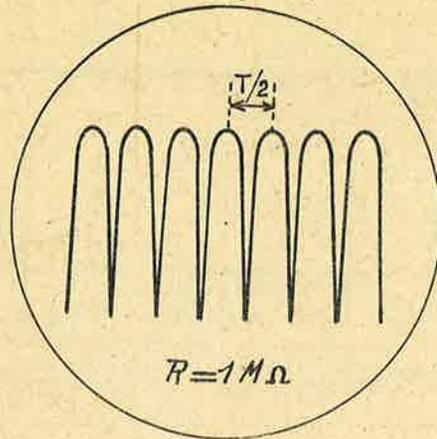


Fig. 3

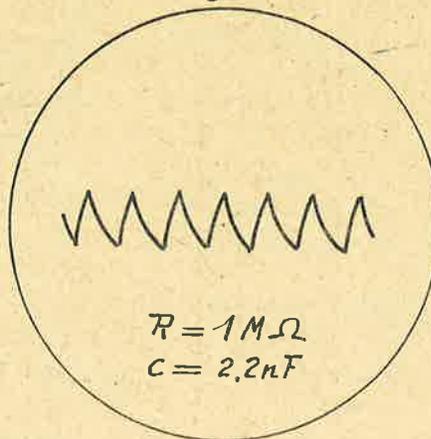
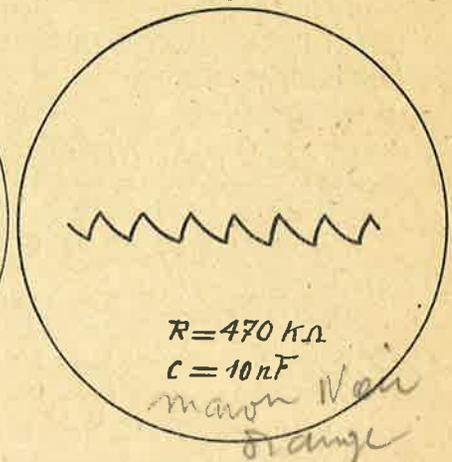


Fig. 4



A chaque demi alternance de la sinusoïde correspond une "arche" de tension. La fréquence obtenue est donc double de celle de la sinusoïde obtenue pour l'ondulation en simple alternance. L'amplitude est identique à la précédente. Pour filtrer ce signal, on place à nouveau une capacité C aux bornes de R pointillé sur la figure 1. Mais ici on est plus favorisé que précédemment, car le condensateur n'a à se décharger que pendant une demi-période, soit un temps deux fois plus court. Il faut donc avoir $RC \gg T/2$ pour que le filtrage soit convenable. A capacité égale, le filtrage est meilleur qu'avec le redressement d'une alternance. Pour le même résultat, on peut donc prendre une capacité deux fois plus faible.

Avec les valeurs de R et de C indiquées, on a les oscillogrammes des Fig. 3 et 4. Le signal est pris aux bornes de R (donc de C).

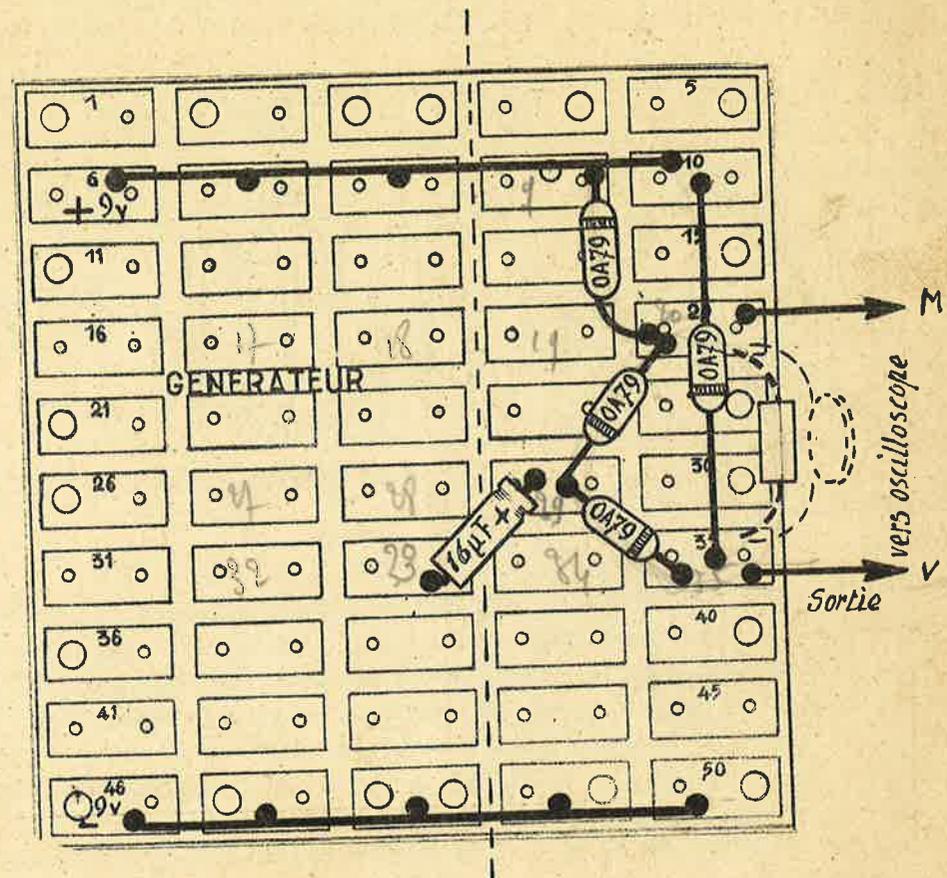
L'oscilloscope ne donne que la partie alternative de la tension. Il en résulte que les oscillogrammes ayant été tracés et obtenus pour un même réglage, la tension est la combinaison des oscillogrammes et d'une tension continue. Le redressement et le filtrage n'influent pas sur la fréquence : les oscillations "résiduelles" ont la même fréquence que la source alternative, quelle que soit la qualité du filtrage.

Rémarque : Les résultats précédents auraient pu être obtenus avec une autre fréquence et d'autres valeurs de R et C. En particulier avec le courant alternatif 50 Hz du secteur, mais ces expériences vous montrent que ce n'est pas une fréquence particulière, et que n'importe quel courant alternatif peut se redresser et se filtrer (à condition de respecter les conditions $RC \gg T$ ou $RC \gg T/2$ selon le redressement). Pour vos expériences ultérieures, conservez le montage de l'oscillateur.

EXPERIENCE 5 : REDRESSEMENT DE DEUX ALTERNANCES

Montage pratique

Ce montage s'exécute également sur la platine MCS précédemment montré. Le générateur des signaux alternatifs reste le même. A sa sortie on monte le pont constitué par les 4 diodes indiquées sur le plan ci-contre. Seules changent pour ces expériences les valeurs de R et de C qui seront dans un cas $1\text{ M}\Omega$ et $2,2\text{ nF}$ et dans l'autre cas $470\text{ K}\Omega$ et 10 nF . L'oscilloscope reste branché de la même façon.



EXPERIENCE 6 : COURBES DE LISSAJOUS - CAS DE LA MEME FREQUENCE

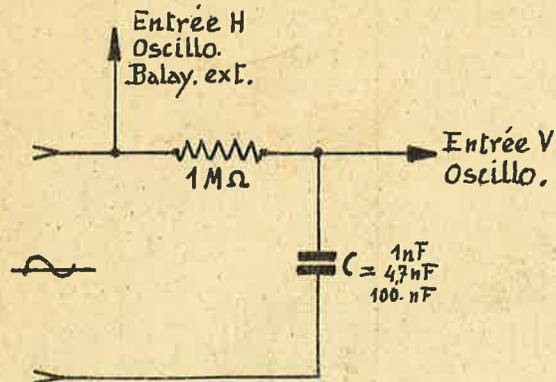


Fig. 1

Votre source de tension alternative étant encore l'oscillateur sinusoïdal de l'expérience 2, réalisez un circuit déphaseur comme l'indique la figure 1, ci-contre, avec $C = 1 \text{ nF}$. Branchez l'oscilloscope sur "balayage extérieur". Vous obtenez une ellipse et le déphasage est donné par son sinus :

$$\sin \varphi = \frac{AB}{CD} = 0,78$$

ici, soit $\varphi \cong 51^\circ$. D'où l'oscillogramme de la figure 2. page suivante. Si l'on met $C = 100 \text{ pF}$, le calcul prévoit

$$\text{tg } \varphi = 0,125 \quad \text{ou } \varphi \cong 7^\circ, \quad \sin \varphi \cong 0,12$$

On obtient, en effet, une ellipse bien plus allongée (Figure 3).

Au contraire, une capacité de $4,7 \text{ nF}$ donne :

$$\text{tg } \varphi = 12,5 \quad (\varphi \text{ voisin de } 85^\circ) \quad \sin \varphi \text{ proche de } 1$$

on a presque un cercle (Figure 4).

Il est facile d'obtenir le cas de $\varphi = 0$, qui donne une droite : il suffit de brancher les entrées H (balayage extérieur) et V, de l'oscilloscope au même point. Si vous n'obtenez pas alors une vraie droite, mais une ellipse comme sur la figure 3, ceci est dû au fait que vos circuits H et V dans l'oscilloscope introduisent leurs déphasages différents, observés sur l'écran, puisqu'ils sont appliqués aux plaques défectrices horizontales et verticales.

Vous allez cependant voir qu'on ne peut pas déterminer ainsi lequel des signaux H et V est en avance sur l'autre : la méthode est plus compliquée et nécessiterait un oscilloscope plus élaboré, ou l'on peut moduler l'émission électronique du tube cathodique.

En effet, dans le montage de la Figure 1, la théorie montre (et les mesures confirment quand on peut les faire) que l'entrée V a son signal déphasé en arrière sur celui de l'entrée H. Pour avoir le contraire, on permute seulement les deux entrées. Le déphasage n'est pas changé sur le circuit, mais sur l'oscilloscope, le nouveau signal V est en avance sur le nouveau signal H. On observe exactement la même image et ceci quelle que soit la capacité, donc quel que soit le déphasage : il ne s'agit pas d'un cas particulier. Vérifiez donc avec les deux autres capacités proposées dans cette expérience. La méthode décrite ici permet donc de mesurer seulement la valeur absolue du déphasage entre deux signaux de même fréquence.

Le plan de câblage de cette expérience est donné à la page suivante. Il est très simple, les seules modifications consistent à brancher des capacités de différentes valeurs.

EXPERIENCE 7 : COURBES DE LISSAJOUS - FREQUENCES DIFFERENTES

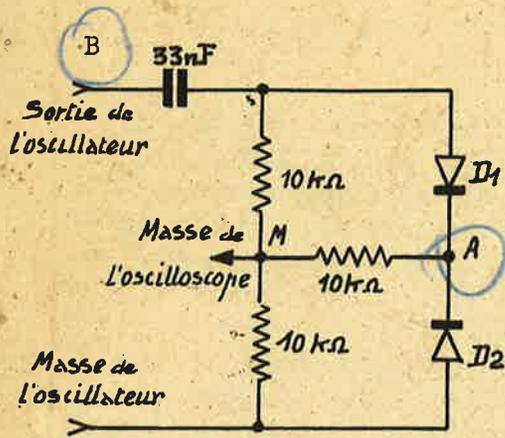


Fig 1.

Lorsque des fréquences sont différentes, la mesure de leur déphasage n'a plus de sens, ce dernier variant sans cesse. Il s'agit alors de comparer les fréquences des deux signaux.

L'étude précédente montre que si les deux fréquences sont les mêmes, la courbe apparaissant sur l'oscilloscope (on dit l'oscillogramme) est une ellipse, voire une droite ou un cercle dans les cas limites ; dans le cas précédent il fallait réaliser le balayage par l'entrée H de l'oscilloscope, avec l'un des deux signaux et appliquer l'autre à l'entrée V.

Examinons ce qui se passe si, par exemple, la fréquence appliquée à l'entrée V est double de celle appliquée à l'entrée H.

On peut alors réaliser le montage de la figure 1 ci-contre, où les trois résistances ont la même valeur $R = 10\text{ k}\Omega$, et l'alimenter par la sortie de l'oscillateur à 200 Hz construit précédemment (entre masse de l'oscillateur et sortie). On vérifiera (figures 2 et 3) que le signal en A est de fréquence double de celui en B, avec balayage interne, de l'oscilloscope, observation faite sur l'entrée V.

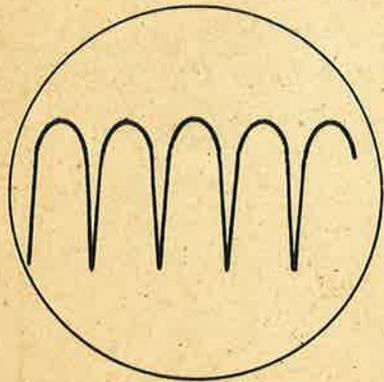


Fig. 2

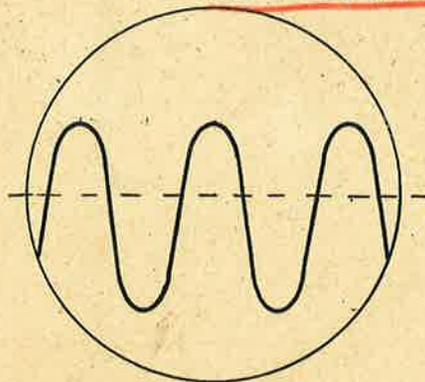


Fig. 3

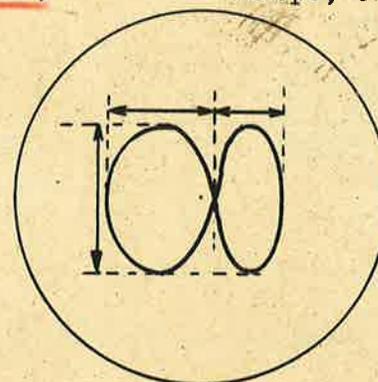


Fig. 4

*a Renvoi
rien réussi*

Observons maintenant la figure de LISSAJOUS : balayage externe, entrée H au point B, entrée V en A. l'oscillogramme est donné figure 4 : il y a deux variations aller-retour dans le sens vertical, pour une dans le sens horizontal, puisqu'on a un genre de 8 horizontal, ce qui prouve que deux périodes du signal V, correspondent à une seule du signal H. On peut aussi compter le nombre de tangentes horizontales (en haut ou en bas) et verticales (à droite ou à gauche) pour arriver aux mêmes conclusions.

A. Revord

Fig. 5

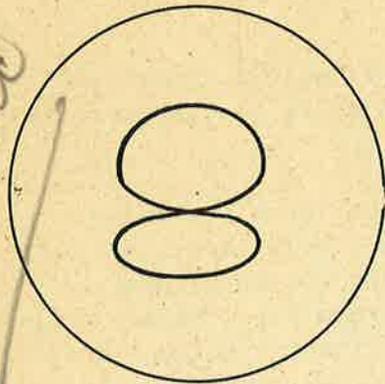


Fig. 6

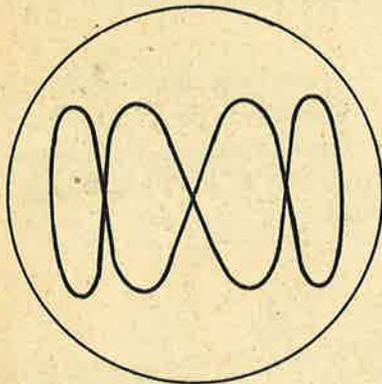
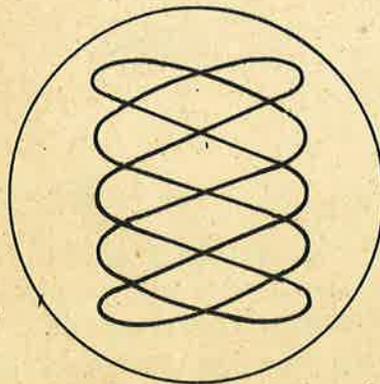


Fig. 7



Si l'on inverse les entrées H et V, on observe un 8 vertical : il y a deux variations horizontales pour une verticale, la fréquence horizontale est alors le double de celle verticale (Figure 5). Si l'on avait la figure 6, ce qui ne peut s'obtenir aisément qu'avec deux générateurs BF, on aurait quatre variations verticales pour une variation horizontale : le rapport de la fréquence verticale à la fréquence horizontale serait de 4 : si la première vaut 1 k Hz, la seconde vaut alors 250 Hz.

On peut théoriquement généraliser : la figure 7 représente cinq variations horizontales pour deux variations verticales : il y a cinq périodes horizontales pour deux verticales, soit 2,5 périodes horizontales pour une période verticale : la fréquence horizontale est 2,5 fois plus grande que la verticale. Si la fréquence verticale est encore 1 k Hz, la fréquence horizontale est alors de 2,5 kHz.

Cependant, on ne peut comparer que des fréquences commensurables, c'est-à-dire telles qu'un certain nombre de périodes de l'une correspond exactement à un certain nombre de l'autre (voire le même nombre en cas d'égalité des fréquences). Vous comprenez mieux ainsi l'origine des ellipses de déphasage lorsque les fréquences sont les mêmes.

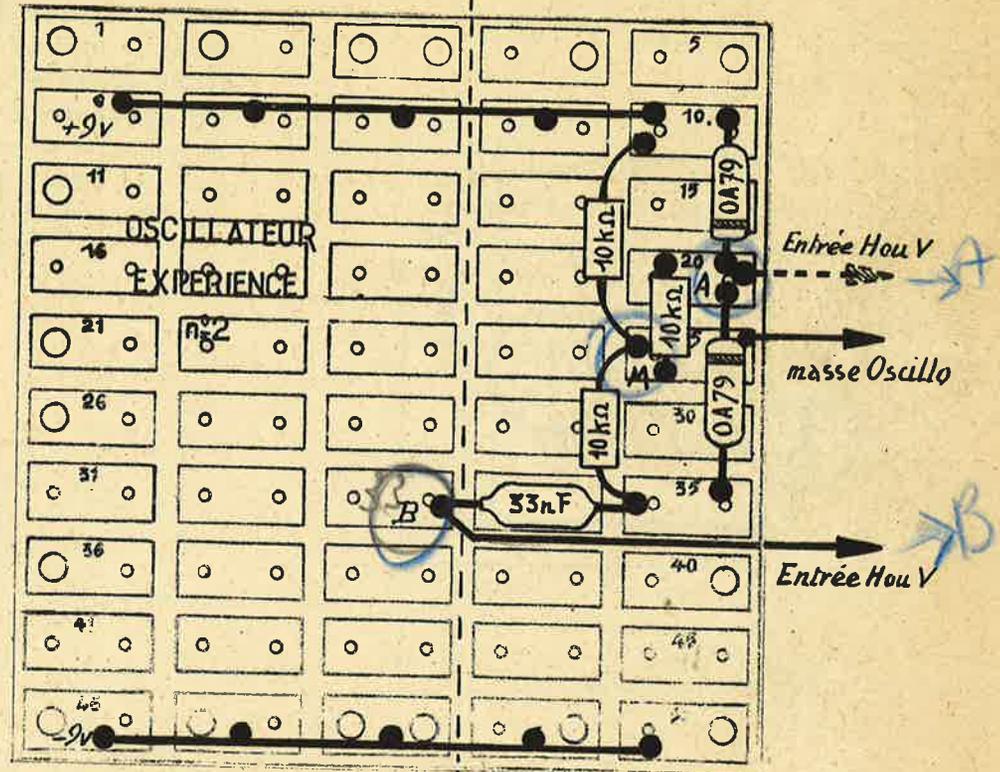
EXPERIENCE 7 : COURBE DE LISSAJOUS
CAS DE FREQUENCES DIFFERENTES

*à l'encre
non reussi*

Montage pratique

L'étude des nouvelles courbes de LISSAJOUS pour le cas de fréquences différentes se fait toujours sur la même platine. Le plan est donné ci-contre, il est conforme au schéma des différentes manipulations de l'expérience 7. Vous utilisez deux diodes et trois résistances de $10\text{ k}\Omega$. La liaison avec l'oscillateur étant toujours le condensateur de 33 nF .

Respectez les liaisons avec l'oscilloscope.



EXPERIENCE 8 : MULTIVIBRATEUR ASTABLE - DIFFERENTIATEUR

Vos expériences avec l'oscillateur BF sinusoïdal sont terminées. Vous allez construire un autre oscillateur donnant un signal rectangulaire (Fig. 1).

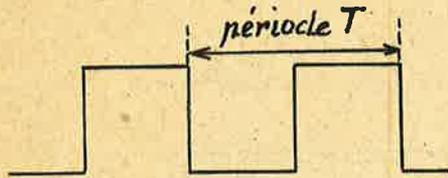


Fig. 1

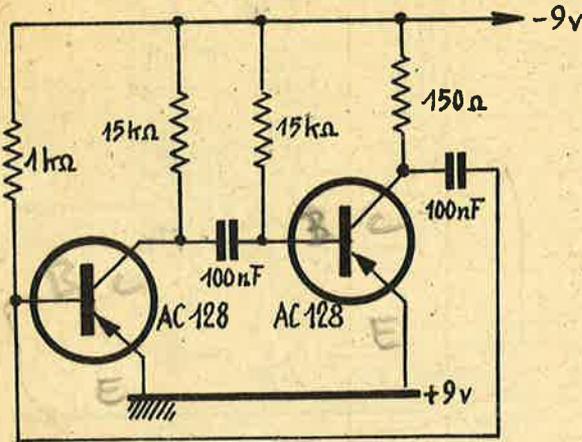


Fig. 2

Multivibrateur Astable

Le plus simple de ces montages est le multivibrateur astable. Il est formé par 2 étages amplificateurs, la sortie du 2e étant ramenée entièrement à l'entrée du 1er, comme le montre la figure.2.

Vous allez observer à l'oscilloscope les oscillogrammes pris à un collecteur du transistor (signal rectangulaire) puis un signal plus compliqué pris à la base (Fig 3 et 4). En sortie au collecteur, on a un signal symétrique, la durée d'une "bosse" rectangulaire étant égale à celle d'un creux. Ceci est dû à l'identité de valeur des composants montés aux bases des 2 transistors. En effet, la durée de blocage d'un transistor avec (collecteur à -9V) est $t = 0,7 R_b C$, R_b étant la résistance de base de ce transistor, et C la capacité reliée à sa base.

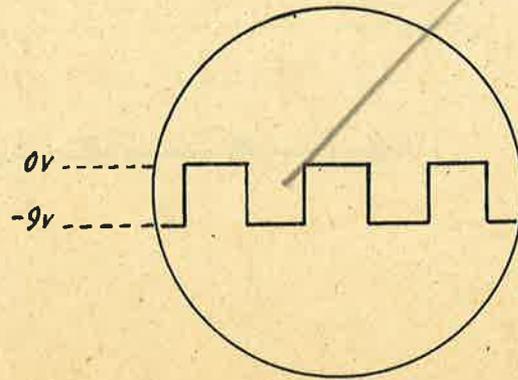


Fig. 3

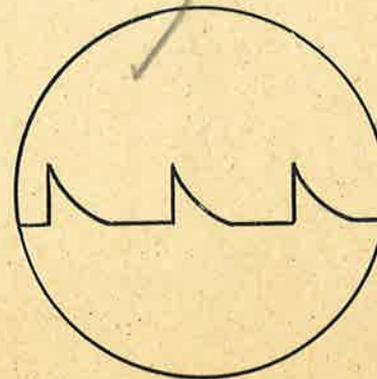


Fig. 4

Quand les amplificateurs ont les mêmes composants, les 2 durées de blocage sont égales ; la période en est la somme, les transistors passant du blocage à la saturation et vice-versa. Elle vaut donc alors :
 $T = 2 t = 1,4 R_b C$; soit ici, comme $R_b = 15 \text{ k}\Omega$ et $C = 0,1 \text{ nF}$, $T = 1$. La fréquence est donc voisine de 1 kHz, et c'est pourquoi, pour observer les oscillogrammes, il est nécessaire de vous placer sur la gamme de balayage 190 - 1000 Hz.

Vous allez maintenant monter un étage différentiateur à la sortie, sur un des collecteurs du multivibrateur. Il s'agit d'une cellule R-C donnant la vitesse de variation du signal appliqué à son entrée. On observe donc, en sortie, quelque chose d'analogue aux vitesses de variation des tensions. Le schéma est donné Fig. 5, il faut que RC soit nettement plus grand que 1 pour que le fonctionnement du différentiateur soit assuré correctement :

$RC \omega = 2 \pi \frac{RC}{T} \gg 1$. Nous prenons $R = 20 \text{ M}\Omega$ et $C = 100 \text{ pF}$, ce qui donne $RC \omega \approx 12,5$

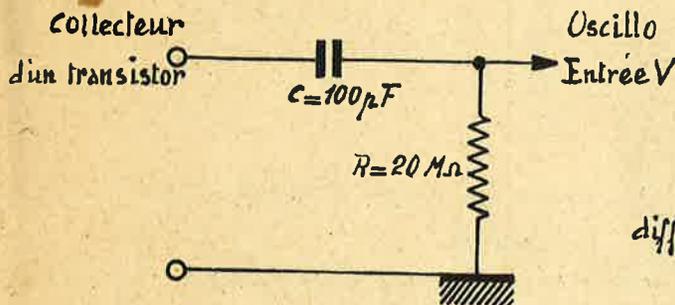


Fig 5

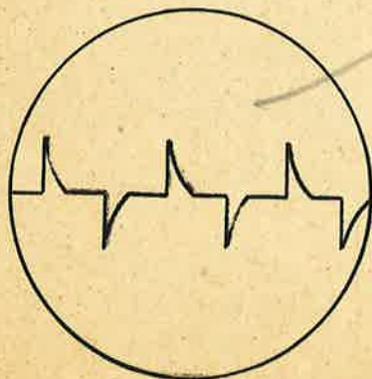


Fig. 7

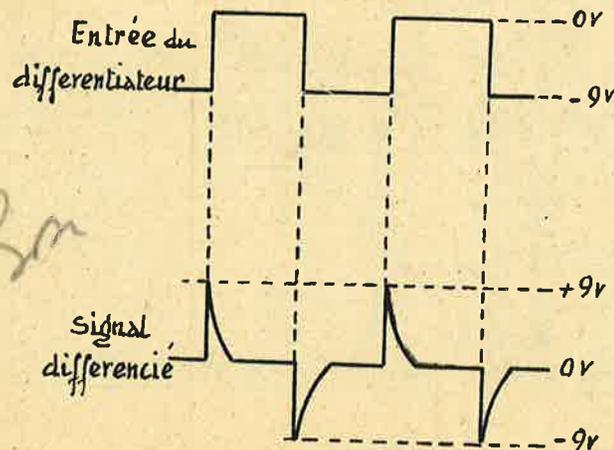


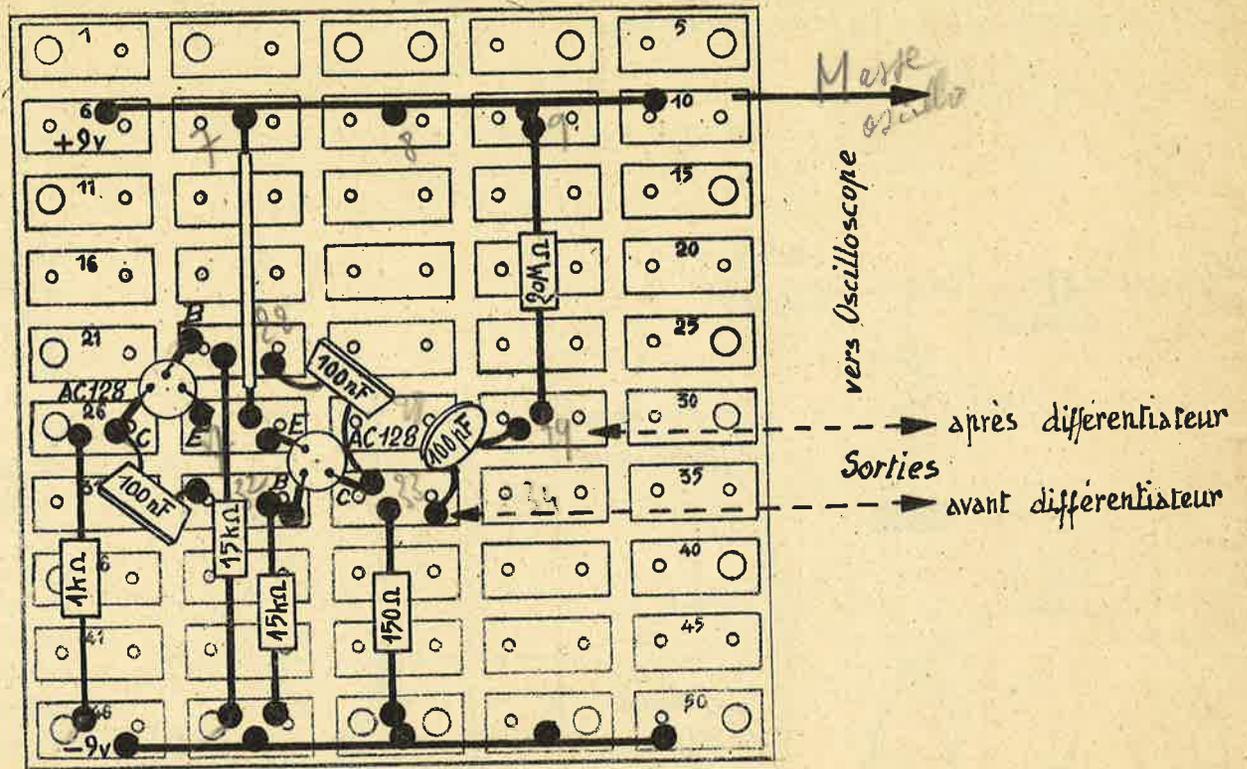
Fig. 6

A une variation brusque de la tension d'entrée du différentiateur correspond une gamme de tension de sortie, alors que pour une tension constante à l'entrée, le signal de sortie est nul. Remarquez que ce signal de sortie est positif, si la tension d'entrée augmente, négatif dans le cas contraire (Fig 6). En pratique le signal du différentiateur à une largeur non nulle.

Sur l'oscilloscope, on observe bien un signal analogue à celui du bas de la fig. 6 : C'est-à-dire des impulsions positives et négatives alternées et fines (faible durée).
 Figure 7.

Vous voyez page suivante le plan de câblage du multivibrateur et les points où l'on trouve les signaux entrée et sortie du différentiateur.

EXPERIENCE 8 - MULTIVIBRATEUR ASTABLE



EXPERIENCE 9 : MULTIVIBRATEUR ASTABLE : IMPULSIONS ET TENSIONS EN DENTS DE SCIE

On utilise le multivibrateur symétrique de l'expérience précédente.

A sa sortie, c'est-à-dire sur l'un des collecteurs, placez un circuit RC comme l'indique la Figure 1, appelé intégrateur. A sa sortie, en S, on observe une tension triangulaire où la montée et la descente du spot ont des durées égales (figure 2). C'est une tension en dents de scie symétrique. Pour observer d'autres formes intéressantes de signaux, il faut changer une des capacités de 100 nF du multivibrateur (n'importe laquelle) pour la remplacer

par une capacité de 10 nF. Il s'ensuit une grande différence de durée entre les états semblables, des 2 transistors, bloqués par exemple ; d'où une dissymétrie des tensions et oscillogrammes sur les bases et collecteurs : quand un transistor est bloqué, sa tension collecteur est presque celle de l'alimentation et il en est de même pour la tension de base. D'où les oscillogrammes des figures 3 à 6 (on remarquera que sur les électrodes analogues des deux transistors, les signaux sont complémentaires : l'un positif, l'autre négatif). Ces signaux présentent des variations rapides, à montées et descentes presque verticales et de courte durée ; c'est ce que l'on appelle des impulsions. On utilise de plus en plus ces signaux.

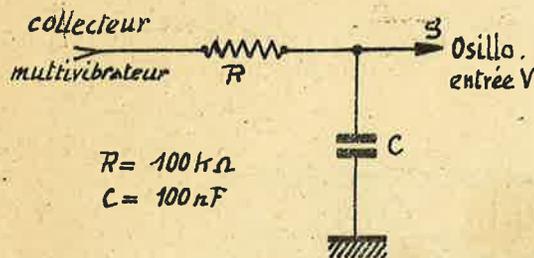


Fig. 1

Si l'on branche alors le circuit intégrateur à la sortie de ce montage astable dissymétrique ; à un collecteur, on obtient avec $R = 100 \text{ k}\Omega$ et $C = 0,1 \mu\text{F}$, des dents de scie asymétriques. Comme le montre la figure 7, les temps de montée et descente du signal sont sensiblement différents. De tels signaux sont appliqués aux plaques de déviation électrostatiques d'un tube image de télévision. Ils permettent le balayage des oscilloscopes.



Fig.2 : Tension symétrique en dents de scie

Impulsions positives

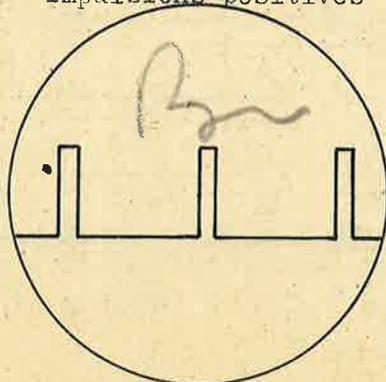


Fig.3 : sur la base d'un transistor que l'on appellera T1.

Impulsions négatives

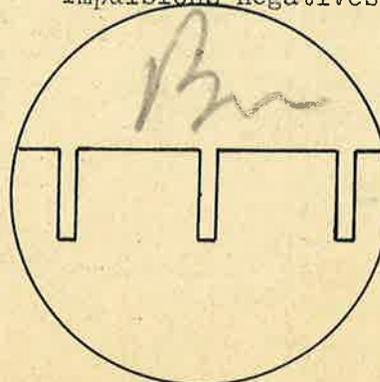


Fig.4 : Base de T2.

Impulsions positives

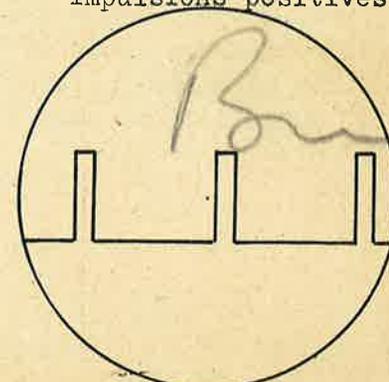


Fig.5 : Collecteur de T1.

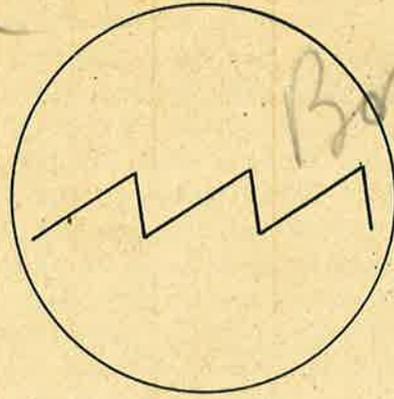
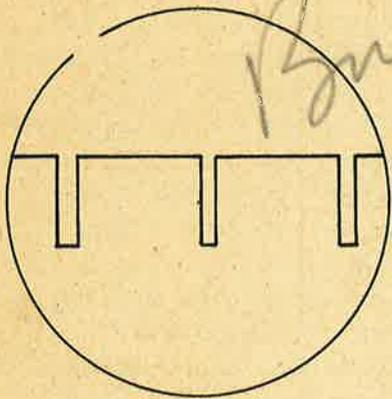


Fig. 6 : collecteur de T2.

Fig. 7 : Dents de scie dissymétriques

Montage pratique

Vous voyez ci-contre le cablage du montage intégrateur branché au collecteur du transistor du multivibrateur. Ce dernier est celui de l'expérience 8. Entre les pastilles 26 et 32, vous pouvez changer la capacité de 100 nF et la remplacer par 10 nF pour faire varier la forme du signal. L'oscilloscope est réuni au point S pastille 29 pour l'observation des courbes.

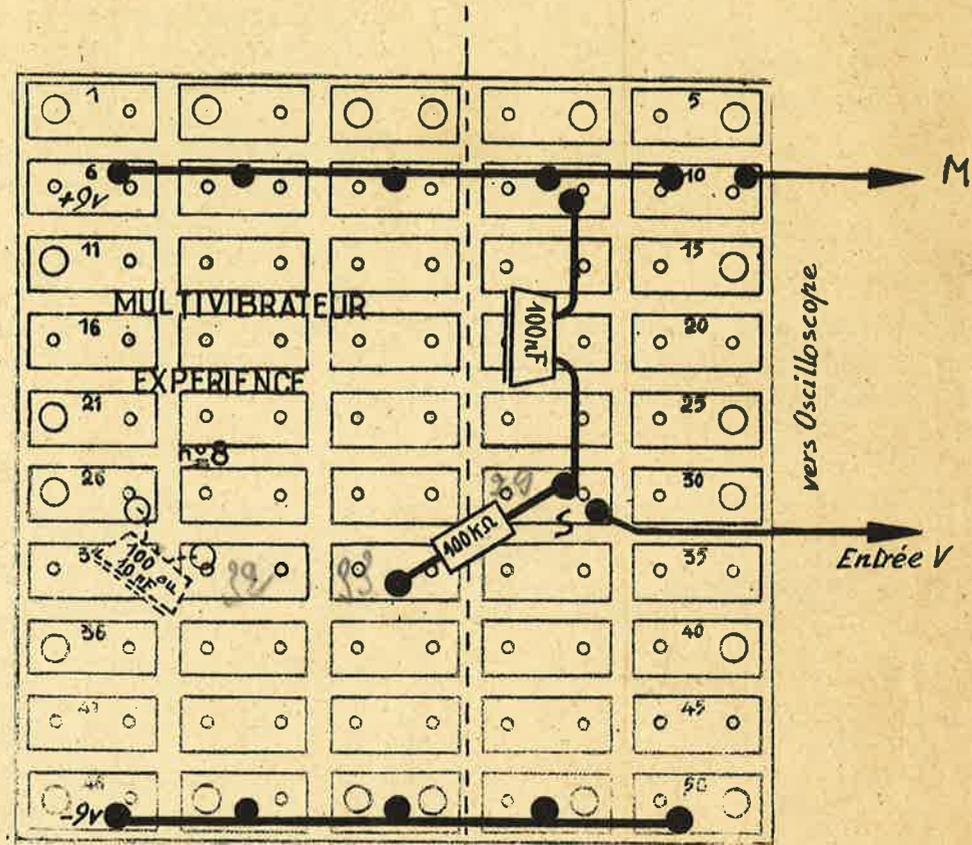


Fig. 8

EXPERIENCE 10 : OSCILLATEUR EN HAUTE FREQUENCE

En haute fréquence on utilise presque toujours des circuits oscillants pour obtenir la fréquence f des oscillations. On a

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

↓ ↓ ↓
Hertz Henry Farad

Pour cette étude vous utiliserez un oscillateur du type ECO (Fig 1).

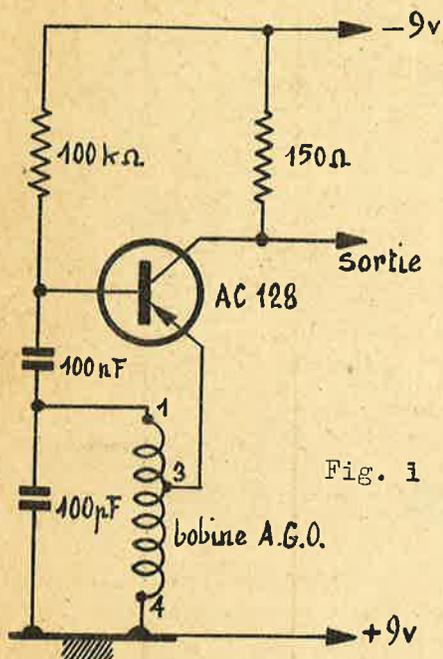


Fig. 1

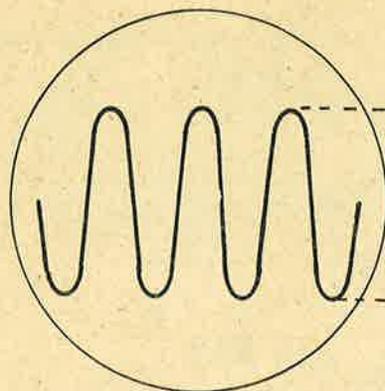


Fig. 2

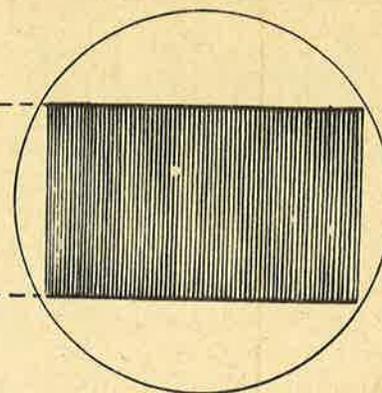


Fig. 3

Le circuit oscillant est formé par la bobine totale, brancher en parallèle avec la capacité de 100 pF. La sortie se fait sur le collecteur du transistor. La masse est reliée à la sortie (4) de la bobine. Observez sur l'oscilloscope l'oscillogramme pris au collecteur : on a une sinusoïde, à condition de se placer sur une gamme de balayage rapide 25 KHz (Fig.2). Si l'on se place sur la même gamme que pour l'oscillateur BF, on voit une tâche colorée comprise entre deux droites horizontales ; les déplacements verticaux du spot sont trop proches pour être distingués. (Fig.3).

Conservez ce montage pour l'expérience 11.

EXPERIENCE 11 - OBSERVATION DE LA MODULATION D'AMPLITUDE

Avec cette modulation, un signal HF à son amplitude variant au rythme d'un autre signal, BF. Pour obtenir cette modulation il suffit d'injecter le signal BF en série avec celui de haute fréquence, du montage ECO. Il faut apporter une modification au montage précédent.

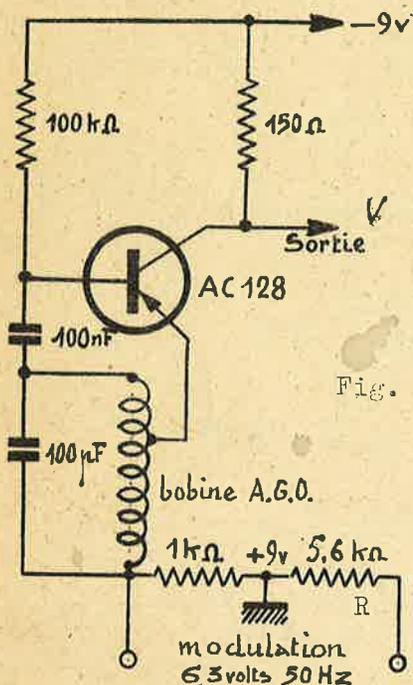


Fig. 1

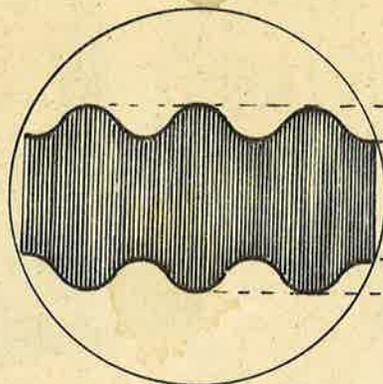


Fig. 2

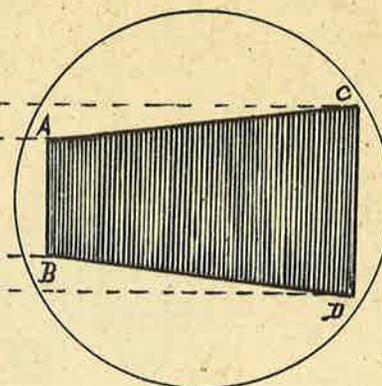


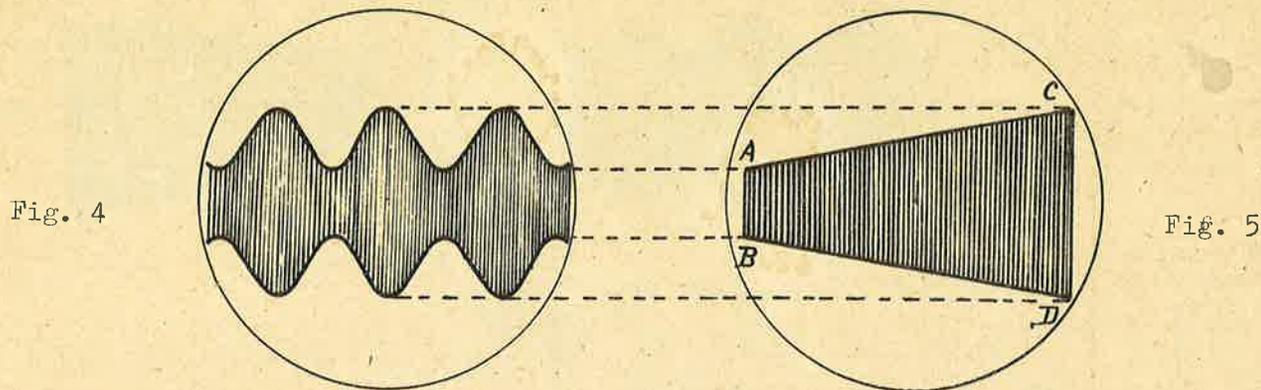
Fig. 3

La figure 1 donne le nouveau schéma. Il est peu différent du premier, sauf en ce qui concerne l'alimentation du côté de la masse. Pour polariser le transistor, la résistance de $1\text{ k}\Omega$ est introduite et la masse est reliée à la pastille "C" de la plaque MCS. Cette résistance de 1 K diminue un peu l'amplitude des oscillations, mais elle est nécessaire. Pour le signal BF elle sert de pont diviseur de tension, avec R, inséré entre A et B de la plaque. On peut faire varier l'amplitude du signal BF, en changeant la valeur de R. Pour commencer, prenez $R = 5,6\text{ k}$. On a bien ainsi une fraction de la tension BF, elle est prélevée à la résistance de $1\text{ k}\Omega$, en série avec le générateur HF, formé par le circuit oscillant (entretenu par le transistor). Le signal BF est issu du transformateur alimentant l'oscilloscope. La tension HF est donc modulée à 50 Hz. Le condensateur de 100 nF sert à bloquer le courant continu, son impédance étant très faible pour la HF, donc négligeable. Si l'on observe le signal de sortie modulé, il faut brancher au collecteur l'entrée V de l'oscilloscope. Il est nécessaire de s'assurer qu'en plaçant le commutateur de gammes de balayage interne, sur la fréquence qui montrait les sinusoïdes lors de l'expérience 10, on a encore une sinusoïde. Ensuite, placez ce commutateur sur la gamme des plus basses fréquences, comme pour observer la tension 50 Hz seul. Vous voyez alors un signal "tassé", mais d'amplitude variable, ces variations étant à la fréquence de la modulation,

nous présentons cet oscillogramme Fig. 2.

Pour mesurer de façon plus précise l'importance de la modulation (il s'agit de mesurer le rapport des amplitudes minimale et maximale du signal HF) on utilise souvent la méthode du trapèze. L'entrée V de l'oscilloscope est encore reliée au collecteur du transistor, mais on utilise un balayage extérieur, ici le signal de modulation. On observe alors l'oscillogramme de la Fig. 3, où le rapport en question est AB/CD, facile à mesurer avec précision.

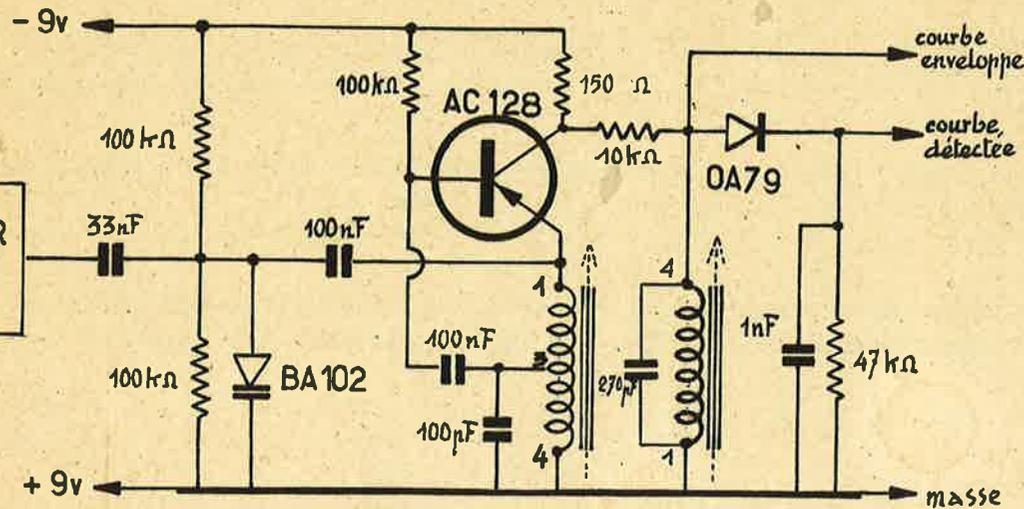
Si le réglage de l'amplificateur de l'oscilloscope n'est pas modifié entre les observations des oscillogrammes de la Fig. 2 et Fig. 3, AB correspond à l'amplitude minimale de la HF, et CD à la maximale.



Changez maintenant la résistance R : mettez $10\text{ k}\Omega$ au lieu de $5,6\text{ k}\Omega$: le signal de modulation aux bornes de la résistance de $1\text{ k}\Omega$ étant plus important, le signal HF se trouve plus profondément modulé : et l'on a les oscillogrammes des figures 4 et 5, dans le premier cas avec balayage intérieur pour basse fréquence, et dans le deuxième cas extérieur par la modulation 50 Hz.

EXPERIENCE 12 : OBTENTION D'UNE COURBE DE SELECTIVITE

Fig. 1



Avec cette expérience, il s'agit de faire apparaître à l'oscilloscope la courbe de sélectivité d'un circuit oscillant. Comme circuit oscillant, vous utiliserez la bobine (cosses 1-3 et 4 et un condensateur de 100 pF. La mesure d'une courbe de sélectivité faisant appel à des variations de fréquence, on obtiendra ces dernières en effectuant une modulation de fréquence de cet oscillateur ECO, par le signal issu de l'oscillateur BF à circuits R-C monté précédemment, après avoir mis des capacités de réaction plus faibles pour augmenter la fréquence

1 nF au lieu de 33 nF. La modulation de fréquence s'obtient par variation de la capacité au rythme de la BF, dans le circuit oscillant mesuré. Cette variation s'obtient avec une diode varicap. C'est une diode à semiconducteur qu'on polarise en inverse et qui, dans ces conditions, présente une capacité variant avec cette tension inverse entre quelques pF et quelques dizaines de pF. On la place, pour la HF, en parallèle avec la capacité fixe de 100 pF du circuit oscillant de l'oscillateur ECO.

Cependant, si l'on applique la HF modulée en fréquence, au circuit oscillant de mesure, et le signal à ses bornes à l'entrée V, on obtiendrait le signal HF modulée en fréquence. (il serait invisible). Les amplitudes seraient différentes selon les fréquences : Le schéma du montage est donné figure 1.

Pour ne faire apparaître que l'amplitude des oscillations, on détecte ce signal avant de l'appliquer à l'oscilloscope (entrée V) ; on redresse la HF avec une diode et un condensateur de filtrage, mais de façon à ne pas modifier le courant BF. D'où le schéma complet du montage figure 2, et l'oscillogramme obtenu figure 3. Page 62.

Si vous agissez sur le noyau de la bobine du circuit oscillant à étudier, la courbe de réponse se trouve modifiée, de même que l'oscillogramme.

On observe un décalage de la courbe vers la droite ou vers la gauche, si l'on modifie la position du noyau dans la bobine de l'oscillateur : la fréquence moyenne des oscillations HF est décalée. Un appareil avec tube cathodique qui fournit directement la courbe de réponse d'un circuit sélectif s'appelle un wobuloscope.

MONTAGE PRATIQUE

Ce montage fait appel au générateur basse fréquence sinusoïdale qui a été monté à l'expérience 2 et qui sera remonté dans les mêmes conditions, sauf en ce qui concerne les 3 condensateurs de 33 nF faisant partie de la boucle de réaction, qui seront remplacés par des condensateurs de 10 nF.

L'emplacement des composants est le même qu'à l'expérience 2. Deux autres parties y seront adjointes :

- 1° - Le modulateur de fréquences avec diodes varicap BA 102 associée à des résistances assurant sa polarisation. Ce montage est effectué à gauche de la platine.
- 2° - Un générateur haute fréquence du type de celui construit à l'expérience 10 et qui prendra place sur le côté droit de la platine.

MODULATEUR

Cette partie comprend deux résistances de 100 k Ω entre + et - 9 volts, un condensateur de 33 nF et la diode à capacité variable BA 102 en parallèle avec une des résistances 100 k Ω côté + 9 volts (la collerette blanche de la varicap est le +).

GENERATEUR HF

Les straps seront soudés en premier.

1	strap	en fil nu	entre les pastilles	39 et 44
1	"	"	isolé	" " 30 et 45
1	"	"	"	" " 29 et 49
1	"	"	"	" " 9 et 44

Les lignes + 9V - 9V sont exécutés en fils continus.

Le transistor AC 128 est soudé comme l'indique le plan de câblage.

Emetteur	pastille	15
Base	"	19
Collecteur	"	20

L'émetteur est polarisé au + 9 volts à travers le bobinage oscillateur.

La base est polarisée par 100 k Ω au - 9 volts.

Le collecteur est polarisé par 150 Ω au - 9 volts

L'oscillation de ce transistor est entretenue par couplage émetteur-base et porte le nom d'oscillateur ECO. La bobine oscillatrice est utilisée dans sa totalité (connexions aux cosses 1 et 4) et la prise médiane (cosse 3) est reliée à la base du transistor par un condensateur de 100 pF.

Le condensateur de 100 pF, accorde, une partie du bobinage.

Une résistance de 10 k Ω assure la liaison avec le bobinage à essayer (pastille 20 et 30). C'est à ce point 30 que sera prélevé le signal envoyé à l'oscilloscope pour l'examen de la courbe enveloppe, mettant en évidence la modulation.

Afin de relever la courbe de ce bobinage d'essai, le signal modulé est détecté à l'aide d'une diode OA 79 (pastilles 30 et 40) le + de cette diode (cercle rouge) est relié à la pastille 40 et est polarisée à partir du + 9 volts, par une résistance de 47 k Ω , et découplé par 1 nF, tous deux au + 9 volts (pastilles 39-40).

Le bobinage d'essai est branché dans sa totalité (cosses 1 et 4) aux pastilles 44-45. Un condensateur de 250 pF en parallèle permet d'amener la résonance sur la même fréquence que la bobine oscillatrice.

C'est à la pastille 40 que l'oscilloscope, (entrée verticale), sera branché pour l'examen de la courbe du bobinage.

ESSAIS

Après vérification du montage, brancher l'oscilloscope (entrée verticale). La masse à la pastille 10, l'autre fil à la pastille 30, pour l'examen de la modulation. A la pastille 40 pour l'examen de la courbe.

Le balayage de l'oscilloscope est interne (3ème et 4ème position). Mettez votre montage sous tension en respectant les polarités. Pour le premier essai, branchez l'oscilloscope à la pastille 30, réglez le balayage horizontal pour voir apparaître une double courbe (positive et négative). Stabilisez cette courbe pour qu'elle occupe le centre de l'écran, en réglant la synchronisation. Lorsque cette image sera stable, branchez la déviation verticale de l'oscilloscope à la pastille 30. La courbe négative va disparaître ainsi que la modulation, seule reste visible la courbe de réponse dont vous pourrez faire varier l'amplitude et la forme, à l'aide du noyau plongeur du bobinage, qui fera varier sa self induction.

Vous pourrez faire varier la largeur de cette courbe, en amortissement le bobinage à l'aide de différentes résistances 10 k - 20 k Ω , par exemple. Si vous dévissez le noyau plongeur de l'oscillateur, vous devrez dévisser d'autant celui du bobinage d'essai.

