CHEZ LE MÊME ÉDITEUR

Petit Guide Pratique de l'Auditeur, par U. ZELBSTEIN.

La Radio ?... Mais c'est très simple ! par E. AISBERG.

Manuel de Construction Radio, par J. LAFAY.

Les Mesures du Radiotechnicien, par H. GILLOUX.

Les Superhétérodynes, par G. SÉRAPIN-W. SOROKINE.

La Pratique de l'oscillographe cathodique, par R. ASCHEN et R. GONDRY.

La Construction des Récepteurs de Télévision, par R. ASCHEN et L. ARCHAUD.

Radio-Dépannage et Mise au point, par R. de SCHEPPER.

Vade-Mecum des Lampes de T. S. F., par P.-H. BRANS.

Schémathèque de Toute la Radio.

40 Abaques de Radio, par A. de GOUVENAIN.

U. ZELBSTEIN
Ingénieur Radio de l'Université de Bordeaux

MANUEL PRATIQUE DE MISE AU POINT ET D'ALIGNEMENT

SOCIÉTÉ DES EDITIONS RADIO
42, Rue Jacob - PARIS (6e)
MCMXL

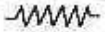
SYMBOLES

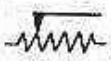
Antenne :

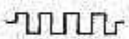
Prise de terre :

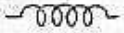
Condensateur :

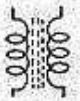
Condensateur variable :

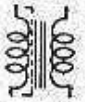
Résistance : 

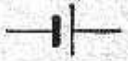
Résistance à curseur : 

Résistance non inductive : 

Inductance sans fer : 

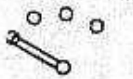
Transformateur à fer finement divisé : 

Transformateur à écran : 

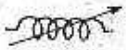
Pile ou accumulateur (le trait épais = le pôle –) : 

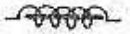
Ecran :

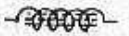
H.P. :

Commutateur : 

Fusible :

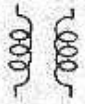
Inductance sans fer : (variable) 

Inductance à fer : 

Inductance à fer, finement divisé (H.F.) : 

Récepteur téléphonique :

Microphone :

Transformateur sans fer : 

Transformateur à fer :

Lampe d'éclairage

Tube à gaz :

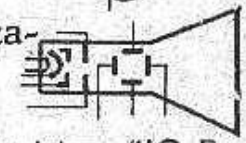
Tube à vide :

Anode :

Filament :

Grille :

Cathode :

Tube à rayons cathodiques : 

D'apres le Comité d'Etudes de la Société des Radio-Electriciens (l'*O.E.*, mai 1937, nº 185).

UNITÉS :

A	= **Ampère**	b	= **Bel**
V	= **Volt**	F	= **Farad**
Ω	= **Ohm**	H	= **Henry**
W	= **Watt**	c/s	= **Cycles par seconde**
C	= **Coulomb**	Hz	= **Hertz**

MULTIPLES ET SOUS-MULTIPLES :

da	= déca × 10	c	= centi 1 : 100
h	= hecto × 100	m	= milli 1 : 1.000
k	= kilo × 1.000	µ	= micro 1 : 1.000.000
M	= méga 1.000.000	µµ	= micromicro : 1.000.000.000.000
d	= déci 1 : 10		

(pF = µµF)

NORMALISATION SPIR DES BOBINAGES ET CV

M.F. : 472 KHz

CV utile : 490 µµF ; résiduelle maximum : 15 µµF

Gamme	Gamme couverte	Point haut	Point milieu	Point bas
G.O.	150 à 300 KHz	264 (55,392)	205 (191,982)	160 (415,5328)
P.O.	515 à 1620 KHz	1400 (18,635)	904 (121,222)	574 (383,0385)
O.C.	5,9 à 18 MHz	16 (15,666)	—	6,5 (393,228)

5 Gammes :

CV utile : 114 µµF VLF. ; résiduelle maximum : 12 µµF

G.O.	275 à 151 KHz	263 (4,3)	213 (32)	162 (89,5)
P.O.2	928 à 510 KHz	886 (4)	713 (31,6)	556 (84,5)
P.O.1	1600 à 878 KHz	1528 (3,8)	1240 (31)	952 (88)
O.C.2	10,8 à 5,9 MHz	10,35 (4,5)	—	6,4 (91)
O.C.1	18,75 à 10,2 MHz	18 (4,5)	—	11,5 (77,5)

Les chiffres entre les parentheses indiquent la valeur correspondante du CV. en µµF.

Le standard Caire CV 460 utilise un CV de capacité variable utile de 445 µµF et résiduelle de 15 µµF. Pour obtenir les valeurs des capacités correspondantes aux différentes fréquences, il suffit de diviser les chiffres d'entre les parentheses par 1,1123.

COULEURS STANDARDS DE CABLAGE ET DES BOBINAGES

R.C.A.

Vert = écran.
Jaune = Plaque.
Bleu = grille, diode.
Bleu chiné = C.A.V., retour grille.
Rouge = H.T. filtrée.
Rouge chiné = H.T. non filtrée.
Noir = masse.
Marron chiné = chauffage

S.P.I.R.

Bleu = plaque.
Marron = écran.
Vert = grille et retours C.A.V.
Rouge = H.T. filtrée.
Jaune = H.T. non filtrée.
Violet = Cathodes.
Noir = masses.
Chiné = filament et tensions alternatifs.

M. F.

Bleu = Plaque.
Rouge = H. T.
Vert = Grille, extrémité secondaire.
Noir = C.A.V.

BLOCS

Blanc Antenne.
Marron Masse.
Gris Grille H. F.
Bleu Plaque.
Rouge H. T.
Vert = Grille modulatrice.
Jaune = Grille oscillatrice
Orange = Anode.
Noir = C.A.V.

TABLEAU DE CONVERSION

des fréquences en longueurs d'onde et vice-versa

Formule : $\lambda_{mètres} = \frac{V}{FkHz}$

1	300000	460	657,2	1750	171,4	4800	62,50
2	150000	480	625,0	1800	166,7	4900	61,22
3	100000	500	600,0	1850	162,2	5000	60,00
4	75000	520	576,9	1900	157,9	5200	57,69
5	60000	540	555,6	1950	153,8	5400	55,56
6	50000	560	535,7	2000	150,0	5600	53,57
7	42857	580	517,2	2050	146,3	5800	51,72
8	37500	600	500,0	2100	142,9	6000	50,00
9	33333	620	483,9	2150	139,4	6200	48,39
10	30000	640	468,8	2200	136,4	6400	46,88
12	25000	660	454,5	2250	133,3	6600	45,45
14	21428	680	441,2	2300	130,4	6800	44,12
16	18750	700	428,6	2350	127,7	7000	42,86
18	16667	720	416,7	2400	125,0	7200	41,67
20	15000	740	405,4	2450	122,4	7400	40,54
25	12000	760	394,7	2500	120,0	7600	39,47
30	10000	780	384,6	2550	117,6	7800	38,46
35	8751	800	375,0	2600	115,4	8000	37,50
40	7500	820	365,8	2650	113,2	8200	36,58
45	6667	840	357,1	2700	111,1	8400	35,71
50	6000	860	348,8	2750	109,1	8600	34,88
60	5000	880	340,9	2800	107,1	8800	34,09
70	4286	900	333,3	2850	105,3	9000	33,33
80	3750	920	326,0	2900	103,4	9200	32,60
90	3333	940	319,1	2950	101,7	9400	31,91
100	3000	960	312,5	3000	100,0	9600	31,25
120	2500	980	306,1	3100	96,77	9800	30,61
140	2143	1000	300,0	3200	93,75	10000	30,00
160	1875	1050	285,7	3300	90,91	11000	27,28
180	1667	1100	272,7	3400	88,24	12000	25,00
200	1500	1150	260,9	3500	85,71	13000	23,08
220	1364	1200	250,0	3600	83,33	14000	21,43
240	1250	1250	240,0	3700	81,08	15000	20,00
260	1154	1300	230,8	3800	78,95	16000	18,75
280	1071	1350	222,2	3900	76,67	17000	17,65
300	1000	1400	214,3	4000	75,00	18000	16,67
320	937,5	1450	206,9	4100	73,17	19000	15,79
340	882,4	1500	200,0	4200	71,43	20000	15,00
360	833,3	1550	193,5	4300	69,77	22000	13,64
380	789,5	1580	189,9	4400	68,18	24000	12,50
400	750,0	1600	187,5	4500	66,67	26000	11,54
420	714,3	1650	181,8	4600	65,22	28000	10,71
440	681,8	1700	176,5	4700	63,83	30000	10,00

INTRODUCTION

Les progrès prodigieux de la technique radio-électrique, l'emploi des tubes à caractéristiques poussées, des bobinages à surtension élevée, les nouvelles conditions de réception (dues au nombre et à la surpuissance des postes émetteurs), les exigences des auditeurs avertis, ont fait d'un *récepteur moderne un ensemble homogène qu'il faut utiliser dans des conditions bien définies.*

Cette précision dans l'utilisation, cette recherche d'un rendement poussé, d'une part, l'industrialisation de la construction et la question du prix de revient imposé par les conditions économiques actuelles, d'autre part, demandent une mise au point très soignée de chaque récepteur. *De cette mise au point dépend*, en dernier lieu, *le rendement même d'une « huitième merveille ».*

Pour pouvoir faire cette mise au point, il faut posséder des connaissances sommaires de la technique radio-électrique, quelques appareils de mesure et de contrôle et, enfin, avoir une méthode simple et logique.

Pour que ce manuel vous serve utilement, il faut que vous puissiez trouver le renseignement désiré sans difficultés. Lisez-le donc attentivement d'un bout à l'autre. Relisez-le au besoin et vous saurez trouver aisément les « tuyaux » cherchés dès que vous en aurez besoin.

DES SURPRISES DE L'ENFANTEMENT...

Vous venez de terminer le câblage d'un châssis. Il a été « enfanté » selon toutes les règles de l'art d'après un bon schéma déjà expérimenté ou d'après une maquette. A votre grand étonnement, votre chef-d'œuvre reste obstinément muet et, tout au plus, vous en tirez, après avoir fait faire à l'aiguille du démultiplicateur plusieurs tours de cadran, quelques sons rauques.

Faut-il désespérer ? Non. Votre châssis a peut-être quelques « blagues ». Nous allons le vérifier. Peut-être demande-t-il tout simplement un ajustage de différents circuits. Il faut donc l'aligner. Le mode opératoire à suivre est le suivant :

1° Vérification mécanique, *a*) du câblage ; *b*) des soudures ;
2° Vérification des circuits ;
3° Mesures statiques ;
4° Alignement.

Et, finalement, si le châssis continue à ne pas donner satisfaction (accrochages, mauvaise musicalité, etc...) :

5° Mise au point.

VÉRIFICATION D'UN CHASSIS CABLÉ

ETUDE SOMMAIRE DE L'OUTILLAGE ET DES APPAREILS DE MESURE ET DE CONTROLE

a) **Outils.** — Nous allons nous munir, tout d'abord, *d'un fer à souder*, qui servira pour faire une soudure oubliée, en refaire une défectueuse, changer une pièce, etc...

On choisira un modèle à faible consommation et à petite inertie calorifique pour pouvoir le brancher seulement au moment de s'en servir. Avec un fer à souder ordinaire, on utilisera un dispositif *économiseur de courant*, qui consiste à introduire en série avec le fer, en le posant sur un support, une résistance supplémentaire limitant la consommation (par exemple celui réalisé par *Baringolz*). Ce système présente l'avantage d'avoir un fer à grande inertie calorifique, c'est-à-dire de pouvoir effectuer des soudures de grosses pièces sur le châssis. La panne sera droite et assez longue pour pouvoir accéder facilement entre les pièces et fils de connexions, même au fond du châssis.

Pour vérifier les connexions et les soudures, ainsi que pour pouvoir retourner les condensateurs et résistances (pour lire leur valeur), on se sert *d'une pince à long bec recourbé* (la pince à crabe) (*Dyna*). On se munit égale-

ment d'une *pince coupante* ou pince téléphone, d'un *jeu de clefs à tube, tournevis, précelle en acier* (le cas échéant on peut voler à sa sœur ou à sa femme la pince à épiler), etc...

Pour l'alignement, nous aurons besoin de quelques outils spéciaux. Pour éviter la variation des constantes électriques en touchant les différentes vis de réglage des circuits à aligner, il faut utiliser des tournevis et clefs avec une partie métallique aussi petite que possible. Les supports ou manchons en matière isolante seront les plus longs possible pour éviter l'effet de la main (variation de capacité par l'approche ou l'éloignement de la main de l'opérateur). Vu leur longueur, ils doivent être très rigides. Les tournevis ou clefs de ce genre portent le nom de « *tournevis ou clefs à trimmer* ou *padding* ». On en trouve couramment dans le commerce (*Neumann, Dyna, Rollix*), mais on peut en fabriquer un assez facilement soi-même. Dans une petite baguette en ébonite ou galalithe, on fait une entaille à l'aide d'une scie. On y loge une lame fine en acier. Avec une petite mèche on perce un trou perpendiculaire à la lame. Une goupille fixe cette dernière dans l'entaille. On peut également

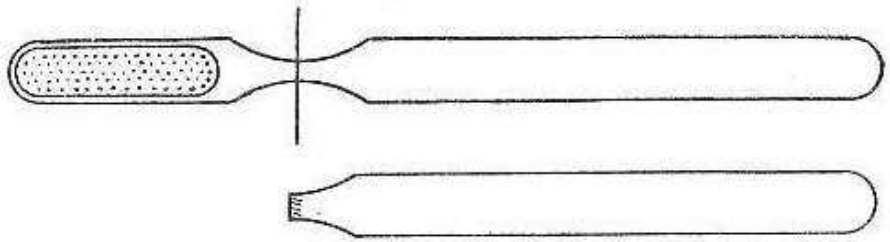


Fig. 1. — Une vieille brosse à dents est vite transformée en tournevis pour l'alignement.

se confectionner un tournevis à trimmer avec une vieille brosse à dents en os (fig. 1). Au cas où les vis de réglage sont isolées ou à la masse, on peut se servir d'un tournevis ordinaire.

Parmi les accessoires utiles, notons en passant les *sondes électro-statiques* et *diélectriques*, faciles à réaliser et sur l'utilisation desquelles nous reviendrons plus loin.

La sonde électro-statique est constituée par un écran (petite plaquette) en tôle ou en cuivre, de préférence, droit ou recourbé. Celui-ci est fixé sur une baguette métallique et le tout est recouvert de papier ou d'un vernis isolant. Ces sondes servent à dépister les couplages parasites (fig. 2). Les sondes diélectriques servent au réglage en ondes courtes et sont constituées par des lamelles en mica ou autre diélectrique, fixés sur des tiges en matière isolante (le bois très sec va, à la rigueur).

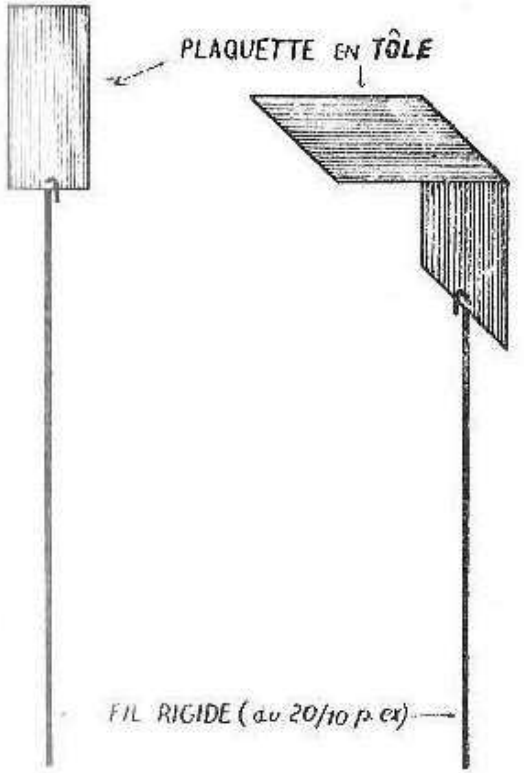


Fig. 2. — Les sondes électrostatiques. Introduites entre deux connexions, elles constituent un écran et facilitent la recherche des accrochages (couplages parasites). Pour éviter des court-circuits, elles seront peintes ou l'on prendra la précaution de coller du papier sur les deux faces.

Pour la vérification de l'alignement on peut également se confectionner ou acheter un petit outil (*baguette d'ali-*

gnement) fort utile. Sur les deux extrémités d'une tige en fibre ou en verre de 15 à 20 ‰ on fixe respectivement un noyau magnétique et un petit canon en cuivre. L'introduction du noyau en fer pulvérisé dans le champ d'une bobine augmente la self-induction, c'est-à-dire diminue la fréquence propre. Le cuivre, au contraire, augmente cette dernière. On peut se servir également d'un morceau de tuyau en caoutchouc. On loge le noyau d'un côté et le cuivre de l'autre. Une telle « baguette » a l'avantage d'être souple et pouvoir être introduite plus facilement.

Pour effectuer le réglage des postes munis de la C.A.V., on branche un voltmètre sur la cathode de la lampe M.F. Comme il n'est pas toujours aisé d'effectuer ce branchement sous le châssis, on utilise un bouchon intercept (fig. 3 *a*). On peut confectionner ce bouchon au moyen d'un support de lampe : on enlève tous les contacts, sauf celui correspondant à la cathode.

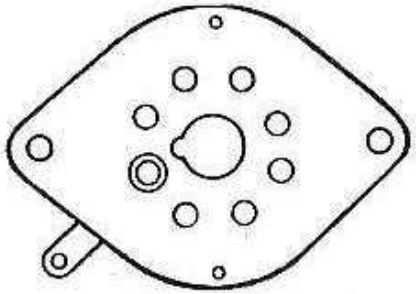


Fig. 3 *a*. — Pour brancher un voltmètre sur la cathode de la lampe MF on passe le culot de la lampe dans un support. On enlève tous les contacts, sauf celui correspondant à la cathode. Sur le dessin le support est vu par en dessous.

Pour intercaler un milliampèremètre dans le circuit plaque de la lampe détectrice, un vieux culot de lampe et son support serviront de bouchon-intercept (fig. 3 *b*).

Il arrive que, la lampe étant surélevée, le fil de la M.F.

soit trop court pour être branché sur le téton de la grille de commande. On utilise alors une petite rallonge (fig. 3 *c*).

Avant d'aborder les appareils de mesure, disons en passant qu'il faut, pour les relier à la source de tension

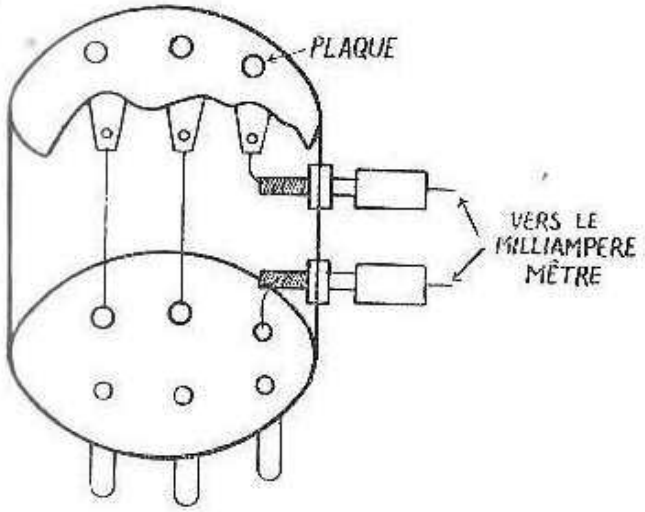


Fig. 3 *b*

Fig. 3 *c*

Fig. 3 *b*. — Pour pouvoir intercaler un milliampèremètre dans le circuit plaque d'une lampe détectrice, on utilise un bouchon-intercept qui peut être confectionné au moyen d'un culot de lampe et d'un support. La connexion plaque sort sur deux bornes (2 vis, p. ex.). On prendra soin de le shunter avec un condensateur de 5.000 cm. ou de 0,1 µF.

Fig. 3 *c*. — L'utilisation d'un bouchon-intercept surélève la lampe et oblige d'utiliser des rallonges pour relier la connexion grille au téton placé au sommet de l'ampoule.

ou d'intensité à mesurer, deux cordons grippe-fil (*Dyna*) ou tout simplement des cordons avec des pointes de touche ou des pinces crocodile. Pour court-circuiter les différents organes, faire des connexions volantes, etc... on disposera, à la portée de la main, plusieurs cordons de 15 à 25 ‰ avec fiches bananes et pinces crocodile.

b) **Appareils de mesure et de contrôle.** — Pour vérifier les différentes tensions et intensités dans un châssis, nous nous servirons d'un *contrôleur universel*. La meilleure lecture se fait lorsque la déviation de l'aiguille est suffisamment grande, 3/4 ou 4/5 de l'échelle, par exemple. Pour cela, il faut choisir un contrôleur avec les sensibilités suivantes :

Tensions : 1,5 v, 7,5 v, 30 v, 150 v, 300 v, 750 v et même 1.000 v
ou 1,5 v, 3 v, 50 v, 100 v, 250 v, 500 v et même 1.000 v.

Intensités : 3 mA, 30 mA, 150 mA, 1,5 A, 7,5 A.

Les sensibilités utilisées, pour la mesure de polarisation H.F., M.F. et, dans certains cas, B.F. : 1,5 v, 7,5 v

—	B.F.	7,5 30, 150 v.
—	de détectrices	30, 150 v.
de la tension plaque ou écran		150, 300, 750 v.
tension de chauffage valve		7,5 v, 30 v alt.
—	— lampes	7,5 v, 30 v alt.

Les mesures en alternatif se font avec un petit redresseur à oxyde de cuivre (*Oxymétal, Westinghouse*, par exemple) logé dans le boîtier du contrôleur. On peut également utiliser une diode dans le genre de 6H6 ou EB4 (voir la collection 1938 du *Radio-Constructeur*).

Etant donné que les mesures s'effectuent généralement sur des circuits à très faible consommation, il faut que la résistance interne de l'instrument de mesure soit suffisamment grande, autrement dit, que sa consommation propre soit faible. Nous allons mieux préciser notre pensée à l'aide d'un exemple. Supposons que nous ayons à mesurer une tension appliquée sur la plaque d'une 75 américaine à travers une résistance de 0,5 MΩ, à partir d'une tension de +250 v (fig. 4). Le courant anodique de la lampe est de 0,23 mA. Ce montage peut être assimilé à un système de deux résistances bran-

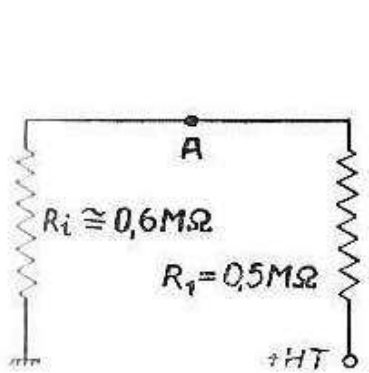


Fig. 4 *a*

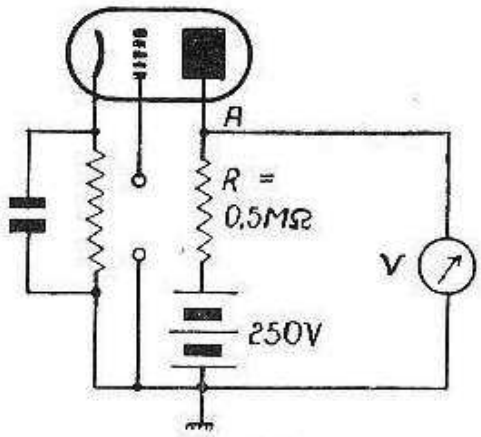


Fig. 4 *b*

Fig. 4 *a*. — Une lampe peut être assimilée à un système de résistances. Cas d'une 75, R_1 résistance de charge, R_i résistance interne de la lampe. En branchant un voltmètre au point A (plaque) s'il consomme beaucoup, son courant s'ajoute à celui de la lampe. La chute de tension aux bornes de R_1 augmente et la lecture est faussée.

Fig. 4 *b*. — Schéma théorique du circuit équivalent.

chées entre le + H.T. et la masse : la résistance de charge et la résistance interne. Le calcul montre que la tension sur la plaque est de +135 v.

Supposons que le voltmètre fait 200 ohms par volt, c'est-à-dire que la résistance totale pour la sensibilité de 150 v. est de 150 × 200 = 30.000 Ω. Pour mesurer la tension plaque, on branche l'appareil de mesure entre la plaque (point A) et la masse. La résistance interne de la lampe se trouve alors shuntée par une résistance de 30.000 Ω, d'où augmentation du débit du système, augmentation de la chute de tension aux bornes de la résistance plaque (résistance de charge). La tension indiquée

par l'appareil de mesure est, dans ce cas, inférieure à la tension réellement appliquée sur la plaque. Il faut donc choisir un modèle à grande résistance interne, par exemple 1.000 Ω par volt.

Pour contrôler l'alignement, nous rejetons *a priori*, l'utilisation du voltmètre de sortie (tant pis pour ceux qui l'appellent « outputmeter » !). Nous en donnerons l'explication un peu plus loin. Nous nous servons soit d'un milliampèremètre, soit d'un voltmètre à lampe, ou d'un voltmètre pour courant continu. Dans tous les cas, nous aurons besoin *d'un milliampèremètre à cadre de* 0-1 *mA*. Ce même appareil pourra rendre des services multiples et permettra, le cas échéant, d'économiser l'achat d'un contrôleur universel (*Da et Dutilh, Brion Leroux, Audiola*, etc.).

Pour la mesure des tensions, il faut intercaler en série avec le milliampèremètre des résistances, dont la valeur se calcule d'après la formule :

$$R = U / I \text{ ohms}$$

où U est la tension à mesurer en volts et I l'intensité, exprimée en ampères, pour la déviation totale de l'aiguille

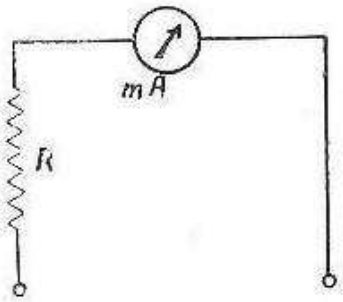


Fig. 5. — Pour utiliser un milliampèremètre en voltmètre, on branche, en série, une résistance de manière que la source de tension à mesurer ne débite au maximum qu'un courant correspondant à la déviation maximum de l'aiguille. La valeur de R se calcule d'après

$$R\ (\Omega) = U\ (V) / I\ (A)$$

du milliampèremètre. Nous négligeons la chute de tension due à la résistance interne de l'appareil, celle-ci étant faible vis-à-vis du R (fig. 5).

Pour mesurer des intensités supérieures à la sensibilité de l'appareil, nous branchons les shunts dont la valeur se calcule par la formule :

$$R = \frac{g\,i}{I - i}$$

où R est la valeur de la résistance du shunt; g la résistance interne du milliampèremètre ; i l'intensité pour la déviation totale de l'aiguille du milliampèremètre et I l'intensité à mesurer (fig. 6).

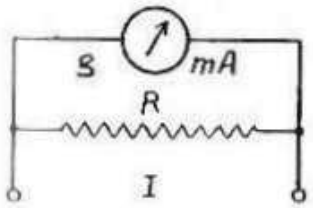


Fig. 6. — Pour mesurer des intensités supérieures à la valeur de la déviation totale de l'aiguille, on branche une résistance en parallèle (shunt). Cette résistance dérive le surplus de courant. Sa valeur se calcule d'après

$$R = \frac{g\,i}{I - i}$$

R, valeur du shunt; g, résistance de l'appareil; I, intensité.

La mesure des résistances et la vérification de la continuité des circuits se fait à l'*ohmmètre*. Il faut avoir au moins deux sensibilités : de 0 à 500 ou 1.000 Ω et de 0 à 100.000 ou 500.000 Ω. La sensibilité de 0 à 10 MΩ peut être également utile. On peut remplacer l'ohmmètre par un contrôleur avec pile ou la tension du secteur. La valeur de la résistance se détermine d'après la formule

$$R + g = V / I,$$

où R est la résistance inconnue, g la résistance interne de l'appareil de mesure, V la tension de la source (pile ou secteur) et I l'indication du milliampèremètre.

Si l'on se sert d'un voltmètre pour la mesure des résistances, on applique la formule

$$R = g\left(\frac{D}{d} - 1\right),$$

où R est la résistance inconnue, g la résistance interne de l'appareil, D la déviation totale pour la source en c.c. et d la déviation avec la résistance à mesurer.

Pour la mesure approchée des résistances et pour la

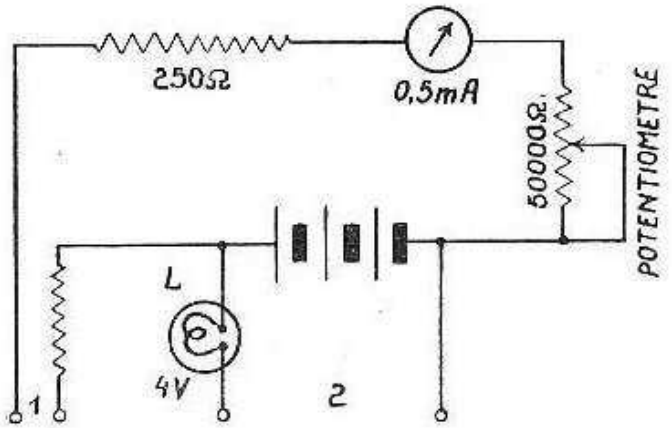
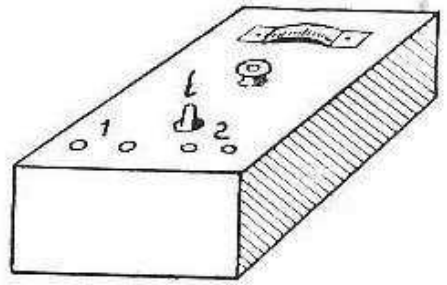


Fig. 7. — Schéma d'une « sonnette ». Quand on branche un fil entre les bornes 1, on ferme le circuit de la pile et du milliampèremètre. On a une déviation de l'aiguille suivant la valeur de la résistance mesurée. Entre les bornes 2, on ferme le circuit de la pile et de la lampe L. La lampe s'allume si la valeur de la résistance mesurée est faible (de l'ordre de 2 à 14 Ω). La pile est de 4,5 v.

vérification de la continuité des circuits, on se sert d'une « *sonnette* » dont nous indiquons à titre d'exemple, une réalisation simple (fig. 7 et 8).

Pour la mesure des faibles résistances on se sert de l'éclat lumineux de l'ampoule L, pour la vérification des grandes résistances, du milliampèremètre. Pour des réalisations plus perfectionnées, nous conseillons vivement de consulter la collection de *Toute la Radio*.

Fig. 8. — Exemple de réalisation pratique d'une « sonnette ». Outre la lampe, les bornes et le milliampèremètre, on voit le bouton du potentiomètre pour ajuster la déviation de l'aiguille.



Pour les mesures de sensibilité d'un récepteur et aussi, dans certains cas, pour l'alignement, on utilise un *voltmètre de sortie*. C'est un voltmètre alternatif dont la résistance est adaptée au circuit de sortie du tube de puissance. Nous indiquons, à titre d'exemple, quelques schémas de branchement.

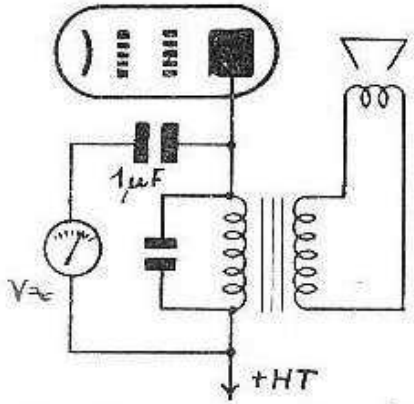


Fig. 9. — Branchement du voltmètre de sortie dans le cas d'une seule lampe. Le retour du voltmètre peut s'effectuer soit à la masse, soit au + H.T.

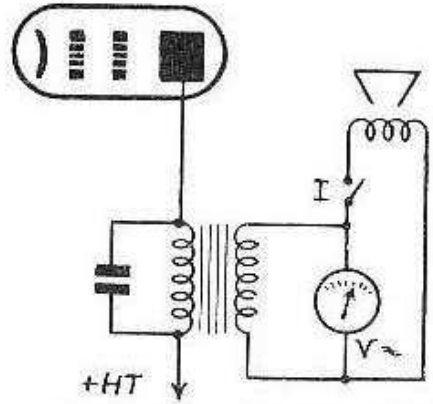


Fig. 10. — Réglage silencieux. Exemple de branchement d'un voltmètre de sortie dans le cas d'une seule lampe. En coupant l'interrupteur I, aucun courant ne traverse la bobine mobile et le réglage peut s'effectuer sans bruit.

1° Dans le cas d'un seul tube de sortie (fig. 9), le courant variable, proportionnel à la tension du signal d'attaque passe dans le primaire du transformateur de sortie. Le voltmètre indique la valeur de tension créée aux bornes du primaire. Le condensateur en série évite le passage de la composante continue du courant pla-

que. Dans le cas de la fig. 10, nous mesurons uniquement la tension alternative dans le secondaire. L'interrupteur *I* permet d'effectuer un réglage silencieux, en coupant le circuit de la bobine mobile.

2° Dans le cas d'un montage en push-pull, il suffit de brancher le voltmètre entre les deux plaques de tubes de sortie. Les composantes continues s'annulent et seule la tension alternative agit sur l'appareil.

Pour la mesure de la sensibilité des appareils récepteurs, on remplace parfois le haut-parleur électrodynamique par un système équivalent. Le tube final débite sur une impédance de charge et on mesure avec un voltmètre (qu'on peut étalonner en watts de sortie) la différence de potentiel créée (fig. 11).

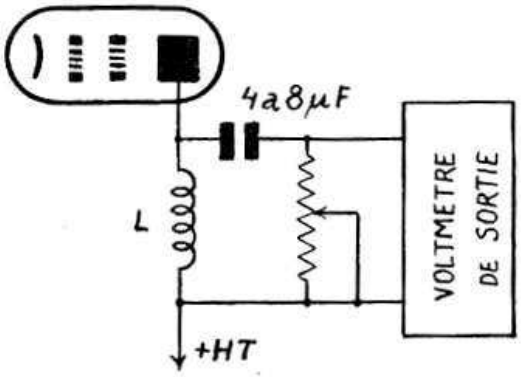


FIG. 11. — Branchement d'un voltmètre de sortie pour la mesure de sensibilité.

c) **Indicateurs de résonance.** — L'alignement et le réglage consistent dans l'établissement d'une concordance des constantes électriques (self-induction, capacité) des différents circuits. Pour cela on agit, le plus souvent, sur la capacité qu'on rend variable, la variation de la self-induction étant difficile et par trop imprécise (cas des variomètres ou bobinages à plots). Toutefois, il est possible de faire varier la self-induction dans les bobinages à fer en déplaçant le noyau. On peut également faire varier la self-induction d'une bobine en introduisant dans son champ un noyau plongeur en cuivre (*Renard, Bayard*). A l'accord exact (à la résonance), l'impédance série du circuit devient très grande et aux bornes de celui-ci apparaît une tension maximum pour la fréquence déterminée. Pratiquement, l'accord exact des circuits d'un poste va se traduire par l'augmentation de l'amplification et, en dernier lieu, par l'augmentation du volume sonore à la sortie. On peut donc aligner un récepteur en tenant compte du niveau de son. Apparemment oui. Pratiquement non. Les qualités exigées d'un récepteur moderne : grande sélectivité, bonne musicalité, grande sensibilité, demandent un réglage très précis. Cette précision est

encore augmentée du fait de l'utilisation des tubes à grande amplification, bobinages à courbe de résonance très pointue, etc... Or, l'oreille humaine est malheureusement relativement peu perfectionnée : la perception de nos sens ne varie pas proportionnellement à l'excitation (ondes sonores en occurrence). Alors qu'il nous semble que la puissance a à peine doublé, elle dépasse de loin le double. Pour déterminer cette relation, on utilise une échelle logarithmique. Il faut donc avoir un moyen de contrôle pour indiquer l'augmentation de puissance à la résonance, de manière à pouvoir régler exactement notre récepteur.

Pour aligner un récepteur, nous émettons avec un petit oscillateur de mesure, une onde entretenue d'une fréquence déterminée. Nous accordons les différents circuits sur cette fréquence. Nous pouvons constater l'augmentation de l'amplification, due à l'accord exact, soit à la sortie de la partie amplificatrice du poste, soit dans la détectrice, soit dans le circuit du régulateur automatique de sensibilité (C.A.V., anti-fading) par l'augmentation de la tension négative. Nous rejetons, *a priori*, un indicateur de résonance à la sortie (output-meter), car le réglage dépend de l'étage B.F. et de la modulation de notre oscillateur de mesures. En effet, il est presque impossible d'avoir un taux de modulation constant et optimum pour notre système détecteur.

Il faut aussi prendre des précautions pour éviter la surcharge de l'étage B.F. Toutefois, si l'on prend la précaution de travailler avec un signal faible, cette méthode peut donner des résultats suffisamment précis. Etant donné que nous nous servons d'un oscillateur non modulé, on branche un indicateur de résonance dans le circuit du détecteur. Il nous indiquera le courant moyen détecté.

CAS D'UNE DÉTECTION DIODE

Si le récepteur a une C. A. V., on branche soit un milliampèremètre dans le circuit-plaque d'un tube commandé par la C.A.V., soit un voltmètre à courant

continu aux bornes de la résistance de polarisation de sa cathode. L'augmentation de l'amplification va se traduire par une polarisation croissante due à la C.A.V. Le courant-plaque va diminuer, la chute de tension aux bornes de la résistance va diminuer et l'aiguille du voltmètre va accuser une diminution de déviation ; on choisit un voltmètre dont la déviation totale correspond à la polarisation maximum de la lampe en l'absence de signal. Dans certains récepteurs, on se sert comme indicateur du réglage exact, soit d'un milliampèremètre branché dans le circuit-plaque de la lampe M.F., soit des petits tubes à rayons cathodiques (EM1, 6G5, 6U5, EM4, etc...). Mais le réglage précis avec ces tubes est assez difficile à obtenir, car l'œil n'apprécie pas toujours facilement les faibles variations des secteurs d'ombres. Remarquons,

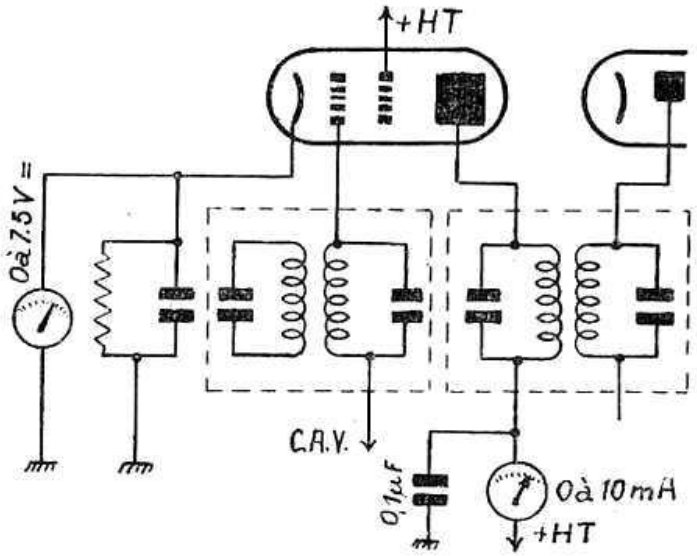


Fig. 12. — Dans un récepteur muni de la C.A.V., on se sert de la variation du courant plaque provoquée par le potentiel négatif de la C.A.V. (proportionnel au courant moyen détecté). On constate cette variation soit en intercalant un milliampèremètre dans le circuit plaque, soit en branchant un voltmètre en parallèle sur la résistance de polarisation.

en passant, qu'en branchant notre appareil de mesure soit dans le circuit détecteur, soit dans le circuit de la C.A.V., nous réalisons en même temps un réglage silencieux. Dans l'industrie, cela permet de faire travailler plusieurs aligneurs dans un atelier et pour l'amateur, il y a là, en plus, l'avantage de ne pas être agacé par les notes monotones de la modulation, ni d'être menacé d'une révolution familiale !

Le branchement et la sensibilité des appareils utilisés dépendent du type de détecteur du récepteur (fig. 12).

Cas d'une détection grille.

On branche un milliampèremètre c.c. dans le circuit plaque. En l'absence de signal, la polarisation de la grille est minimum, le courant est donc maximum et la déviation de l'aiguille de même. *Dès qu'on applique un signal HF ou MF sur la grille du tube, la polarisation augmente et le courant plaque diminue, ainsi que la déviation de l'aiguille de l'appareil de mesure.* On choisit un milliampèremètre dont la déviation totale correspond au courant plaque en l'absence de signal.

Cas d'une détection plaque

Le branchement du milliampèremètre est le même que pour la détection grille, mais *le courant plaque moyen augmente proportionnellement à la tension HF ou MF détectée.* Il est préférable d'utiliser un appareil dont la déviation de l'aiguille est minimum pour la valeur du courant-plaque en l'absence de signal.

Remarque. — Il faut éviter la saturation du détecteur. La distorsion rend la lecture impossible du fait qu'elle donne une indication erronée. On utilise le signal le plus faible possible. Cette méthode demande l'emploi d'instruments de mesures de grande sensibilité. Pour l'éviter, pour ne pas avoir à introduire des appa-

reils de mesure dans le circuit (parfois causes de troubles), on peut se servir d'un *voltmètre à lampe*.

Il existe une quantité de réalisations possibles. Dans le cas d'une détection diode le problème est simple. La tension à redresser est appliquée entre la grille et la cathode d'un tube convenablement polarisé. Dans le circuit plaque de ce tube, nous plaçons un milliampèremètre. L'augmentation de la polarisation, due à la tension qui apparaît aux bornes de la résistance de détection, va déterminer une diminution de courant-plaque (fig. 13) donc une diminution de la déviation de l'aiguille du milliampèremètre.

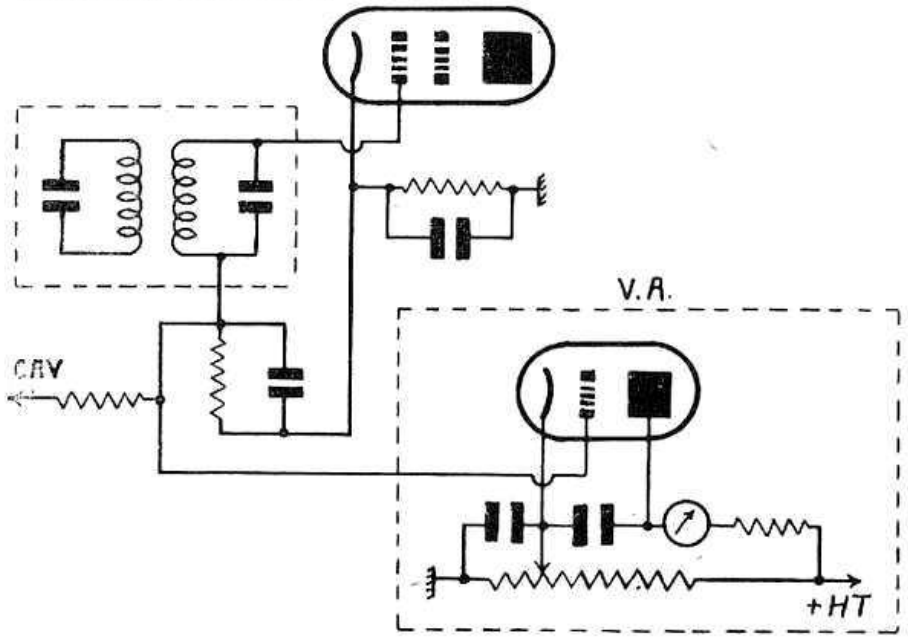


Fig. 13. — Pour le contrôle de l'alignement, on branche un voltmètre à lampe aux bornes de la résistance de détection.

Dans le cas d'une détection grille ou plaque, le branchement s'effectue entre la plaque et la masse. Il faut prévoir une polarisation fixe et convenable pour annuler la forte tension positive qu'on applique sur la grille du tube du voltmètre à vide.

Comme dans le cas d'un détecteur ordinaire, là aussi il est très important de ne pas saturer le voltmètre à lampe, il faut que le tube travaille dans des conditions déterminées. On tâchera chaque fois d'ajuster le signal d'attaque de manière à se placer exactement dans les meilleures conditions. On se sert de la courbe courant plaque en fonction de la tension grille et on choisit la partie rectiligne de la courbe caractéristique (fig. 14).

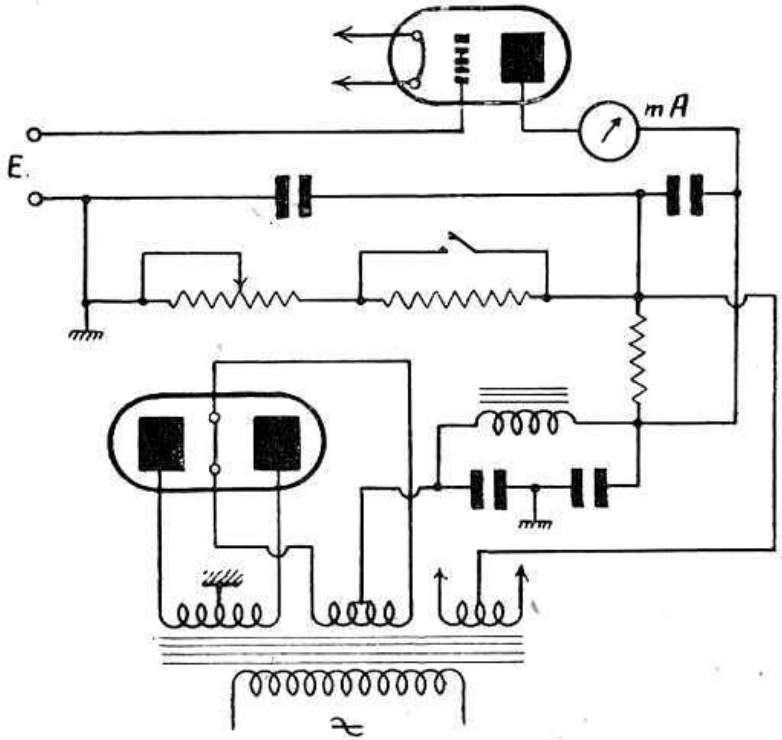


Fig. 14. — Schéma théorique d'un voltmètre à lampe.

d) **Oscillateur de mesure.** — Nous n'allons pas donner ici la description d'un oscillateur de mesure (hétérodyne, signal-generator, génostat). Il faut considérer un oscillateur de mesure comme un appareil de précision. Toutefois, pour les mesures courantes on pourra se servir d'un excellent oscillateur décrit par H. Gilloux dans son ouvrage : « *Les mesures du Radio-technicien* ». Signalons aussi un oscillateur décrit dans le « *Memento Tungsram* »

1939. Les qualités qu'on exige de lui sont : 1) possibilité d'avoir toutes les fréquences de gammes de réception (O.T.C., O.C., P.O., M.O., G.O.) ainsi que les fréquences nécessaires pour le réglage des bobinages M.F. de 100 à 150 kHz et de 350 à 500 kHz ; 2.) stabilité de fréquence en fonctionnement ; 3) un atténuateur progressif étalonné en volts de sortie et sans influence sur la fréquence ; 4) lecture précise et facile ; 5) avoir, si possible, la gamme M.F. suffisamment étalée, pour pouvoir vérifier la sélectivité ; 6) et, finalement, pour l'étalonnage courant, la présence de points fixes prédéterminés obtenus par un contacteur ou boutons poussoirs.

e) **Antenne fictive.** — Pour coupler le récepteur à l'oscillateur de mesures, autrement dit pour envoyer un signal de l'oscillateur vers le récepteur, nous allons utiliser une antenne fictive d'une « hauteur effective » d'environ 4 mètres. Les valeurs des éléments de cette antenne sont C = 200 µµF, L = 20 µH, R = 25 Ω.

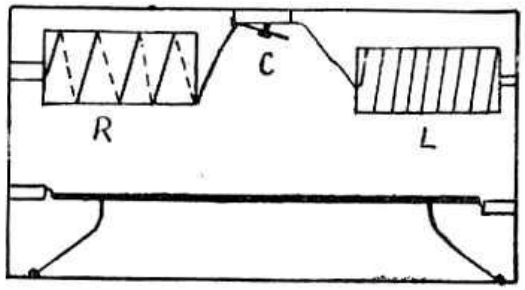


Fig. 15 *a*. — Une antenne fictive est constituée d'une capacité, d'une self-induction et d'une résistance non-inductive. Le tout enfermé dans un blindage.

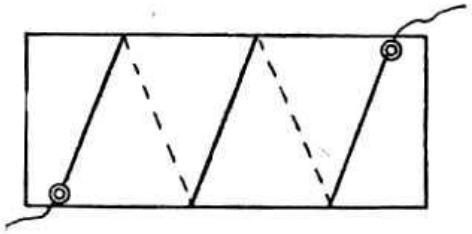


Fig. 15 *b*. — La résistance non inductive sera bobinée sur une plaquette en bakélite ou mica.

La résistance sera non inductive; on la bobinera sur un morceau de mica en espaçant convenablement les spires (fig. 15). La bobine sera faite sur un tube en bakélite de 25 m/m, et comportera 35 spires jointives de 5/10 à deux couches coton. Enfin, le condensateur sera du type ajustable au mica. Le tout sera fixé dans un boîtier en

aluminium. Pour les fréquences de 1,5 MHz à 20 MHz, l'antenne fictive sera constituée par une résistance pure de 400 Ω.

Nous branchons la borne antenne de l'oscillateur à la borne E de l'antenne fictive (fig. 16) et la borne S de l'antenne fictive à la borne antenne du récepteur. Les masses du récepteur et de l'oscillateur sont reliées à la borne non isolée M placée sur le blindage de l'antenne

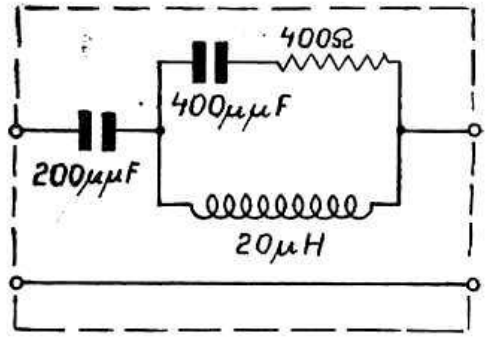


Fig. 15 *c*.— Schéma d'une antenne fictive toutes ondes.

fictive. Le câble de liaison entre l'oscillateur, l'antenne fictive et le récepteur sera du type à faible capacité, câble télévision, par exemple (câble H.F. de *Elma* ou « Telcon » type *Trunk*). Le fil sera serré directement dans les bornes pour éviter des surfaces de rayonnement. Entre la borne et le blindage on intercale une perle d'isolement.

On peut remplacer les antennes fictives P.O. et O.C. par une antenne fictive unique (toutes ondes) constituée par :

Une capacité de 200 µµF, en série avec un circuit comprenant une résistance de 400 Ω en série avec une capacité de 400 µµ, le tout en parallèle avec une inductance de 20 µH (fig. 15 *c*).

Pour les postes récepteurs destinés à fonctionner avec une petite antenne intérieure, on se sert d'une antenne fictive « intérieure » équivalente à un fil isolé de 5 mètres, longeant un mur.

Pour les fréquences de 150 à 1.500 kHz, cette antenne sera constituée par :

Une capacité de 50 µµF en série avec une résistance de 25 Ω.

Pour la fréquences de 1,5 à 20 MHz :

Une résistance pure de 200 Ω.

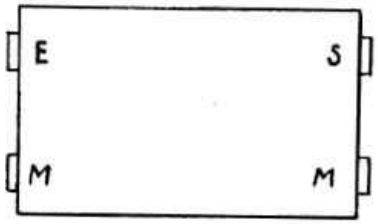


FIG. 16. — Vue extérieure d'une antenne fictive.

f) **Condensateur séparé**. — Pour l'alignement on a besoin de pouvoir remplacer un élément du bloc des condensateurs variables du récepteur par un condensateur séparé, commandé d'une façon indépendante. Ce

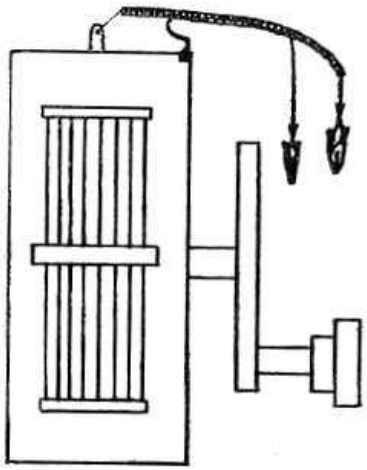


FIG. 17. — Le condensateur variable séparé sera muni d'un cordon sous gaîne métallique, terminé par une fiche banane et une pince crocodile.

condensateur sera muni d'un câble blindé relié à la masse du récepteur au moyen d'un deuxième cordon (fig. 17).

VÉRIFICATION MÉCANIQUE

Se tromper est humain, oublier l'est également. Avant de brancher notre châssis sur le courant du secteur, voyons si nous n'avons pas oublié une connexion ou une soudure. Procédons avec méthode.

Avec un petit marteau en caoutchouc (heurtoir *Dyna*, par ex.), ou avec le manche d'un tournevis, frappons plusieurs fois le châssis, ou tout simplement soulevons-le légèrement et laissons-le retomber sur la table. Les gouttes de soudure et les brins de fils, restés après le câblage dans le châssis, retombent, une soudure défectueuse se décolle, une vis mal serrée se desserre davantage, etc... Vérifions ensuite si celles-ci sont bien serrées, surtout les vis sous lesquelles sont placées les cosses avec les connexions de masse. Si ce sont des rivets, on vérifie si le bout est aplati de l'autre côté. Au cas où le châssis est en tôle peinte, même si l'on a pris la précaution de gratter la peinture, il est très utile de vérifier s'il n'y a pas de résistance ohmique entre le châssis et la vis ou rivet. Il faut aussi vérifier si le condensateur électrochimique est bien à la masse. Si le C.V. n'est pas encore calé on le ferme, on rentre les lames, le démultiplicateur est placé sur 180°, c'est-à-dire tout à fait en bas de la gamme (vue au point de vue de la fréquence, bien entendu) et l'on bloque soigneusement la vis pointeau placée sur le flector ou sur l'axe du démultiplicateur. Si le flector n'est pas solidaire de ce dernier, il faut s'assurer que la vis de fixation du flector sur l'axe du démultiplicateur ou inversement est bien serrée.

a) **Vérification du câblage.** — Cette vérification vient après celle de la fixation des pièces. Commençons par l'alimentation. La valve, les filaments, ensuite l'étage B.F., détectrice, M.F., la changeuse de fré-

quence et, finalement, l'étage H.F., s'il en existe un. En effectuant cette vérification, voyons si les valeurs des résistances et capacités sont bien conformes au modèle ou au schéma.

Il faut éviter que les connexions H.T. soient trop tirées sur les parois coupantes du châssis (se méfier des bavures) ou écrasées entre deux pièces. On se sert de la pince à bec recourbé (pince à crabes), ou de la précelle, pour écarter les fils là où il y a risque d'amorçage d'un arc. En effet, à l'allumage, avec une valve à chauffage direct (80, 5 Y 3 p. ex.), la tension atteint facilement 450, 500 v. et l'isolement des fils peut devenir insuffisant. Par contre, on aplatira le plus possible contre le châssis les connexions de masse et, en général, toutes connexions dont le rayonnement sur celles avoisinantes risque de provoquer un accrochage (grille-plaque d'un tube, par exemple).

b) **Vérification des soudures.** — Avec la même pince à crabes on vérifie les soudures. Il est inutile de tirer sur chaque connexion pour voir si la soudure est bonne. On le fera quand la soudure semble douteuse. Il arrive, quand on soude un fil mal étamé, ou sur une cosse légèrement oxydée, que la soudure coule autour et que le fil se trouve collé à l'intérieur par l'âme décapante de la soudure. On enlève les traces du décapant et on tire sur le fil à la base de la soudure. Cette opération doit être faite pas trop brutalement, de manière à éviter que le fil casse. Au lieu d'exercer une traction unilatérale (dans un sens) sur le fil, il vaut mieux le tirer légèrement de gauche à droite. Il faut se méfier également de belles soudures brillantes, si l'on voit que le fil ne fait pas entièrement corps avec elles (1).

(1) Nous recommandons au lecteur de lire le chapitre sur la soudure du « *Manuel de Construction Radio* », de J. LAPAYE.

c) **Vérification des circuits.** — *La vérification préalable des circuits permet d'éviter des recherches en cas de panne et la détérioration des tubes ou résistances en cas d'erreur de branchement ou de valeurs.* Avec un peu d'habitude, cette vérification s'effectue très rapidement et, méthodiquement faite, elle évite les longs tâtonnements en cas de panne. *C'est une fort détestable habitude qu'il ne faut pas prendre, et qu'il faut combattre dans les ateliers, que de vouloir brancher immédiatement un poste, une fois câblé.* Si même il marche, cela ne veut pas dire qu'il soit sans défaut. S'il ne marche pas, on perd encore du temps. L'expérience nous a prouvé, qu'il s'agisse d'un seul récepteur ou d'une série, qu'on y gagne, non seulement en sécurité, mais aussi du temps.

Nous allons nous servir tout simplement d'un ohmmètre.

Commençons par l'alimentation. Vérifions les primaires du transformateur secteur ; cela peut nous éviter de faire sauter les fusibles, aussi bien du poste que de l'atelier ou de l'appartement. S'il est branché convenablement, s'il n'y a ni court-circuit, ni coupure, on trouvera pour l'enroulement de 110 v. une résistance de l'ordre de 15 à 20 Ω. Vérifiez également si les prises 130, 150, 220 et 240 v. ne sont pas court-circuitées et tant que vous y êtes, le primaire et la masse. Pour 220 v., on a environ 50 Ω. Evidemment, il ne faut pas oublier de mettre le fusible. Ensuite, nous mesurerons les secondaires H.T. entre les plaques de la valve et la masse.

Voyons si le pôle positif du premier condensateur de filtrage n'est pas à la masse. Nous remarquons un courant de charge, cela nous prouve en même temps qu'il n'est pas coupé. Entre le + H.T. et les différentes électrodes des tubes, nous devons trouver les valeurs des

résistances branchées dans leur circuit. Entre le + H.T. et la masse nous trouvons soit une résistance infinie, après une charge du condensateur de filtrage, soit la valeur d'un pont d'alimentation d'une ou des électrodes, soit la valeur d'une résistance de fuite (10.000 à 100.000 Ω). Dans un récepteur tous courants, nous trouvons la résistance de l'enroulement d'excitation du haut parleur, plus la bobine de filtrage (2.500 à 3.500 Ω).

On passe ensuite à la vérification des circuits de la commande automatique du volume, des grilles et cathodes. Pour trouver les points incriminés en cas de court-circuit, on procède par élimination, en débranchant successivement différents circuits. Supposons, par exemple, que nous trouvons la + H.T. à la masse. Si la résis-

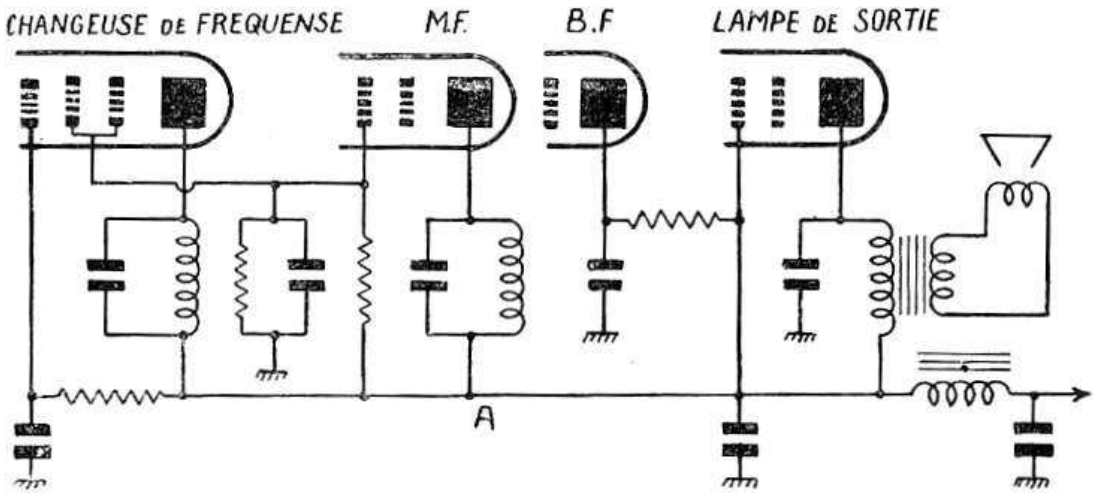


Fig. 18. — Pour trouver plus facilement un court-circuit, on divise la ligne en deux et on procède par élimination.

tance est nulle, la ligne ou le condensateur de filtrage sont seuls à incriminer. En coupant la ligne au point A (fig. 18), nous isolons une branche de celle-ci. On vérifie les deux tronçons et, en procédant par élimination successive, on détermine exactement le point de court-circuit.

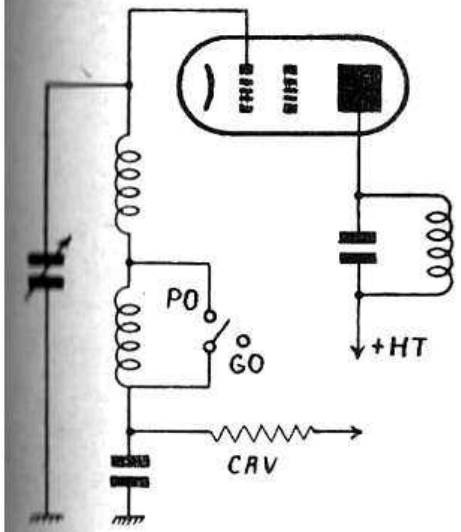


Fig. 19. — Commutation P.O.-G.O. En P.O. l'enroulement supplémentaire des G.O. est court-circuité.

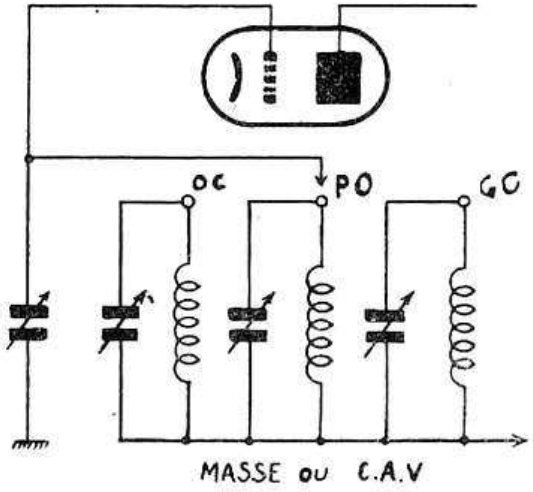


Fig. 20. — Commutation par gammes séparées. Pour la réception d'une gamme déterminée, on met en circuit le bobinage correspondant.

Au cas où l'on trouve une assez grande résistance, et si le poste ne comporte pas de résistance de fuite, le court-circuit vient d'un écran, plaque pré-amplificatrice, plaque oscillatrice, etc... Si la résistance est de l'ordre de quelques dizaines d'ohms, le court-circuit à la masse vient de la plaque de la changeuse de fréquence, M.F. ou lampe finale (grain de soudure, condensateur variable ou ajustable en court-circuit, court-circuit dans le support de lampe, etc...). Le court-circuit peut également exister à l'intérieur d'un bobinage M.F. ou H.F.

Il ne nous reste qu'à vérifier si les bobinages sont correctement branchés. Si le retour des bobinages s'effectue à la masse, on branche un fil de l'ohmmètre à la grille modulatrice (changeuse de fréquence) ou à la grille de commande (H.F.) et l'autre à la masse. En tournant le commutateur de gammes, l'aiguille de l'ohm-

mètre indique la résistance des bobines correspondant à la gamme. Si le retour s'effectue à la C.A.V., on mesure la résistance des bobinages entre ce point et la grille. On vérifie, en même temps, s'il n'y a pas de court-circuit à la masse. Ce court-circuit peut provenir soit des lames de condensateurs variables, soit de l'ajustable, soit d'un grain de soudure ou d'une cosse qui touche la masse. Il se peut également qu'on se soit trompé dans le branchement du bobinage. Si, par contre, nous trouvons une résistance infinie c'est que notre bobinage est coupé (fig. 19 et 20).

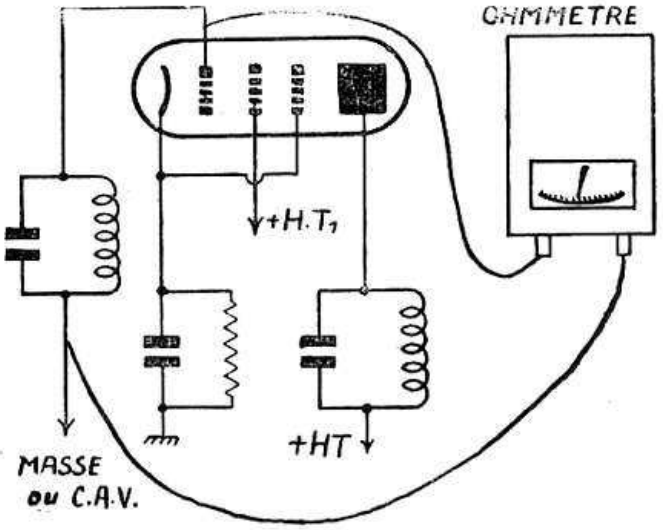


Fig. 21. — On vérifie si les enroulements sont correctement branchés et s'il n'y a pas de court-circuit, en branchant l'ohmmètre entre la grille modulatrice et la sortie du bobinage : masse ou ligne de la C.A.V.

Dans le cas de la M.F., on procède de la même manière que pour les circuits d'entrée. On trouvera une résistance variant de 4 à 20 Ω (fig. 21); les M.F. à fer auront une résistance plus faible, puisqu'elles ont moins de fil (environ 2 à 4 Ω).

La vérification du bobinage oscillateur dépend du montage des condensateurs ajustables série (padding). Dans le cas de la figure 22, par exemple, la vérification s'effectue entre le point A et B, et entre A et la masse.

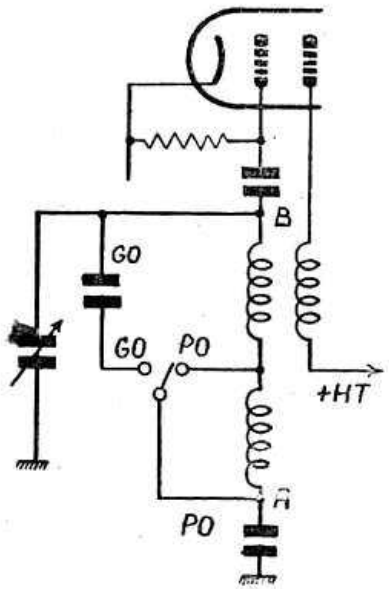


Fig. 22. — Commutation P.O.-G.O. d'un bobinage oscillateur. On vérifie si le bobinage n'est pas coupé et si la commutation se fait en P.O., entre les points A et B.

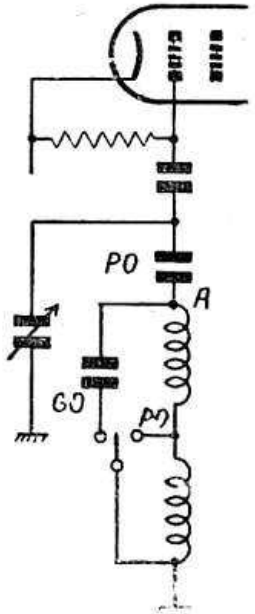


Fig. 23. — Commutation d'un bobinage oscillateur avec un retour directement à la masse. L'ohmmètre sera branché entre le point A et le châssis.

Dans le cas de la figure 23, entre la masse et le point A. Il ne faut pas oublier de vérifier si le condensateur variable n'est pas en court-circuit. Dans les deux cas, on trouve pour les bobinages en P.O., une résistance de 2 à 6 ohms.

Enfin, pour les bobinages séparés pour chaque gamme, la vérification se fait entre le point A et la sortie du bobinage correspondant à la position du commutateur (fig. 24). Si l'aiguille de notre ohmmètre ne dévie pas, il faut en conclure que le bobinage est coupé, mal branché ou bien le contact ne se fait pas (il arrive dans le commutateur à plateau qu'il manque un grain). Avec un peu d'entraînement, toutes ces vérifications se feront très rapidement.

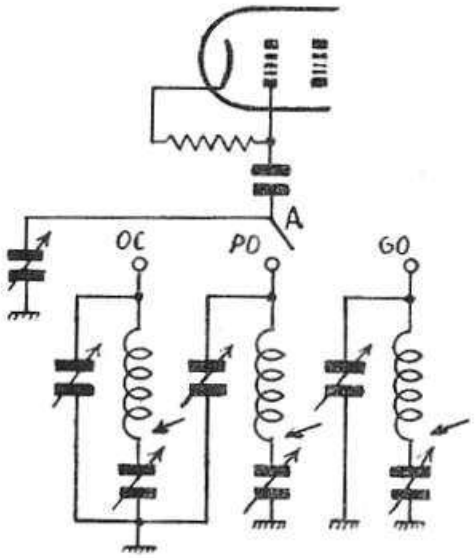


FIG. 24. — Commutation des bobinages oscillateurs à gammes séparées. La vérification se fait entre le point A et la sortie du bobinage en circuit.

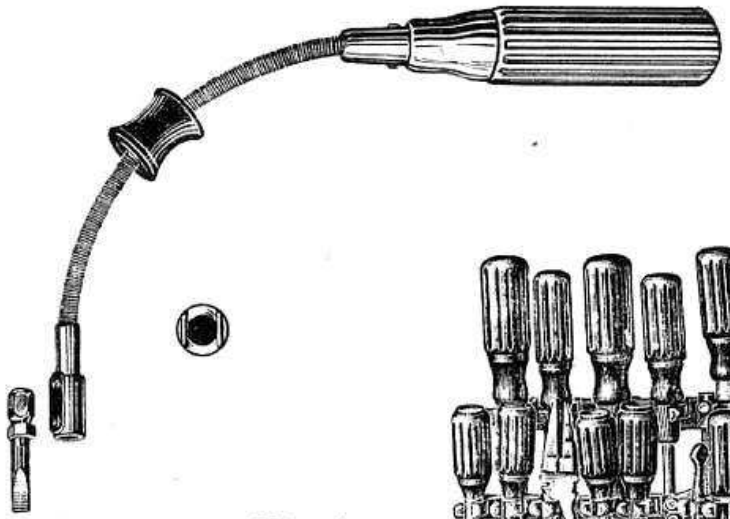
Une autre vérification qui peut être très utile. — Si l'on dispose d'un ohmmètre, il est très utile de ne pas seulement se contenter de vérifier les différents circuits avec la sensibilité correspondante. Il peut arriver, par exemple, qu'une gouttelette de soudure, sans faire un court-circuit franc, touche plus ou moins une partie oxydée ou vernie. La résistance dans ce cas-là peut être de l'ordre de 20 à 500.000 Ω. Une poussière métallique entre les lames ou dans l'ajustable d'un des condensateurs variables peut présenter une résistance de 50.000 Ω, par exemple, qu'on ne remarque pas quand on se sert de la sensibilité de 0 à 1.000 Ω.

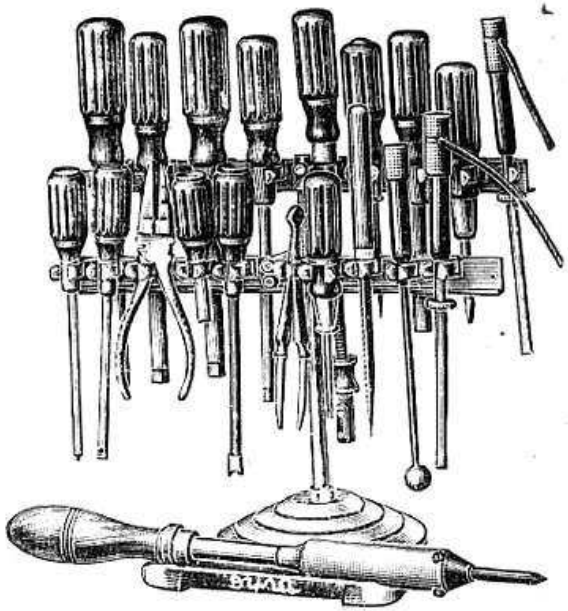
Tableau récapitulatif des différentes vérifications

TRANSFORMATEUR SECTEUR		Exemples numériques pour un châssis 5 tubes :
Primaire :		
entre les broches du cordon secteur	pour les positions du fusibles sur 110, 130, 220 et 240 v.	0 — 110 v. : 15 Ω 130 v. : 18 Ω 220 v. : 50 Ω 240 v. : 55 Ω
Secondaire :		
Plaques de la valve	Masse	
		Le châssis comporte un pont : 15.000 — 20.000 Ω
+ H.T. non filtrée	Masse	37.000 Ω
+ H.T. non filtrée	+ H.T. filtrée	2.000 Ω
+ H.T. filtrée	Masse	35.000 Ω
+ H.T. filtrée	Plaques et écrans des différents tubes.	Plaques M.F.: 3 Ω Changeuse : 3 Ω Plaque finale: 500 Ω
Plaques, écrans, etc.	Masse	Plaque préampli : 0,25 MΩ
Cathodes	Masse	
Fonctionnement du potentiomètre		
Bobinages	Masse ou C.A.V.	Accord P.O. 2 Ω O.C. c.c. G.O. 20 Ω
C.A.V.	Masse.	1 MΩ

Note. — Les valeurs de la résistance ohmique du primaire du transformateur d'alimentation concernent un modèle courant utilisé dans les postes bon marché. On trouve également, surtout pour les postes de marque, des valeurs en moyenne moitié de celles indiquées.

L'OUTILLAGE





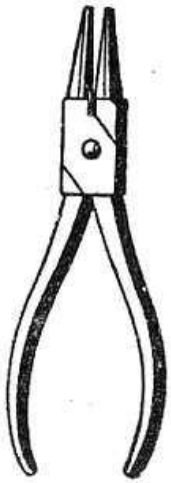
Ci-dessus. — Manche souple avec adaptateurs amovibles.

Ci.contre. — Bel ensemble d'outils créés par DYNA pour la mise au point et l'alignement : tournevis padding, clés a tubes, grippe-fil, pinces, fer à souder, etc...

Ci-dessous quelques-unes de ces pièces

Tournevis à manche isolant pour réglage des condensateurs ajustables.

Ci-dessus. — Marteau à manche souple et boule de caoutchouc permettant de déceler (sans les briser) les lampes qui « crachent ».



Ci-contre. — Pince pour montage radio.

MESURES STATIQUES

De l'utilisation correcte des appareils de mesure

Les mesures par elles-mêmes n'ont rien de sorcier. Il suffit d'avoir un appareil de mesure, de choisir une sensibilité suffisamment grande et de brancher convenablement les deux bornes de l'appareil aux points entre lesquels existe la différence de potentiel à mesurer, pour la mesure des tensions, du moins. Mais les appareils de mesure, pour dévier, dépensent une certaine énergie et cette énergie est prise au circuit dont on mesure la d. d. p., sous forme de courant. Il en résulte une consommation supplémentaire qui, par la chute de tension aux bornes de la résistance d'utilisation ou de la source, diminue la valeur réelle de la tension mesurée. La consommation de certains circuits à mesurer, tels le circuit plaque d'une lampe préamplificatrice, peut être très faible. Il faut donc que la consommation de l'appareil de mesure soit aussi faible que possible. C'est dire que l'appareil doit présenter une grande résistance interne.

Nous avons vu qu'un voltmètre est constitué par un galvanomètre et une résistance en série. Plus la tension à mesurer est grande, plus la résistance utilisée est forte. Branché sur une source de courant, une pile, par exemple, un courant proportionnel à la résistance passe par le voltmètre. On dit alors qu'un voltmètre consomme tant de mA par v. Autrement dit, pour la déviation totale de l'aiguille, nous allons avoir tant d'ohms par volt.

En effectuant une mesure on a intérêt à avoir la plus grande déviation possible pour la précision de la lecture. Mais, d'autre part, la résistance de l'appareil diminue avec la sensibilité, donc augmentation de consom-

mation et erreur de lecture. Par exemple, un voltmètre faisant 1.000 Ω par v. a, sur la sensibilité de 750 v, une résistance totale de 750 × 1.000 = 750.000 Ω. Sur la sensibilité 30 v. on n'a que 30 × 1.000 = 30.000 Ω.

Supposons que nous ayons à mesurer une tension de 25 v. L'échelle de l'instrument de mesure utilisé est graduée en 150°, sur la sensibilité de 750 v. nous avons donc une déviation de 5° et la précision de lecture ne peut pas être grande. Par contre la consommation de l'appareil est très faible et si nous augmentons la sensibilité, la consommation va croître. Il faut savoir choisir une solution intermédiaire. On peut, par exemple, se contenter d'une déviation d'un dixième, d'un quinzième ou même d'un vingtième de la déviation totale. Cela dépend essentiellement de l'échelle de l'appareil de mesure utilisé. En reprenant notre exemple, supposons que la tension de 25 v. que nous avons à mesurer est la valeur de la chute de tension aux bornes d'une résistance de 25.000 Ω. Le courant qui parcourt cette résistance est donc de 1 mA. Branchons le voltmètre sur sa sensibilité de 25 v. (25.000 Ω) aux bornes de la résistance. La valeur de l'ensemble n'est plus que la moitié de la valeur primitive. La chute de tension au lieu d'être de 25 v., n'est plus que de 12,5 v. Il faut choisir une sensibilité de manière que la résistance du voltmètre soit suffisamment grande par rapport à la résistance aux bornes de laquelle on mesure la tension. Dans notre exemple, si l'on prend la sensibilité de 750 v., la déviation est trop faible; 150 v. pourrait aller, mais il vaut encore mieux utiliser 300 v. Pour la vérification cette approximation est suffisante. Quand on a besoin d'une grande précision, on peut apporter un terme correctif et, ce qui est encore plus simple, mesurer l'intensité, et en calculant la chute de tension, les résistances étant généralement connues, déduire la tension mesurée.

Tensions d'alimentation

Les circuits et le câblage vérifiés, risquons de brancher notre châssis sur le secteur. Mettons-le incliné sur la table (fig. 25), de manière à pouvoir observer, en même temps que l'allumage des lampes (quand ce ne sont pas des lampes métal), ce qui se passe à l'intérieur

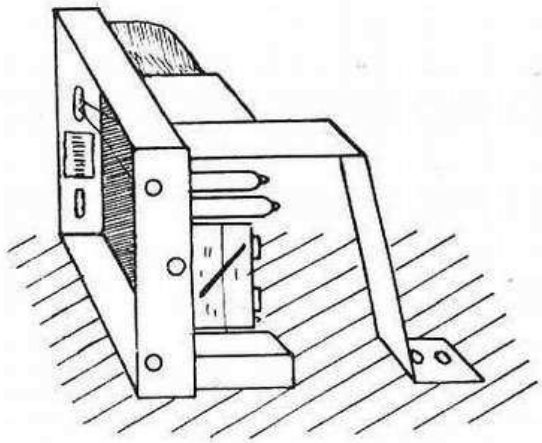


Fig. 25. — Pour vérifier les tensions, on place le châssis incliné sur un support pour pouvoir accéder facilement aux différents organes.

du châssis. Branchons le voltmètre c.c. sur la sensibilité 750 v. entre le + H.T. filtrée et la masse. Tournons l'interrupteur. Si les lampes d'éclairage du cadran ne s'allument pas normalement, autrement dit si leur lumière est faible, n'insistons pas. Un pôle de chauffage est en court-circuit, ou le transformateur secteur est mal branché.

Il arrive aussi qu'une lampe a des lueurs inquiétantes. Elle ressemble plutôt à un phare. Le plus souvent c'est elle seule qui est à incriminer, il n'y a qu'à la changer. Toutefois pour les récepteurs tous courants il faut vérifier encore une fois le circuit du chauffage filaments. Si les lampes semblent s'allumer normalement, observons l'aiguille de notre voltmètre, tout en guettant l'amorçage possible d'un arc dans le châssis ou la transformation d'une résistance en four électrique.

Deux cas sont à envisager : 1° la valve est à chauffage direct; 2° la valve est à chauffage indirect.

1° La tension, à l'allumage, dépasse rapidement 250 v. Si la lampe finale est à chauffage indirect, la tension peut atteindre des pointes de l'ordre de 400 à 500 v., suivant la valeur du système potentiométrique (s'il en existe un dans le châssis). Au bout d'une ou deux minutes les lampes débitent normalement. La tension se stabilise et l'aiguille de notre voltmètre indique environ 250 v. Si la tension reste supérieure à la valeur normale, il faut mesurer le débit de toutes les lampes. Il suffit pour cela de vérifier leurs polarisations. Si, au contraire, après avoir atteint 250 v., la tension continue de baisser, si les polarisations sont normales, il faut incriminer soit le transformateur, soit les condensateurs électrochimiques. En omettant de vérifier au préalable les circuits, il arrive que le + H.T. soit branché par erreur sur le transformateur M.F., sur le secondaire. A l'allumage, on applique sur la grille une forte tension positive. Le tube débite anormalement. La tension, au lieu de rester à 250 v., baisse. Après cette épreuve, le tube est, bien sûr, passablement pompé.

Nous ne saurions trop insister, encore une fois, sur l'observation très stricte de la vérification préalable.

2° Les récepteurs « tous courants » seront compris dans cette catégorie.

Après l'allumage, il faut attendre une minute environ avant que la valve ne commence à débiter. Finalement la tension se stabilise aux environs de 90 à 120 v., pour les postes « tous courants »; 230 à 250 v. pour les postes sur courant alternatif. Si la tension n'atteint pas ces valeurs, on applique la même méthode que dans le cas d'une valve à chauffage direct, pour en déterminer les causes. Même remarque pour une tension supérieure. Notons aussi que la valve peut être aussi la cause d'une

tension insuffisante. Avant de la changer, vérifier la tension de son chauffage, avec le voltmètre alternatif, sur la sensibilité 7,5 v. ou 30 v., en continu ou alternatif, suivant le secteur, pour les « tous courants ». Attention de ne pas mettre, avec la pointe de touche, les filaments à la masse! En alternatif on peut détériorer la valve et en tous courants, faire sauter les fusibles.

Supposons qu'apparemment tout soit en ordre. Nous allons pouvoir continuer notre vérification.

Voyons ce que consomme notre récepteur (en somme c'est prendre sa « température » !). Avec l'ampèremètre nous allons vérifier soit la consommation du primaire, soit la consommation des différents circuits. Pour le primaire, on prend la sensibilité de 1,5 A en alternatif pour les récepteurs sur le courant alternatif et en continu pour les « tous courants » sur le continu. Par exemple, pour un récepteur 5 lampes, nous allons trouver 0,45 A pour la consommation totale et 50 à 60 mA pour les circuits anodiques.

On vérifie ensuite les différentes tensions. Le pôle négatif du voltmètre est branché au châssis, ou, dans le cas du négatif isolé, au point du potentiel le plus bas (exception faite des châssis avec une C.A.V. amplifiée où on isole le — H.T., ou le cas d'une polarisation B.F. par le « moins »).

Avec la pointe de touche ou avec la pince crocodile correspondant au pôle positif du voltmètre, on touche successivement les différents points dont les tensions sont à vérifier.

On se base pour les mesures de tension des différentes électrodes sur les indications des fabricants de tubes. Pour les tubes américains, on trouve toutes les indications dans le *Receiving Tubes Manual* de la *R.C.A.* et pour les tubes européens dans la *Technique Transcon-*

tinentale (1). Les fabricants de tubes fournissent généralement toutes les caractéristiques sur simple demande.

Les revues, en publiant les schémas, indiquent, en général, les différentes tensions et intensités. Les schémas des constructeurs (quand on en dispose, hélas !) portent également ces indications. On aura recours, pour les avoir, à la *Schémathèque de Toute la Radio*.

Mesurons d'abord la H.T. redressée, non filtrée. On prend la sensibilité de 750 v., sensibilité que l'on conserve chaque fois que la tension à mesurer est inconnue et supposée élevée. Un châssis peut toujours réserver des surprises et la réparation d'un voltmètre coûte cher ! Ensuite, on mesure la tension filtrée. De la différence de ces tensions on déduit la chute de tension aux bornes de l'enroulement d'excitation du haut-parleur et, connaissant sa résistance, la consommation totale du récepteur, $I = U / R$ (I, consommation en ampères ; U — chute de tension en volts ; R — résistance du H.P. en ohms).

Mesurons ensuite la tension plaque de la lampe de puissance. Elle est légèrement inférieure à la tension de l'écran, à cause de la chute de tension dans le primaire du transformateur de sortie. Dans certains montages avec contre-réaction ou avec des EL3, la tension écran n'est pas au potentiel maximum; la plaque peut avoir alors une tension légèrement supérieure. En touchant la plaque, on doit entendre dans le H.P. un claquement sec. Un bruit « miaulant » indique l'instabilité. Il est intéressant dans le montage push-pull de comparer les tensions plaque des lampes de sortie. Elles doivent être, en principe, identiques. Un voltmètre branché entre les

(1) On trouve les caractéristiques de service de tous les tubes américains et européens dans le *Vade-Mecum des Lampes de T.S.F.* de P.-H. Brans (Société des Editions Radio).

plaques doit indiquer une différence de potentiel zéro.

En touchant la grille de commande on doit entendre un léger bourdonnement du secteur. Si l'aiguille du voltmètre dévie même très peu, il faut en déduire que le condensateur de liaison est mal isolé ou que le tube est défectueux. Cette anomalie se traduit par une grande distorsion. Cette précaution est très utile surtout avec les récepteurs « tous courants » (surtout pour les 25 L 6).

On mesure ensuite la tension plaque du tube préamplificateur. Etant donné la faible consommation de ce tube, il vaut mieux utiliser toujours la sensibilité 750 v. La déviation est encore relativement suffisante, de l'ordre de 20° pour les tubes pré-amplificateurs sur le C.A. (c'est-à-dire 250 v. de H.T.).

En faisant cette mesure, on entendra le bruit caractéristique du secteur. Il nous indique que la liaison entre les étages se fait. Si le tube pré-amplificateur est une penthode, on mesure sa tension écran.

Dans le montage push-pull, on vérifie les tensions du tube déphaseur. Pour le déphasage cathodique, on vérifie la polarisation de la déphaseuse entre la cathode et le retour de la résistance de fuite de la grille. Etant donné qu'on utilise pour cette mesure la sensibilité de 7,5 ou de 30 v., on fera attention à ne pas se tromper et toucher la masse. En effet, la présence de la deuxième résistance de charge dans le circuit de la cathode porte cette dernière à un potentiel relativement élevé par rapport au châssis.

On peut vérifier également si la métallisation du tube n'a pas été reliée à la cathode, ce qui peut être dangereux pour les mêmes raisons. Le bruit du secteur que l'on entend, soit en touchant la plaque, soit les grilles, peut servir, avec un peu d'exercice, de rapide indication sur le bon fonctionnement des étages. Avec un peu d'ha-

bitude, on arrive à s'en servir même pour vérifier l'efficacité du contrôleur de tonalité.

En touchant les plaques de la diode ou de la grille du détecteur triode, on doit entendre le ronflement du secteur ou de la commutatrice. En manœuvrant le potentiomètre (dans le cas d'un réglage B.F.) le bruit va décroître dans le sens convenable (généralement en sens inverse des aiguilles d'une montre). S'il n'en est rien, c'est que le potentiomètre est coupé ou que le branchement est faux. L'ohmmètre départagera. S'il existe un cavalier P.U., on s'assurera qu'il est bien à sa place.

Ensuite, on vérifie la tension plaque du tube amplificateur M.F. En touchant cette électrode, on entend un claquement « sympathique ». On peut dire que tout va bien. Le contraire ne prouve pas grand'chose, forcément, car un déréglage des circuits peut être aussi la cause d'un silence obstiné.

La tension plaque est la tension maximum, car la chute de tension aux bornes du bobinage M.F. est presque inexistante.

On vérifie ensuite la tension écran. On tiendra compte de la consommation propre du voltmètre. Cette tension est dans la majorité des cas stabilisée au moyen d'un système potentiométrique.

Passons ensuite à la changeuse de fréquence, vérifions sa tension plaque, sa tension écran. En touchant l'anode oscillatrice de la changeuse de fréquence (cas d'une EK2, 6A8, etc...) nous devons trouver une tension de l'ordre de 180 à 200 v. La mesure est fausse, car nous introduisons des fils de notre voltmètre dans le circuit oscillateur, l'oscillation en est modifiée ou bien le circuit décroché. Pour avoir la mesure exacte, il vaut mieux brancher le voltmètre à la sortie de l'enroulement plaque (dans le cas d'une alimentation série). En consultant les caractéristiques du tube, nous voyons que celui-ci, dans le cas d'un bobinage oscillateur convenablement établi, a sur l'anode oscillatrice une tension d'environ 200 v. Nous commutons les différentes gammes et nous constatons que la lampe continue à osciller. Dans le cas où nous ne serions pas très sûrs de l'oscillation, il suffit de court-circuiter le bobinage oscillateur. La tension doit baisser, car le courant plaque moyen augmente, ce qui détermine une plus grande chute de tension aux bornes de la résistance d'alimentation. Dans les « tous courants », où l'anode oscillatrice est alimentée directement, et dans le cas d'alimentation parallèle, on contrôlera la tension seulement à titre indicatif.

En touchant la grille oscillatrice, nous constatons une déviation de l'aiguille en sens inverse. Cela est dû à l'auto-polarisation négative par le courant grille. Il serait très utile de mesurer ce courant, mais c'est une opération assez longue et on l'effectuera surtout pour la vérification du circuit de l'oscillateur local.

Il ne nous reste maintenant qu'à mesurer les tensions de polarisation.

Tensions de polarisation.

La polarisation, c'est la tension statique que l'on applique entre la grille et la cathode (filament, dans le cas d'un tube à chauffage direct). On mesure cette polarisation suivant le montage utilisé.

1) Dans le cas d'une cellule de polarisation (nom pompeux pour une petite pile !), il suffit de mesurer la tension de la pile.

2) Le système courant de polarisation est celui où une résistance, intercalée entre la cathode et la masse, est parcourue par le courant de plaque (et des grilles-écran), qui crée une chute de tension rendant la cathode positive par rapport à la masse. De cette manière, la

grille, reliée à la masse par une résistance de fuite, se trouve être négative par rapport à la cathode.

Dans ce cas-là, il suffit de mesurer la différence de potentiel entre la cathode et la masse (châssis). C'est le système le plus fréquemment employé.

Citons aussi la polarisation par le retour du filament dans les tubes à chauffage direct. On applique la même méthode que pour la résistance intercalée dans la cathode.

3) On polarise aussi, surtout les tubes de puissance, en appliquant une tension négative sur la grille. Cette tension est obtenue au moyen d'une résistance intercalée entre le — H.T. et la masse. La cathode est reliée à la masse.

Dans le cas, cité ci-dessus, de polarisation par le « moins », la mesure s'effectue entre le point du retour de la résistance de fuite de la grille et la masse. On connecte le pôle positif du voltmètre au châssis et avec le négatif on touche le point de la résistance intercalée dans le « moins » où aboutit la résistance de fuite en série avec la résistance de découplage du circuit grille.

Signalons pour terminer que dans les lampes oscillatrices, la tension grille est obtenue par la chute de tension provoquée par le courant grille de la lampe (courant grille pendant l'alternance positive).

La tension de polarisation du tube de sortie varie entre 6 et 20 v. On pourra effectuer la mesure avec la sensibilité de 30 ou de 150 v. Une tension trop forte peut provenir soit d'une fausse valeur de la résistance de polarisation, soit d'une coupure dans le circuit grille (mauvais contact, résistance de fuite défectueuse, etc...).

En mesurant la tension de polarisation du tube préamplificateur, il faut tenir compte de la valeur relativement élevée de la résistance. La sensibilité à utiliser sera 150 ou 30 v. Si en touchant la cathode de ce tube on

entend un ronflement, c'est que le condensateur de découplage est coupé.

La polarisation des tubes M.F., H.F., changeuses de fréquence, se mesure au moyen de la sensibilité 7,5 v. Dans les châssis comportant une duo-diode combinée (EBC3, 6Q7), il faut déduire, pour les lampes sur lesquelles agit la C.A.V., la tension de polarisation de cette lampe. En effet, le retour d'une grille de commande,

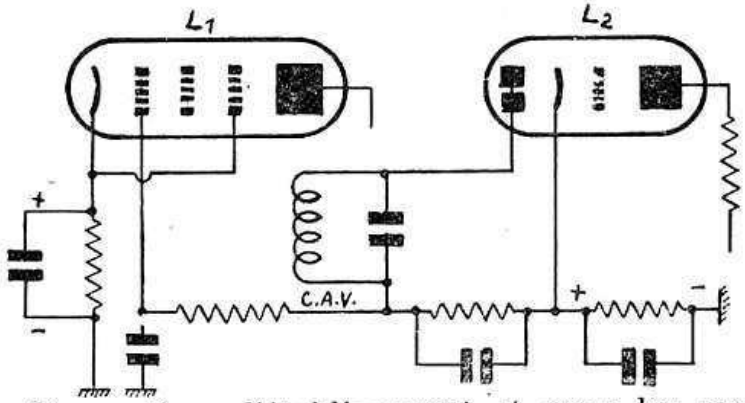


FIG. 26. — Dans l'établissement et pour les mesures des polarisations fixes des lampes commandées par la C.A.V., dans les récepteurs avec une duo-diode combinée, il faut tenir compte de la tension positive de la cathode de la lampe préamplificatrice, qui se trouve appliquée aux grilles des lampes commandées par la C.A.V. La grille de la lampe L_1 est reliée à la cathode de la lampe L_2 à travers la résistance de la ligne de la C.A.V. et la résistance de détection. La cathode de la L_2 est positive par rapport à la masse, la grille de la lampe L_1 l'est donc également.

dans le cas d'une diode-combinée, s'effectue à travers le circuit de la C.A.V. sur la cathode du tube pré-amplificateur. Cette cathode a, par rapport à la masse, une tension positive. Cette tension est opposée aux tensions de polarisation des grilles des tubes commandés par la C.A.V., qui sont en sens inverse (fig. 26).

Si nous trouvons, par exemple, sur la cathode du tube M.F. une tension de 3,5 v., il faut déduire 1,5 v., tension appliquée à la grille de commande.

Remarques générales sur la vérification des tensions

En terminant, ajoutons que dans le cas d'un récepteur muni de C.A.V., une faible sous-polarisation des étages H.F. et M.F. sera compensée par l'action de cette commande. Par contre, une polarisation insuffisante des étages B.F. peut être la cause d'une grande distorsion.

On consultera utilement les caractéristiques des tubes employés. La tension anodique pourra varier dans des limites assez larges. 10 à 20 v. ne détermineront qu'un affaiblissement, par contre une trop forte tension écran rend le fonctionnement du poste instable.

Dans le cas d'une détection plaque, la polarisation, sans être absolument critique, peut déterminer de fortes distorsions ; une valeur indiquée de 4 v., par exemple, sera respectée, même si l'on constate parfois, en la modifiant, un gain de puissance pour certains signaux. Par contre, on peut faire varier la tension écran.

Il ne faut pas perdre de vue qu'on applique aux grilles différents signaux et qu'une faible variation de tension peut modifier les caractéristiques d'utilisation.

La valeur de tension de l'anode oscillatrice, sans être absolument critique, est à surveiller. Il faut voir comment oscille le tube d'un bout à l'autre de la gamme, car avec des bobinages mal établis, il peut se produire des décrochages sur certains points, ou des bloquages sur d'autres. On veillera donc à ce que la tension ne soit ni trop forte, ni trop faible.

Tableau de mesures des tensions

Désignation	Mesurée entre	Exemple numérique
		5Y4
Tension plaque valve	Plaque de la valve - Masse, sensibilité 750 V.	2 × 350 V eff
Tension chauffage filament valve.	Entre les broches du culot correspondant au filament, sensibilité 7,5 V.	5 V eff
		6K7-6A8-6K7 6Q7-6V6
Chauffage filaments des tubes.	Entre les broches correspondant au filament, sensibilité 7,5 ou 30 V.	6,3 V eff
		Condensateur d'entrée 16 µF
+ H. T. non filtrée.	Prise médiane du secondaire chauffage valve ou une broche du culot correspondant au filament. Masse.	400 V
+ H. T. filtrée	Ligne + H.T. (écran du tube final p. ex.) Masse.	240 V
Tube final :		*6V6*
Tension Plaque.	Plaque-Masse (sensibilité 750 V.)	220 V
Tension Ecran	Ecran-Masse (sensibilité 750 V.)	240 V
Polarisation	Cathode-Masse, sensibilité 30 V	+ 12 V
Tension Grille	Grille-Masse.	0 V

Tableau de mesures des tensions (suite)

Désignation	Mesurée entre	Exemple numérique
Tube préamplificateur :		*6Q7*
Tension Plaque.	Plaque-Masse, sensibilité 750 V.	100 V
Tension Ecran.	Ecran-Masse. — 750 V.	néant
Polarisation.	Cathode-Masse, sensib. 150 V.	1,4 V
Tube M. F. :		*6K7*
Tension Plaque	Plaque-Masse. sensibilité 750 V.	240 V
Tension Ecran.	Ecran-Masse. — 750 V.	100 V
Polarisation.	Cathode-Masse, sensib. 7,5 V.	3 V
Tube changeur de fréquence :		*6A8*
Tension Plaque.	Plaque-Masse, sensibilité 750 V.	240 V
Tension Ecran.	Ecran-Masse — 750 V.	100 V
Tension Anode oscill.	Anode oscill.-Masse — 750 V.	150 V env.
Polarisation.	Cathode-Masse — 7.5 V.	2,9 V
Tension Grille oscill.	Grille oscill.-Cathode — 750 V.	négative
Tube H.F. :		*6K7*
Tension Plaque.	Plaque-Masse, sensibilité 750 V.	240 V
Tension Ecran	Ecran-Masse — 750 V.	100 V
Polarisation.	Cathode-Masse — 7,5 V.	3 V

Note. — 1° Dans le cas de la polarisation par le négatif, on mesure cette dernière entre la masse et le point de retour des résistances de fuite des grilles.

2° Pendant la mesure des tensions on court-circuitera la borne Antenne, le potentiomètre du volume étant au minimum.

CHAPITRE II

REGLAGE ET ALIGNEMENT DES RECEPTEURS

GÉNÉRALITÉS SUR LES CIRCUITS

Faites connaissance avec le circuit oscillant

Il n'est pas absolument nécessaire de connaître exactement le mécanisme de réception pour aligner un récepteur. Néanmoins, la connaissance exacte rend ce travail agréable, évite des erreurs et, en cas de difficultés, donne la solution.

A la base du récepteur nous avons un circuit oscillant. Le circuit oscillant se compose d'une self-induction (bobine) et d'un condensateur. Un tel circuit a une fréquence propre. Si nous appliquons aux bornes de ce circuit une tension d'une fréquence correspondant à sa fréquence propre, il y aura un échange d'énergie entre le bobinage et le condensateur. Cet échange d'énergie va aller en décroissant à cause de l'amortissement. Le courant au lieu de passer à travers ce circuit va osciller à l'intérieur. On dit que le circuit est en résonance. Un circuit en résonance a cette particularité qu'il offre au courant de sa fréquence propre une impédance très élevée. On voit donc apparaître aux bornes d'un circuit oscillant à la résonance une tension considérable. C'est le phénomène de surtension.

Dans les appareils récepteurs on place, par exemple, un circuit oscillant entre la grille de commande et la masse (fig. 27). Pour des fréquences différentes le cir-

cuit va offrir des résistances insignifiantes et le courant appliqué va s'écouler à la masse à travers la self-induction et le condensateur. Par contre, quand la fréquence appliquée correspond à celle de résonance, la tension aux bornes du circuit sera beaucoup plus grande. Théoriquement, l'impédance du circuit est infinie. Pratiquement, si le circuit est bien établi, elle sera de l'ordre de 0,2 à 0,5 MΩ.

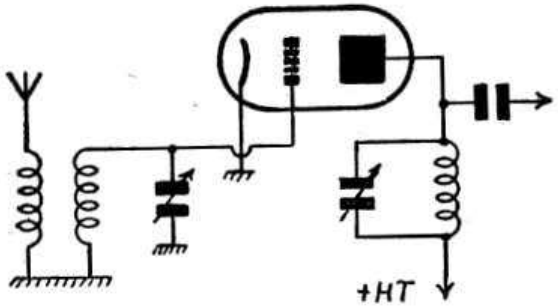


FIG. 27. — Dans la grille et dans la plaque on place deux circuits oscillants qu'on accorde sur une même fréquence.

La lampe amplifie la tension recueillie sur la grille. Un autre circuit placé dans le circuit plaque, accordé sur la même fréquence, verra apparaître à ses bornes une tension amplifiée qu'on applique aux lampes suivantes, etc. Si ce circuit n'est pas réglé sur la même fréquence que le circuit intercalé dans la grille, le courant va s'écouler vers + H.T. et aucune tension ne sera transmise aux lampes suivantes. Nous voyons donc que le réglage d'un récepteur va consister dans le réglage approprié des circuits, à l'accord exact on obtiendra le maximum de puissance. Ce maximum de puissance sera constaté au moyen d'appareils électro-acoustiques : haut-parleur ; soit électriques : milliampèremètre, voltmètre ; soit indicateurs visuels : tube au néon, oscillocope cathodique, réglage visuel par tube cathodique, etc.

Mais la fréquence que nous voulons recevoir peut être très variable. Chaque poste émetteur a une fréquence différente. Comment allons-nous faire pour accorder notre circuit sur cette fréquence à recevoir ?

La fréquence propre d'un circuit oscillant est donné par la formule :

$$f = \frac{10^6}{2\,\pi\,\sqrt{L.\,C}}$$

où f en Hz, L en µH, C en µF et $\pi = 3{,}14$.

On appelle longueur d'onde d'un circuit l'expression

$$\lambda = 1{,}885\,\sqrt{L.\,C}$$

λ en mètres, L en µH et C en µF.

Entre la fréquence et la longueur d'onde existe la relation

$$f = V/\lambda \text{ ou inversement } \lambda = V/f,$$

où f en kHz, V = 300.000 et λ en mètres.

En pratique, pour faire varier la fréquence d'un circuit, on fait varier la capacité du condensateur. C devient donc variable. La fréquence de notre circuit changera avec la variation de capacité de C. Un condensateur variable se compose de lames fixes et de lames mobiles. En rentrant plus ou moins les lames mobiles entre les lames fixes, on modifie la capacité. Les lames mobiles complètement rentrées entre les lames fixes, la valeur de sa capacité sera maximum. La valeur de la fréquence de notre circuit sera minimum. Car, comme on peut le voir d'après la formule, la variation de fréquence est inversement proportionnelle à la variation de capacité. Donc quand la capacité sera minimum, la fréquence du circuit sera maximum.

Prenons un exemple : un bobinage prévu pour la réception des ondes moyennes, c'est-à-dire de 550 à 1.500 kHz. Mettons aux bornes de ce bobinage un condensateur variable. Quand les lames mobiles seront complètement sorties d'entre les lames fixes, la capacité de ce condensatuer sera réduite à la capacité résiduelle,

à peu près 17 ‰. En ce moment, la fréquence de résonance du circuit sera 1.500 kHz. Quand les lames mobiles sont complètement rentrées entre les lames fixes, la capacité du condensateur variable est environ 500 ‰. La fréquence de résonance du circuit sera environ 520 kHz.

La variation de fréquence entre les valeurs maximum et minimum dépendra de la surface des lames mobiles engagées entre les lames fixes en fonction de l'angle de rotation, autrement dit, la variation de fréquence dépendra du profil des lames. Elle peut être linéaire, on dit alors que le condensateur est à variation linéaire de fréquence (VLF). Ce profil est actuellement presque complètement abandonné. (Pourtant la Maison *Elveco* vient d'en sortir un d'un encombrement réduit). Il existe également un profil proportionnel à la longueur d'onde (VLL). En pratique, on emploie un profil intermédiaire entre les deux. Ce profil donne une répartition à peu près égale des noms de stations gravés sur le cadran en fonction de la longueur d'onde.

En faisant varier un condensateur aux bornes d'une self-induction, la valeur de la fréquence va varier entre certaines limites. Cette variation de fréquence dépend de la valeur de la self-induction. Plus elle sera petite, plus la variation de fréquence sera grande. Inversement avec une self-induction grande, la variation de fréquence est petite. Cette variation de fréquence est donnée par le rapport entre la valeur maximum et la valeur minimum de la capacité.

Avec C maximum nous avons :

$$f \text{ min.} = \frac{1}{2 \pi \sqrt{\text{L. C max.}}}$$

Pour C minimum nous avons :

$$f \text{ max.} = \frac{1}{2 \pi \sqrt{\text{L. C min.}}}$$

et de là nous avons le rapport entre la fréquence minimum et la fréquence maximum

$$f \text{ max.} / f \text{ min.} = \sqrt{\text{C. max.}} / \sqrt{\text{C. min.}}$$

Il suffit donc de diviser la valeur maximum de fréquence déterminée par la valeur de la self-induction et la valeur minimum du condensateur par ce rapport pour obtenir la gamme couverte. Par exemple : avec un bobinage ayant une fréquence de résonance de 1.500 kHz et avec un rapport 3, nous aurons f min = 500 kHz, donc nous couvrons une gamme de 1.500 à 500 = 1.000 kHz.

Par contre, pour un bobinage de fréquence propre de 600 kHz nous aurons f min. = 600 : 3 = 200 kHz et la gamme couverte sera 600 à 200 = 400 kHz.

Il y a encore une autre conclusion à tirer de cette relation. Jusqu'ici nous avons considéré la capacité C uniquement déterminée par la valeur de la capacité du condensateur variable. Or, en réalité, C est composé également de la capacité répartie du bobinage et des capacités parasites. Nous voyons donc qu'on peut modifier la gamme couverte en modifiant la capacité répartie du bobinage.

En effet, en augmentant C min., le rapport entre C min. et C max. diminue, la gamme couverte également. Par exemple, en écartant quelques spires, nous ne modifions presque pas la valeur de la self-induction ; par contre, nous diminuons la capacité répartie. La gamme couverte augmente. Il ne faut pas perdre cela de vue quand on retouche le bobinage. Nous allons voir que ce sera d'une grande utilité dans le réglage des ondes courtes.

Emetteur, ondes et poste récepteur

Pour faire le voyage dans l'éther, la musique, la parole, le bruit empruntent comme moyen de locomotion la haute fréquence. Pour ne pas créer d'embouteillage dans la gare d'arrivée constituée par le récepteur, chaque onde a une valeur. Le circuit oscillant constitue le signal qui laisse rentrer ou arrête l'onde. La variation de ce signal est la capacité du condensateur variable. Les ondes sont divisées en catégories d'après leur fréquence. Le nom des catégories vient de leur appréciation selon leur longueur. Cette appellation illogique doit être prohibée quand on veut comprendre le mécanisme du réglage et de l'alignement des récepteurs. Les ondes que nous recevons en plus de leur longueur d'onde propre (ondes porteuses) transportent la modulation sonore (B.F.). C'est cette modulation sonore de 0 à 10.000 Hz qui va imprimer à l'onde porteuse des variations, d'un côté et de l'autre de sa valeur. Actuellement, pour éviter des brouillages, les fréquences des postes émetteurs sont espacées de 9 kHz. Il est donc beaucoup plus logique de raisonner en fréquences qu'en longueur d'ondes.

Les gammes de réception des stations de radiodiffusion sont classées en 4 catégories (normalisation S.P.I.R) :

	1937	1938
Grandes ondes	375 à 150 kHz	300 à 150 kHz.
Petites ondes	1538 à 530 kHz	1530 à 530 kHz.
Ondes courtes	10 à 3,33 MHz	1 gamme : 5,8 à 17 MHz.
Ondes très courtes.	13 à 8,6 MHz	2 g.: 3 à 10 et 9 à 24 MHz.

D'ailleurs, quand on rencontre une indication en longueur d'onde, c'est-à-dire en mètres, il est facile de la convertir en fréquence. Il suffit de diviser le chiffre

300.000 par cette valeur pour obtenir la valeur de la fréquence en kHz, par exemple : 200 m correspondent à 300.000/200 = 1.500 kHz.

Alors disons au revoir à nos mètres, il est trop difficile de courir derrière l'onde pour vérifier qu'elle parcourt bien cette distance pendant une période. Il est beaucoup plus facile d'imaginer que les petits électrons sautent joyeusement du bobinage au condensateur, du condensateur au bobinage.

Le réglage. Le connaissez-vous ?

Nous avons vu que dans un poste récepteur on a plusieurs circuits. Quand on veut recevoir une fréquence déterminée, il faut que les circuits soient accordés exactement sur la fréquence à recevoir ou sur une combinaison de fréquences comme cela a lieu dans un changeur de fréquence. A l'accord optimum de tous les circuits on a le maximum de puissance. Dans les anciens récepteurs on était obligé de régler tous les circuits séparément. Quel vieux sans-filiste ne se souvient-il pas de ces boîtes magiques avec des manettes, boutons, plots, etc... Et quel travail ! Il fallait faire soit des graphiques, soit des listes avec les numéros correspondants. Puis on a commencé à simplifier et finalement on est arrivé au réglage unique, c'est-à-dire que le réglage de tous les circuits s'effectue simultanément. Pratiquement, ce sont

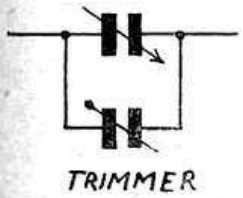


FIG. 28. — Le « trimmer » est une petite capacité ajustable qu'on place aux bornes d'un condensateur variable. Il agit surtout pour les faibles valeurs de la capacité du C.V.

les condensateurs variables des différents circuits qui ont leurs axes de lames mobiles accouplés. On a donc

un condensateur variable avec plusieurs cases et un seul axe. Il faut que pour la même rotation du condensateur variable les circuits soient convenablement accordés. Comme moyen correctif on dispose de petits ajustables sur les condensateurs variables (fig. 28) qu'on appelle « trimmer » (*to trim*, ajuster, dégrossir, en anglais). Cette capacité ajustable est constituée par une lame qu'on serre plus ou moins contre le bâti du condensateur variable au moyen d'une vis. Comme diélectrique, on utilise de petites lamelles de mica. On place le condensateur ajustable sur tous les éléments du condensateur variable. Dans les récepteurs à amplification directe, ils servent pour compenser les capacités parasites et petits écarts entre les bobinages. Dans les changeurs de fréquence, ils servent également pour faire coïncider le circuit oscillateur avec celui ou ceux d'accord. Mais n'anticipons pas. Ce qu'il faut retenir surtout, c'est que le trimmer augmente la capacité résiduelle et c'est lui qui va déterminer la fréquence maximum.

Pour la fréquence maximum, nous avons : C min. = C résiduelle + C trimmer, et pour C max. = C totale + C trimmer.

Nous voyons que pour un C max le trimmer n'influencera pas beaucoup car sa valeur est faible par rapport à la capacité totale. Par exemple, pour un trimmer de 40 µµF, il ne sera qu'un douzième de la capacité totale.

Au lieu d'avoir des ajustables sur le condensateur variable, on peut les avoir directement aux bornes des bobinages.

Pour corriger la courbe de variation de capacité du condensateur variable, les lames mobiles extérieures sont fendues et en les écartant plus ou moins on peut faire varier la courbe de la capacité en fonction de l'angle de rotation.

On utilise aussi comme moyen de rectification des condensateurs ajustables ou fixes qu'on intercale en série dans un circuit oscillant. Ce condensateur a pour but de diminuer la gamme couverte. Prenons l'expression de la somme de deux condensateurs en série :

$$1/C = 1/C_1 + 1/C_2.$$

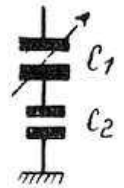


Fig. 29. — C_1 est un condensateur variable, C_2 une capacité fixe. Elle limite surtout la valeur maximum du condensateur variable.

Nous voyons qu'en plaçant un condensateur en série nous diminuons la valeur de notre ensemble. Supposons que C_1 soit variable et C_2 fixe. Quand C_1 est très petit par rapport à C_2, la valeur de C_2 n'influence pas beaucoup la valeur totale. Par contre, quand C_1 est au maximum sa valeur est limitée par C_2 (fig. 29). En diminuant la valeur de C_2, nous diminuons la valeur totale et limitons la valeur maximum de C_1. Le condensateur série ou comme on l'appelle « padding » agira donc essentiellement pour la fréquence minimum. Par exemple, quand la valeur du condensateur variable sera de 50 µµF, le condensateur série de 500 µµF va ramener cette valeur à environ 45 µµF. Par contre, pour une valeur de 500 µµF le même condensateur série va réduire cette valeur de moitié.

Les circuits fixes

Jusqu'ici nous avons parlé des circuits dont on modifiait continuellement la fréquence. Les circuits fixes sont des circuits dont la fréquence de résonance a été réglée une fois pour toutes. Tel est, par exemple, le cas des bobinages M.F. dans le changeur de fréquence. Le réglage de ces circuits s'effectue au moyen des ajustables branchés en parallèle sur le bobinage. Dans certains cas,

quand on utilise le noyau magnétique le réglage peut s'effectuer en serrant ou desserrant plus ou moins la vis, qui commande le déplacement du noyau dans le champ du bobinage.

Blindage

La première chose qu'un profane voit sur un châssis en dehors des lampes, c'est des tubes impressionnants, en aluminium ou en cuivre rouge. Ces derniers temps, ces tubes ont cédé la place à des boîtes carrées. Ce sont des blindages dans lesquels se trouvent des bobinages. Un bobinage, quand il est parcouru par des courants H.F., crée autour de lui un champ. Il existe des bobinages où le champ est fermé sur lui (bobinages toroïdaux), mais, en général, le champ se ferme entre le haut et le bas du tube sur lequel est bobiné l'enroulement. Le blindage sert pour éviter que le champ d'un bobinage agisse sur les organes environnants. Quand on place un blindage sur un bobinage on modifie légèrement sa fréquence propre. Cette modification est due d'une part à la diminution de la self-induction et d'autre part à l'augmentation légère de la capacité répartie.

Sélectivité

Il en sera question chaque fois qu'on aura affaire à un circuit oscillant. En général, la sélectivité est une qualité de récepteur permettant de sélectionner l'émission à recevoir de toutes autres émissions. Il semble de prime abord que cette condition est facile à réaliser étant donné que nous avons vu qu'à l'accord exact, sur une fréquence déterminée, le circuit donne une surtension et représente une résistance nulle pour toute autre fréquence. Mais que se passe-t-il aux environs immédiats de la fréquence à recevoir ? Comment agit le circuit pour les fréquences à quelques dizaines ou centaines de périodes près de la fréquence d'accord ? Présente-t-il une surtension nulle ou bien cette surtension décroît-elle progressivement ? On applique a un circuit déterminé les fréquences croissantes et décroissantes autour de sa fréquence propre et on mesure la variation de surtension obtenue. On obtient alors en portant les chiffres sur un graphique une courbe de sélectivité. S'il s'agissait de recevoir une émission sur une fréquence déterminée, la courbe idéale serait celle qui nous donnerait une valeur nulle pour les fréquences voisines (fig. 30).

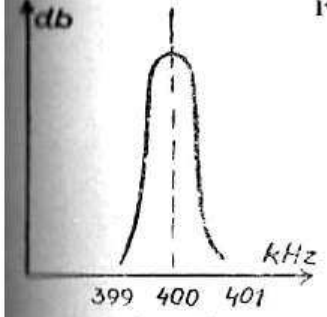


Fig 30

Fig. 30 et 31. — Allure de courbes idéales pour la réception d'une seule fréquence (à gauche) et d'une gamme des fréquences (à droite).

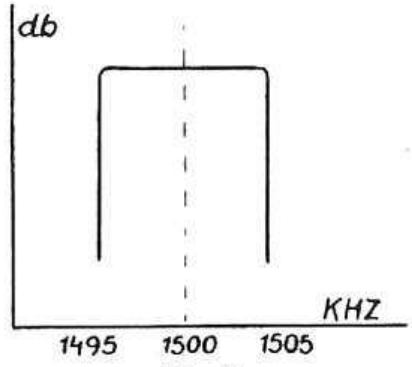


Fig. 31

Mais l'émission de l'onde H.F. sert de support pour les fréquences musicales qui constituent sa modulation. Ces fréquences vont donc provoquer la variation de l'onde porteuse en plus et en moins de leur valeur. La musique, le chant, la parole que nous écoutons et qu'un microphone transforme en courants variables sont des vibrations entre 0 et 10.000 Hz. L'onde porteuse variera donc de 10 kHz. Par exemple, au lieu de recevoir une émission sur la fréquence 1.500 kHz, il faudra recevoir des fréquences comprises entre 1.510 et 1.490 kHz. Il faut que notre circuit présente une surtension maximum égale pour toutes ces fréquences, et nulle pour toutes les autres. On dit alors que le circuit laisse passer une bande de fréquence ou qu'il a une bande passante de tant de kHz.

La courbe idéale serait donc la courbe en forme de rectangle (fig. 31). En réalité, il n'en est pas ainsi (fig. 32). La courbe présente un léger arrondi ; pour éviter une déformation, il faut que cet arrondi soit le plus régulier possible. On a dans ce cas une amplification uniforme et en dernier lieu la musique sortira

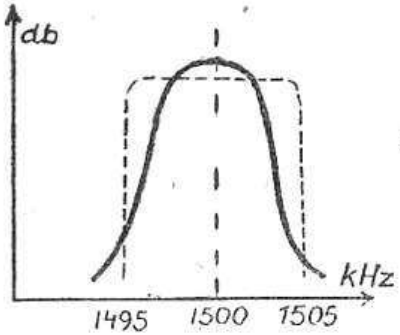


Fig. 32. — Allure réelle d'une courbe de résonance.

avec toutes ses composantes. En pratique, vu l'encombrement de l'éther, les ondes porteuses des émetteurs sont espacées de 9 kHz, la modulation sera donc de 4.500 Hz. Les circuits de réception seront réglés de manière à ne laisser passer que 9 kHz autour de la fréquence d'accord. Mais l'accord exact des différents circuits ne confère pas aux récepteurs une sélectivité absolue. Dans le cas des changeurs de fréquence, intervient surtout la sélectivité apparente.

Si par exemple un sifflement d'interférence se produit dans le circuit d'accord, il sera également amplifié par le bobinage M.F. même très sélectif.

La C.A.V., en augmentant l'amplification en cas de désaccord, donne l'impression d'une sélectivité moindre. Dans les appareils munis de C.A.V. pour régler exactement le bobinage, il faut brancher l'appareil de mesures dans un circuit commandé par la C.A.V.

Pour obtenir une plus grande sélectivité et avoir en même temps une courbe permettant la meilleure reproduction possible, on utilise deux circuits couplés (fig. 33).

Si le couplage entre les deux circuits est très faible, la courbe de résonance du secondaire est très pointue et le maximum très faible. Donc ce couplage n'est intéressant ni au point de vue rendement, ni au point de vue reproduction. En augmentant le couplage, la courbe de résonance devient de moins en moins aplatie et le maximum est plus élevé. Finalement, on arrive à un couplage critique pour lequel le maximum passe par sa plus forte valeur, car en augmentant le couplage, la valeur absolue du maximum diminue et l'on voit apparaître deux maxima. Un léger désaccord présente l'avantage de donner à la courbe à son sommet une allure presque droite dans le sens horizontal (fig. 34).

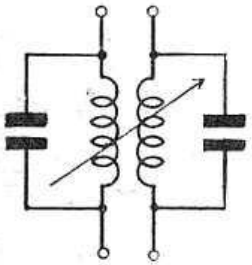


Fig. 33. — Deux circuits couplés.

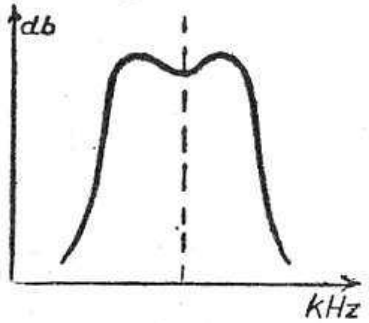


Fig. 34. — Allure de la courbe de résonance de deux circuits couplés.

L'allure de cette courbe dépend du réglage exact de chaque circuit. Nous voyons donc la nécessité de ne pas toucher au couplage établi par le fabricant du bobinage et de ne pas changer les valeurs de la fréquence d'accord.

ALIGNEMENT

Alignement des récepteurs à amplification directe.

1. — Qu'est-ce qu'un récepteur a amplification directe ?

Sous le nom de récepteurs à amplification directe on considère tous les récepteurs dans lesquels l'amplification du signal H.F. (avant la détection) s'effectue sur la fréquence à recevoir. Un tel récepteur comporte un ou plusieurs étages H.F. accordés, suivis d'un étage détecteur et, dans la majorité des cas, d'un ou de deux étages B.F. (fig. 35). Ce qui caractérise ce récepteur, c'est le nombre de circuits accordés et la liaison entre les circuits. On distingue un récepteur à 1, 2 ou 3 circuits accordés. Dans un changeur de fréquence on a aussi, parfois, un ou deux (cas assez rare) étages d'amplification H.F.

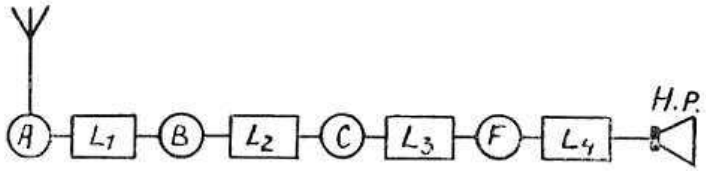


Fig. 35. — A, B, C, circuits accordés sur la fréquence à recevoir. L_1 et L_2 lampes amplificatrices H.F. L_3 lampe détectrice. F élément de liaison BF (transformateur BF). L_4 lampe de sortie. H.P. haut parleur.

2. — Principe.

Un récepteur à amplification directe à plusieurs étages, comporte un bloc de condensateurs variables commandés par le même axe. Il s'agit de réaliser la concordance exacte entre les différents circuits pour n'importe quelle ouverture du condensateur variable. Si le cadran est étalonné en fréquences ou en noms de stations, il faut aussi assurer la concordance entre l'accord exact et les positions respectives de l'index sur le cadran.

Les circuits en principe sont identiques. En réalité on corrige vers 1.400 kHz les désaccords dus à des capacités parasites (capacité interne des lampes, capacité des connexions, etc...) en serrant ou desserrant plus ou moins les ajustables. Signalons qu'on peut éprouver quelques difficultés pour faire suivre le circuit d'antenne, avec d'autres circuits. Cela est dû au désaccord apporté par l'antenne. S'il n'est pas très grand, on peut le diminuer davantage en agissant sur la valeur du condensateur d'antenne. Si, par contre, il est assez sensible on alignera le poste avec une antenne déterminée. D'ailleurs l'amortissement dû à l'antenne ne permet pas dans ce cas-là d'effectuer des réglages précis. Dans le cas d'un circuit établi par le fabricant, avec deux points de concordance, on se renseigne sur la valeur exacte de la fréquence d'accord.

Dans le cas de postes à réaction on met la réaction au minimum pendant l'alignement.

3. — Méthode d'alignement.

Petites ondes.

Considérons tout d'abord le cas d'un récepteur à un circuit accordé. Le circuit peut être intercalé soit entre la grille de la première lampe et la masse, soit dans la grille de la lampe suivante, le circuit de la première étant, par exemple, apériodique (résistance, etc...). Le réglage d'un tel appareil se borne au réglage de l'ajustable du condensateur variable ou de la bobine d'accord.

1° On branche l'appareil de contrôle.

2° Avec l'oscillateur de mesure on émet une onde de 1.400 kHz. On couple l'oscillateur au récepteur au moyen d'une antenne fictive (la borne A de l'antenne à la borne « Antenne » du récepteur).

3° On place l'index du cadran en face de l'indication correspondant à 1.400 kHz. On desserre complètement l'ajustable. En le resserrant on entend le son de modulation de l'oscillateur de mesure. On coupe alors la modulation, et en serrant plus ou moins l'ajustable on amène le maximum de puissance en observant la déviation de l'aiguille de l'appareil de mesure.

4° On émet ensuite avec l'oscillateur de mesure une onde de 600 kHz. Il faut que pour la réception de cette fréquence, l'index du cadran se trouve en face de l'inscription correspondant à 600 kHz. En cas contraire, il faut conclure que la bobine est mal établie ou ne correspond pas à l'étalonnage du cadran du condensateur variable.

Si l'accord exact se trouve après l'indication du cadran, la variation de fréquence en fonction de la capacité n'est pas assez rapide, autrement dit la self-induction du bobinage est trop petite. Si, au contraire, l'accord exact se trouve avant l'indication du cadran, la variation de fréquence est trop rapide et la self-induction trop grande. Cela peut paraître paradoxal, mais il s'agit ici de couvrir une gamme avec des bobinages identiques et ce qui change, c'est uniquement le rapport self-induction / capacité répartie + capacités parasites. La solution est assez simple. Il suffit d'écarter ou de resserrer légèrement les spires de la bobine d'accord du côté de la grille. Dans le premier cas, on diminue la capacité répartie, dans le second, on l'augmente.

5° Après avoir effectué la vérification vers 600 kHz on revient vers 1.400 kHz pour parfaire le réglage de l'ajustable.

Dans le cas d'un récepteur à plusieurs étages on applique le même raisonnement et la même méthode. On branche l'appareil de mesure. Avec l'oscillateur de mesure on émet une onde de 1.400 kHz. L'index du cadran est placé en face de l'inscription correspondante (1.400 kHz). On règle successivement tous les circuits en commençant par celui de la grille détectrice (détectrice plaque, grille ou diode). L'oscillateur sera couplé directement avec la grille de la lampe précédente au moyen d'une faible capacité (500 cm par exemple) ; la grille

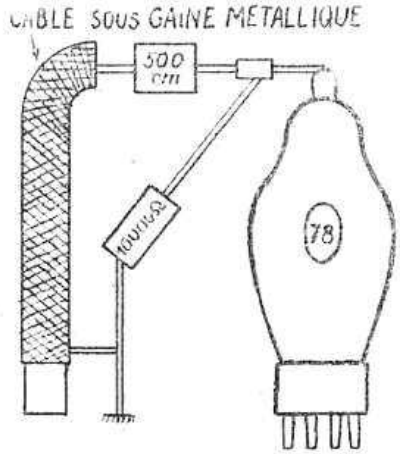


Fig. 36. — L'oscillateur de mesure est relié à la grille de la lampe à travers un condensateur de 500 cm. Entre la grille et la masse on place une résistance de fuite de 0,01 MΩ.

est reliée à la masse à travers une résistance de fuite de 10.000 ohms, par exemple (fig. 36). On procède de la même manière que pour un seul circuit. Supposons que nous contrôlons l'accord exact au moyen d'un voltmètre branché entre la cathode et la masse d'une lampe commandée par la C.A.V. : l'accord sera caractérisé par le fait qu'en serrant ou desserrant la vis du réglage de l'ajustable, la déviation de l'aiguille du voltmètre diminue. Dans le cas d'un voltmètre de sortie, c'est l'inverse qui se produit.

On effectue le même réglage avec l'étage précédent. On règle l'ajustable parallèle sur 1.400 kHz. On vérifie ensuite le réglage sur 600 kHz (fig. 37). Pour voir si le circuit est

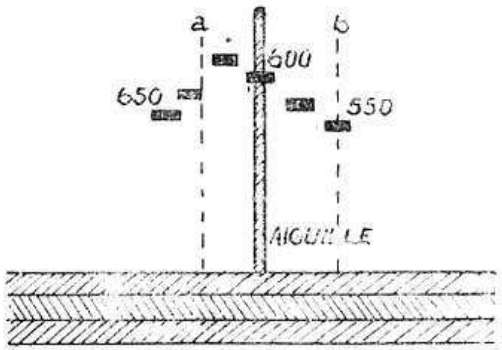


FIG. 37. — Quand l'aiguille se trouve en *a* la self-induction de la bobine est trop forte. Si par contre l'aiguille se trouve en *b* la self-induction est trop faible.

bien réglé, on constate une diminution de rendement. Si les bobinages ne sont pas blindés on se servira de la baguette d'alignement. L'augmentation de la puissance à l'approche du noyau indique une valeur de self-induction trop faible, l'augmentation avec le canon en cuivre une valeur trop forte.

On peut essayer de modifier le bobinage, mais c'est une opération parfois difficile, vu la présence d'un blindage.

Finalement, on branche l'oscillateur à la borne antenne du récepteur, à travers l'antenne fictive, et on effectue le réglage du circuit de la première lampe en tenant compte des observations faites dans le paragraphe sur le principe d'alignement.

Grandes ondes.

Le réglage des grandes ondes dépend essentiellement de la constitution des bobinages. Dans le cas de bobines séparées (commutation de la grille et du condensateur variable) le réglage s'effectue de la même manière qu'en

petites ondes, avec cette différence qu'on prend comme point de départ 230 kHz. L'accord en grandes ondes étant suffisamment flou, on peut se contenter d'un seul point.

Si, par contre, le récepteur a des bobines avec un enroulement additif, qu'on court-circuite en petites ondes, il ne faut pas toucher à l'ajustable du condensateur variable, celui-ci servant uniquement pour l'alignement des petites ondes. On règle alors l'ajustable placé en parallèle sur l'enroulement des grandes ondes, vers 230 kHz. Au cas où cet ajustable manque, on peut le rajouter. Toutefois, on sera parfois obligé de retirer quelques spires à l'enroulement G.O., si l'on veut que le réglage concorde avec les indications du cadran. Cette dernière opération, quoique devenant plus délicate, peut servir, dans ce cas-là, à elle seule au réglage.

Ondes courtes.

Dans les cas des bobinages séparés, les bobines ondes courtes comportent des ajustables indépendants.

On les règle vers 12 MHz. Pour constater le déréglage en ondes courtes, ou bien pour vérifier si le réglage est exact, on se servira de la « baguette d'alignement », et quand les bobinages sont difficilement accessibles, de la sonde diélectrique. En introduisant le noyau magnétique dans le champ de la bobine on diminue la fréquence de celle-ci. Le canon en cuivre l'augmente au contraire.

Si l'on a une augmentation de puissance pour une diminution de fréquence, c'est que la variation de fréquence est trop lente. Si, au contraire, la puissance augmente avec la fréquence, la variation de celle-ci est trop rapide. Il faut modifier le rapport C_{min}/C_{max}. C_{max} étant imposé, on modifie tout simplement la capacité résiduelle.

Si, par exemple, la variation de fréquence d'une bobine est trop rapide, par rapport aux autres bobinages ou de l'étalonnage du cadran, il suffit d'écarter un peu les spires. On diminue alors légèrement la self-induction. Pour compenser le réglage au début de la gamme, on resserre l'ajustable, c'est-à-dire on augmente la résiduelle. Pour une variation trop lente, on resserre les spires. La self-induction augmente plus que la capacité répartie, et on est obligé de desserrer l'ajustable. En introduisant la sonde diélectrique entre les lames fixes et mobiles du condensateur variable, on augmente la capacité, ce qui sert d'indication pour l'alignement.

POUR CONSERVER LE RÉGLAGE.

Après le réglage, on immobilisera les différentes vis de réglage, ainsi que les fils des enroulements auxquels on a touché, au moyen d'une goutte de cire diélectrique (cire *Antoine*, par exemple) ou d'une gouttelette de peinture (genre *Ducco*). On évite que la cire ou la peinture coule entre les lames de l'ajustable. Il faut également éviter de le toucher avec un fer chaud. La chaleur peut provoquer une déformation des lames et causer un déréglage. En général, il vaut mieux vérifier, après cette opération, si le réglage n'a pas changé.

ANOMALIES.

Nous allons parler ici uniquement des anomalies dues aux défauts mécaniques des organes.

Si l'on constate un manque exagéré de self-induction, cela peut provenir d'un court-circuit entre spires. Ce court-circuit est souvent provoqué par un coup de tournevis ou de fer à souder pendant le montage.

Si l'on constate qu'un circuit a trop de capacité et que cette avance de capacité est continue, cela provient d'un décalage des lames mobiles sur l'axe du bloc de condensateurs variables ou bien d'un callage défectueux de l'aiguille du démultiplicateur. Ce décalage peut se produire pendant le montage des condensateurs variables. Il est particulièrement recommandé de ne pas laisser ces derniers ouverts pendant le montage.

En réglant l'ajustable on peut constater le phénomène suivant : en serrant, on augmente la puissance, ensuite la puissance diminue, mais en serrant encore davantage la vis du réglage, on arrive de nouveau à augmenter la puissance. Cela est dû à la déformation de la lame quand la vis de réglage se trouve à l'extrémité opposée au point fixe. La lame, au lieu de se plier suivant une ligne inclinée, se déforme en dos d'âne (fig. 38).

FIG. 38. — Il faut que la lame de l'ajustable se rapproche progressivement du bâti du C.V. La variation de capacité est alors régulière. Si la lame se plie au milieu, elle crée un faux maximum, car au moment où elle commence à se déformer, le serrage de la vis au lieu d'augmenter la capacité, la diminue.

Quand en serrant la vis de l'ajustable on entend un claquement sec dans le haut-parleur et que le poste devient silencieux, il se produit un court-circuit entre la lame de l'ajustable et le bâti du condensateur variable. Ce court-circuit est provoqué soit par le déplacement du mica, soit que la vis de réglage touche la lame de l'ajustable. Il arrive aussi qu'il reste des bavures du filetage du bâti. On démonte alors la lame mobile et la lamelle en mica et l'on enlève les bavures au moyen d'un chiffon.

Citons, pour finir, la cause la plus fréquente du désaccord : la différence de capacité entre les différents éléments d'un condensateur variable pour un angle de rotation déterminé. Là, il n'y a rien à faire. Si en retouchant les segments extérieurs (si cela est possible), on n'arrive pas à rattraper la différence, il faut changer le bloc de condensateurs variables. Pour avoir un alignement rigoureux, il faut avoir surtout de bons bobinages et de bons condensateurs variables. Aucun compromis n'est possible.

Remarques sur l'étalonnage en O.C. — Certains bobinages ne comportent pas d'ajustables. On peut d'ailleurs toujours en ajouter.

On peut vérifier le réglage d'un bobinage d'accord en introduisant entre les lames fixes et mobiles du C.V. un diélectrique quelconque (sonde diélectrique). On augmente ainsi la capacité de l'élément correspondant du C.V. En effet, la capacité est en fonction du diélectrique. A titre d'exemple, nous allons indiquer la constante (ε) du pouvoir inducteur spécifique des quelques diélectriques les plus usuels :

Air = 1,
Mica = 7,
Verre = 3 à 11,
Quartz = 4.

Alignement des récepteurs à changement de fréquence (1)

Qu'est-ce qu'un changeur de fréquence ?

Les récepteurs à changement de fréquence ont pour principe l'amplification de la fréquence à recevoir et d'une fréquence fixe. Dans ce but, la fréquence à recevoir, qui est variable d'un poste émetteur à l'autre, est changée en fréquence fixe par battements avec une fréquence également variable qu'on produit dans le récepteur. La résultante, c'est-à-dire la fréquence fixe, s'appelle moyenne fréquence (MF). La forme de la modulation BF n'est pas affectée par ce changement, car la MF est encore très élevée par rapport à la BF. Le changement de fréquence présente l'avantage de pouvoir amplifier des fréquences plus basses que celles à recevoir (sauf en G.O. pour une MF de l'ordre de 400 kHz). On peut donc utiliser plusieurs étages d'amplification là où cela serait impossible à réaliser sur la fréquence d'accord exact (risques d'accrochage). D'autre part, l'établissement des circuits fixes permet d'obtenir un réglage plus précis et, par l'utilisation des filtres de bande, une plus grande sélectivité.

Le changement de fréquence comporte trois genres de circuits : un ou plusieurs circuits d'accord ; un circuit pour l'oscillation locale ; un ou plusieurs circuits fixes ou légèrement variables, dans le cas de la sélectivité variable, pour la MF.

(1) Nous conseillons vivement aux « médecins » de la radio un traité sur l'anatomie et physiologie du super : « *Les Superhétérodynes* », par Georges SERAPIN, traduit et adapté par W. Sorokine.

a) *Le changement de fréquence par addition* (fig. 39).

L'oscillation locale est produite par un tube oscillateur séparé. Ce tube est couplé soit à la grille, soit à la cathode d'un tube modulateur (première détectrice) au moyen d'un petit condensateur ou par un bobinage. On applique donc sur la grille deux potentiels. Un d'une fréquence f_o (oscillateur local), l'autre d'une fréquence f_i (onde incidente). On trouve dans le circuit plaque deux courants : un proportionnel à $f_i + f_o$, un autre $f_i - f_o$.

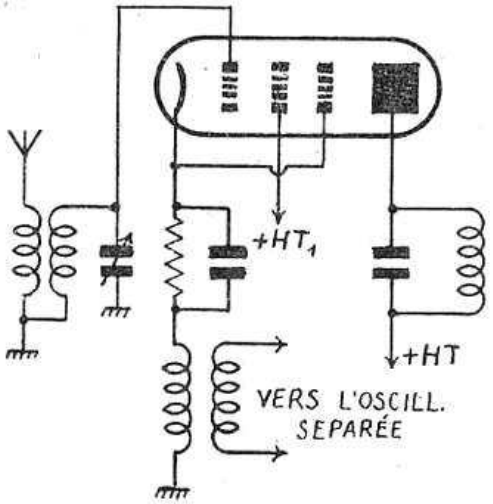


FIG. 39. — Schéma d'un changement de fréquence à deux lampes. On applique sur la grille de commande le signal à recevoir et le signal local.

On utilise généralemnet la différence des fréquences pour des raisons exposées plus loin.

b) *Changement de fréquence par multiplicaction.*

Dans ce genre de changement de fréquence on applique sur deux grilles d'un tube à plusieurs électrodes (hexode, heptode, octode) des potentiels de fréquence f_i (onde incidente) et f_o (onde locale). Le courant anodique est proportionnel à ces deux fréquences. Contrairement au changement de fréquence par addition, dans le changement de fréquence par multiplication la lampe fonctionne en amplificatrice. Considérons, par exemple, une octode (fig. 40) :

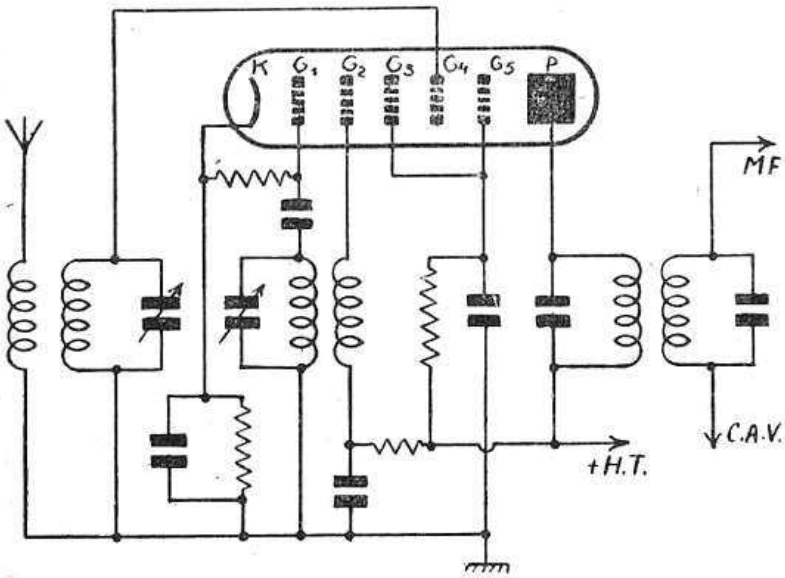


FIG. 40. — Changement de fréquence par octode. k, cathode; g_1 et g_2, grilles pour l'entretien des oscillations locales; g_4, grille de commande; g_3 et g_5, grilles écran; P, plaque. La grille de suppression g_6 n'a pas été figurée.

La cathode K émet des électrons. Ces électrons sont attirés par la plaque P portée à un fort potentiel positif par rapport à la cathode. Dans leur course à travers le vide de l'ampoule, les électrons traversent les mailles des différentes grilles. On applique sur la grille G_1 un potentiel négatif variable de fréquence f_o. L'augmentation du potentiel négatif de la grille diminue le nombre d'électrons qui vont passer à travers ses mailles. La grille G_2, constituée par deux fils rigides, sert à l'entretien d'oscillations dans le circuit local. La grille G_3 accélère la marche des électrons et constitue en même temps un écran statique entre l'élément oscillateur et l'élément modulateur. Les électrons, après avoir passé la grille G_3, sont

freinés par le potentiel négatif de la grille G_4. Les premiers électrons freinés forment, pour ceux qui arrivent ensuite, un nuage électronique (charge d'espace). Ce nuage entre la grille G_3 et G_4 constitue une source d'électrons que l'on appelle « cathode virtuelle », et qui a toutes les propriétés d'une cathode réelle. L'émission de cette cathode est, comme nous l'avons vu, soumise au potentiel de la grille G_1, donc à la fréquence f_o. En faisant varier le potentiel de la grille G_4 — variation produite par la surtension d'un circuit d'accord, intercalé dans cette grille — on laisse passer plus ou moins les électrons attirés par la plaque P et accélérés par la grille G_5, formant écran entre la plaque et la grille de modulation G_4. Si le potentiel de la grille est proportionnel à f_i, le flux électronique l'est également.

Dans le circuit plaque, on recueille un courant de fréquences $f_m = f_i + f_o$ et $f_m = f_i - f_o$. Si $f_o > f_i$, il faut considérer l'expression $f_m = f_o - f_i$. En effet, l'expression de la fréquence ne peut pas être une valeur négative. On choisit la deuxième combinaison. Il est beaucoup plus facile, dans ce cas, de couvrir la gamme avec le même rapport C_{max} à C_{min} et d'autre part, la première limite le choix de la moyenne fréquence.

Pour recueillir la fréquence $f_m = f_o - f_i$, on intercale dans le circuit plaque un circuit accordé sur cette fréquence.

Remarquons, en passant, qu'on a f_m pour deux valeurs de f_o (pour la même fréquence incidente f_i), $f_m = f_o - f_i$ et $f_m = f_i - f_o$.

Fréquence image.

La deuxième combinaison est la cause de la fréquence image. Qu'est-ce que la fréquence image ? Supposons que nous recevons une onde d'une fréquence f_{i1}. Pour

avoir la MF f_m il faut que la fréquence de l'oscillateur local soit $f_o = f_{i1} + f_m$. Mais s'il existe en même temps dans l'antenne une onde de fréquence f_{i2} satisfaisant la relation $f_o = f_{i2} - f_m$ nous allons la recevoir également. Il en résulte un sifflement d'interférence. C'est cette fréquence f_{i2} qu'on appelle image. On évite le brouillage dû à cette fréquence en utilisant des circuits présélecteurs dans l'entrée ou en choisissant convenablement la valeur de la MF pour déporter la fréquence image en dehors de la gamme de fréquences de réception.

Supposons, par exemple, que la MF soit de 500 kHz. Pour recevoir 550 kHz l'oscillateur local est réglé sur 550 + 500 kHz = 1.050 kHz. On peut donc recevoir, en même temps, une onde de fréquence 1.050+500 kHz. Or, 1.550 kHz se trouve en dehors de la gamme de réception de radiodiffusion (pour le moment du moins). Dans la majorité des récepteurs, et surtout de construction récente, on a adopté une valeur élevée de la MF. Le standard *S.P.I.R.* a fixé sa valeur à 472 kHz. Il existe encore un remède, c'est d'avoir un étage d'amplification HF. Mais dans les villes avec un poste émetteur puissant, ce genre de présélection est insuffisant et on est obligé d'associer à l'étage HF un circuit pré-sélecteur.

Une solution, adoptée depuis quelques temps, consiste dans l'utilisation d'un circuit réjecteur qui absorbe la fréquence image.

Commande unique des changeurs de fréquence.

Nous avons vu qu'un changeur de fréquence a des circuits accordés sur une fréquence fixe f_m. Leur réglage ne présente pas de difficultés particulières.

Pour recevoir la fréquence f_i on a, en plus du circuit d'entrée ou d'une suite de circuits accordés sur cette fréquence, un circuit de l'oscillateur local qui donne la

fréquence f_o pour satisfaire la relation $f_m = f_o - f_i$. Dans un changeur de fréquence à commande unique, les rotors (lames mobiles) des condensateurs variables du circuit d'accord et de l'oscillateur sont accouplés sur le même axe. Il faut que pour chaque angle de rotation des condensateurs variables, les différents circuits satisfassent l'équation précédente $f_m = f_o - f_i$.

Si l'on fait un graphique des variations de fréquence du circuit d'accord et du circuit oscillateur en fonction de la capacité des C.V., il faut que les deux courbes restent parallèles (1) pour n'importe quelle valeur du condensateur variable. L'écart entre les deux courbes correspond à la valeur de la moyenne fréquence. La relation indiquée suppose qu'étant donné que la fréquence de l'oscillateur local est plus grande, la valeur de sa self-induction est plus petite. Or, on sait que pour couvrir une gamme avec un condensateur donné, la variation de fréquence est d'autant plus rapide que la valeur de la self-induction mise à ses bornes est plus petite. En petites ondes, par exemple, on couvre, avec le condensateur variable d'accord, une gamme de fréquences de 550 à 1.500 kHz. Tandis qu'il faut couvrir avec le condensateur variable de l'oscillateur, pour une moyenne fréquence de 500 kHz par exemple, 1.500 + 500 = 2.000 et 550 + 500 = 1.050. C'est-à-dire de 2.000 à 1.050. Supposons que le rapport entre C_{max} et C_{min} soit de 2,7. On a pour l'accord $\frac{1.500}{2,7}$ = 550 kHz en-

(1) En fait, seules, les droites peuvent être parallèles. Mais l'on comprend fort bien ce que nous voulons dire. De même, dans la suite, nous parlerons souvent de la *coïncidence* ou *concordance* de ces deux courbes (accord et oscillateur). Il faut toujours se rappeler que, en réalité, il demeure entre les deux courbes *un écart constant* égal à la valeur de la MF.

viron et, pour l'oscillateur, $\frac{2000}{2,7}$ = 740 kHz. La fréquence minimum est donc 740 kHz au lieu de 1.050 kHz.

Il s'agit de ramener la courbe de f_o vers f_i (fig. 41).

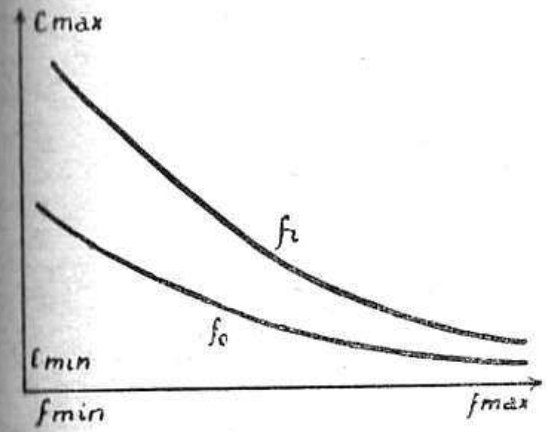


FIG. 41. — Courbes de variation de fréquence en fonction de capacité du C.V. des circuits d'accord et de l'oscillateur local.

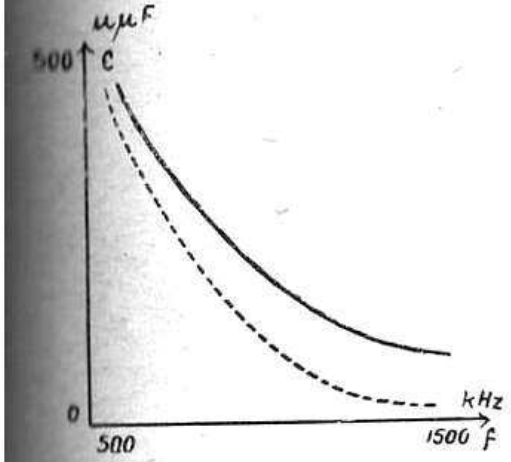


FIG. 42. — Effet d'une capacité série sur la courbe de la variation de fréquence en fonction de capacité d'un circuit oscillateur (en pointillé).

en conservant la différence de la moyenne fréquence. Autrement dit, il nous faut modifier le rapport C_{max}/C_{min} pour le circuit de l'oscillateur. De prime abord, il semble qu'on peut y arriver en intercalant en série dans le circuit oscillant une capacité C_s, pour diminuer la valeur finale du condensateur variable. Mais cela est impossible, car l'écart entre le condensateur variable d'ac-

cord et le condensateur variable de l'oscillateur est variable (avec la fréquence) (fig. 42). Si l'on prend une valeur de self-induction de l'oscillateur satisfaisant l'équation sur un point donné, on s'aperçoit que les écarts sur les autres points sont tellement importants, qu'avec un appareil récepteur sélectif, même l'audition de stations puissantes devient impossible (fig. 43). On

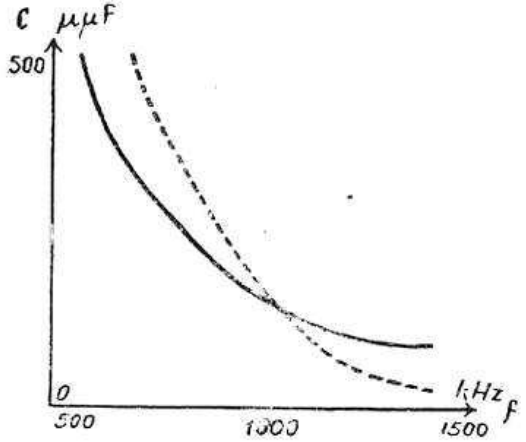


Fig. 43. — En choisissant une valeur convenable de self-induction du bobinage oscillateur on peut faire coïncider les courbes de l'accord et de l'oscillateur en un seul point. Les écarts en d'autres points restent, par contre, considérables.

peut faire coïncider les courbes en deux points. Par exemple, en choisissant une valeur convenable pour la self-induction de l'oscillateur et en branchant un condensateur série (padding) ou parallèle (trimmer). Mais on

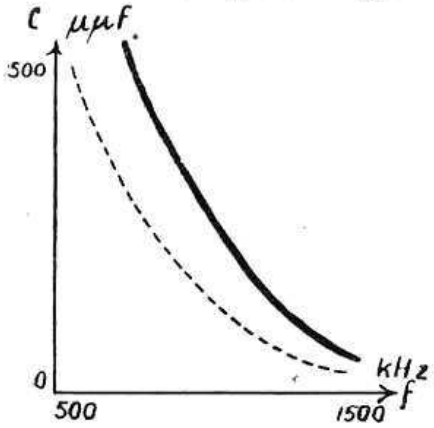
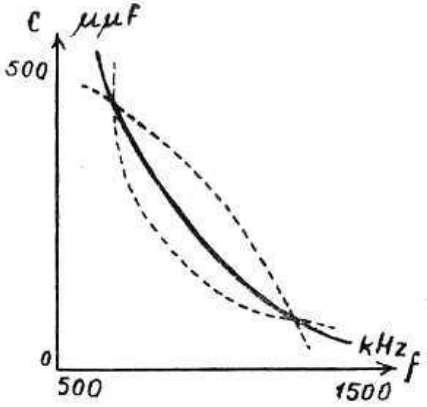


Fig. 44 *a*. — Action d'un ajustable parallèle sur la concordance.

constate encore un écart sensible au milieu de la gamme, en plus ou en moins, suivant que l'on emploie une capa-

cité en série ou en parallèle. On obtient une courbe se rapprochant le plus de la courbe idéale en établissant

Fig. 44 *b*. — Même si les courbes concordent en deux points (p. ex. au moyen du choix d'une valeur convenable de la self-induction et d'un condensateur série), les écarts sur d'autres points restent considérables.



la concordance en trois points. On choisit les fréquences 600, 1.000, 1.400 kHz (fig. 45). (Ces valeurs ont été également proposées par la *Commission d'Etudes de la Société des Radio-Electriciens* pour la vérification des récepteurs.)

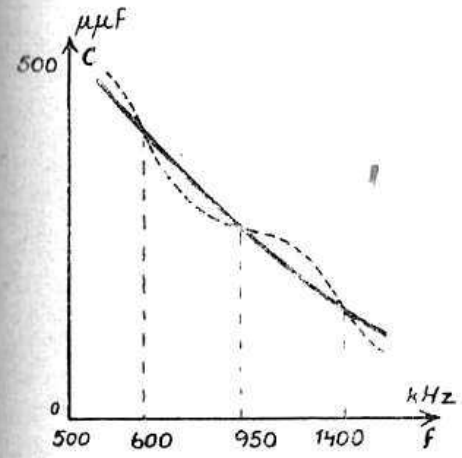


Fig. 45. — Concordance des courbes de l'accord et de l'oscillateur en trois points (1.400, 1.000, 600 kHz) au moyen d'un ajustable parallèle (trimmer), valeur convenable de self-induction et condensateur-série (padding).
Sur la courbe ci-contre, le point milieu est choisi à 950 kHz au lieu de 1.000 kHz.

Les points de concordance sont déterminés pour chaque ensemble de bobinages. Il n'existe pas de valeurs standard étant donné que l'on doit tenir compte de l'affaiblissement dû au désaccord du circuit. Cet affaiblis-

sement est une fonction du désaccord relatif et du coefficient de surtension d'un bobinage donné. R.-C. COUPEZ, dans un article sur la commande unique paru dans l'*Onde Electrique* (O.E. N180, vol. XV), attire l'attention sur le désaccord possible en fonction du choix de ces points.

Pour la normalisation *S.P.I.R.* 1937, en partant des fréquences 1.400, 1.000, 600 kHz, Jean DUBOURG (*France-Radio* n° 633 à 649) trouve un désaccord moyen de 5 kHz. La normalisation *S.P.I.R.* 1938 a défini ces points comme étant, en P.O., 1.300 et 575 kHz (point milieu 960 kHz) ; G.O., 270 et 160 kHz, et en O.C., 6 et 15 kHz. La normalisation *S.P.I.R.* 1939 donne : en P.O., 1.300, 904, 592 kHz ; en G.O., 264, 205, 160 kHz; en O.C., 15, 6 MHz (la concordance n'étant établie qu'en deux points).

Les points d'alignement pour les bobinages conformes au Standard Caire sont en P.O. : 1.400, 904, 574 kHz ; en G.O. : 264, 205, I60 kHz, et en O.C. : 16 et 6,5 MHz.

Pour les anciens récepteurs on se rapportera aux indications que l'on trouve sur les schémas publiés dans la *Schémathèque de Toute la Radio.*

A défaut de spécifications particulières, on se servira de 1.400 et 600 kHz. Si la valeur de la MF est connue, le réglage peut être assez correct. Si, par contre, la valeur de la M.F. est inconnue, et que l'on cherche à la déterminer, on établit tout d'abord la concordance sur 1.000 kHz. Si l'on désire une très grande précision, on relève les désaccords après l'alignement et on déplace le point milieu vers 960 — 900 et même 875 kHz, en modifiant l'oscillateur. Il est également possible de ne pas toucher à l'oscillateur, mais de modifier la valeur de la MF.

En résumé, on peut dire que l'on se trouve en présence de deux groupes de points de concordance qui varient autour de :

1.400 — 1.000 — 600 kHz;
1.300 — 900 — 575 kHz.

Pour obtenir la concordance sur 1.400 kHz, on agira sur l'ajustable parallèle (trimmer). La concordance sur 1.000 kHz sera donnée par le choix convenable de la valeur de la self-induction du bobinage oscillateur. L'ajustable série (padding) sert pour le réglage sur 600 kHz. Les ajustables parallèles et série sont variables ; par contre, le bobinage oscillateur sera de valeur fixe. Si sa valeur est trop petite, le point de concordance milieu se déplace vers le bas de la gamme et crée un désaccord (fig. 46). Dans le cas d'une self-induction trop

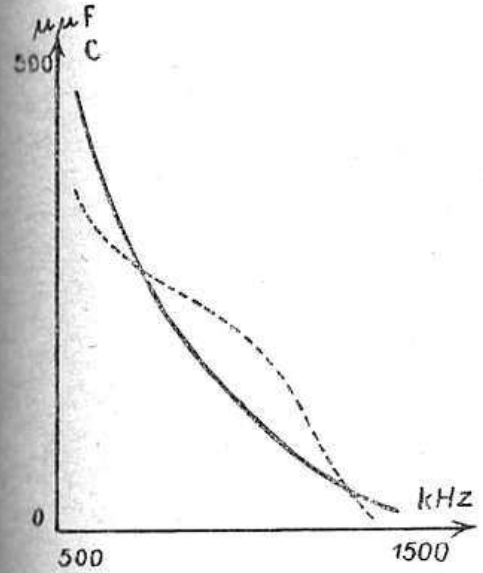


FIG. 46. — La valeur de self-induction du bobinage oscillateur est trop petite. La concordance ne s'effectue plus vers 1.000 kHz et on obtient un désaccord sensible entre 1.500 et 1.000 kHz.

grande, on obtient le déplacement vers le haut et un désaccord également (fig. 47). (Nous avons évidemment exagéré les écarts sur les courbes pour plus de clarté.)

Ce qu'il faut surtout retenir, c'est que *les bobinages déterminés sont établis pour une seule valeur de la*

moyenne fréquence, car sans cela la concordance du point milieu ne se ferait pas. Si l'on ne connaît pas la valeur exacte de cette moyenne fréquence on peut la trouver expérimentalement.

Notons qu'en grandes ondes vu l'écart f_{max} / f_{min} plus faible, on se contente de deux points de concordance. Avec les bobinages séparés, on peut faire coïncider le bobinage oscillateur en agissant sur les ajustables parallèles et série sur 330 et 170 kHz. Le bobinage

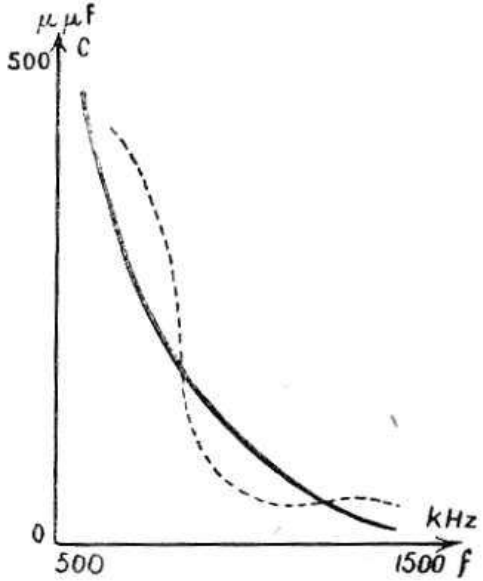


FIG. 47. — La valeur de la self-induction du bobinage oscillateur est trop grande. La concordance se déplace vers le haut et l'écart entre 500 et 1.000 kHz devient très sensible. Nous avons exagéré les écarts sur les figures 46 et 47 pour faciliter la compréhension.

oscillateur est généralement établi pour donner la concordance sur 250 kHz. (*Ferrolyte*, 240 kHz et 162 kHz; *Standard S.P.I.R.* 1938, 270 et 160; *Standard S.P.I.R.*, 1939, 264 et 160 kHz).

On peut fignoler le réglage pour éviter le désaccord subsistant malgré le réglage précis sur les trois points, en agissant sur les lames extérieures du rotor. Mais il ne faut pas perdre de vue que l'accord exact en P.O. peut être la cause d'un désaccord assez sensible en O.C. Il vaut de beaucoup mieux avoir des bobinages exactement établis. On n'y aura recours que sciemment, quand

on veut favoriser la réception sur une gamme. On fera attention de ne pas trop déformer les lames et surtout de ne pas les casser.

PRATIQUE DE L'ÉTALONNAGE

L'étalonnage d'un changeur de fréquence comporte plusieurs étapes : *a*) le réglage de circuits fixes de moyenne fréquence; *b*) alignement du ou des circuits d'accord *c*) établissement de la coïncidence du circuit de l'oscillateur local avec le circuit d'accord.

Réglage de la moyenne fréquence

Nous avons déjà vu que le circuit accordé sur une fréquence fixe, autrement dit le circuit MF, est constitué par un filtre de bande. Celui-ci est composé, dans la majorité des cas, de deux circuits oscillants identiques, accordés au moyen des ajustables sur une même fréquence. Dans les MF à fer (fig. 48), l'accord par ajustables peut être remplacé par le déplacement du noyau magnétique (*Ferrolyte, Metox, Renard, Finet*, etc...). Le couplage entre les deux circuits est généralement magnétique. Les deux enroulements d'un bobinage

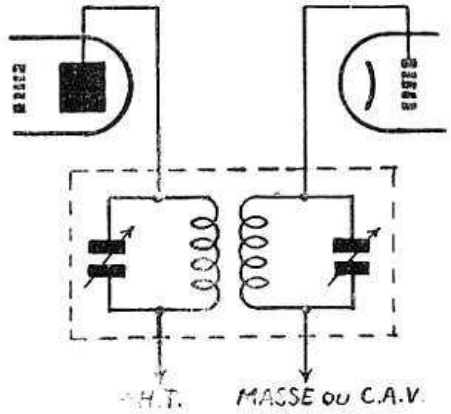


FIG. 48. — Un transformateur MF se compose d'un primaire intercalé dans le circuit plaque d'une lampe. Le secondaire, également accordé, se trouve dans le circuit grille d'une lampe suivante. Les enroulements et les ajustables sont enfermés dans un blindage.

MF se trouvent sur un tube en bakélite ou trolitul, enfermés dans un blindage. Dans les MF à fer les noyaux

comportant les enroulements sont généralement fixés sur des plaquettes en bakélite. Les ajustables se trouvent sur une plaquette en bakélite ou sur un socle en stéatite, fréquencite ou autre matière isolante. Les vis de réglage sont accessibles de l'extérieur au moyen de deux trous pratiqués dans le blindage. Dans certains cas le tube supportant les bobinages est monté sur le socle avec les ajustables. Dans ce cas-là, les vis de réglage se trouvent sous le châssis, à côté des cosses de sortie de la M.F. (fig. 49).

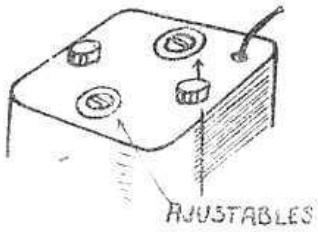


Fig. 49 *a*

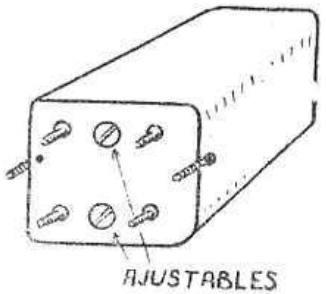


Fig 49 *b*

FIG. 49. — Les vis de réglage des ajustables peuvent se trouver soit sur le blindage (*a*), soit sous le blindage, à côté des cosses de sortie (*b*).

Sur les appareils américains « Miniature », on trouve le réglage des deux ajustables réalisé au moyen d'une vis concentrique dans un écrou. La vis et l'écrou se règlent indépendamment : la vis est isolée du premier ajustable et ne fait que le traverser (fig. 50).

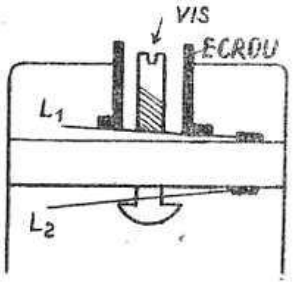


FIG. 50. — Pour éviter l'encombrement, certains ajustables sont constitués par des lames superposées. La lame L_1 du premier ajustable se règle en serrant l'écrou E. La vis V, concentrique dans l'écrou (son réglage est indépendant) sert au réglage de la lame L_2 du second ajustable.

Dans les petits postes portatifs on utilise les bobinages MF ayant leur vis de réglage sur le côté du blin-

dage. Ce cas peut également se présenter avec les M.F. à self-induction variable.

Les vis de réglage peuvent être isolées électriquement des lames ou en faire partie. *Dans n'importe quel cas, il vaut mieux régler les vis avec un tournevis spécial isolé.*

La simple pression peut déterminer, dans certains cas, une variation de capacité. On évitera alors tout effort. La vis tourne parfois difficilement, simplement parce que la lame du tournevis n'est pas bien ajustée. Il faut que cette lame rentre bien dans la rainure de la vis. On se rend compte du déréglage en observant l'aiguille du voltmètre. Supposons que nous avons un voltmètre en parallèle sur la résistance de polarisation de la lampe MF commandée par la C.A.V. L'accord exact correspond à la déviation minimum de l'aiguille. En enlevant le tournevis on observe que l'aiguille remonte. Cette nouvelle déviation correspond à un désaccord. L'accord exact se trouve réalisé quand en posant la lame du tournevis presque sans pression dans la fente de la vis de réglage et en exerçant une faible pression à gauche et à droite, la déviation de l'aiguille augmente. Dans certains cas une simple pression ne suffit pas, car la variation de la capacité de l'ajustable est faible. On tournera alors légèrement la vis de réglage à gauche et à droite.

Quand la vis de réglage n'est pas isolée, la simple présence d'une petite lame en acier ou d'un diélectrique (tige en fibre, bois ou ébonite du tournevis) détermine un désaccord. Il suffit tout simplement de poser le tournevis pour le constater. Le réglage de la MF peut devenir dans ce cas-là un jeu de patience. On note la déviation minimum (en supposant toujours un voltmètre aux bornes de la résistance de polarisation du tube MF) pour le réglage exact. On dépasse légèrement le réglage

en augmentant un peu la capacité de l'ajustable. En enlevant le tournevis on diminue la capacité et le désaccord se trouve compensé. On constate alors une diminution de déviation de l'aiguille; il faut que cette déviation corresponde à la déviation minimum qu'on obtient pour le réglage exact sans enlever le tournevis. S'il n'en est pas ainsi, on recommencera encore une fois l'opération en s'efforçant de s'approcher le plus possible du réglage. Il ne faut augmenter chaque fois la capacité que très légèrement, sinon en enlevant le tournevis on dépasse l'accord par un surplus de capacité. Cela se constate facilement. Quand on approche de l'accord, après chaque opération, on remarque que la déviation de l'aiguille diminue. Par contre, quand l'ajustable est trop serré on augmente le désaccord. La déviation de l'aiguille va augmenter après chaque opération.

PRATIQUE DE L'ALIGNEMENT MF.

1° *On branche l'appareil de mesure destiné à contrôler l'accord exact.*

Cet appareil peut être constitué par un voltmètre c.c. de 7,5 v., que l'on branche aux bornes de la résistance

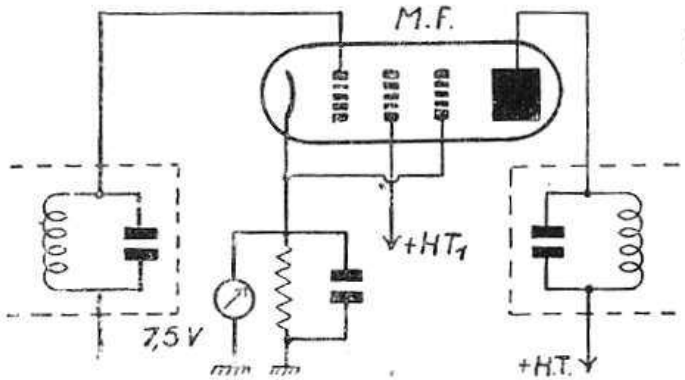


Fig. 51 *a*. — Dans le cas d'une C. A. V., on peut contrôler l'accord exact en mesurant la polarisation du tube MF au moyen d'un voltmètre de 7,5 v. c.c.

de polarisation du tube MF. Malheureusement cette méthode exige parfois l'emploi d'un signal trop fort, ce qui n'est pas toujours sans inconvénient (fig. 51 *a*).

On peut également se servir d'un voltmètre de sortie assez sensible. On prend un appareil à cadre mobile, on intercale, en série avec l'appareil de mesure, un condensateur fixe au papier de 1 μ F et un élément redresseur genre *Oxymétal*. L'appareil de mesure est shunté par une résistance de 50.000 à 100.000 ohms. Le voltmètre de sortie se branche entre la plaque du tube finale

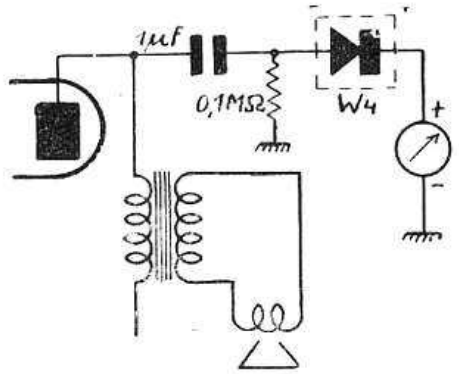


Fig. 51 *b*. — On peut se servir, pour le contrôle de l'accord exact, d'un voltmètre de sortie sensible constitué par un galvanomètre à cadre mobile et par un redresseur.

et la masse du châssis (fig. 51 *b*). Contrairement au voltmètre branché sur la cathode de la MF, le réglage

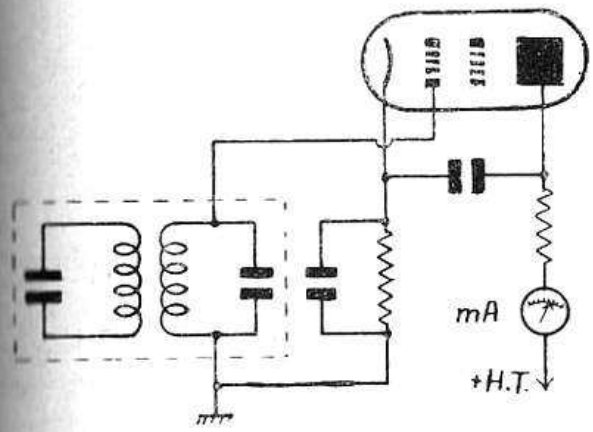


Fig. 52. — Dans le cas d'une détection grille ou plaque, un milliampèremètre intercalé dans le circuit plaque sert d'indicateur de résonance.

s'effectue pour la déviation maximum. On se servira du signal le plus faible et au fur et à mesure du réglage on le diminuera à l'aide de l'atténuateur de l'oscillateur

de mesure. Le potentiomètre du contrôle de volume du récepteur sera au maximum.

Nous recommandons toutefois d'éviter pour le réglage des récepteurs d'utiliser les méthodes qui font intervenir les circuits B.F. Pour cela on contrôle de préférence le signal détecté.

Cas de la détection plaque ou grille. — Un milliampèremètre c.c. de 1 mA est branché en série dans le circuit plaque de la lampe détectrice. *La lecture se fait pour la déviation maximum dans le cas de la détection plaque et au minimum pour la détection grille* (fig. 52).

On peut également se servir d'un voltmètre amplificateur. Dans ce cas-là il faut prévoir la compensation de la tension positive de la plaque détectrice.

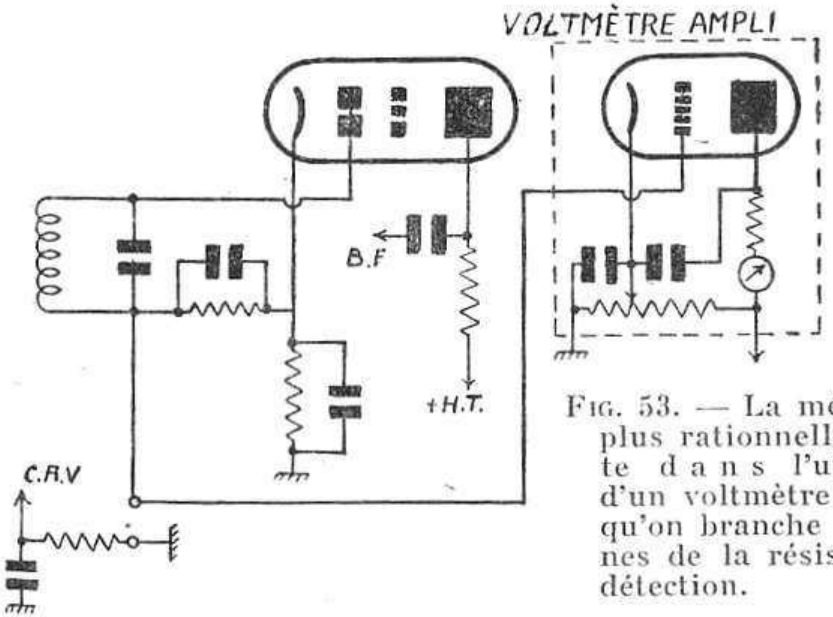


FIG. 53. — La méthode la plus rationnelle consiste dans l'utilisation d'un voltmètre à lampe qu'on branche aux bornes de la résistance de détection.

Cas de la détection diode ou Westector. — On se sert d'un voltmètre amplificateur. Celui-ci est branché aux bornes de la résistance de détection. Le réglage s'effectue pour la déviation minimum de l'aiguille du voltmètre à lampe.

La liaison entre le voltmètre à lampe et le récepteur se fait par un câble sous gaîne métallique (fig. 53).

Le voltmètre à lampe peut être remplacé par un tube indicateur d'accord du type trèfle cathodique (EM1, EM4) ou œil magique (6E5, 6U5, 6AF7). La grille de l'élément triode est reliée, par l'intermédiaire d'un câble sous gaîne métallique, à la résistance de détection, côté transformateur MF. La cathode du tube indicateur est reliée à la masse du châssis à travers une résistance de 1.000 ohms (pour le 6U5, 6AF7 et de 2.500 Ω pour l'EM1, l'EM4). On peut se servir des tensions disponibles sur le châssis pour alimenter le tube indicateur. Il suffit de prendre sur un bouchon intercept — que l'on peut facilement confectionner soi-même — (voir R. C. février 1939) le + H.T., la masse et le chauffage filament (fig. 53 *b*).

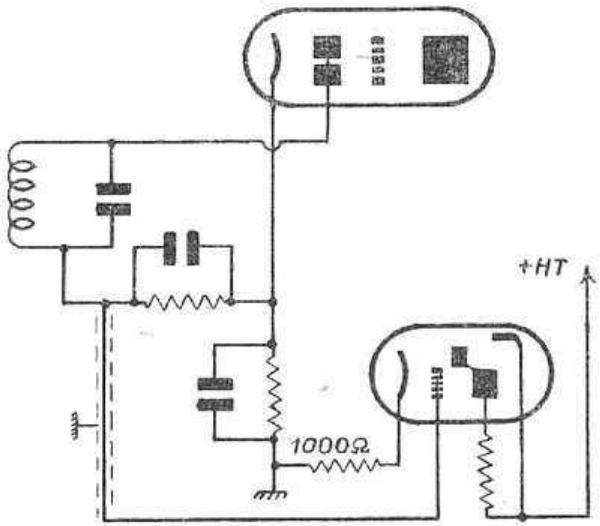


FIG. 53 *b*. — Un tube indicateur d'accord à rayons cathodiques (trèfle ou œil) peut servir pour le contrôle de l'accord.

Il va de soi que le réglage s'effectue pour un secteur d'ombre le plus réduit.

Mentionnons enfin que l'on peut se servir, pour le

contrôle, d'un microampèremètre intercalé en série avec la résistance de détection (fig. 53 *c*).

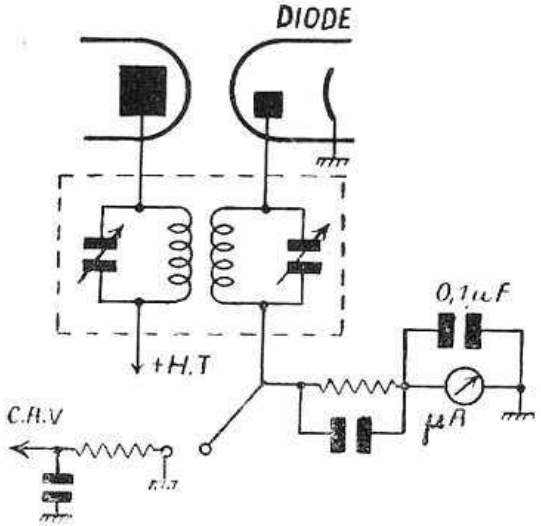


FIG. 53 *c*. — Dans le cas d'une détection diode, on peut contrôler le réglage en mesurant le courant moyen détecté. On intercale entre la résistance de détection et la cathode un microampèremètre 500 µ A. On prendra soin de le shunter avec un condensateur de 0,1 µF.

2° *Le circuit de la C.A.V. est débranché.* — Le point de départ, c'est-à-dire le côté de la résistance du circuit de la C.A.V. qui est reliée à la sortie du dernier transformateur MF, est mis à la masse, soit en le soudant, soit en le fixant avec une pince crocodile. Toutefois, si l'on prend la précaution de travailler avec un signal très faible, on peut conserver la C.A.V.

Si l'on contrôle le réglage sur la cathode de la MF, on conserve la C.A.V.

3° *On émet avec l'oscillateur de mesure un signal modulé de la valeur de la MF.* La valeur actuellement utilisée est de 472 kHz. Pour les anciens récepteurs, au cas où cette valeur serait inconnue, nous indiquons plus loin une méthode pour la déterminer expérimentalement.

4° *On se place en P.O. vers* 1.000 *kHz environ. On débranche la connexion grille du dernier tube MF, point*

A (fig. 54), c'est-à-dire celui qui est avant la diode (dans le cas d'un seul étage MF, il n'y a qu'un seul tube MF).

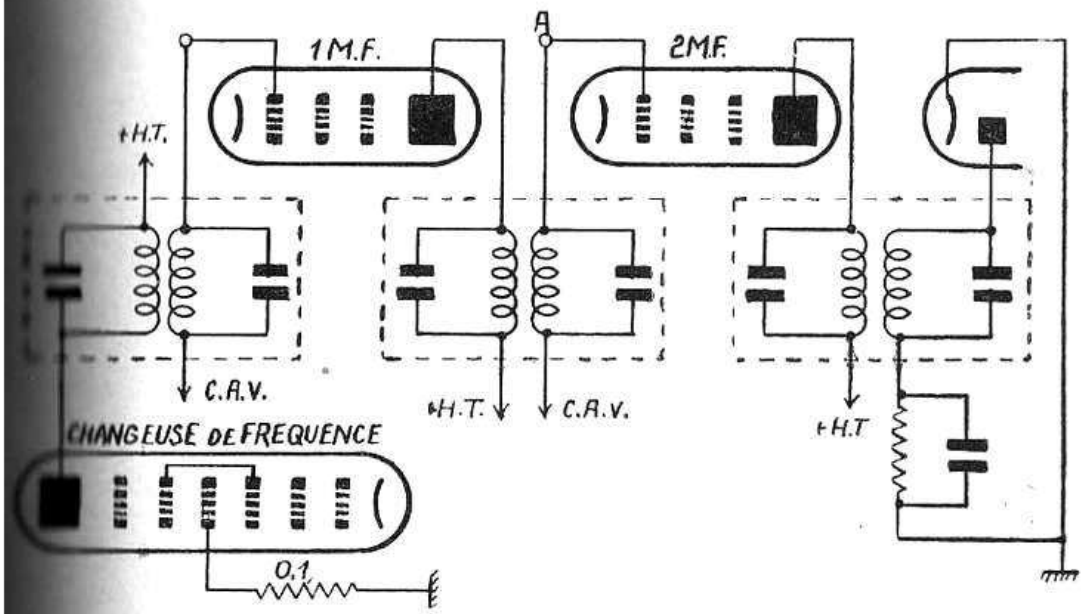


FIG. 54. — Schéma d'une changeuse de fréquence suivie de deux étapes MF. On commence par régler le transformateur de diode et l'on continue en allant vers la changeuse.

L'oscillateur de mesure est couplé à la grille du tube MF par l'intermédiaire d'une capacité de 500 $^{c}/_{m}$. Entre la grille et la masse, on branche une résistance de fuite de 50.000 ohms. On peut réaliser un petit ensemble composé d'un chapeau de grille (un pour la série transcontinentale et un pour l'américaine) d'un condensateur et d'une résistance (fig. 55).

5° On commence par régler le transformateur MF de liaison entre le tube MF et la détectrice.

a) *On dérègle franchement le primaire en dévissant l'ajustable.*

b) *On règle l'ajustable du secondaire (côté détectrice) pour avoir un maximum* (déviation de l'aiguille minimum ou maximum suivant indicateur utilisé).

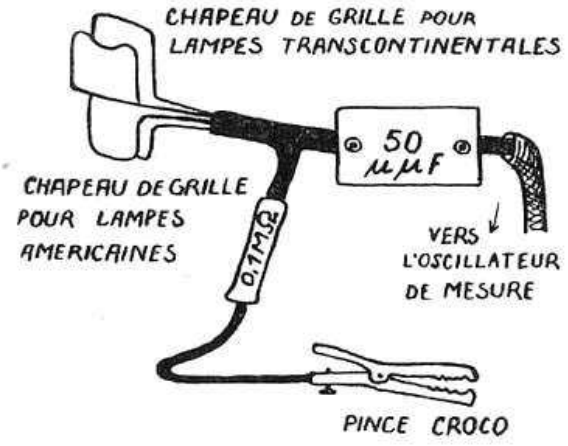


FIG. 55. — La capacité de 500 cm. sert à coupler l'oscillateur de mesure avec la grille de commande de la lampe MF. La résistance de 0,1 MΩ est une résistance de fuite de cette grille qu'on relie à la masse.

Remarque. — En principe, en serrant et en desserrant la vis commandant l'ajustable ou un noyau, on ne doit entendre qu'une seule fois la note musicale de l'oscillateur de mesure. Au cas où on en entendrait plusieurs, il faut se régler sur la plus forte. On peut alors couper la modulation de l'oscillateur de mesure. La note musicale indique que la déviation de l'aiguille de l'appareil de mesure correspond au réglage sur le signal de l'oscillateur de mesure, non sur une onde quelconque, accrochage ou blocage de la M.F.

c) *On règle ensuite le primaire pour avoir le maximum. On ne touchera plus, sous aucun prétexte, à ce réglage.*

6° S'il existe deux étages MF, on branche ensuite l'antenne de l'oscillateur de mesure sur la grille de la première lampe MF, toujours à travers un condensateur et en utilisant la résistance de fuite. On règle le transformateur MF entre ce tube et le dernier tube MF

d'après la méthode exposée en *a, b, c,* c'est-à-dire dérégler le primaire, accorder le secondaire, accorder le primaire.

7° Enfin, on branche l'antenne de l'oscillateur sur la grille modulatrice du tube changeur de fréquence. On règle alors de la même manière le premier transformateur MF.

Remarques. — 1° Après avoir réglé le primaire on ne doit, sous aucun prétexte, toucher au secondaire. — 2° En effectuant tous les réglages, on se rend compte de l'allure approximative de la courbe de sélectivité pour vérifier si le réglage a été fait exactement. On dérègle l'oscillateur de mesure de 5 kHz en + et en — de la valeur de la MF. Il faut que pour chaque valeur limite la déviation de l'aiguille soit identique. On peut admettre une différence de 1° ou 2°, due à des variations de l'amplification possibles ou au circuit lui-même. Le circuit est, dans ce cas-là, bien réglé. Si, par contre, on constate une différence plus marquée, c'est que le réglage a été mal effectué. Il n'y a qu'à recommencer, c'est-à-dire dérégler le primaire, réaccorder le secondaire, etc...

S'il existe deux maxima et le second maximum est plus faible, on peut toujours retoucher le primaire. Si ce maximum subsiste quand même, on peut amortir le circuit avec des résistances de 10.000 ohms. En utilisant des bobinages judicieusement établis le cas ne doit pas se présenter. Il faut, toutefois, signaler que la courbe n'est jamais absolument rectiligne sur son sommet. En réalité, la fréquence d'accord pour les MF légèrement surcouplées se trouve dans un creux. Il s'agit alors de ne pas confondre les deux petites bosses de valeur identique avec un point de résonance faux.

3° Dans le cas de deux étages MF, si l'on constate des irrégularités de la courbe, on peut toujours essayer de remettre tout en ordre en polarisant davantage le premier étage MF ou en baissant la tension écran. Il est particulièrement recommandé pour le réglage de ce genre de récepteurs de se servir d'un oscillographe cathodique et d'un oscillateur avec un modulateur de fréquence (par exemple un ensemble *I.S.R.*).

4° Si l'on est gêné par un parasite ou une émission on sera parfois obligé de supprimer l'oscillation locale. Si c'est une lampe oscillatrice séparée, il suffit de l'enlever de son support (si le poste

n'est pas un tous courants !) Si le récepteur a une lampe oscillatrice-modulatrice combinée on court-circuite à la masse le point grille du bobinage oscillateur. On se sert par exemple d'un fil souple muni à l'une de ses extrémités d'une fiche banane et à l'autre d'une pince crocodile. La fiche banane est mise dans la borne T et la pince crocodile sur l'ajustable du condensateur variable de l'oscillateur local.

5° Si l'on contrôle l'accord sur le tube M.F., il faut brancher la résistance de fuite sur un point de la C.A.V. au lieu de la masse.

Transformateurs MF spéciaux.

1° *Transformateur MF à sélectivité variable.* — Il suffit d'effectuer le réglage comme dans le cas de sélectivité unique. On se place sur la position de la plus grande sélectivité. On vérifie ensuite, en désaccordant l'oscillateur de mesure de ± 5 kHz par exemple, l'allure de la courbe pour la position de la petite sélectivité. On remarquera assez souvent deux bosses. Si la courbe est bien symétrique le réglage a été effectué correctement. Sinon il n'y a qu'à recommencer. Ici comme dans le cas de deux étages MF, il est presque indispensable de se servir d'un oscillographe cathodique.

Si le récepteur est destiné pour un usager non technicien, il vaut même mieux prévoir une commutation supplémentaire pour supprimer, en faible sélectivité, l'œil magique ou le trèfle cathodique. C'est d'ailleurs la solution qui a été adoptée par des constructeurs américains.

2° *Transformateurs MF à large bande passante.* — Certains constructeurs, pour avoir une bonne reproduction (disent-ils !) dans les récepteurs à plusieurs étages MF, donc une bande passante suffisamment large, font le réglage des transformateurs MF sur différentes valeurs. Les écarts entre les fréquences des circuits sont indiqués par le constructeur. On applique alors pour le réglage une méthode totalement différente. On commence par le circuit de la détectrice. Ensuite, on règle successivement tous les circuits en allant vers la changeuse de fréquence. Mais, chaque fois, on reliera la connexion grille à la détectrice dont le circuit sera débranché. Une autre méthode consiste dans un déréglage symétrique du primaire et du secondaire. Dans les deux cas, le plus simple est d'utiliser un oscillographe cathodique.

Valeur de la MF.

La valeur de la MF a été fixée par la normalisation *S.P.I.R.* 1937, 1938 et 1939 à 472 kHz (et 137 kHz). Toutefois on vend toujours des récepteurs d'importation. Il existe également sur le marché quelques millions d'anciens récepteurs. Nous allons, par conséquent, donner toutes les indications concernant les valeurs de la MF et leur détermination. Cela peut faciliter le travail en cas de dépannage et constituer une source de bénéfices en « rajeunissant » les récepteurs par un alignement précis.

Pour les anciens récepteurs cette valeur n'est pas uniforme ; elle varie suivant le constructeur et les risques d'avoir des interférences dues à des harmoniques, à la fréquence imagée ou à un émetteur local. Actuellement, on ne trouve que très rarement des MF en dessous de 100 kHz (50 kHz p. ex.). Les valeurs les plus utilisées aux environs de 100 kHz étaient : 100, 110, 125, 130, 135, 175 kHz (cette dernière valeur sur les récepteurs américains seulement). Aux environs de 400 kHz, on utilise 400, 450, 456, 465, 472, 485, 491 kHz. On trouve parfois, toujours sur les récepteurs américains, 225, 262,5 et 398 kHz.

La valeur de la MF doit être bien déterminée, car c'est pour cette valeur que les fabricants de bobinages ont établi un couplage optimum. C'est surtout la sélec-

tivité qui en souffre (il est préférable, dans ce cas, de choisir toujours une valeur inférieure). La commande unique exige aussi, pour faire coïncider le circuit d'accord avec le circuit oscillateur, que la concordance soit donnée vers 1.000 kHz (ou une valeur voisine) pour la valeur déterminée de la MF. Comment détermine-t-on cette valeur quand on a affaire à un bobinage qu'on ne connaît pas ? L'explication en est assez longue : le travail par lui-même rapide.

Détermination de la MF.

La valeur de la MF est généralement indiquée par les constructeurs (se rapporter également à la *Schémathèque de Toute la Radio*).

Quelques indices extérieurs permettent de déterminer approximativement cette valeur. Le récepteur avec une MF de l'ordre de 100 kHz comporte un pré-sélecteur, pour éviter des interférences dues à la fréquence image (deuxième battement). Même dans les récepteurs avec une HF, on est obligé d'utiliser un pré-sélecteur. Par exemple, dans le Nord, on serait gêné par des interférences de *Lille* sur le *Poste Parisien, Breslau,* etc... Un pré-sélecteur se compose généralement de deux circuits accordés. On aura donç, sur le châssis, un bloc de condensateurs variables à trois éléments et, s'il existe un étage HF, 4 éléments. Dans le cas de 400 kHz, la fréquence image étant rejetée hors de la gamme, le pré-sélecteur devient inutile et on a, respectivement, un bloc de condensateurs variables à deux ou trois éléments.

Si l'on peut enlever le blindage d'un transformateur MF, les enroulements peuvent aussi servir d'indice. La série de 100 kHz a généralement des enroulements plus importants que celle de 400 kHz et est bobinée en fil fin, tandis que pour le 400 kHz, on utilise principalement le fil à brins divisés.

L'enroulement grille de l'oscillateur local a, dans le cas de 400 kHz, moins de spires que dans le cas de 100 kHz.

On peut aussi avoir recours à l'oscillateur de mesure pour déterminer cette valeur. On débranche le circuit de l'oscillateur local. Se placer en P.O. vers 1.000 kHz. L'oscillateur de mesure est couplé directement à la grille modulatrice de la changeuse de fréquence ; les masses de l'oscillateur de mesure et du châssis sont réunies ensemble. On émet avec l'oscillateur de mesure une onde modulée, en faisant varier sa fréquence de 500 kHz vers 100 kHz. On entendra dans le haut-parleur plusieurs fois le son de la modulation de l'oscillateur de mesures. (S'assurer chaque fois, en tournant les C.V., qu'il s'agit bien de la MF). On constate, en même temps, une déviation de l'aiguille du voltmètre. La première déviation correspond au réglage exact. Elle est caractérisée par un son plus fort, donc par une déviation plus accentuée de l'aiguille du voltmètre. En atténuant l'onde de l'oscillateur de mesure on doit presque faire disparaître les autres points de résonance. Si les transformateurs MF sont fortement déréglés on constate plusieurs points se succédant à assez faibles intervalles. On effectue alors un réglage *grosso-modo*. On dérègle franchement le primaire. On règle le secondaire sur la pointe la plus forte et ensuite on réaccorde le primaire. Mais il ne suffit pas de dégrossir le réglage, voici comment on va procéder :

Détermination de la valeur exacte de la MF.

Nous allons procéder comme si le poste ne comportait pas de commande unique :

1° Les ajustables parallèles (trimmers) sont enlevés, ou complètement desserrés, on supprime l'ajustable-série (padding) en le court-circuitant.

2° Le condensateur variable de l'oscillateur est débranché et remplacé par un élément séparé. Il sera muni d'un cadran identique à celui du châssis ou gradué en même nombre de degrés. Son ajustable est supprimé.

3° Avec l'oscillateur de mesure, on émet une onde de 1.000 kHz. Pour cette fréquence, il faut qu'il existe une concordance entre le circuit d'accord et celui de l'oscillateur local. La différence entre les valeurs de fréquences de ces deux circuits est la valeur exacte de la MF.

4° On cherche l'accord avec le C.V. séparé. Le circuit est réglé exactement au maximum de puissance.

On repère la position de l'index du cadran du récepteur. Il faut que le réglage du condensateur séparé corresponde sur son cadran à cette indication.

a) *Si l'on constate une concordance, la valeur de MF est exacte* et il suffit de la déterminer en émettant différentes ondes avec l'oscillateur de mesure. On notera la valeur pour laquelle la déviation du voltmètre sera la plus petite. En effet, on peut se servir, pour cette vérification, de la C.A.V. Il suffit alors de brancher un voltmètre c.c. aux bornes de la résistance de polarisation de la lampe MF.

Par contre, si l'on ne trouve pas de concordance, deux cas sont à envisager (fig. 56).

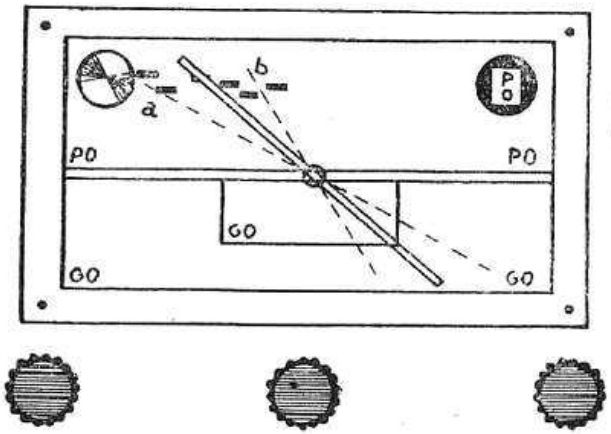


FIG. 56 a. — *a*) Valeur de la MF trop élevée. *b*) Valeur de la MF trop faible.

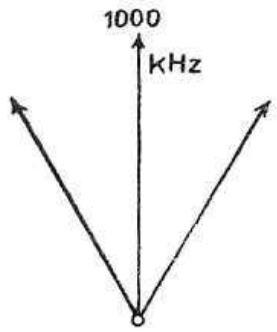
b) *L'indication de l'aiguille du condensateur variable séparé est en-dessous du réglage du condensateur variable d'accord. La valeur de la MF est donc trop élevée,* car pour obtenir la concordance de deux circuits, il faut une fréquence plus élevée de l'oscillateur $f_i + f_m = f_o$ (la fréquence de l'oscillateur est égale à la fréquence d'accord, plus la valeur de la MF).

c) *L'indication de l'aiguille du condensateur variable séparé est en-dessus du réglage du condensateur variable d'accord. La valeur de la MF est alors trop faible.* On applique le même raisonnement que dans le cas précédent.

Nous avons vu que quand la valeur de la MF est exacte, les réglagles des circuits d'accord et de l'oscillateur local concordent. Pour trouver cette valeur exacte, on dérègle légèrement le condensateur variable

FIG. 56 *b*. — Valeur de MF trop élevée.

Valeur de MF trop grande, car il faut une fréquence plus élevée de l'oscillateur, c'est-à-dire une valeur plus petite du CV pour recevoir 1.000 kHz.



Valeur de MF faible, car il fait une fréquence plus faible, c'est-à-dire une valeur plus grande du CV pour recevoir le signal de 1.000 kHz.

Accord : 1.000 kHz.

Oscillateur : 1.000 kHz + MF.

de l'oscillateur en se rapprochant de la position de concordance avec le condensateur variable d'accord. Il y a diminution de puissance, constatée par l'augmentation des déviations de l'aiguille du voltmètre (dans certains cas, notamment quand la C.A.V. n'est pas très énergique, il vaut mieux laisser la modulation de l'hétérodyne). On parfait le réglage des ajustables des transformateurs MF de manière à obtenir la puissance maximum. On procède ainsi jusqu'à ce que les deux réglages des condensateurs variables d'accord et de l'oscillateur concordent. Si le condensateur séparé n'a pas de cadran, on peut procéder de la manière suivante : Chercher avec le C.V. séparé l'accord sur 1.000 kHz. Chercher avec le C.V. d'accord (sur le châssis) le maximum de puis-

sance. Cette position doit en principe concorder avec l'indication de 1.000 kHz sur le cadran. Rebrancher le C.V. de l'oscillateur. Si le réglage n'a pas changé, la valeur de la MF est exacte. S'il est en-dessous (en fréquence), MF trop faible ; en dessus, MF trop forte.

On détermine alors la valeur numérique de la MF. Pour cela on court-circuite le circuit oscillateur local, l'antenne de l'hétérodyne étant branchée sur la grille modulatrice. La valeur approximative étant connue, on cherche la nouvelle valeur aux alentours. Une fois la valeur trouvée, il faut parfaire le réglage des ajustables en se servant de la méthode préconisée.

On rebranche ensuite les ajustables des condensateurs variables et l'ajustable série (padding) pour procéder à l'alignement des circuits d'accord et de l'oscillateur.

Dans le cas de la MF de l'ordre de 100 kHz, on trouve les deux réglages du condensateur variable d'oscillateur $f_o = f_i + f_m$ et $f_o = f_i - f_m$. On se basera sur l'indication de la première combinaison, autrement dit on prendra l'indication du condensateur variable de l'oscillateur pour la fréquence supérieure, c'est-à-dire premier réglage, en partant de zéro du condensateur.

Il existe une méthode rapide, quoique moins précise pour se rendre compte si la valeur choisie de la MF correspond à l'accord exact.

On émet avec l'oscillateur de mesure une onde de 1.000 kHz. On règle le récepteur pour avoir une déviation minimum de l'aiguille. On constate alors que l'indication du cadran ne correspond pas à 1.000 kHz. On peut se rendre compte du désaccord en retouchant l'ajustable du condensateur variable d'accord. On constate une diminution de la déviation de l'aiguille.

Nous nous sommes basés, pour cette vérification, sur la valeur du point milieu de 1.000 kHz. Or, il arrive que les bobinages soient établis pour un point milieu de

960, 900, voire 875 kHz. On constate alors, après avoir aligné le récepteur et vérifié les écarts, que les circuits d'accord et de l'oscillateur se suivent assez mal.

En général, le rendement est encore satisfaisant ; toutefois, si l'on désire avoir un alignement vraiment rigoureux, il faut recommencer l'opération pour 950 kHz, 900 kHz, etc...

Réglage et alignement des circuits d'entrée

Après avoir réglé les circuits MF on passe à l'alignement des circuits d'entrée. Les circuits d'entrée peuvent être constitués par :

a) Un circuit d'accord dans la grille de commande d'un tube changeur de fréquence ou modulateur ;

b) Un circuit présélecteur se composant de deux circuits accordés ;

e) Un étage d'amplification HF, soit un circuit d'accord ou présélecteur dans la grille de commande du tube HF, et un transformateur HF pour la liaison entre ce tube et le tube modulateur ou changeur de fréquence.

1° Dans les trois cas, le mode opératoire est presque identique. Il s'agit avant tout de rendre indépendants les circuits d'accord et celui de l'oscillateur. On dessoude le fil qui va au condensateur variable de l'oscillateur et à sa place on branche, au moyen d'un câble se terminant par une pince crocodile, un condensateur variable séparé, d'une capacité à peu près identique.

Il est très utile d'avoir pour ce condensateur un démultiplicateur identique à celui du récepteur. Faute de mieux, on peut se contenter d'un démultiplicateur avec les mêmes divisions.

Si pour l'étalonnage de la MF, le circuit de l'oscillateur a été court-circuité, on supprime le court-circuit.

2° L'oscillateur de mesure (hétérodyne) est couplé au

récepteur au moyen d'une antenne fictive. Si l'on n'en possède pas, on branchera un fil de 4 à 5 m. à la borne « antenne » de l'appareil. L'hétérodyne rayonne par un fil de 50 %m relié à sa borne antenne. La masse de l'oscillateur de mesure et du récepteur sont réunies ensemble.

3° On laisse l'appareil de contrôle branché. Pour les appareils munis d'une C.A.V., au cas où cette dernière a été débranchée pour le réglage de la MF, on la remet en circuit.

4° On émet avec l'oscillateur de mesure un signal de 1.400 kHz. On règle le condensateur variable d'accord approximativement sur 1.400 kHz. Au moyen du condensateur variable séparé, on cherche à accorder le récepteur sur le signal du générateur. Cet accord est assez pointu et il faut manœuvrer le démultiplicateur assez lentement.

Dans le cas de la MF de l'ordre de 100 kHz on trouve deux réglages. Il faut prendre le réglage pour la plus faible capacité du condensateur variable, autrement dit pour la fréquence la plus élevée de l'oscillateur.

Une fois le réglage trouvé, on cherche avec le condensateur variable d'accord le maximum. L'accord exact correspond à la déviation maximum de l'aiguille du voltmètre (ou minimum dans le cas de contrôle par la C.A.V.) Pour l'accord exact, l'index du cadran doit se trouver en face de l'indication correspondant à 1.400 kHz. On vérifie si le réglage n'est pas en-dessous ou en-dessus de l'indication de 1.400 kHz.

S'il est en-dessous, il faut dévisser l'ajustable du C.V. La diminution de la capacité résiduelle doit alors être compensée par l'augmentation de la capacité variable du C.V. Les lames mobiles sont engagées davantage entre les lames fixes. L'index se déplace plus loin, jusqu'à être en face de l'indication de 1.400 kHz.

Si l'index est en-dessus de l'indication, il faut, au contraire, resserrer l'ajustable parallèle (trimmer) .

En résumé : *on place l'index en face de l'indication correspondante* (1.400 *kHz*). *En serrant ou desserrant l'ajustable parallèle, suivant le cas, on amène l'accord exact en se basant sur l'indication de l'aiguille du voltmètre.*

On se règle successivement sur 1.200, 1.100, 1.000, 700 et 555 kHz au moyen du condensateur variable séparé. Pour chacune de ces fréquences on cherche le maximum de puissance avec le C.V. d'accord, c'est-à-dire celui qui commande le cadran. On vérifie si l'index se trouve en face de l'inscription correspondante pour le réglage optimum (c'est-à-dire la plus petite ou la plus grande déviation de l'aiguille du voltmètre suivant l'indicateur utilisé) du C.V. d'accord. Si l'on a une grande habitude du réglage de ce genre, on peut agir sur les lames fendues (quand il y en a) du C.V. d'accord pour faire coïncider les indications du cadran avec le réglage optimum du C.V. d'accord. Si l'aiguille est avant le réglage, c'est qu'on a trop de capacité. En écartant les lames on la diminue. On désaccorde alors le circuit. Pour parfaire l'accord, il faut augmenter la capacité, donc rentrer davantage les lames mobiles entre les lames fixes. L'index se déplace en même temps que le rotor. Si l'aiguille dépasse l'indication pour le réglage optimum, il faut resserrer les lames. Le raisonnement est identique.

Remarques sur les corrections au moyen des segments fendus des lames mobiles du condensateur variable. — Si l'on a pas l'habitude du réglage, il vaut mieux renoncer à tordre les lames mobiles. C'est une opération assez délicate. En pliant une lame on peut faire dévier les éléments voisins et le réglage au lieu d'être amélioré se trouve faussé. Dans ce cas-là, il vaut mieux se contenter de régler les ajustables. On relève quelques points. Si le cadran porte des indications, et si pour un réglage donné l'index ne se trouve pas en

face de l'indication correspondante, il faut soit modifier le bobinage, soit le changer, plutôt que d'avoir des indications justes pour un réglage défectueux.

Dans le cas d'un accord à self-induction variable on agit sur cette dernière pour faire coïncider le réglage avec l'indication du cadran sur 600 kHz.

C'est le condensateur variable de l'oscillateur qui détermine le réglage, donc la position de l'index sur le cadran. Le réglage du C.V. d'accord sert pour augmenter la synthonie et l'amplification. On peut tolérer son désaccord à quelques kHz près. D'ailleurs la commande unique ne permet pas une précision plus grande. Si l'on remplace le circuit d'accord par une résistance pure le réglage ne change pas. Il existe cependant une exception où le circuit d'accord agit sur le réglage. Il s'agit d'ondes courtes ; nous en reparlerons.

Alignement d'un récepteur avec un cadran sans indications.

On marque sur le cadran les valeurs de fréquences pour le circuit d'accord, de manière à pouvoir effectuer ensuite le réglage du circuit de l'oscillateur pour les mêmes indications.

Présélecteur.

Pour un présélecteur (fig. 57), on remplace le condensateur variable du deuxième circuit par un condensateur variable séparé. On effectue le réglage en se basant sur le premier. Pour amener la concordance entre les deux circuits, on rebranche ensuite le deuxième C.V., le premier étant remplacé, à son tour, par un C.V. séparé.

On règle sur 1.400 kHz. Le deuxième C.V. est alors entraîné par le démultiplicateur du récepteur. La position de l'index correspond à son réglage. On notera si

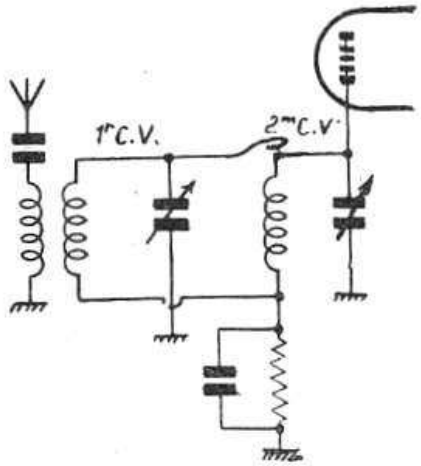


Fig. 57. — Schéma d'un circuit présélecteur. On commence par régler le C.V.1 et ensuite on passe au CV2.

l'index est avant ou après l'indication, c'est-à-dire en-dessous ou en-dessus du réglage (1.400 kHz). On amène l'index sur 1.400 kHz, et en serrant et desserrant l'ajustable on obtient l'accord exact. On se règle alors successivement sur différentes fréquences, comme précédemment et en serrant ou écartant les lames mobiles extérieures, on règle le deuxième C.V. d'après les points repères établis pour le réglage du premier C.V.

Cas d'un étage haute fréquence.

On branche l'antenne de l'oscillateur de mesure sur la grille de la lampe HF à travers un condensateur de 50 µµF. Le circuit d'entrée simple ou présélecteur est remplacé par une résistance de fuite de 50.000 à 100.000 Ω vers la masse.

On règle le transformateur HF comme s'il s'agissait d'un circuit d'entrée. On branche ensuite l'antenne de l'oscillateur de mesure à la borne « antenne » du récepteur à travers une antenne fictive. Le circuit d'accord

ou les circuits du présélecteur sont alors réglés d'après les repères établis pour le réglage du C.V. de la haute fréquence ou bien d'après les indications du cadran.

Modification du bobinage d'accord.

Nous avons admis, jusqu'ici, que le bobinage d'accord « colle » à peu près avec l'étalonnage du cadran ou, en général, que l'on couvre intégralement la gamme que l'on désire recevoir. Il peut exister, bien entendu, quelques écarts que l'on peut rattraper avec les lames mobiles du C.V.

Par contre, supposons maintenant que le bobinage est mal établi. Nous avons réglé l'ajustable pour accorder le circuit d'entrée sur 1.400 kHz, pour une position du C.V. pour laquelle l'index se trouve en face de l'inscription correspondante. Or, nous trouvons le maximum du circuit d'entrée pour la réception de *Stuttgart* quand l'index est en face de *Beromünster*. Que se passe-t-il, comment se fait-il qu'il faut une capacité plus forte ? L'idée qui nous vient de prime abord, c'est que la self-induction de la bobine est trop petite, et que pour recevoir la fréquence déterminée il faut une plus grande capacité. S'il s'agissait d'un bobinage destiné à la réception d'une seule fréquence, ce raisonnement serait juste ; mais dans notre cas, non. En effet, on va faire presque le contraire.

Il s'agit de couvrir avec un bobinage donné une gamme de fréquences déterminée. La valeur variable utile du C.V., c'est-à-dire la différence entre ses capacités maximum et minimum nous est imposée de par la construction. Nous avons vu que la gamme à couvrir dépend du rapport de ces deux valeurs. Le maximum est immuable. Par contre, la capacité minimum comporte en elle la capacité répartie du bobinage, et celle de l'ajustable parallèle, dont nous sommes maîtres.

Pour ramener, dans le cas concret que nous avons cité, l'index à sa place, il faut que le rapport C_{max} à C_{min} soit plus grand. Ainsi, pour une valeur donnée du C.V. la fréquence sera plus petite, tout en partant de la même valeur de fréquence au début de la gamme.

Pratiquement, on peut débobiner quelques spires que l'on espace. La self-induction est presque sans changement. Par contre, la capacité répartie diminue. On peut également ajouter une ou deux spires. Pour avoir le réglage exact à 1.400 kHz, on est obligé de diminuer la capacité de l'ajustable, augmentant ainsi le rapport C_{max} à C_{min}.

Supposons maintenant le cas contraire. Le maximum de *Lyon-P.T.T.* par exemple (après réglage sur 1.400 kHz) se trouve sur *Sottens*. La gamme couverte est trop grande. On aura ainsi, par exemple, *Budapest* sur *Beromünster*, etc... Pour diminuer la gamme, il faut augmenter la capacité minimum (celle qui correspond à la fréquence maximum reçue). Le plus simple est d'enlever une ou deux spires. On est alors obligé de compenser le réglage vers 1.400 kHz, en resserrant l'ajustable. En enlevant les spires on fera attention de ne pas en prendre de trop. Il vaut même mieux défaire, au besoin, une spire et la rebobiner en sens inverse.

Nous avons vu que la gamme de fréquences, que l'on couvre avec un bobinage donné, dépend de la capacité répartie de celui-ci. En diminuant la capacité répartie on augmente la gamme couverte. La variation de fréquence en fonction de capacité devient plus rapide. Autrement dit, le réglage trouvé est en-dessous du réglage primitif, car pour recevoir la même fréquence on a besoin d'une plus faible valeur de capacité du C.V.

Pratiquement, on dessoude les dernières spires et on les bobine très espacées (fig. 58). On consolidera cha-

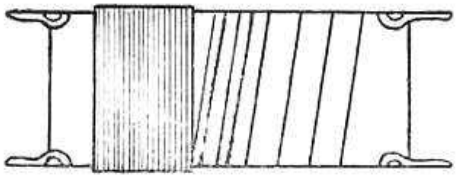


FIG. 58. — Bobinage O.C. Pour couvrir une gamme plus étendue on espace les spires. On diminue ainsi la capacité répartie.

que fois les spires ajoutées ou retouchées au moyen d'une gouttelette de cire diélectrique.

Réglage du circuit oscillateur

En effectuant le réglage du circuit d'accord, le C.V. de l'oscillateur local a été rendu indépendant. Il s'agit maintenant de faire coïncider son réglage avec celui de l'accord, c'est-à-dire que le circuit de l'oscillateur doit être réglé de manière à recevoir les émissions sur les points établis pour le réglage du circuit d'accord. Le mode opératoire est le suivant : on agit sur l'ajustable parallèle (trimmer) pour effectuer ou caler le réglage sur 1.400 kHz (point haut), sur l'ajustable série (padding) ou la self-induction variable pour 600 kHz (point bas). On vérifie ensuite si le réglage des circuits concorde sur 1.000 kHz (point milieu).

1° *Réglage sur* 600 *kHz.* — Le C.V. de l'oscillateur local est rebranché. *Avec l'oscillateur de mesure on émet une onde de* 600 *kHz.* L'oscillateur de mesure est couplé au récepteur par l'intermédiaire d'une antenne fictive. Le voltmètre de contrôle est, dans le cas d'un récepteur muni de la C.A.V., branché sur la polarisation de la lampe MF.

On cherche l'accord du récepteur sur 600 *kHz.* On constate l'accord par la diminution de la déviation de l'aiguille. On peut également laisser la modulation de l'hétérodyne. Si ce réglage ne coïncide pas avec l'indication du cadran ou du repère fait pour le circuit d'accord, c'est que la valeur de l'ajustable série n'est pas exacte. Il faut l'augmenter ou la diminuer.

Si le réglage est après l'indication correspondant à 600 *kHz, il faut augmenter la capacité de l'ajustable série. S'il est avant, il faut la diminuer.* En serrant ou desserrant la vis de réglage de l'ajustable série, suivant le cas, on amène l'index en face de l'inscription ou en face du degré pour lequel on a constaté le réglage du circuit d'accord. On s'en rend compte par l'augmentation de la puissance (diminution de la déviation de l'aiguille du voltmètre). En décalant de chaque côté du réglage on constate que la déviation augmente.

Si la variation de la capacité du condensateur ajustable série ne suffit pas pour ramener le réglage du circuit oscillateur à 600 kHz on agit sur l'ajustable parallèle (trimmer) en le serrant (l'index est après l'indication) ou en le desserrant (l'index est avant l'indication).

Enfin, dans le cas des bobinages à self-induction variable par un noyau plongeur en cuivre, celui-ci agit inversement, c'est-à-dire en le serrant on diminue la self-induction, et en desserrant on l'augmente.

2° *Réglage sur* 1.400 *kHz.* — *On émet ensuite avec l'oscillateur de mesure un signal de* 1.400 *kHz. On place l'index du cadran en face de l'indication de* 1.400 *kHz. On serre ou desserre l'ajustable du C.V. de l'oscillateur local, suivant que le réglage est avant ou après l'indication.* S'il est avant, c'est que la capacité résiduelle est trop forte, il faut desserrer l'ajustable parallèle. S'il est après l'indication, la capacité résiduelle est trop faible, il faut resserrer l'ajustable parallèle.

En amenant le réglage du C.V. de l'oscillateur local sur 1.400 kHz, on constatera que la déviation de l'aiguille diminue davantage. Cela est dû à ce que sur 1.400 kHz la résonance du circuit d'accord est au maximum, on aura ainsi une plus forte surtension. En changeant le réglage du C.V. de l'oscillateur local, on constate que la déviation augmente. Si donc pour une raison quel-

conque on est amené à changer, si peu que ce soit, le réglage, il ne faut pas oublier de parfaire celui du circuit d'accord en agissant sur l'ajustable de son condensateur variable.

3° Le réglage de l'ajustable parallèle provoque un léger décalage vers 600 kHz. On émet une onde de 600 kHz, et en agissant sur l'ajustable série (padding), on amène le réglage sur 600 kHz. On vérifie à nouveau si ce réglage n'a pas changé celui sur 1.400 kHz (sur lequel on termine toujours le réglage).

Nous avons alors une coïncidence entre le circuit d'accord et de l'oscillateur sur 1.400 et 600 kHz, le premier réalisé au moyen de l'ajustable parallèle, le second au moyen de l'ajustable série. La concordance sur le troisième point (1.000 kHz) a été réalisée par le choix convenable de la valeur de la self-induction de l'oscillateur. Nous la vérifierons ensuite.

4° Avec l'oscillateur de mesure, on émet une onde de 1.000 kHz. On accorde le récepteur. *Si l'index se trouve avant l'indication correspondant à 1.000 kHz établie pour le circuit d'accord, c'est que la self-induction de l'oscillateur local est trop grande. Si le réglage se trouve après, elle est trop faible.*

Si le désaccord n'est pas trop appréciable, on peut ne pas retoucher le bobinage oscillateur, c'est d'ailleurs ce que nous conseillons, même pour un déréglage plus sensible, si l'on n'est pas expert en la matière. On se renseignera pour savoir si la valeur de la MF correspond exactement au jeu de bobinages choisis. Si la réception est avant le point trouvé, la valeur de la MF est trop forte et si la réception est après le point trouvé, la valeur de la MF est trop faible. Ensuite, on changera l'oscillateur. On peut aussi essayer de déterminer la valeur de la MF d'après la méthode déjà indiquée.

Vérification de la concordance des circuits d'accord et de l'oscillateur

Il peut être très intéressant, comme dans le cas de détermination de la valeur de la MF, de vérifier, sur toute l'étendue de la gamme, la concordance du circuit de l'oscillateur avec celui de l'accord.

On procède de la manière suivante : on émet, avec l'oscillateur de mesure, un signal sur 1.200 kHz, par exemple. On débranche le C.V. de l'oscillateur local et on le remplace par un C.V. séparé. On règle le récepteur au moyen du C.V. séparé sur 1.200 kHz. Avec le C.V. d'accord, on cherche le maximum de puissance. L'indication de l'aiguille du démultiplicateur correspond donc au réglage exact du circuit d'accord sur cette fréquence. Sans toucher à ce réglage, rebranchons maintenant le C.V. de l'oscillateur local. Si l'on entend toujours l'onde de l'oscillateur de mesure, c'est que le circuit de l'oscillateur local est également réglé en ce point sur 1.200 kHz. Mais supposons maintenant que l'on n'entende rien : on cherche alors avec l'oscillateur de mesure une onde aux alentours de 1.200 kHz. Pour une valeur voisine (1.205 kHz, par exemple), on entend le signal. On en déduit que lorsque notre circuit d'accord est réglé sur 1.200 kHz, celui de l'oscillateur l'est sur 1.205 kHz (ou plutôt sur 1.205 + f_{MF}), c'est-à-dire que l'oscillateur a un écart de + 5 kHz par rapport au circuit d'entrée ou inversement (ce qui importe surtout), le circuit d'entrée a — 5 kHz par rapport à l'oscillateur. Le signal reçu sera donc affaibli.

La commande unique ne donne pas, comme nous l'avons d'ailleurs déjà vu, la concordance parfaite sur tous les points. Le réglage s'effectue sur 1.400, 600 kHz

et par principe de construction, sur 1.000 kHz. Sur ces points, nous devons trouver un écart nul. Sur d'autres, on constate, suivant que l'on est avant ou après 1.000 kHz, des écarts qui varient de ± quelques kHz. On peut admettre, suivant la qualité des bobinages, des écarts de 3 à 5 kHz. Pour améliorer le réglage, c'est-à-dire pour les diminuer, on peut toujours essayer de modifier l'oscillateur, en choisissant un autre point de concordance milieu.

Modification de l'oscillateur

Dans certaines régions, on est obligé de modifier la valeur de la MF, notamment quand il existe une station émettrice dont la fréquence ou un multiple correspond à celle-ci (p. ex. 2 × MF = 2 × 472 = 944 kHz). C'est peut-être un poste de radio-diffusion, une station côtière, un émetteur de police, etc... Pour éviter les brouillages, on peut intercaler un filtre MF dans l'antenne. Mais l'onde peut agir directement sur les étages MF et il est préférable de choisir une valeur voisine. Pour avoir une concordance parfaite de la commande unique, il est donc nécessaire de modifier le bobinage oscillateur.

La différence entre la valeur de la MF choisie et celle déterminée par le fabricant de bobinages ne sera pas grande. On peut facilement modifier les bobinages de l'oscillateur local en agissant sur les spires espacés, qui servent à l'étalonnage.

Si l'on diminue la valeur de la MF, il faut diminuer celle de la fréquence propre du bobinage de l'oscillateur local pour le même réglage. On resserre les spires jusqu'à ce que le réglage de l'oscillateur local coïncide

avec celui du circuit d'accord sur 1.000 kHz. Il est bien entendu qu'on se sert d'un condensateur variable séparé.

Si l'on augmente la valeur de la MF, il faut augmenter celle de la fréquence propre du bobinage de l'oscillateur local. Pour cela, on écarte davantage les spires espacées et, au besoin, on en retire une, deux ou, parfois, la moitié d'une.

Donc :

Pour augmenter la valeur de la MF, augmenter la fréquence propre du bobinage oscillateur local ;

Pour diminuer la valeur de la MF, diminuer la fréquence propre du bobinage oscillateur local de manière que $f_o - f_m =$ *toujours* f_i (f_o fréquence de l'oscillateur, f_m moyenne fréquence, f_i fréquence à recevoir).

Par exemple : f_i = 1.000 kHz, f_m = 465 kHz.

1.465 kHz — 465 kHz = 1.000 kHz.

Admettons que f_m soit de 455 kHz au lieu de 465. Nous avons établi notre oscillateur pour recevoir 1.000 kHz sur un repère déterminé par la valeur de l'oscillateur local 1.000 + 465 = 1.465 kHz. En diminuant la valeur de la MF, la réception se fait sur 1.000 + 455 = 1.455 kHz, donc après l'accord exact sur 1.000 kHz puisque la fréquence est plus petite. En diminuant la fréquence propre du bobinage de l'oscillateur nous compensons le réglage en diminuant la capacité du C.V. de l'oscillateur local. Nous allons donc nous rapprocher du réglage du circuit d'accord (fig. 56 *b*).

Alignement des grandes ondes (G.O.)

Les points de concordance en G.O. sont 170 kHz et 330 kHz. L'alignement se fait sur ces deux fréquences avec une vérification sur 150 kHz.

Mais souvent, il est plus intéressant d'aligner exactement les grandes ondes entre 260 et 174 kHz, car entre 330 et 260 kHz on ne trouve que des stations de l'Europe orientale, d'un intérêt régional (*Moscou, Rostov, Léningrad,* etc...).

Deux cas sont à envisager :

1° On ne dispose que d'un ajustable série G.O. Il sera réglé sur 174 kHz (*Moscou*). Pour rattraper le circuit d'entrée dans le cas d'un désaccord, on pourra brancher un ajustable d'accord.

2° On dispose d'un ajustable parallèle et d'un ajustable série. On règle tout d'abord l'ajustable série sur 174 kHz et ensuite l'ajustable parallèle sur 260 kHz (*Oslo*). On retouche les deux ajustables tant que les deux fréquences ne correspondent pas exactement aux repères établis pour le réglage du circuit d'accord. On termine toujours sur 260 kHz (ajustable parallèle).

Si le récepteur comporte des bobinages séparés pour chaque gamme, on procédera comme dans le cas des P.O.

a) *On émet avec l'oscillateur de mesure une onde de 260 kHz. Au moyen d'un condensateur variable séparé on se règle sur cette fréquence.*

On cherche la puissance maximum avec le C.V. d'accord. On amène le réglage de l'index en face de l'inscription correspondante en agissant sur l'ajustable d'accord.

b) *On émet avec l'oscillateur de mesure une onde de 174 kHz. Avec un C.V. séparé on se règle sur 174 kHz.*

On trouve le réglage optimum pour le C.V. d'accord. On rebranche le C.V. de l'oscillateur local et en serrant ou desserrant l'ajustable série G.O., on amène la réception pour cette position du C.V.

c) *On se règle ensuite sur 260 kHz et si le réglage se trouve en-dessus ou en-dessous du point précédemment déterminé pour le circuit d'accord, on retouche le réglage de l'ajustable parallèle de l'oscillateur.*

d) *On vérifie ensuite de nouveau le réglage sur 174 kHz.* Dans le cas d'un grand désaccord, il faut répéter cette opération plusieurs fois.

Remarques sur l'alignement des G. O. — Dans le cas d'une commutation série ou parallèle pour la réception des G. O. (cas d'un oscillateur unique P.O., G.O.), il faut vérifier après le réglage de l'ajustable série G.O. celui des P.O. sur 1.400 kHz, qui peut varier légèrement. On le ramène à sa place en agissant sur l'ajustable parallèle du C.V. de l'oscillateur.

Dans le même cas, il faut soigneusement vérifier les commutations de l'oscillateur, ainsi que la valeur de l'ajustable série, car on peut se régler facilement sur une harmonique ou sur la fréquence image.

Dans le cas d'un bobinage séparé, la valeur de l'ajustable parallèle de l'oscillateur local est bien déterminée. En général on ajoute en parallèle sur une capacité variable une capacité fixe de 50 à 100 µµF. Si l'on observe que, malgré plusieurs retouches, la gamme à recevoir s'étale trop, ou au contraire, est très étroite, il faut conclure que les valeurs indiquées ne correspondent pas à la valeur réelle.

A titre d'exemple, nous indiquons un cas concret : Bobinages standard *S.P.I.R.*, cadran standard *S.P.I.R.* Un ajustable parallèle de 50 cm. Une capacité fixe de 100 cm., plus un ajustable mis en série (padding) (fig. 59). Le circuit d'accord correspond à l'étalonnage du cadran. Essayons donc de l'aligner. A 260 kHz nous réglons les ajustables de l'accord et de l'oscillateur. Sur 174 kHz nous constatons un décalage. Le réglage est en-dessous de l'inscription, c'est-à-dire de la concordance avec l'accord. En desserrant l'ajustable série on trouve l'accord exact. Revenant vers 260 kHz, nous constatons que le réglage est en-dessus de l'indication, on resserre davantage l'ajustable parallèle de l'oscillateur.

Reprenons maintenant 174 kHz. Le réglage est en-dessous. Desserrons davantage l'ajustable série, mais alors sur 260 kHz, l'ajustable parallèle est complètement serré.

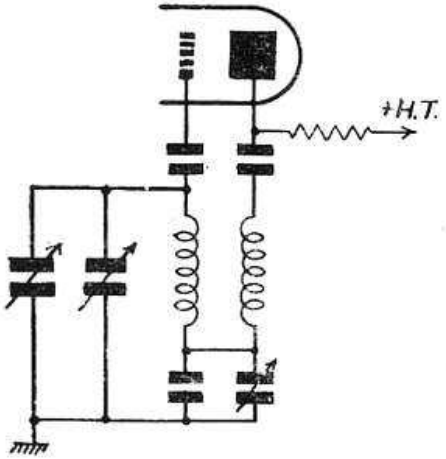


FIG. 59 *a*. — Schéma d'un circuit oscillateur à gammes séparées.
Sur le dessin ne sont figurés que les bobines correspondant à une seule gamme. En réalité il y a autant de paires de bobines que des gammes.

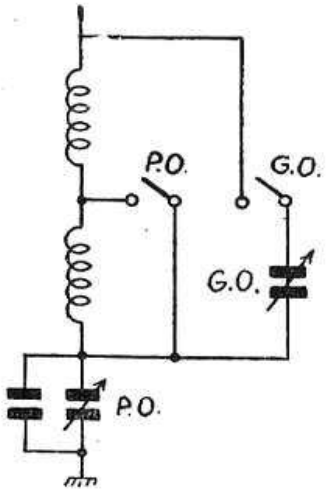


FIG. 59 *b*. — Schéma d'un circuit oscillateur à court-circuit. En P.O. l'enroulement G.O. est court-circuité. En G.O. on branche en parallèle sur l'ensemble du bobinage un ajustable G.O. faisant office de condensateur série.

Conclusion : le rapport self-induction/capacité (C/L) est mauvais, la variation de fréquence en fonction de la capacité est trop rapide ; autrement dit, les réglages sur les émissions sont trop rapprochés. Il faut augmenter légèrement la capacité résiduelle. Pour cela, il suffit de brancher sur l'ajustable parallèle de l'oscillateur une capacité fixe de 50 cm. Le réglage sur 260 kHz s'effectuera avec l'ajustable pas tout à fait serré et, étant donné la variation plus lente de fréquence, le réglage sur 174 kHz va se déplacer vers le haut de la gamme. Nous avons cité cet exemple pour démontrer qu'on ne peut pas « faire coller » comme on veut un jeu de bobinages déterminé. Il faut respecter exactement les valeurs indiquées par les fabricants. On vérifiera chaque fois les condensateurs fixes utilisés comme condensateurs série (padding). Les condensateurs au mica présentent, sous ce rapport, un avantage d'un étalonnage précis.

Dans certains montages de l'oscillateur où le « padding » G.O. est en réalité un ajustable parallèle, on constate le même phénomène (fig. 59 *b*).

Il ne suffit pas aussi de compenser un enroulement G.O. trop petit par une plus grande capacité. La gamme s'étale tout simplement. Cette remarque concerne particulièrement les oscillateurs avec un enroulement additif pour la réception des G.O. (que l'on rencontre d'ailleurs de moins en moins en France).

Alignement des ondes courtes (O.C.)

L'écart entre l'oscillateur et l'accord en O.C. est petit par rapport à la fréquence à recevoir (de l'ordre de MHz). La valeur de l'ajustable série n'est pas alors critique et on peut le remplacer par une capacitié fixe. En choisissant le battement inférieur de l'oscillateur on évite même l'usage du condensateur série. Par contre, les bobines O.C seront munies des ajustables d'accord et de l'oscillateur (surtout pour l'accord).

1° *Emettons avec l'oscillateur de mesure un signal sur 6 MHz. On place l'index du cadran en face de l'indication correspondante à 6 MHz.*

En serrant ou desserrant le condensateur série ou un noyau mobile on ramène la réception sur ce point.

S'il n'existe pas de réglage prévu pour le point de 6 MHz, on se rapportera aux remarques sur l'étalonnage en O.C. pour faire un réglage convenable.

2° On émet avec l'oscillateur un signal de 15 MHz. On place l'index du cadran en face de l'indication correspondante. En agissant sur l'ajustable parallèle de l'oscillateur on amène la réception sur ce réglage. On trouve deux points de réglage, il faut prendre celui qui correspond à l'ajustable desserré.

Dans le cas des ondes courtes par battement inférieur de l'oscillateur, on se règle sur le battement obtenu avec le condensateur ajustable de l'oscillateur serré davantage.

Il s'agit maintenant de régler le circuit d'accord. Ce réglage s'effectuera, de préférence, sur une émission ou sur des parasites. Ces derniers peuvent d'ailleurs être produits facilement avec un « buzzer » ou remplacés par un multivibrateur.

En réglant le circuit d'accord sur des parasites, on observera deux maxima qui correspondent aux deux battements de l'oscillateur. Dans le cas du réglage par battement supérieur, on prend la position serrée de l'ajustable parrallèle de l'accord ; dans le cas de battement inférieur, l'ajustable desserré.

Si le récepteur comporte un tube indicateur d'accord, on observera le phénomène suivant. En serrant complètement et en desserrant ensuite l'ajustable, on a un maximum, ensuite l'indicateur d'accord se ferme complètement et on n'entend plus rien (le circuit de l'oscillateur croise celui de l'accord), puis un nouveau maximum.

Pour se régler sur les émissions, et même sur les parasites, il vaut mieux manœuvrer rapidement le C.V. vers 15 MHz pour balayer une certaine gamme de fréquences.

3° On revient vers 6 MHz. Au moyen d'un C.V. séparé on vérifie si le circuit d'accord coïncide avec celui de l'oscillateur.

Si les bobinages sont accessibles, on se servira de préférence, de la « baguette d'alignement ». L'augmentation de la puissance par l'introduction du noyau magnétique dans le champ de la bobine correspond à une valeur trop faible de la self-induction. Pour l'augmenter, on resserre les spires. Si le bobinage d'accord n'a pas d'ajustable et celui de l'oscillateur en a un, on peut décaler légèrement le réglage. Une faible variation de la capacité suffit parfois pour rattraper le désaccord.

Si au contraire le noyau magnétique diminue la puissance et que la pièce en cuivre l'augmente, il faut diminuer la self-induction.

Cela est surtout vrai au début de la gamme. Mais supposons que nous trouvions, à 6 MHz, que le circuit d'accord est en retard, c'est-à-dire qu'il est réglé sur une fréquence trop élevée ; c'est qu'alors la variation de fréquence n'est pas assez rapide, que la gamme couverte est trop petite.

Nous avons vu que la gamme de fréquences que l'on couvre avec un bobinage donné, dépend de la capacité répartie de celui-ci.

En diminuant la capacité répartie, on augmente la gamme couverte. La variation de fréquence en fonction de capacité sera ainsi plus rapide. Autrement dit, le réglage trouvé sera en dessous du réglage primitif, car pour recevoir la même fréquence on aura besoin d'une plus faible valeur de capacité du C.V.

Pratiquement, on dessoude les dernières spires et on les rebobine très espacées (fig. 58).

MÉTHODE RAPIDE D'ALIGNEMENT

Il n'est pas toujours possible d'effectuer l'alignement d'un récepteur d'après la méthode indiquée, soit que le récepteur n'a pas besoin d'un alignement rigoureux (ce qui est d'ailleurs faux), soit que le prix de revient ne permette pas de consacrer un temps trop long au réglage. C'est le cas de récepteurs de l'industrie ou plutôt du commerce. Un des points du progrès dans la construction des récepteurs radio est la vérification et l'ajustage préalable des pièces en vue de leur emploi. Le C.V., les bobinages, etc..., ont été contrôlés et sélectionnés soit à la sortie de fabrication, soit à la réception. Il suffit alors, pour aligner de corriger les faibles déréglages causés par les capacités parasites, etc...

Indicateur de résonance

L'indicateur de résonance dans les châssis avec la C.A.V. est un voltmètre courant continu 7,5 v. On le branche entre la cathode de la lampe MF et la masse. La tension négative de la C.A.V. appliquée à la grille de commande de la lampe MF provoque une diminution du courant plaque. La chute de tension aux bornes de la résistance de polarisation diminue. L'aiguille du voltmètre indique une tension inférieure. L'accord exact correspond à la déviation minimum. Quand la déviation devient plus petite que l'indication de 1,5 v., on branche le voltmètre sur cette dernière sensibilité, de manière à avoir la plus grande déviation.

Lorsque le châssis ne comporte pas de C.A.V., on intercale un milliampèremètre dans le circuit-plaque de la lampe détectrice. Il est en effet assez rare qu'un châssis ait une détection diode, sans qu'on l'utilise pour faire la C.A.V.

Réglage de la MF

On place le commutateur des gammes en O.C. L'antenne du générateur est couplée au moyen d'un condensateur de 500 cm. successivement avec la grille du tube MF (point A_2 de la fig. 60) et la grille du tube changeur de fréquence (point A_1 de la fig. 60).

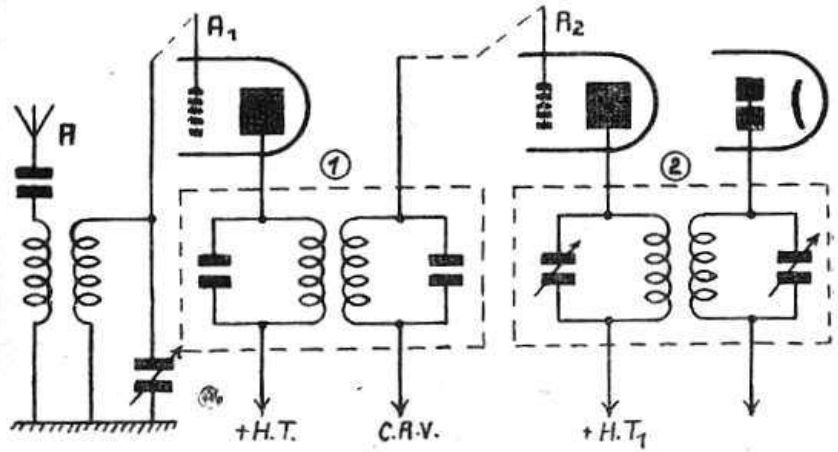


FIG. 60. — On commence par régler le transformateur 2. Pour cela on branche l'oscillateur de mesure sur la grille de la lampe MF (A_2). Une fois ce réglage effectué, on règle le transformateur 1. L'oscillateur sera couplé à la grille de la changeuse de fréquence (A_1).

On règle tout d'abord le dernier transformateur MF (liaison diode) et ensuite celui ou ceux du ou des étages MF suivant la méthode déjà exposée plus haut, c'est-à-dire :

1° Désaccord du primaire ;
2° Accord du secondaire ;
3° Accord du primaire.

On vérifie la déviation de l'aiguille de l'appareil de contrôle pour un désaccord de + — 5 kHz de la fré-

quence du générateur. Si les valeurs trouvées sont égales, le réglage a été bien fait (fig. 61). Par contre si l'on

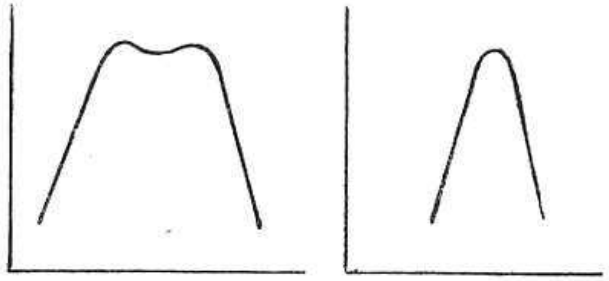


Fig. 61. — Allure normale d'une courbe de résonance d'un étage MF.

trouve des valeurs inégales (fig. 62), il faut recommencer le réglage. Il est même bon de poursuivre chaque fois l'investigation en voyant ce qui se passe à 10, 15 kHz de désaccord, par exemple.

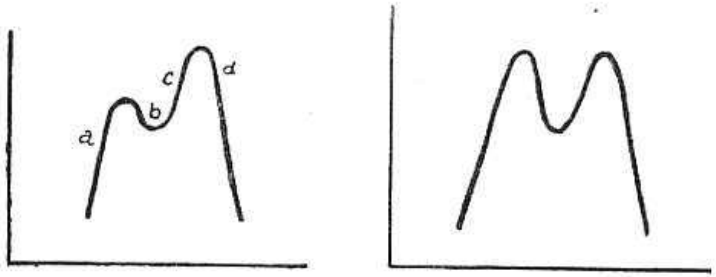


Fig. 62. — Allure anormale d'une courbe. Dans le cas de la 1re courbe anormale, l'aiguille de l'indicateur va dévier davantage (tronçon *a*), ensuite la déviation va décroître (*b*), passer par un minimum, on constate alors une nouvelle augmentation de la déviation (*c*), un maximum supérieur au précédent et une nouvelle diminution de la déviation (*d*).

Après le réglage ne pas oublier de bloquer les vis par une gouttelette de cire diélectrique ou un peu de peinture.

Réglage des circuits d'accord et de l'oscillateur

P.O.

1° On émet avec le générateur un signal de 600 kHz. On place l'index du cadran en face de l'indication correspondante. En serrant ou desserrant l'ajustable série (padding), on amène la réception. Au cas où l'action de l'ajustable série ne suffirait pas pour le faire, serrez ou desserrez l'ajustable parallèle (trimmer).

2° On émet un signal de 1.400 kHz, on place l'index du cadran en face de l'indication correspondante et au moyen de l'ajustable parallèle (trimmer) de l'oscillateur on se règle sur cette fréquence.

3° On revient de nouveau sur 600 kHz et ainsi de suite jusqu'à ce que les deux réglages tombent exactement. On termine toujours par le réglage sur 1.400 kHz.

4° On règle l'ajustable parallèle (trimmer) du circuit d'accord pour avoir le maximum vers 1.400 kHz.

5° On revient de nouveau sur 600 kHz. En retouchant très doucement l'ajustable parallèle du C.V. d'accord, on voit si le réglage du circuit d'accord coïncide

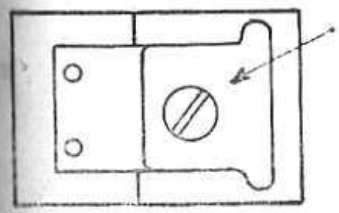


Fig. 63. — La fente de la vis de réglage de l'ajustable parallèle sert de point de repère quand on est obligé de le dérégler pour vérifier un maximum.

avec celui de l'oscillateur. Si la puissance diminue en serrant et desserrant légèrement, on est accordé exactement. Si, par contre, la puissance augmente, on trouve un maximum. On ramène l'ajustable parallèle comme il était primitivement. Pour cela, notons, si l'on fait un quart ou un demi-tour. La fente de la vis de réglage sert de repère (fig. 63). Si, en desserrant l'ajustable parallèle, la puissance augmente, la fréquence de l'accord

est trop faible : il faut diminuer la capacité. On resserre légèrement l'ajustable série. Si en serrant l'ajustable parallèle la puissance augmente, c'est que la fréquance de l'accord est supérieure à la fréquence reçue : il faut augmenter la capacité. On desserre légèrement l'ajustable série. Le trait sur le cadran indiquant le réglage comporte, en général, une certaine plage de variation, laquelle doit suffire pour pouvoir trouver un maximum de l'accord (fig. 64). Bien entendu, nous avons admis au préalable que les bobinages étaient corrects.

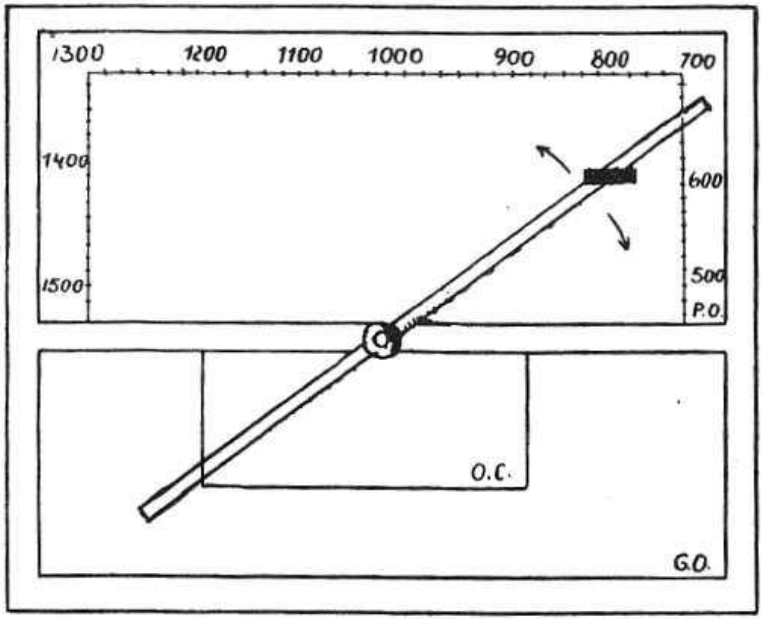


FIG. 64. — Pour chaque réglage sur un cadran étalonné en nom de stations correspond une certaine plage de variations délimitée par un trait.

Il faut arriver à ce qu'en touchant l'ajustable parallèle de l'accord, en plus ou en moins, la puissance diminue.

Note. — Dans le cas d'un étage H.F., on commence par régler l'ajustable parallèle du condensateur variable le plus éloigné électriquement de l'antenne.

6° *Vérification de l'alignement.* — On émet un signal sur 1.000 kHz. A l'accord exact l'index du cadran doit se trouver en face de l'inscription : 1.000 kHz. Cette position doit correspondre simultanément au réglage optimum du circuit d'entrée. On retouche l'ajustable parallèle de l'accord. S'il faut le resserrer c'est que la self-induction de l'oscillateur est trop faible, si au contraire on le desserre, elle est trop forte. Mais nous avons admis à priori que les bobinages sont correctement établis. Reste une deuxième possibilité : fausse valeur de la MF.

a) Si la réception est avant l'indication de 1.000 kHz la valeur de la MF est trop forte ;

b) Si la réception est après l'indication, elle est trop faible.

Note. — Dans le cas de bobinages établis pour avoir une concordance sur une autre fréquence (960, 875), on procédera de la même manière.

G.O.

Si l'on dispose d'un ajustable série et parallèle, on procède de la même manière qu'en P.O. Toutefois, le point « trimmer » sera 260 kHz, le point « padding » 175, la vérification se faisant sur 200 kHz. Il vaut même mieux se servir simultanément de l'émission du poste national anglais (Droitwich), dont les émissions commencent vers 10 h. 15 du matin. On entend alors le battement de l'onde de Droitwich avec le signal du générateur et l'on est sûr de ne pas se tromper. Dans le cas d'un seul ajustable série, on le règle sur 174 kHz, en tâchant d'avoir le maximum de puissance dans les limites permises par la latitude du cadran. S'il existe également un ajustable parallèle sur l'accord on le règle sur 260 kHz.

Il est relativement rare de rencontrer des condensateurs série (padding) ajustables en O.C. On utilise surtout des capacités fixes.

1° S'il existe un condensateur série ajustable, soit un noyau variable, on commence par le réglage sur 6 MHz, c'est-à-dire qu'on émet un signal, on place l'index et on le règle pour avoir la réception.

2° On émet ensuite (ou d'abord s'il n'y a ni « padding » ni noyau) une onde sur 12 MHz. En serrant et desserrant l'ajustable parallèle du bobinage oscillateur on accorde le récepteur sur cette fréquence. On a généralement deux réglages : un pour l'ajustable bloqué, l'autre pour l'ajustable desserré. Suivant que le bobinage est établi pour le battement inférieur ou supérieur (en fréquence), on prend le premier ou le deuxième réglage. Pour être sûr que l'on ne se trompe pas, on cherche le deuxième battement. Pour cela, on désaccorde le générateur. Pour le battement inférieur on captera également dans la position de 12 MHz le signal de 11 MHz environ que l'on a en battement supérieur. Dans le cas du battement supérieur on aura 13 MHz environ en battement inférieur, pour une M.F. de l'ordre de 400 kHz.

3° Il est recommandé de vérifier sur 6 MHz si l'on se trouve toujours réglé sur le bon battement.

4° Le circuit d'accord sera réglé soit sur des parasites (pour une fois qu'ils peuvent être utiles), soit sur un signal d'un « buzzer » ou d'un multivibrateur. Là aussi on trouve deux maxima. Entre les deux on a généralement un blocage qui se traduit par une zone de silence dans le réglage. Dans le cas du battement supérieur, on se règle pour le maximum correspondant à l'ajustable d'accord davantage serré. Pour le battement inférieur à l'ajustable desserré.

ÉTABLISSEMENT D'UN CADRAN ÉTALONNÉ EN NOMS DE STATIONS

Petites ondes. — On dispose d'un cadran blanc. Il s'agit de fixer des repères pour différentes fréquences. Pour effectuer ce travail, il ne faut pas perdre de vue que c'est la fréquence de l'oscillateur local qui détermine l'emplacement de l'index sur le cadran pour la réception d'une émission.

On a une gamme de fréquences à couvrir. Supposons qu'il s'agisse des P.O. Il faut recevoir de 1.485 à 565 kHz. Cette indication, ainsi que la valeur variable utile du C.V. (C_{max} — C_{min}) déterminent le bobinage d'accord. Le bobinage de l'oscillateur est établi de manière à donner la concordance avec l'accord, à la MF près, vers 1.000 kHz.

On débranche le C.V. de l'oscillateur. Au moyen d'un C.V. séparé on règle le récepteur sur 1.400 kHz. Supposons que le cadran est divisé en 180°. On place l'aiguille sur la division qui, d'après la courbe du C.V. correspond à la capacité choisie pour le point trimmer (28° p. ex.) et, au moyen de l'ajustable du condensateur variable d'accord, on règle de façon à avoir la puissance maximum. On fait un repère. On rebranche ensuite le condensateur variable de l'oscillateur local et en serrant ou desserrant son ajustable, on se règle sur l'onde de 1.400 kHz, sans toucher au réglage des C.V.

On émet ensuite avec l'oscillateur de mesures une onde de 600 kHz. On débranche le C.V. de l'oscillateur local et, au moyen d'un C.V. séparé, qu'on branche à sa place, on règle le récepteur sur 600 kHz. En faisant varier le C.V. d'accord, on trouve une position où la puissance est maximum. Elle doit correspondre à la ca-

pacité choisie pour le point « padding » (environ 150°). On fait un repère sur le cadran. On rebranche le C.V. de l'oscillateur local et en serrant ou desserrant l'ajustable série on amène la réception sur le point repéré. Si le réglage se trouve en-dessous du repère, on desserre l'ajustable, si par contre il est en-dessus, on le resserre.

On vérifie ensuite le réglage vers 1.400 kHz. Une variation de l'ajustable série a-t-elle produit un petit déréglage ? En serrant ou desserrant légèrement l'ajustable parallèle de l'oscillateur local on amène la réception sur le point repère. Nouvelle vérification sur le point repère de 600 kHz. S'il le faut, on peut parfaire le réglage sur 1.400 et 600 kHz plusieurs fois, de manière qu'on ait l'accord exact sur les points repères.

On débranche ensuite le C.V. de l'oscillateur local que l'on remplace par un C.V. séparé. Avec l'oscillateur de mesures on émet une onde de 1.000 kHz ; avec le C.V. séparé on se règle sur cette fréquence. Avec le C.V. d'accord on cherche à obtenir la puissance maximum (environ 69°). On fait un repère sur le cadran et on rebranche le C.V. de l'oscillateur local. Si le réglage a été correctement effectué, on trouve l'accord sur le point repère, à condition que les bobinages aient été convenablement établis et que la valeur de la MF ait été bien déterminée. Nous aurons donc une concordance à 1.000 kHz.

On rebranche ensuite le C.V. de l'oscillateur. Avec l'ensemble des C.V. on se règle sur différentes fréquences : 1.550, 1.500, 1.450, 1.400, 1.350, 1.300, 1.250, 1.200, 1.150, 1.100, etc..., jusqu'à 500 kHz. On marque sur le cadran des repères correspondants à la réception de ces fréquences. On constate alors que ces points ne correspondent pas à ceux établis pour le circuit d'accord, sauf sur les trois points de concordance 1.400, 1.000 et 600 kHz. Ce léger désaccord se vérifie aisément soit au moyen d'un C.V. séparé, soit en retouchant l'ajustable d'accord. Il est dû à la commande unique qui ne permet pas d'obtenir l'accord optimum pour toutes les fréquences.

En effet, nous avons vu qu'il existe entre la courbe de l'accord et celle de l'oscillateur plusieurs bosses (fig. 65). Effectivement entre 1.500 et 1.400 kHz, le réglage exact de l'accord est légèrement en-dessus de celui de l'oscillateur. Entre 1.400 et 1.000 kHz, c'est le contraire. En examinant la courbe, on voit que pour une fréquence f_1 entre 1.400 et 1.000 kHz, on obtient le réglage de l'accord avec une valeur de C_1 du C.V., plus petite que la valeur C_2 du C.V. nécessaire pour obtenir l'accord avec l'oscillateur. Cet écart n'est pas constant. Il a un maximum entre 1.400 et 1.000 kHz et la différence diminue aux abords de ces deux fréquences. Même remarque pour les fréquences comprises entre 1.000 et 600 kHz, avec cette différence que le réglage du circuit d'accord est en-dessus de celui de l'oscillateur. Enfin,

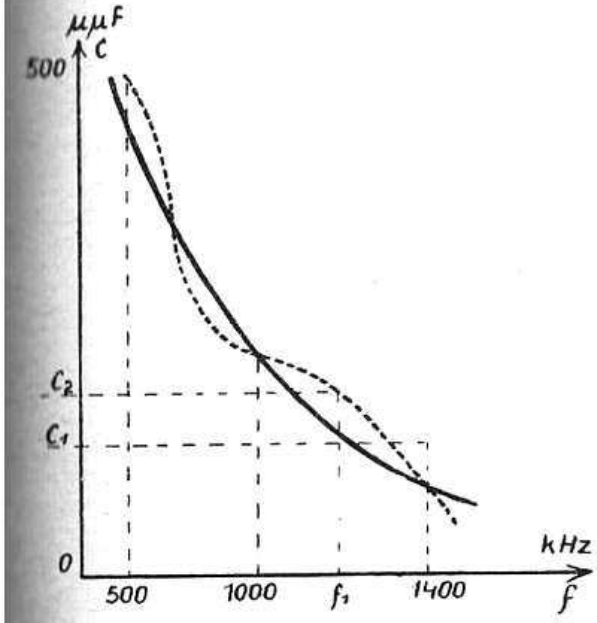


Fig. 65. — Il est impossible d'avoir la coïncidence parfaite des courbes de l'accord et de l'oscillateur. Entre 1.400 et 1.000 kHz, 1.000 et 600 kHz et au delà existent des écarts. On ne pourra les compenser qu'en tordant légèrement les lames extérieures du rotor.

de 600 à 500 kHz environ, le réglage de l'accord est en-dessous de celui de l'oscillateur.

On peut compenser ces écarts en tordant légèrement les secteurs fendus des lames mobiles extérieures du C.V. Mais avec de bons bobinages, bien réglés, ces écarts sont assez faibles et il vaut mieux ne pas faire ce travail par trop délicat. En général, on peut se contenter du réglage d'après les trois points de concordance.

Les valeurs de degrés de cadran, que nous avons indiquées au début de ce chapitre, correspondent à peu près à l'étalonnage standard *S.P.I.R.* 1939, donc pour un condensateur variable, et des bobinages établis d'après ce standard. On se sert de la courbe capacité-degrés du cadran du condensateur. Il faut consulter chaque fois le fabricant de bobinages sur les points de concordance et capacités du C.V. correspondant à ces fréquences, choisis par lui pour l'alignement de ses bobinages. Certains utilisent 1.400, 1.000, 600 kHz, d'autres remplacent 1.000 par 904 kHz. (*S.P.I.R.*) ou 875 kHz, ce qui fait à peu près : $F''_{moy} = \sqrt{F''_{max} F''_{min}}$

Grandes ondes. — Les points de concordance en grandes ondes sont 260 et 174 kHz. On procède comme en petites ondes. On débranche le C.V. de l'oscillateur local, on émet avec l'oscillateur de mesure une onde de 260 kHz. Au moyen du condensateur variable séparé on se règle sur cette fréquence. S'il existe un ajustable d'accord pour les G.O. on le règle pour avoir le maximum de puissance avec le C.V. d'accord vers 53°. S'il n'y en a pas, on fait un repère pour le réglage trouvé. Dans le cas d'un grand désaccord on peut brancher un ajustable G.O., mais il ne sert que dans le cas où l'on veut déplacer le réglage vers des fréquences plus basses. S'il existe un ajustable de l'oscillateur, on rebranche le C.V. de l'oscillateur et on amène par la manœuvre de

cet ajustable la réception sur le point repère. S'il n'y en a pas, le réglage avec un C.V. séparé sur 260 kHz est inutile.

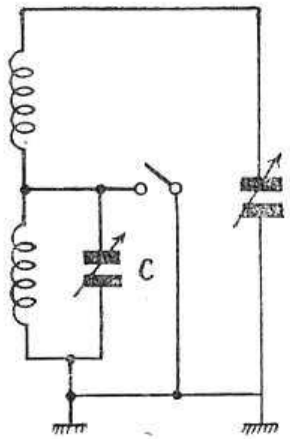


FIG. 66. — Pour parfaire un réglage en G.O. on peut brancher un ajustable sur l'enroulement supplémentaire des G.O.

On se règle ensuite avec un C.V. séparé sur 174 kHz. On cherche la puissance maximum avec le C. V. d'accord (environ 131°). On établit un point de repère. On rebranche le C.V. de l'oscillateur et l'on se règle ensuite sur ce point.

Ondes courtes. — Pour les ondes courtes, l'écart entre le circuit d'accord et celui de l'oscillateur par rapport à la fréquence reçue est faible. L'ajustable série est souvent remplacé par une capacité fixe. En général, les bobinages O.C. comportent des ajustables parallèles individuels. On se règle tout d'abord sur 12 MHz. En effectuant ce réglage, il faut tenir compte du glissement de fréquence. Autrement dit, une fois le réglage trouvé avec le C.V. séparé, on manœuvre légèrement le C.V. d'accord. La variation de fréquence du circuit d'accord provoque un déréglage que l'on compense en retouchant au réglage du C.V. de l'oscillateur. En manœuvrant ainsi les deux condensateurs variables, on trouve le réglage optimum. On note le point repère. On rebranche le condensateur variable de l'oscillateur. Au moyen de son ajustable on se règle sur 12 MHz. Ensuite sur

6,6 MHz. S'il n'y a pas d'ajustable série, on se contente d'établir un point repère. S'il en existe un, on débranche le C.V. de l'oscillateur. Avec un C.V. séparé on se règle sur 6,6 MHz. On cherche le maximum, c'est-à-dire l'accord exact en retouchant le C.V. d'accord. On rebranche le C.V. de l'oscillateur local et en serrant ou desserrant l'ajustable série, on amène la réception sur le point repère établi. (Les points sont respectivement 25° et 155°.)

Vérification du cadran par la méthode de zéro

Il faut disposer pour cela de deux oscillateurs de mesure. L'un sera branché, à travers une antenne fictive, à la borne « antenne » du récepteur.

Le deuxième oscillateur de mesure est relié soit à travers un condensateur de 25 cm., à l'anode de la diode, soit à la grille de la MF, à travers une torsade de qq mm. On a donc, simultanément, sur l'anode du détecteur deux signaux. Si ces signaux sont d'une fréquence voisine, il en résulte, après détection, un battement audible. La fréquence de ce son augmente avec le désaccord. Pour l'accord exact, on a le silence.

Avec le premier oscillateur on émet (en non modulé) différentes fréquences en P.O., O.C., G.O. Par exemple, 1.200, 1.000, 800, 600, 250, 150 kHz, etc... A la sortie de la changeuse, on doit trouver par la combinaison de cette fréquence avec celle de l'oscillateur local, la valeur de la MF. On règle d'autre part le deuxième oscillateur de mesures (en non modulé) sur cette fréquence. Quand les deux fréquences sont les mêmes, on n'entend rien. Si le circuit oscillateur n'est pas exactement réglé pour avoir la réception avec la valeur de la MF déterminée, on entend un battement.

Bien entendu, pendant ces opérations, le récepteur doit être réglé d'après l'étalonnage du cadran.

ANOMALIES DANS L'ALIGNEMENT

Causes mécaniques du désaccord

Le condensateur variable peut être la cause d'un désaccord sensible. Les lames mobiles sont fixées sur un axe commun à deux ou plusieurs éléments. On suppose que les éléments ont des capacités identiques au départ. Si un des rotors a été décalé accidentellement par rapport à l'axe (fig. 67), la variation de capacité de l'élément sera différente. L'alignement exact devient impossible. Si le décalage n'est pas très sensible, on peut parfois réparer le mal. On rentre les rotors et on appuie sur l'élément décalé qui ne rentre pas complètement ; si après cette opération, on constate un peu de jeu, il vaut mieux, carrément, changer le C.V. On ne fait cette opération que si on a l'habitude d'effectuer des travaux délicats ; sinon, en décalant le rotor on peut tordre toutes les lames.

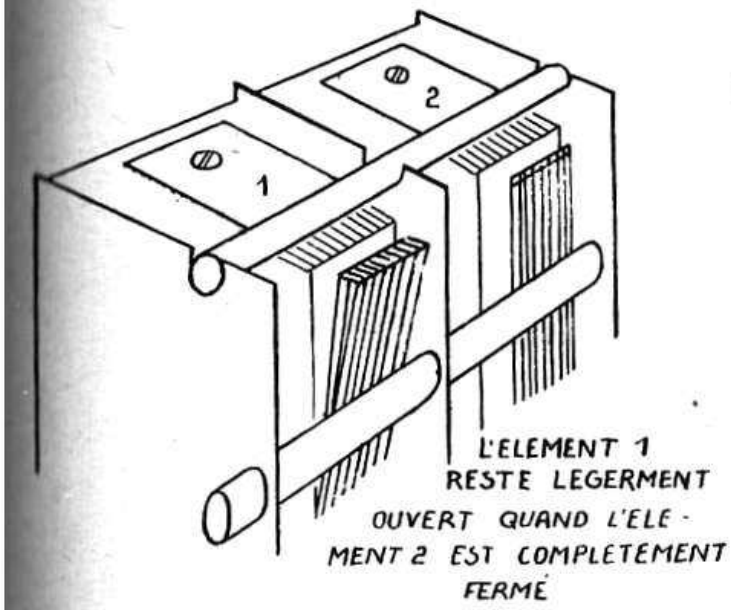


FIG. 67. — Quand les rotors sont rentrés, il ne faut pas que l'un d'eux dépasse plus que les autres, le décalage peut causer un désaccord et rendre impossible tout alignement.

MÉTHODE SIMPLE DE VÉRIFICATION DES CONDENSATEURS FIXES

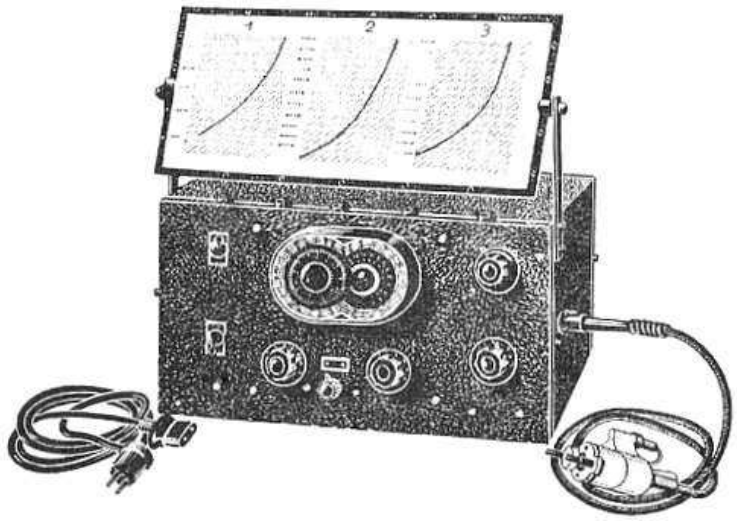
C'est notre récepteur qui, dans ce cas, nous sert d'appareil de mesures pour la vérification des condensateurs fixes. On l'aligne exactement en mettant comme condensateur série des capacités étalonnées (de préférence au mica). On émet avec l'oscillateur de mesure une onde modulée de 600 kHz. On règle le récepteur sur cette fréquence. On débranche le condensateur série, à sa place on met le condensateur à vérifier. Si l'on entend toujours le son, c'est que la capacité du condensateur à essayer correspond à celle de l'étalon. Pour plus de précision on peut brancher soit un voltmètre sur la cathode de la MF, soit un voltmètre de sortie ou bien un œil magique, lequel peut également servir d'indicateur de résonance.

Si le réglage est modifié, on peut en conclure : 1° que la valeur du condensateur est plus petite que celle de l'étalon, si le réglage est en dessus du réglage avec l'étalon (il faut augmenter la valeur de la capacité du C.V.) ; 2° que la valeur du condensateur est plus grande que celle de l'étalon, si le réglage est en-dessous du réglage avec l'étalon (il faut diminuer la capacité du C.V.). Une faible variation de capacité peut être due à la longueur des fils, avec lesquels on branche le condensateur à essayer. On tâchera alors de mettre le condensateur à essayer exactement à la place de l'étalon.

NOTE SUR LE REGLAGE DES OSCILLATEURS A « PADDING » FIXE

Le réglage s'effectue de la manière classique. On règle l'oscillateur sur 600 kHz au moyen du noyau plongeur (en cuivre ou en fer pulvérisé). L'ajustable parallèle est réglé sur 1.400 kHz. On revient sur le point 600 kHz et ainsi de suite jusqu'à l'accord complet. Le circuit d'accord se règle sur 1.400 kHz et si le bobinage comporte un noyau variable on le règle sur 600 kHz.

La vérification de la commande unique s'effectue sur 1.000 kHz (904 kHz pour le standard S.P.I.R.). Toutefois, si on trouve que le réglage du circuit de l'oscillateur est avant ou après le point milieu, il ne faut pas toucher à la bobine oscillatrice, mais modifier simplement le condensateur-série. Si le réglage est avant, le condensateur-série est trop fort, s'il est après il est trop faible. On prendra de préférence des condensateurs à très faible tolérance, ± 0,5 % p. ex. Une bonne solution consiste dans l'utilisation des condensateurs au mica argenté grattables.



Une hétérodyne de service surplombée d'un panneau portant les courbes d'étalonnage *(Philips)*.

Exemple numérique de la vérification d'un oscillateur

Tube : 6A8

Gamme : O. C.

Fréquence en MHz :	15	12	10	8,5	7,5	6,65	6
Courant grille oscillatrice en µA :	150	160	160	162	120	100	80

Gamme : P. O.

Fréquence en kHz ;	1.500	1.200	1 000	855	750	665	600	545
Courant grille oscillatrice en µA :	220	230	240	240	250	250	240	240

Gamme : G. O.

Fréquence en kHz :	300	250	200	170	160
Courant grille oscillatrice en µA :	200	300	350	350	260

Tableau récapitulatif de l'alignement

Opération	Relier le générateur par	à	Emettre un signal	Placer le récepteur sur	Régler
Moyenne Fréquence					
1	500 µµF	la grille M.F.	472 KHz	1000 KHz	Désaccorder le primaire Accorder le secondaire Accorder le primaire
2	500 µµF	la grille du changeur de fréquence	472 KHz	1000 KHz	Désaccorder le primaire Accorder le secondaire Accorder le primaire
Note : Dans le cas de 2 étages M. F. on refaira l'opération 1 pour le 1 étage M. F.					
Filtre M. F.					
3	500 µµF	la borne Antenne	472 KHz	600 KHz	Régler l'ajustable ou le noyau du filtre au minimum de puissance
Petites Ondes					
4	50 µµF en série avec 25 Ω	la borne Antenne	600 KHz	600 KHz	Régler le padding (ajustable série) ou le noyau pour amener la réception
5	50 µµF en série avec 25 Ω	la borne Antenne	1400 KHz	1400 KHz	Régler le trimmer (ajustable parallèle) de l'oscillateur pour amener la réception
6	50 µµF en série avec 25 Ω	la borne Antenne			Répéter les opérations 4 et 5 autant de fois qu'il sera nécessaire pour tomber sur les repères
7	50 µµF en série avec 25 Ω	la borne Antenne	1400 KHz	1400 KHz	Régler le trimmer (ajustable parallèle) de l'accord pour le maximum de puissance
8	50 µµF en série avec 25 Ω	la borne Antenne	600 KHz	600 KHz	Régler s'il y a lieu le noyau réglable de la bobine d'accord pour avoir le maximum de puissance Sinon : en retouchant l'ajustable de l'accord on voit s'il est accordé sur une fréquence trop élevée ou trop basse. Dans le premier cas, régler le padding pour une position de capacité du C.V. plus forte; dans le second plus faible
9	50 µµF en série avec 25 Ω	la borne Antenne	1000 KHz	1000 KHz	Si la réception est avant le repère de 1000 KHz self-induction de l'oscillateur trop forte; si après, trop faible. Dans tous les cas vérifier l'alignement.
Grandes Ondes					
10	Régler de la même manière les G. O. en utilisant le fréquences 260,165 et la verification sur 200 KHz				
Ondes Courtes					
11	900 Ω	la borne Antenne	Régler de la même manière les O. C. en utilisant les fréquences 12 et 6 MHz		

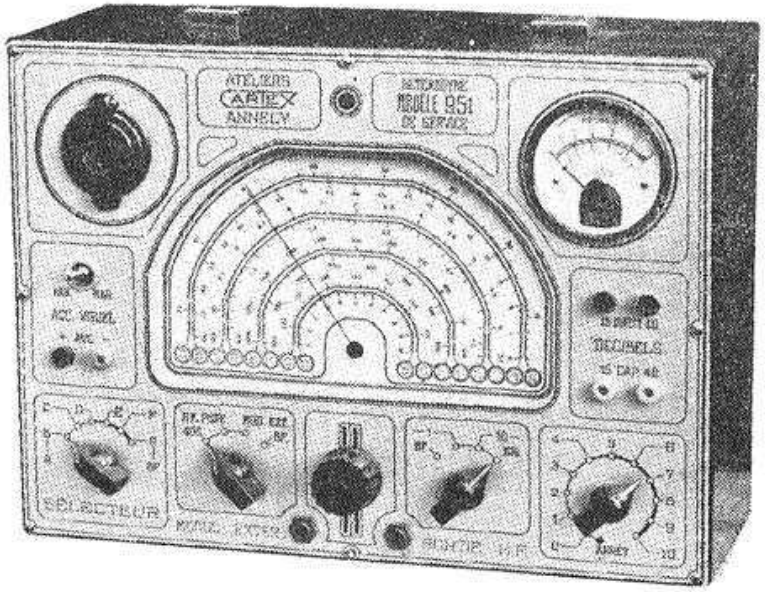


FIG. 68. — Hétérodyne de service *Cartex* donnant en six gammes toutes les fréquences de 85 kHz à 50 MHz. Elle contient également un oscillateur B.F. de 100 à 10.000 Hz, un décibelmètre de précision et un tube cathodique EM4, pour l'alignement par la C.A.V.

LA MISE AU POINT

MISE AU POINT DU CIRCUIT D'ALIMENTATION

Les circuits d'alimentation comprennent : le transformateur secteur, la valve, le circuit de filtrage, les résistances chutrices de tension et les prises potentiométriques (diviseurs de tension).

Si la valeur de la haute tension est insuffisante

On s'assure au préalable que la valve débite normalement, soit en l'essayant sur un autre châssis, soit en la changeant. On vérifie ensuite la tension alternative appliquée sur les plaques de la valve. Le voltmètre est sur l'alternatif et on utilise la sensibilité de 750 v. Un pôle est connecté à la masse du châssis. Avec l'autre, on touche successivement les broches correspondant aux plaques de la valve. Les types de valves les plus utilisées sont, dans la série transcontinentale : EZ3, EZ4, 1883 ; en américaines : 80 et 5Z4.

La 80 possède un culot à quatre broches. Les deux plus grosses correspondent au filament et les normales

aux deux plaques. La 5Z4 a un culot octal. Les broches des plaques se trouvent à l'opposé de l'ergot (fig. 70).

Le culot des valves de la série transcontinentale est standardisé : quatre broches rapprochées dont deux mé-

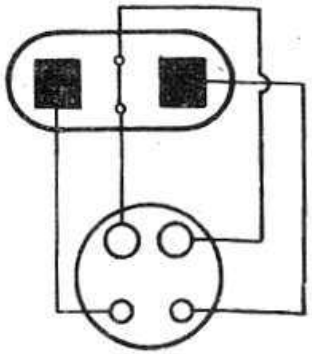


Fig. 69. — Correspondance des broches des supports de valves américaines.

dianes correspondant aux filaments. Les plaques sont reliées à deux broches diamétralement opposées. La cathode est à gauche du filament, le support vu par dessous avec les quatre broches rapprochées en haut (fig. 71).

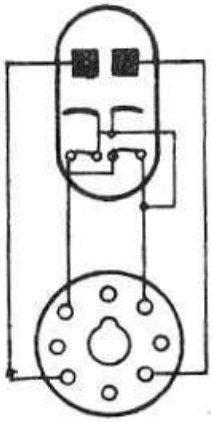
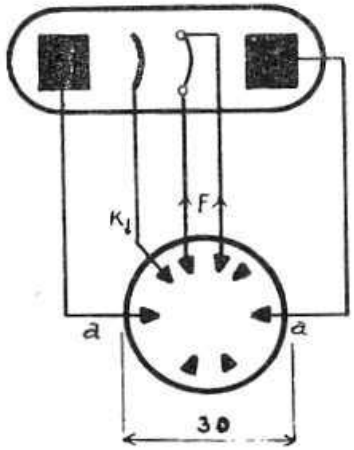


Fig. 70. — Brochage d'une valve à culot octal.

Fig. 71. — Brochage des valves de la série transcontinentale.



On vérifie ensuite la consommation totale de l'appareil. Un débit anormal provoque une baisse de tension due, surtout, à la chute de tension aux bornes de

l'enroulement d'excitation du H.P. On intercale un milliampèremètre c.c. sur la sensibilité 300 mA, entre la valve et l'entrée du filtre (H.P. ou bobine de filtrage). Le condensateur de filtrage se trouve du côté du filtre.

Pour éviter des perturbations qui peuvent fausser la lecture, il faut découpler l'appareil de mesures avec un condensateur électrochimique de 8 µF (fig. 72).

On vérifie aussi les condensateurs de filtrage qui peuvent avoir un courant de fuite exagéré (plusieurs mA). On constate parfois avec les valves à chauffage indi-

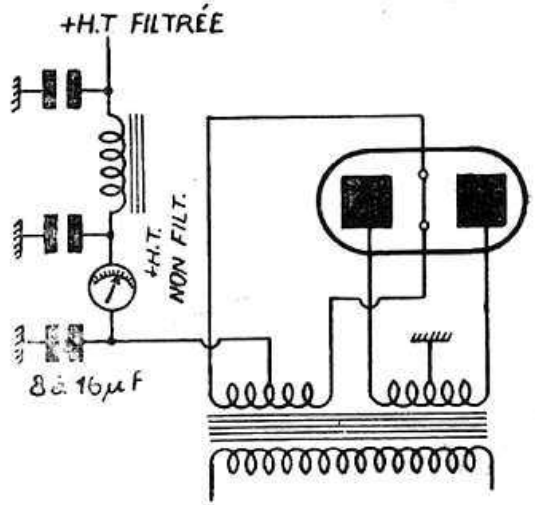


Fig. 72. — Pour mesurer la consommation totale d'un récepteur on intercale un milliampèremètre c.c. de 300 mA dans le circuit de la HT. avant l'alimentation d'une électrode quelconque. On prendra soin de le découpler avec un condensateur de 8 à 16 µF.

rect, un courant de fuite très important dans le premier condensateur électrochimique. On le change, mais le phénomène subsiste. Le mal vient de la valve (courant de fuite filament-cathode). Sur les châssis tous courants, on peut essayer de modifier l'ordre de branchement des filaments en série : pôle positif, lampe de sortie, valve, etc... Pour les postes sur courant alternatif, il faut vérifier si le filament (l'une des extrémités) est relié à la cathode.

Sur certains secteurs, l'harmonique trois est particulièrement dangereuse, car elle cause des court-circuits par les dépôts qui se forment sur le fond du boîtier

(Nord). On placera les condensateurs le plus loin possible des endroits chauds, c'est-à-dire : valve, lampe B.F., transformateurs, etc...

Dans tous les cas, la vérification rapide des polarisations pourra indiquer rapidement si le manque ou le surplus de tension est dû à la valve (avec son circuit de filtrage) ou au récepteur proprement dit. Par exemple, il se peut que, dans une maquette, la tension soit normale à la mise en marche, mais au bout d'une minute elle baisse à 100 v. En vérifiant les polarisations, on trouve une tension exagérée sur la cathode de la MF. Conclusion : par erreur, le + H.T. était branché sur la grille de la MF (inversion de cosses sur le support du transformateur MF).

On peut également augmenter la tension redressée en prenant pour le premier condensateur de filtrage, une plus forte capacité. Ainsi, par exemple, pour un débit de 140 mA, une 80 donne avec un condensateur de 8 µF 260 v. au lieu de 240 v. avec un 4 µF. Toutefois, la valeur de ce condensateur est limitée. La valve débite un courant important au commencement de chacune des impulsions et sa vie peut être, de ce fait, abrégée. Ainsi, pour une EZ4, la capacité d'entrée du filtre est de 16 µF au maximum, pour 2 × 350 VEFF et 2 × 400 VEFF. Si l'on diminue la tension alternative à 2 × 300 VEFF, la capacité peut être augmentée de 16 µF à 32 µF.

Signalons aussi, dans le même ordre d'idées, que la résistance minimum admissible du transformateur est de 200 Ω pour 2 × 300 VEFF et de 250 Ω pour 2 × 350 et 2 × 400 VEFF. Si la résistance interne est plus faible, il faut utiliser une résistance additionnelle. Comme on est limité de ce côté pour augmenter la valeur de la tension redressée à la sortie de la valve, on peut essayer de voir s'il n'y a réellement rien à faire du côté du circuit de filtrage.

Dans les postes tous courants, la chute de tension aux bornes de la bobine de filtrage est assez faible. On peut tout simplement monter la valve en doubleuse de tension (circuit délicat) ou bien utiliser un élément de celle-ci pour l'alimentation du châssis et l'autre pour l'excitation du H.P. Un gain appréciable peut être apporté par l'utilisation d'un H.P. à aimant permanent.

Dans les postes à courant alternatif, on a aux bornes de l'enroulement d'excitation du H.P. une chute de tension de l'ordre de 100 à 150 v. Or, c'est inutile. C'est le nombre d'ampères-tours qui détermine l'aimantation. Le débit est invariable, quant au nombre de tours, on peut prendre un fil d'un diamètre plus important et avoir exactement le même nombre. Il suffit pour cela de consulter le fabricant de haut-parleurs et de lui indiquer le débit du récepteur. Ainsi, par exemple, au lieu de 2.500 Ω, on peut prendre un haut-parleur de 1.500 ou 1.800 Ω qui sera aussi bien excité et qui donnera un filtrage aussi efficace. Par contre, il chauffera moins, ce qui est un avantage.

La solution idéale, c'est d'utiliser un haut-parleur à aimant permanent ou avec une excitation séparée. Le circuit de filtrage sera constitué par une cellule simple ou double avec de bonnes bobines de filtrage.

Ajustage des tensions d'alimentation

L'instabilité des tensions peut être la cause de quantité de perturbations : déformations, accrochages, transmodulation, etc...

Comment ces tensions se déterminent-elles ?

Dans un châssis, on dispose d'une tension fournie par le redresseur de 100, 150, 250 v. Certaines électrodes

demandent des tensions inférieures. On les obtient soit en intercalant dans le circuit une résistance série qui provoque une chute de tension, soit en prenant la tension sur un pont de résistances (prise potentiométrique).

Résistance chutrice série (*diviseur de tension série*). — Supposons que nous ayons une tension de 250 v. La tension à appliquer, par exemple, sur la plaque d'une triode préamplificatrice, est de 100 v. On intercale alors en série dans le circuit-plaque une résistance, dont la valeur est déterminée d'après la loi d'Ohm : $U = R \times I$. U est la tension à absorber, donc 250 — 100 = 150 v. R est la valeur cherchée et I est le courant plaque de la lampe à 100 v. Supposons qu'il est de 0,3 mA. La valeur de la résistance série doit donc être 150 v. = R × 0,3 mA.

R = 150 : 0,0003 = 500.000 Ω = 0,5 MΩ.

En réalité, la tension sera légèrement inférieure. Pourquoi ? Le + H.T. de 250 v. est mesuré par rapport à la masse, c'est-à-dire — H.T., la tension plaque de même. Or, la tension plaque doit être mesurée par rapport à la cathode. Comme celle-ci a une tension positive, par rapport à la masse, il faut déduire de la tension plaque la valeur de la polarisation ou plutôt mesurer la tension plaque entre la plaque et la cathode (fig. 73).

La résistance de polarisation intercalée dans la cathode appartient aussi au diviseur de tension série. En portant la cathode à un potentiel positif par rapport à la masse et en réunissant la grille à la masse, celle-ci se trouve portée au potentiel négatif par rapport à la cathode. La valeur de la résistance de polarisation se détermine également d'après la loi d'Ohm : R = U / I. Supposons qu'il nous faut polariser la grille à — 1,5 v. Le courant dans la cathode qui, dans le cas d'une triode, est égal au courant plaque (dans le cas des lampes à plusieurs électrodes, il faut y ajouter les courants respectifs des écrans, etc...) est de 0,3 mA ; R = 1,5 / 0,0003 = 5.000 Ω.

Comme nous le voyons, il s'établit une véritable distribution de potentiel le long du système composé par la résistance chutrice, la résistance interne de la lampe et la résistance de polarisation (fig. 73).

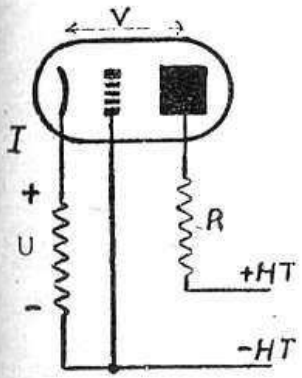


Fig. 73 *a*

Fig. 73. — *a*, diviseur de tension-série; V, tension plaque; U, polarisation de la grille; I, courant plaque; *b*, distribution de potentiel dans une lampe triode.

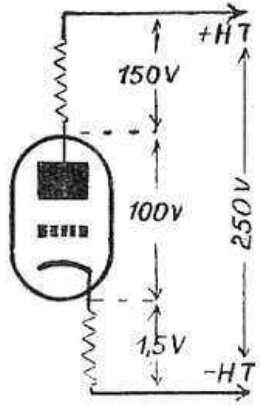


Fig. 73 *b*

Diviseur de tension potentiométrique. — Certaines électrodes exigent des tensions très stables. Par exemple, les grilles écrans (sauf, bien entendu dans les lampes à caractéristiques basculantes). On les obtient en utilisant des diviseurs de tension parallèles.

Prenons le cas précédemment cité (en faisant abstraction qu'il s'agit d'un tube préamplificateur). Si le courant plaque varie de 0,3 à 0,4 mA, la tension plaque au lieu d'être 100 v. ne sera que de 50 v. environ. (En réalité, il n'en sera pas tout à fait ainsi, mais on peut l'admettre sans grande erreur). Au lieu d'utiliser une résistance en série, on peut placer entre le + H.T. et le — H.T. une série de résistances. La plaque de la lampe, précédemment citée, est reliée à un point où la différence de potentiel par rapport à la masse (— H.T.) est de 100 v.

Pour que le diviseur de tension régularise la tension plaque, il faut que son débit soit élevé par rapport à la consommation de la lampe. Supposons que nous choisissions le courant du diviseur de 5 mA. La valeur totale de la résistance du diviseur de tension est R = U (haute tension) : I = 250 : (5 + 0,3) = 49.700 Ω. R_1 sera : R_1 = 150 : 5,3 = 29.800 Ω. Pratiquement, on peut choisir 50.000 et 30.000 Ω, donc R_2 est de 20.000 Ω.

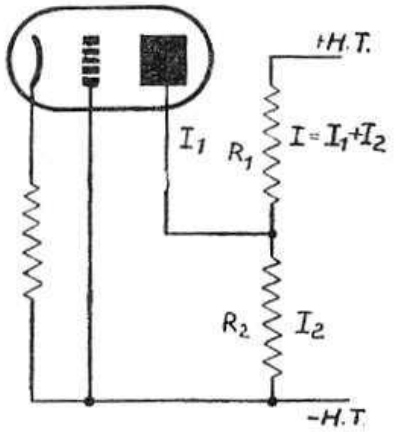


FIG. 74. — Diviseur de tension parallèle : R_1 et R_2, résistance du pont; I, courant total du pont; I_1, courant plaque; I_2, courant de consommation (de fuite) du pont; $I = I_1 + I_2$.

Supposons qu'au lieu d'être 0,3 mA le courant plaque soit de 0,4 mA. La chute de tension dans R_1 au lieu de 150 v. est de 152 v., la différence n'est que de deux volts, tandis que dans le cas d'un diviseur de tension série, la tension variait presque de moitié (fig. 74).

MISE AU POINT DES ÉTAGES B.F.

a) Description et fonctionnement des étages B.F.

En général, on ne trouve qu'une lampe de sortie. Sa grille de commande est attaquée par le potentiel variable recueilli aux bornes de la résistance de détection et amplifié par une lampe. Cette lampe peut être une triode (6C5, 6F5, EF6 en triode) ou une penthode (6J7, EF6, EF9). Elle peut contenir également dans la même ampoule un élément diode et la triode préamplificatrice (EBC3, EBF2, 6Q7). Dans une forme plus compliquée, la basse fréquence d'un poste peut se composer d'une lampe amplificatrice de tension, d'une lampe déphaseuse et de deux lampes de sortie, montées en push-pull, autrement dit en opposition de phase.

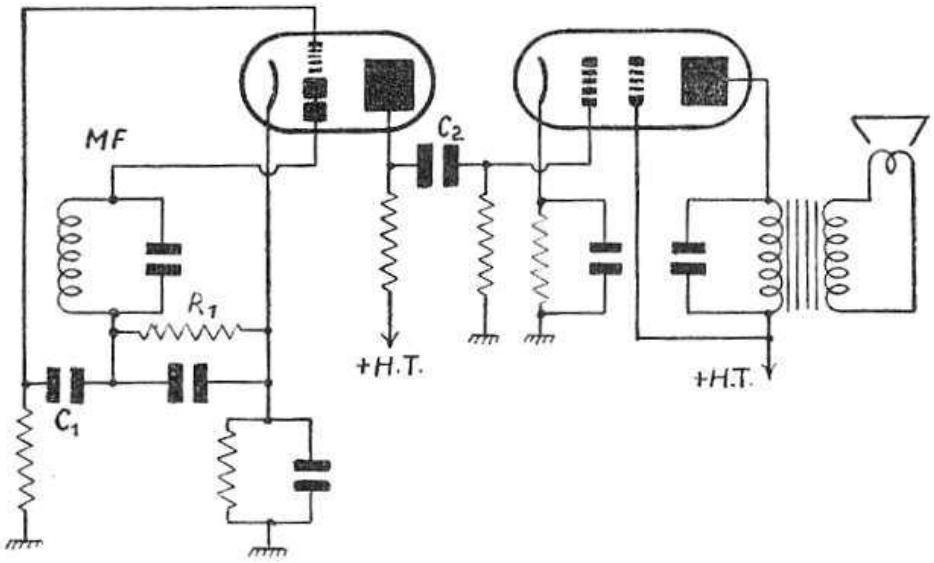


FIG. 75. — Schéma d'un amplificateur BF. (Détectrice) — Préamplificateur BF. — Lampe de sortie — H.P.

Examinons le schéma classique d'une détection par diode, d'une préamplification par triode et d'une penthode de sortie (fig. 75). Un signal MF modulé est ap-

pliqué par le secondaire du transformateur MF entre les plaques de la diode et la cathode. Le courant ne passe que pendant les demi-alternances positives et il s'établit un courant variable ayant la forme de la modulation de l'onde HF. Ce courant crée une chute de tension variable aux bornes de la résistance de détection (R_1). Cette différence de potentiel variable est appliquée à la grille de l'élément triode par l'intermédiaire d'un condensateur de liaison C_1. La variation du potentiel de la grille provoque une variation du courant plaque. Cette variation crée à son tour une chute de tension variable aux bornes de la résistance intercalée entre la plaque et le + H.T. Cette différence de potentiel est, enfin, appliquée sur la grille de la lampe de sortie par l'intermédiaire d'un condensateur de liaison C_2. Elle provoque une variation du courant plaque. Un transformateur de sortie, dont le primaire se trouve entre la plaque de la lampe de sortie et le + H.T., applique ce courant variable à une bobine mobile dans un champ magnétique. En vertu de la loi de LAPLACE (action d'un champ magnétique sur un fil dans lequel on fait passer un courant), la bobine mobile va se mouvoir. Ses déplacements seront proportionnels au courant qui la parcourt. Une membrane solidaire donnera à l'air des impulsions provoquées par le déplacement de la bobine. Le déplacement de l'air est donc proportionnel au courant et, comme ce courant est l'image de la modulation, la vibration de l'air est de même nature que celle à l'émission.

Les différents montages d'amplificateurs B.F. peuvent être classés en un certain nombre de catégories. On distingue ainsi les montages classes A, B et AB. D'autres variantes intermédiaires sont d'ailleurs possibles. Nous avons dit, pour l'exemple examiné plus haut, que la forme du courant plaque correspond à celle de la tension appliquée sur la grille. Pour obtenir ce fonctionnement, il faut que la polarisation soit réglée de manière qu'il existe un courant plaque permanent et, qu'au moment où l'on applique une tension variable sur la grille, cette dernière ne devienne à aucun moment positive, ni que le courant plaque varie. Autrement dit, qu'il y ait disproportionnalité entre sa valeur instantanée pendant la demi-alternance négative et la demi-alternance positive.

On appelle *classe A* ce montage d'amplificateur. On admet une variation maximum du courant plaque de 5 % quand la lampe fournit sa puissance maximum.

Classe B. — Le rendement des amplificateurs classe A n'est pas très bon. D'autre part, même en l'absence de signal on dissipe de l'énergie. C'est pourquoi on a imaginé un montage de l'amplification que l'on appelle classe B.

La particularité de ce montage consiste en ce qu'en l'absence de signal, le courant plaque est ramené à une valeur presque nulle, par une polarisation convenable de la lampe.

La lampe ne fonctionne que pendant les demi-alternances positives. Le courant plaque n'est pas proportionnel à la tension d'entrée, car la lampe ne fonctionne pas dans la partie rectiligne de sa caractéristique ; il est proportionnel au carré de la tension appliquée sur la grille, du moins pour les amplitudes faibles.

Amplificateurs classe AB. — Dans les amplificateurs classe AB, la polarisation est réglée de telle façon que pour les signaux faibles la lampe travaille en classe A (partie rectiligne de la caractéristique dynamique, courant plaque proportionnel à la tension appliquée sur la grille) et pour les signaux forts en classe B (courant plaque proportionnel au carré de la tension appliquée sur la grille).

b) **Mise au point proprement dite**

La partie B.F. d'un châssis peut présenter différents éfauts : *a*) manque de puissance ; *b*) distorsion, soit u maximum de puissance, soit pour un volume sonore ormal ; *c*) accrochages dûs à la partie B.F. ; *d*) effet ARSEN, etc...

Pour se rendre exactement compte du fonctionnement, n essaie le châssis sur différentes émissions. On choisit our cela, de préférence, les émetteurs ayant une bonne ıodulation (les allemands, par exemple). On peut aussi essayer avec un pick-up, mais comme nous allons le oir, cela peut être parfois insuffisant pour déceler cer-ains défauts.

a) *Manque de puissance.* — Les essais sur les émis-ions et avec le pick-up nous prouvent que la partie B.F. e désire pas nous donner ce qu'on lui demande : de la uissance.

En touchant successivement les différentes grilles et laques avec un tournevis, on peut faire une véritable uscultation de la partie B.F. On entend dans le haut-arleur un claquement, puis un léger ronflement. En re-ıontant, de la lampe de sortie vers le détecteur, on cons-ate ainsi une augmentation d'amplification. Avec un peu 'habitude, et surtout quand on connaît parfaitement un ıodèle déterminé, ces « attouchements » pourront être 'une indication fort précieuse. Pour avoir une indica-on plus précise on se servira d'un casque. Un pôle sera ɛlié à la masse du châssis. Avec le deuxième, on touche uccessivement, à travers un condensateur de 50.000 µµF ı sortie du détecteur, la grille et la plaque de la pré-mplificatrice et enfin la grille et la plaque du tube final.

Voyons maintenant comment « regonfler » la B.F.

Avant d'entreprendre des modifications, on vérifie en-ore une fois si les valeurs de résistances de fuite sont

correctes, si les condensateurs (surtout ceux de liaison) sont bons, etc... Il faut se méfier surtout des petits brins de gaîne métallique du fil caoutchouté, que l'on utilise pour la liaison en B.F. Ils ont la spécialité de se faufiler traîtreusement là où on ne les désire pas et de créer des court-circuits.

Il ne faut pas oublier non plus l'honorable potentio-mètre — s'il y en a un en B.F. — Les erreurs de mar-quage ou une valeur mal lue arrivent. Et si, malgré nos

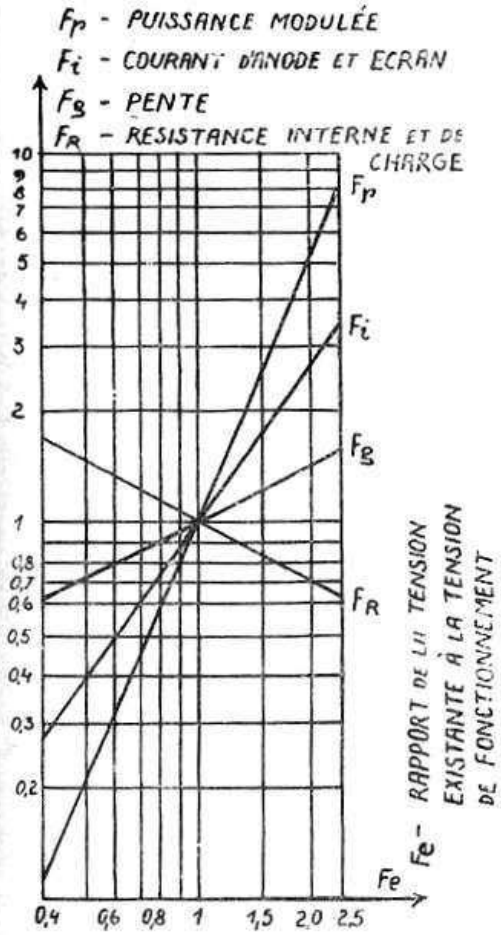


FIG. 75 *a*. — Graphique pour la détermination des conditions de fonctionnement d'un tube pour une tension d'alimentation plus faible.

recherches, nous ne trouvons rien, on peut agir sur les éléments de l'amplificateur pour avoir un gain supérieur. Tel peut être le cas d'un récepteur prévu pour 250 v.

et dont le + H.T. n'est que de 200 v. On peut déterminer facilement les valeurs pour le fonctionnement avec 200 v. On établit le rapport entre la tension du châssis (200 v. dans notre exemple) et la tension de fonctionnement (250 v.). On multiplie la tension de polarisation et écran par ce facteur pour obtenir les nouvelles valeurs. Pour la résistance interne, résistance de charge, puissance modulée, pente, etc..., on se rapportera aux courbes de conversion pour obtenir les différents coefficients (fig. 75 *a*).

Pour fournir une puissance déterminée, par exemple, la puissance maximum, indiquée par le fabricant, la lampe finale doit être attaquée par un signal suffisamment fort. Il faut donc voir s'il n'y a rien à faire du côté du préamplificateur.

En ajustant convenablement les valeurs, on peut faire varier le gain d'un étage du simple au double. Par exemple, pour une 75 (triode), le gain de l'étage peut varier entre 31 et 63. Quelle valeur faut-il choisir ? Il existe deux restrictions :

1° Il faut éviter de surcharger la lampe finale. Cette surcharge se constate aisément avec un milliampèremètre dans le circuit-plaque (et même à l'oreille).

2° D'autre part, étant donné que le gain dépend de la résistance de fuite intercalée dans la grille de la lampe de puissance, il faut voir si cette valeur correspond aux conditions d'utilisation de la lampe. Par exemple, dans le cas de la 75, pour avoir un gain de 63, il faut une résistance de charge de 0,5 MΩ, une résistance d'autopolarisation de 7.000 Ω, découplée par un condensateur de 1 à 2 µF min, un condensateur de liaison de 2.000 cm. et une résistance de fuite dans la grille de la lampe suivante de 2 MΩ. Supposons que la lampe suivante soit une 42. Or, le constructeur des lampes préconise de ne pas mettre dans le circuit grille une résistance supérieure

à 0,5 MΩ dans le cas d'une autopolarisation, et de 0,25 MΩ dans le cas d'une polarisation fixe, car des distorsions sont à craindre (naissance de courant grille) et la vie de la lampe peut être abrégée. On choisit donc pour la 75 un gain de 53, qui correspond à une résistance de charge de 0,5 MΩ et une résistance de fuite de la lampe suivante de 0,5 MΩ également.

Les valeurs adoptées avec les gains correspondants sont publiées dans les revues (*Toute la Radio, Radio-Constructeur*, etc...) et se trouvent également dans les manuels de lampes édités par *R.C.A., Sylvania, Visseaux, Technique Transcontinentale*, bulletins *Philips*, etc...

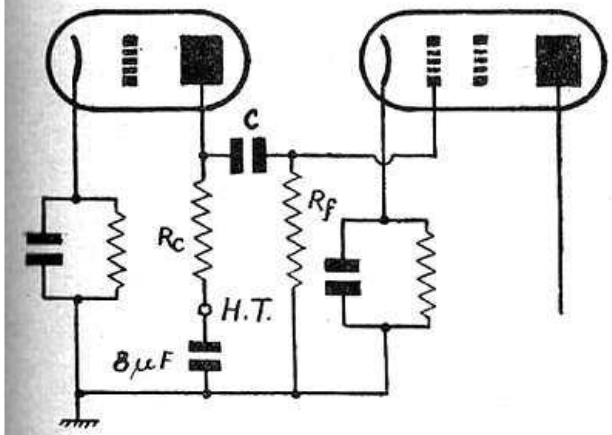


FIG. 76. — R_c, résistance de charge de la lampe préamplificatrice ; C, condensateur de liaison ; Rf, résistance de fuite de la lampe de sortie ; le condensateur de 8 µF est le condensateur de filtrage. Le potentiel BF développé aux bornes de la résistance R_c est réparti sur le système C, Rf en fonction de l'impédance de ces deux éléments.

Nous avons dit que le gain de l'étage préamplificateur dépend également de la résistance de fuite de la lampe suivante. Pourquoi ? Il suffit de regarder le schéma (fig. 76). La résistance de charge Rc intercalée dans le circuit plaque de la lampe pré-amplificatrice se trouve shuntée par l'ensemble C (condensateur de liaison) — Rf (résistance de fuite). D'autre part, la tension variable appliquée sur la grille de la lampe suivante sera prise sur ce véritable diviseur de tension constitué par l'impédance du condensateur C et la résistance Rf.

La puissance de sortie dépend également de la lampe finale. Mais là, il est plus difficile d'agir pour l'augmenter, car elle est surtout en fonction de l'impédance de charge (primaire du transformateur de sortie) que l'on ne peut pas, généralement, modifier. Au cas où le transformateur comporte plusieurs prises sur le primaire, on peut essayer de modifier l'impédance. Mais, malheureusement, la bonne reproduction de toutes les fréquences ne peut pas toujours être assurée dans ce cas-là.

S'il n'existe pas de prises pour ajuster sa valeur, il n'y a pas d'autre moyen que de prendre un haut-parleur dont l'impédance primaire est bien connue.

Une autre cause de limitation de puissance sont les couplages parasites et les accrochages. Supposons que le condensateur de découplage soit d'une très faible valeur : 0,01 µF, par exemple. Il présente donc une impédance assez grande pour les fréquences téléphoniques. On aura, à ses bornes, une chute de tension, laquelle sera appliquée en même temps que la polarisation, sur la grille, d'où limitation de puissance. Il faut donc utiliser des condensateurs de découplage d'assez forte valeur, de quelques µF au moins.

Dernièrement, pour augmenter la qualité de la reproduction, on a réalisé des montages où l'on crée un couplage, soit entre l'entrée et la sortie de l'amplificateur B.F., soit entre l'entrée et la sortie de la lampe de puissance. C'est ce qu'on nomme contre-réaction ou réaction négative. Si avec un montage pareil, on arrive à diminuer dans de très larges proportions la distorsion totale qui passe de 12,8 % à 3,1 %, par exemple, pour un amplificateur B.F. composé d'une préamplificatrice penthode 6B7 et d'une lampe de sortie 42, par contre, le gain total de l'amplification diminue au moins de

penthode 6B7 et d'une lampe de sortie 42. Par contre, le gain total de l'amplification diminue au moins quatre fois. Pour avoir la même puissance de sortie, il sera impossible d'utiliser les mêmes lampes. On cherchera des solutions en augmentant l'amplification de la 6B7 ou des étages précédents. Une solution plus simple consiste à remplacer la 42 par une lampe à forte pente, une EL3, EL6, 6L6, par exemple (fig. 77).

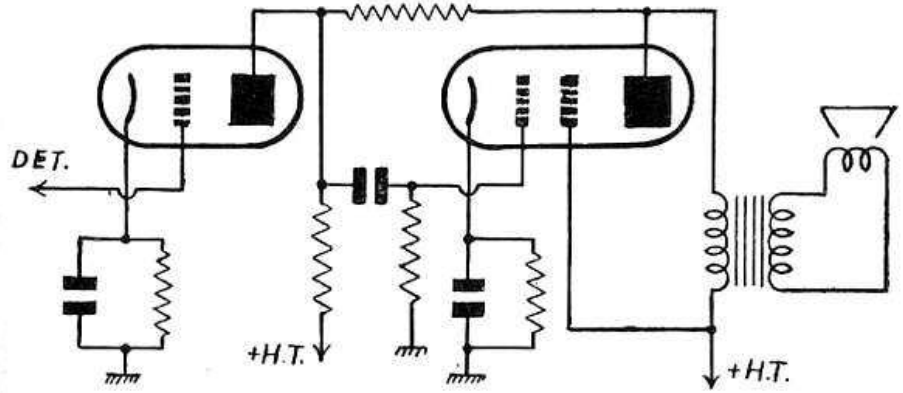


FIG. 77. — Schéma d'un amplificateur BF à contre-réaction.

Enfin, les postes équipés en B.F. avec des tubes à caractéristiques basculantes (EFM1, EF9) auront leur puissance limitée du fait de l'action de la C.A.V.

b) *Distorsions.* — La distorsion peut se manifester de deux manières :

1° Pour une puissance moyenne la musicalité est bonne, mais dès que l'on pousse la puissance, le poste « cafouille », les *fortissimi* ne « passent » pas, etc...

2° Même pour un niveau sonore normal, la reproduction est mauvaise.

1° Commençons par mettre les étages précédents hors de cause, *si le même phénomène subsiste après avoir fait l'essai avec un pick-up ou un signal de* 400 *ou* 800 *Hz* (fréquence disponible, en général, sur l'oscillateur de me-

sure). Pour l'essai, le pick-up ou l'oscillateur sont branchés entre les bornes P.U. du récepteur (fig. 78).

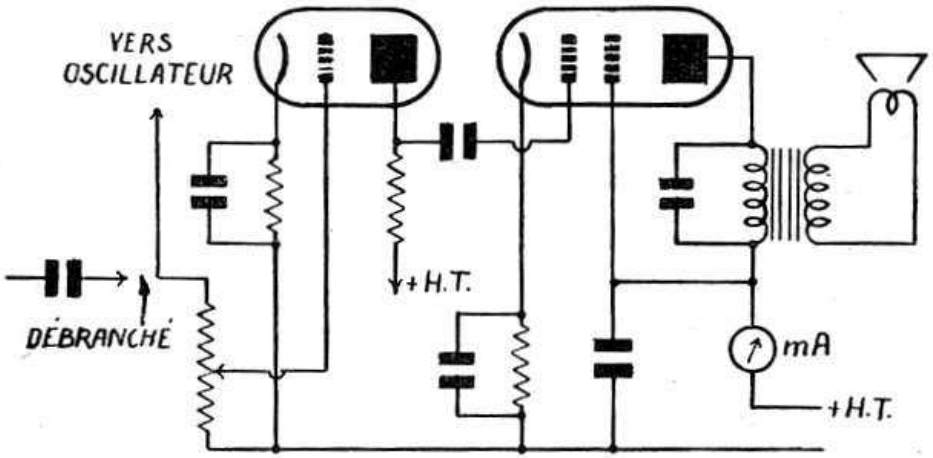


FIG. 78. — *a*) Vérification de la distorsion; *b*) Ajustage de la polarisation de la lampe de sortie. On intercale un milliampèremètre dans le circuit plaque. On attaque la grille avec un signal fort. Si :
a) Le courant diminue, polarisation trop faible;
b) Le courant augmente, polarisation trop forte.
Essai à faire uniquement en classe A.

Si avec le P.U. la partie B.F. marche normalement, il y a certainement la H.F. ou la M.F. qui se promènent à travers les étages B.F., ou il se produit une oscillation H.F. dans les lampes B.F. Nous verrons dans le paragraphe sur les accrochages en B.F. comment les combattre. Dans les châssis avec la C.A.V. très énergique (C.A.V. amplifiée, plusieurs tubes commandés) pour la réception des signaux puissants, par exemple les locaux, la variation du courant des tubes commandés par la C.A.V. peut provoquer une forte variation de la valeur du + H.T., des polarisations, et provoque ainsi des déformations. M. GLORIE a imaginé un montage permettant d'inverser la phase et d'éviter ainsi cette distorsion.

La seule solution qui n'est ni trop compliquée, ni trop coûteuse, consiste à prévoir un inverseur *local-distance*. On peut, par exemple, augmenter la polarisation M.F. ou bien mettre en série avec l'antenne un condensateur de 5 à 10 µµF que l'on court-circuite pour les émissions faibles.

Un phénomène analogue se produit avec les récepteurs dont la partie B.F. est montée en classe AB ou B. Le mal vient ici de variation de la tension anodique produite par des grandes variations du courant plaque. Dans ces conditions on est obligé d'agir sur les circuits d'alimentation : utiliser un filtre à bobine d'entrée, valve

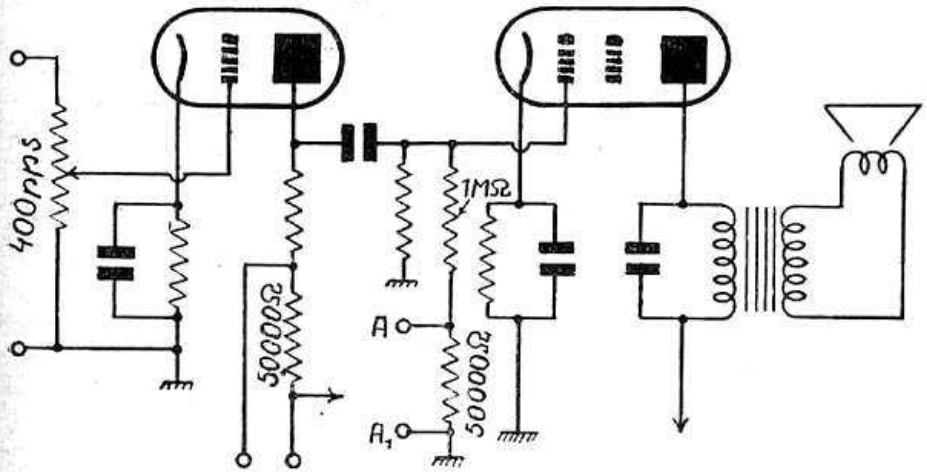


FIG. 79. — Pour déterminer exactement si une distorsion vient de l'étage préamplificateur ou de l'étage de sortie, on essaie d'éliminer, au préalable, l'étage préamplificateur. Pour cela, on branche un écouteur dans le circuit plaque du préamplificateur ou le circuit grille du tube final (AA_1).

à vapeur de mercure et, aussi, alimenter l'étage final à travers une bobine de filtrage à faible résistance, le H.P. étant excité par le courant des étages précédents ou monté en parallèle.

Nous savons maintenant que la distorsion vient de la partie B.F. Seulement il y a, en général, plusieurs étages. Il faut procéder par élimination.

Dans nos archives, il y a certainement un casque. Branchons-le successivement sur la grille de la préamplificatrice, dans son circuit plaque et finalement dans le circuit plaque de lampe de sortie (fig. 79).

Dans le circuit plaque de la lampe préamplificatrice intercalons une résistance d'environ 50.000 à 100.000 Ω. C'est aux bornes de cette résistance que nous branchons le casque. On peut également brancher le casque dans le circuit grille de la lampe finale. On utilise un pont 1 MΩ — 50.000 Ω.

Si on localise la déformation dans l'étage préamplificateur, il faut, tout d'abord, vérifier avec un voltmètre à forte résistance interne s'il n'y a pas de tension continue sur la grille.

On relie le condensateur de découplage de la plaque directement à la cathode. On relie ensuite, par un gros fil, la sortie (retour de la grille) du potentiomètre avec le point de mise à la masse du condensateur de polarisation.

Si, au contraire, on constate que le son est net et clair, il ne reste à incriminer que la lampe finale et aussi le H.P. On vérifie si la polarisation est réglée à sa valeur optimum pour donner, sans déformation, la puissance maximum. On attaque la grille de la lampe préamplificatrice avec un signal B.F. de 400 Hz. (Sur beaucoup d'oscillateurs de mesures la B.F. de modulation est disponible entre deux bornes séparées.) Dans le circuit plaque de la lampe finale, on intercale un milliampèremètre dont la déviation totale est choisie en fonction de la consommation de la lampe. On prend, par exemple, une sensibilité de 150 mA qui permet une lecture facile pour

une seule lampe (environ 45, 50 mA) ainsi que pour un étage push-pull (100, 120 mA).

En augmentant la puissance du signal d'attaque, l'indication de l'aiguille du milliampèremètre ne doit pas bouger. Arrivé à la puissance maximum, elle peut varier de quelques milliampères (max. 5 %). La puissance maximum correspondant aux indications du constructeur de tubes peut être relevée au moyen d'un voltmètre de sortie, mais on peut se contenter d'une appréciation par l'oreille.

Le courant anodique peut varier en plus ou en moins. On constate, en même temps, une déformation de son due à la distorsion.

a) Si le courant anodique augmente, il faut en conclure que la polarisation est trop forte (ou l'impédance de charge trop faible) ;

b) Si le courant anodique diminue, la polarisation est trop faible (ou la valeur de la résistance de fuite dans le circuit de la grille est trop forte).

Etant donné les signaux forts appliqués sur la grille, la résistance de fuite doit être assez faible pour éviter une détection par la grille. Sa valeur peut varier de 0,05 à 0,5MΩ, mais chaque fois on consultera utilement les données du fabricant (fig. 78). En touchant avec un voltmètre à forte résistance interne la grille du tube final, l'aiguille ne doit pas dévier. Si elle dévie à l'envers, c'est-à-dire indiquant une tension négative sur la grille, il y a détection grille.

Il sera facile d'ajuster exactement la polarisation. On intercale le milliampèremètre dans la cathode. On lit l'indication et on divise le nombre de volts nécessaires à la polarisation par la valeur des milliampères trouvés. Par exemple, pour une 6F6 en amplificatrice de puissance classe A, nous trouvons 41,5 mA. Pour avoir 16,5 V il faut 16,5 / 0,0415 = environ 400 Ω. Il faut, en réalité,

prendre une valeur légèrement supérieure ou inférieure suivant que le courant est trop fort ou trop faible. En effet, la nouvelle polarisation modifie la valeur du courant, donc la chute de tension aux bornes de la résistance. Nous supposons, d'autre part, que le courant de fuite du condensateur électrochimique de polarisation n'intervient pas dans la mesure. Pour revenir à l'exemple cité on prend au lieu de 400 plutôt 410, 420 Ω (fig. 80).

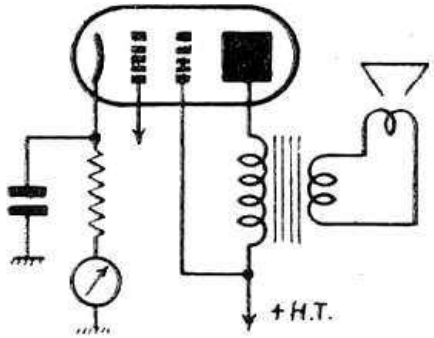


Fig. 80. — Pour déterminer la valeur exacte de la résistance de polarisation on mesure le courant dans la cathode et l'on divise le nombre des volts nécessaires à la polarisation par le nombre de mA trouvés.

$$R = \frac{U}{I}$$

R en Ω, V en volts, I en A.

Dans le montage classe AB, la mise au point sera plus difficile. Pour obtenir, sans distorsion, le maximum de puissance, il faut aussi que la polarisation reste constante.

La polarisation de la lampe d'attaque et des lampes de sortie se fait sur une même résistance. La lampe d'attaque sera sous-polarisée, les lampes de sortie sur-polarisées. Il se produit une compensation automatique.

Si le courant des lampes de sortie augmente, la polarisation augmente en même temps. Mais comme la polarisation de la lampe d'attaque est prise sur la résistance commune (fig. 81), elle va augmenter et provoque donc une diminution du courant anodique (conseils *Sylvania*).

Cette diminution du courant anodique compense l'augmentation du courant des lampes de sortie. Pour

avoir une bonne régularisation, il est préférable de prendre une penthode de sortie (EL2, 6F6) montée en triode comme lampe d'attaque (*driver*). Pour les lampes à forte pente (EL3, EL6), on évitera, autant que possible, la polarisation fixe. Il faut aussi veiller à ce que l'impédence du H.P. soit prévue pour le fonctionnement en classe AB.

Reste maintenant le haut-parleur.

Il faut que l'impédance du primaire du transformateur de sortie soit convenablement adaptée à la lampe

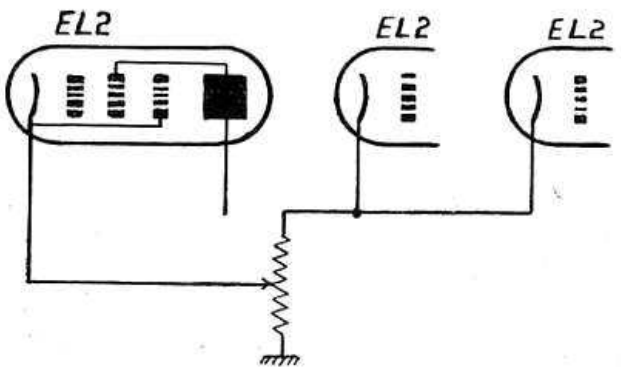


Fig. 81. — Schéma d'une polarisation compensée dans le cas d'un amplificateur classe AB. Pour avoir un effet marqué d'auto-régulation il faut que le courant de la déphaseuse soit suffisamment fort. On prend alors une penthode de sortie (une 6F6 ou EL2) qu'on utilise en triode.

finale et à son montage. Il faut que la mise au point se fasse avec un haut-parleur familier, dont on est sûr de la valeur. Notons, en passant, qu'avec l'impédance primaire trop faible, les notes graves sont affaiblies (pour cet essai, il faut trouver un disque avec beaucoup de tons graves). Avec une impédance du haut-parleur trop forte, on sacrifie les aiguës. Malheureusement, l'impédance convenable n'est pas tout. Il faut que la membrane ait assez de latitude de déplacement, que l'excitation soit suffisante, que le transformateur de sortie ne se sature pas, etc..., quantité de facteurs que nous ne pouvons pas modifier, mais qui suffisent pour détruire les possibilités d'une bonne réception.

En conclusion : utilisez un bon haut-parleur.

2° *La partie amplificatrice B.F. donne une mauvaise reproduction même pour un volume sonore faible.*

Pour commencer, faisons un essai avec un pick-up ou l'oscillateur de mesure. En effet, la déformation peut provenir soit des transformateurs M.F., soit même de l'oscillateur local. On peut également voir avec un casque si la déformation existe déjà à la sortie de la détectrice.

Une fois que l'on est certain que seule la partie B.F. est à incriminer, on vérifie successivement le fonctionnement de la préamplificatrice, etc...

En écoutant au casque dans le circuit plaque de la préamplificatrice, on se rend compte si l'étage est en cause. L'audition peut manquer d'aiguës ou de graves, ou en général, manquer de netteté. (Attention ! le casque par lui-même n'est pas parfait.) Nous avons vu, précédemment, qu'en dehors des éléments faisant partie intégrante du montage de la lampe, la résistance de fuite

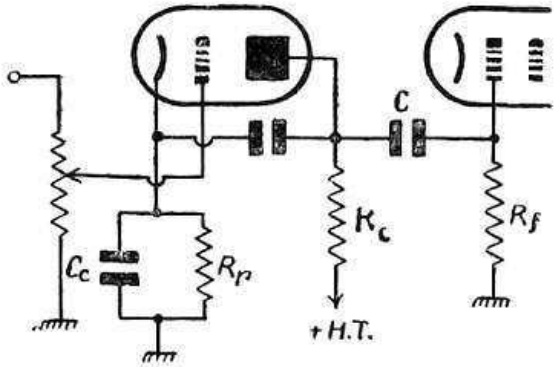


FIG. 82. — Schéma d'un étage préamplificateur: R_p, résistance de polarisation; C_c, condensateur de découplage de la cathode; R_c, résistance de charge; R_f, résistance de fuite de la grille de la lampe suivante; C, condensateur de liaison.

de la lampe suivante entre aussi en ligne de compte (fig. 82). Nous supposons que cette résistance a été convenablement choisie. Sa valeur, ainsi que celle de la résistance dans la plaque de la lampe amplificatrice déterminent la valeur du condensateur de liaison. Pour avoir la plus faible impédance, même pour les fréquences faibles, il faut que la valeur du condensateur de liaison soit suffisamment grande. Mais il ne faut pas oublier non plus, que le système résistance-capacité de liaison a une constante de temps dont il faut tenir compte. On prend donc, suivant le cas, 20.000, 10.000, 5.000 et même 2.000 cm (ces valeurs sont indiquées par le constructeur de lampes pour chaque cas d'utilisation). Une valeur moyenne sera par exemple de 10.000 cm. En tous cas, il faut que l'impédance du condensateur de liaison pour telle ou telle fréquence soit beaucoup plus petite que la résistance de fuite. Une deuxième cause d'absence de graves dans la lampe pré-amplificatrice peut être une résistance de charge trop faible ou un condensateur de découplage trop fort.

Dans la cathode d'une lampe amplificatrice on trouve, en dehors de la composante continue, un courant variable représentant la modulation B.F. Si l'on intercale entre la cathode et la masse une résistance fixe, il y aura une chute de tension due à la composante continue. Cette chute de tension, en portant la cathode à un potentiel positif par rapport à la masse, le châssis métallique en l'occurrence, auquel est relié le retour de la grille, donne la polarisation négative de la lampe. Mais en même temps que la chute de tension due à la composante continue, une chute de tension variable due à la modulation B.F. se développe à ses bornes. Il faut dériver cette composante variable si l'on ne veut pas qu'il se produise par la variation de polarisation une réaction cathode-grille. On branche, aux bornes de la résistance de polarisation, un condensateur dont la capacité est suffisamment grande pour que son impédance, pour une fréquence basse, soit faible par rapport à la résistance de polarisation. Il est logique que plus la valeur de la résistance de polarisation sera faible et plus grande devra être celle du condensateur de découplage. On choisit généralement un rapport 1/10 pour une fréquence de

50 Hz. Pour les tubes à forte pente on prendra un rapport plus élevé.

Enfin pour conserver le rapport entre les fréquences médium et les « graves » on utilisera un potentiomètre à prise. Cette dernière sera reliée à la masse à travers un condensateur de 25.000 µµF et une résistance de 10.000 Ω.

Nous avons analysé les causes de l'absence des notes graves. Voyons maintenant à quoi peut être due l'absence des aiguës. L'amplification des aiguës dans l'étage préamplificateur dépend de la capacité de fuite et des capacités parasites de la lampe. Une trop forte valeur de la résistance de charge peut rendre celle de la capacité de fuite assez critique et supprimer les aiguës. Le circuit de filtrage H.F. après la détection n'élimine pas seulement la composante H.F., mais aussi les aiguës. Il faut donc veiller à ce que la valeur des deux condensateurs de découplage C_1 et C_2 (fig. 83) ne soit pas trop élevée. Dans le même ordre d'idées, la capacité trop grande du fil sous gaîne utilisé pour la liaison grille-potentiomètre-détecteur affaiblit également les aiguës. Pour conserver les aiguës même pour un faible volume sonore, on branche entre l'entrée et le curseur du potentiomètre un condensateur de 1.000 µµF. Enfin, une capacité trop forte en shunt sur le primaire du transformateur de sortie les diminue aussi considérablement. C'est

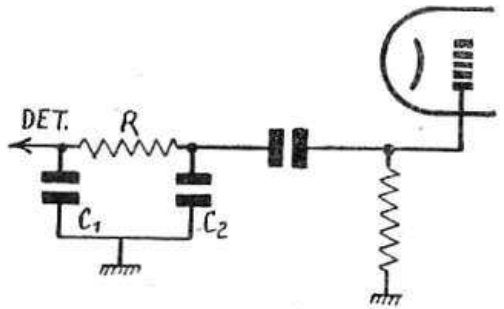


FIG. 83. — Pour éviter que la composante HF subsistant après la détection ne passe dans les étages BF, on intercale entre les deux un filtre composé d'une résistance (d'arrêt) R et de deux condensateurs (de découplage) C_1 et C_2.

à tort qu'on combat par ce moyen l'instabilité, le souffle et les accrochages. Au lieu « d'abrutir » la B.F., il vaut mieux utiliser une cellule de découplage suffisante à la sortie du détecteur.

Si l'on a précédemment vérifié tous les organes, il est assez rare d'avoir une déformation pour un faible volume sonore. Elle vient rarement de l'étage de sortie. Toutefois, il arrive, surtout avec des lampes de sortie à forte pente, qu'il s'établit un couplage parasite entre les condensateurs de découplage de cathodes. Il suffit de les souder à la masse dans deux directions opposées, en les plaquant contre le châssis.

Avec les tubes duo-diodes combinés, il faut vérifier la polarisation après le branchement d'un indicateur visuel (trèfle ou œil). En effet, on oublie souvent de diminuer la valeur de la résistance de polarisation de la diode combinée. Comme au courant de cette dernière s'ajoute celui de l'indicateur visuel, l'élément triode de la diode combinée se trouve surpolarisé, d'où déformation.

c) *Accrochages B.F.* — Ces accrochages sont caractérisés par un sifflement plus ou moins clair ou par des « tocs » à une cadence plus ou moins régulière. Ils peuvent se produire pour un niveau sonore normal ou simplement dès qu'on a poussé la puissance.

On commence par localiser le mal. Ce n'est pas toujours chose aisée. En effet, le phénomène est assez complexe. Même si une modification n'a pas donné de résultat, il faut persévérer et essayer successivement les autres.

On débranche le condensateur de liaison entre la lampe de sortie et la préamplificatrice. Si les sifflements subsistent, la lampe seule est à incriminer. Le potentiel doit être partout bien déterminé. Les circuits doivent se fermer par le chemin le plus court. On vérifie la mise

au châssis de différents découplages. On évitera que les sorties de condensateurs de découplage de la lampe de sortie et de la préamplificatrice soient soudées ensemble. S'il y a un fil de masse, on le soudera au châssis dans le plus d'endroits possibles. S'il n'y en a pas, on reliera les différentes masses avec la tresse métallique d'un câble sous gaine, dont on aura retiré le conducteur. Le condensateur de découplage sur la plaque doit constituer le chemin le plus court pour la H.F. (qui peut s'aventurer jusque-là), pour refermer le circuit, c'est-à-dire à la cathode. Il sera branché de préférence directement sur le support, entre la broche-plaque et la broche-cathode. Le retour de la résistance de fuite de la grille doit se faire autant que possible, directement à la masse, ensemble avec le retour de la résistance de polarisation. La connexion plaque-transformateur de sortie ne doit pas se « balader » inutilement sous le châssis. Pour éliminer les accrochages avec les lampes à forte pente, ces précautions, parfois, ne suffisent pas. On peut alors avoir recours à des moyens plus énergiques. Ainsi, dans le cas d'une EL3, on peut essayer d'intercaler une résistance de 100 Ω entre la grille écran et le + H.T. On branche au préalable entre la grille de commande et le condensateur de liaison une résistance de 10 à 15.000 Ω. Dans le cas d'une EL6 et EL3 également, on peut essayer de brancher, directement sur le support, un condensateur de 30 à 50 µµF entre la grille et la cathode.

Ensuite on met à la masse la grille de la préamplificatrice. On cherche s'il n'y a pas de couplage entre cette grille et la sortie du poste. Par exemple, si le cordon du haut-parleur ne passe pas trop près de la lampe préamplificatrice, dans le cas d'une lampe verre non blindée. La connexion grille de la lampe préamplificatrice

sera sous gaîne métallique et le condensateur de liaison plaqué contre le châssis.

Dans les récepteurs avec la commande manuelle du volume (dans le circuit grille de la lampe préamplificatrice) on constate, en cas de sifflement, que celui-ci cesse en diminuant la puissance. Il faut vérifier si la tension H.F. n'est pas transmise de la diode à la grille de la lampe préamplificatrice. Pour éviter cela, on intercale entre le condensateur de liaison et le potentiomètre une résistance de 10.000 à 50.000 Ω. En outre, la prise médiane du potentiomètre est découplée à la masse avec un condensateur de 50 à 100 cm. On peut remplacer ce condensateur par quelques tours de fil isolé autour du téton de la lampe (correspondant à la grille de commande). Une des extrémités de ce fil est reliée à la masse. Le plus simple est de mettre un blindage autour de la lampe.

Une des causes de sifflement ou hurlement peut être un retour de masse défectueux. Le découplage de la plaque de la préamplificatrice se fera directement à la masse ou, ce qui est mieux, sur la cathode. On veillera à ce que des retours de circuits H.F. (découplage C.A.V., masse condensateur série, etc...) ne se fassent pas au même point. Dans le cas d'accrochage d'un châssis muni de la contre-réaction, on commencera par débrancher celle-ci. Si l'accrochage cesse, on essaie d'intervertir les connexions venant de la bobine mobile. Si, au contraire, le hurlement augmente, remettre les connexions comme avant. Voir alors si l'accrochage ne cesse pas en débranchant le circuit du régulateur de tonalité. Ce dernier pourra, dans ce cas, être branché sur la grille de la B.F. On peut même utiliser le potentiomètre (de 0,5 MΩ) en résistance de fuite. Le condensateur de 10.000 µµF sera branché entre le curseur et la masse.

d) *Effet Larsen.* — Avec le perfectionnement de la construction radio-électrique en général, on rencontre de moins en moins ce phénomène. Si, parfois en ondes courtes. Mais, maintenant, grâce aux nouveaux tubes de la série transcontinentale, il est possible d'appliquer la C.A.V. en B.F., d'où suppression totale de LARSEN.

Qu'est-ce que l'effet LARSEN ? C'est un accrochage qui se produit entre la sortie du poste et la partie H.F. ou B.F. Les vibrations de l'air provoquées par le H.P. agissent soit sur les lames du C.V., qui constitue un véritable microphone à capacité, soit sur un autre organe, soit aussi sur les électrodes des lampes qui commencent à vibrer à leur tour. Les variations mécaniques provoquent des variations électriques amplifiées par le poste. Cela se résume en un hurlement (analogue au bruit d'une sirène de paquebot), continuellement amplifié, du haut-parleur. Le volume sonore se stabilise à une certaine hauteur. En ondes courtes ou parfois sur les locaux, sans avoir franchement un amorçage, on a des hurlements sur les *fortissimi,* qui s'amortissent.

Quels sont les facteurs qui déterminent ce phénomène ? En premier lieu, la résonance de l'ébénisterie qui, pour des fréquences déterminées, commence à vibrer. Les vibrations de l'air ainsi provoquées agissent à leur tour sur les différentes parties du châssis susceptibles de vibrer. La résonance de l'ébénisterie peut être plus ou moins prononcée. Elle se produit surtout dans les meubles combinés avec un pick-up.

Il s'agit donc de l'atténuer autant que possible. On y arrive, soit en consolidant la boîte avec des cales, soit en tapissant l'intérieur avec des bandes de feutre (fig. 84, 85).

Deuxièmement (et c'est d'ailleurs très important), il faut autant que possible isoler acoustiquement le haut-parleur de la boîte. On intercale entre le baffle et le haut-parleur des rondelles en caoutchouc ; il est même indiqué d'en mettre entre les têtes de vis de fixation et le « saladier ». Le baffle pourra avoir également une suspension élastique.

Dans les meubles pick-up, le baffle sera fixé de préférence par quatre ressorts. En ce qui concerne le pick-up, on peut réaliser sa suspension élastique en intercalant des rondelles de caoutchouc entre le châssis-bloc ou bras et la planche de fixation, de préférence sous les vis.

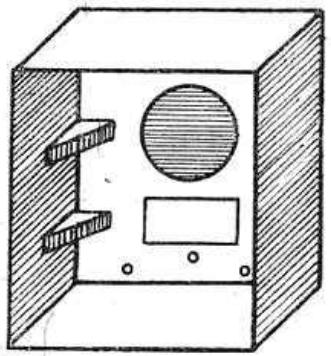


FIG. 84. — Pour éviter les vibrations d'une ébénisterie on la renforce au moyen de cales qu'on place dans les angles.

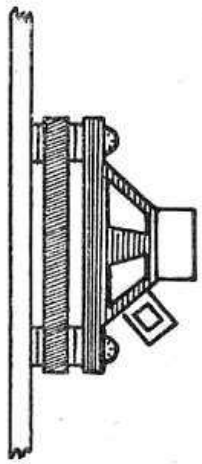


FIG. 85. — Pour éviter que les vibrations du haut-parleur se transmettent à l'ébénisterie, on intercale entre ce dernier et le bafle qu'on fixe sur l'ébénisterie, des rondelles en caoutchouc. Au besoin, on les intercale entre le bafle et l'ébénisterie. (Pour plus de clarté, l'espace entre le haut-parleur et le bafle a été fortement exagéré).

Pour toutes les suspensions élastiques il ne faut pas serrer trop les vis de manière à ne pas écraser le caoutchouc.

Les électrodes des lampes sont actuellement pratiquement exemptes de vibration. Néanmoins, pour les préamplificatrices penthodes, ou pour les lampes à forte pente, telle que la KF4, ou pour des détectrices dans les récepteurs batteries, il faut parfois intercaler entre le support de la lampe, que l'on visse au lieu de river, une rondelle en caoutchouc mousse.

Les condensateurs variables sont actuellement à suspension élastique. Rien à craindre de ce côté. Toutefois, il faut éviter que l'axe du démultiplicateur ne touche à l'ébénisterie, si celui-ci est solidaire du C.V. Pour cela, il suffit parfois d'agrandir le trou de passage.

Enfin, et ceci aussi dans l'intérêt de la stabilité, les connexions de l'oscillateur seront rigides et ce dernier bien fixé. Pour éviter l'effet LARSEN en O.C. on utilisera autant que possible des gammes étalées.

e) *Ronflements.* — Il s'agit surtout de ronflements provoqués par induction du secteur alternatif sur la B.F. Plus on s'éloigne de l'étage de sortie, plus cette induction est à craindre.

On établit toutes les connexions grille B.F. en fil sous gaîne métallique. Le condensateur de liaison détectrice — 1re B.F., et celui de la 1re B.F. — lampe de sortie, seront soigneusement plaqués contre le châssis et éloignés de tout conducteur c.a., primaire du transformateur secteur, fils du chauffage, etc... Pour les mêmes raisons, il vaut mieux placer le condensateur de liaison du côté du détecteur qu'avec le potentiomètre, celui-ci étant généralement combiné avec l'interrupteur-secteur.

Le potentiomètre sera du type blindé et on n'omettra pas de le mettre à la masse. En général, il existe une cosse prévue à cet effet. Le retour du potentiomètre ainsi que ceux des résistances de fuite seront faits assez loin de la fixation du transformateur secteur. En aucun cas, on ne se servira des tiges ou des vis de fixation de ce dernier comme point de prise de masse.

Dans les châssis t.c. on évite la polarisation par le —, celle-ci rendant le potentiel de grilles instable. En général, dans ce cas, il faut prendre des précautions spéciales. En plus de la résistance de fuite habituelle, on intercale une résistance de découplage de 0,5 MΩ et un condensateur de découplage de 2 µF, au moins.

On évite d'établir une forte différence de potentiel entre le filament et la cathode d'un tube. En effet, le courant de fuite qui en résulte (de l'ordre de µA) cause un ronflement. Dans les châssis avec une AD1 qui demande une polarisation de —45 V, il faut prévoir un enroulement supplémentaire de chauffage pour ce tube.

Pour le montage cathodyne on sélectionne les tubes déphaseurs. Par exemple, au lieu d'utiliser l'élément triode de l'EBC3, on prend, de préférence, une EF6 montée en triode. Dans le même montage, on veille à ce qu'il n'existe pas d'induction sur les condensateurs de liaison. On peut vérifier le courant de fuite cathode-filament au moyen d'un microampèremètre et d'une source de 45 à 100 V, suivant le tube utilisé.

On n'omettra pas de découpler le secteur par un condensateur de 5 à 10.000 cm.

c) Mise au point de l'étage détecteur.

La détection. — L'onde haute fréquence rayonnée par l'antenne d'un émetteur n'a pas d'amplitude constante. Au contraire, pour transmettre la modulation B.F., on

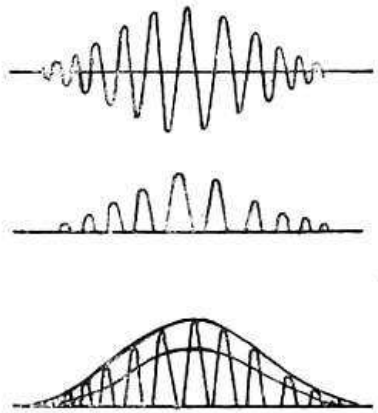


FIG. 86. — *a*) Onde HF modulée.
b) Onde HF détectée. On ne conserve que les demi-alternances positives.
c) Valeur moyenne de l'amplitude de l'onde HF.

imprime à cette amplitude des variations proportionnelles à celle-ci. Mais si l'on applique un signal H.F. à un casque ou à un haut-parleur, on n'entend rien, car ils ne peuvent pas réagir aux impulsions très rapides.

D'autre part, celles-ci sont f fois (f valeur de la fréquence) par seconde en opposition. Le rôle du détecteur est donc de supprimer une alternance sur deux et d'intégrer ensuite les petites et rapides variations unilatérales. On appliquera donc aux étages B.F. uniquement la variation de l'amplitude et, comme celle-ci est la modulation B.F. à l'émission, le son rendu par le haut-parleur ou écouteur correspond à celui émis devant le micro (fig. 86).

a) Dans la majorité des récepteurs on utilise, à l'heure actuelle, la détection par tube diode. C'est une lampe à deux électrodes : une cathode et une plaque. Il existe aussi d'autres genres de détection ;

b) Détection par caractéristique grille ;
c) Détection par caractéristique plaque ;
d) Détection à F.C.T. de DIEUZY ;
e) Détection par lampe frein ;
f) Détection à impédance infinie, dite *Sylvania* ;
g) Détection GLORIE, etc...

a) DÉTECTION DIODE.

Nous avons vu que le fonctionnement du détecteur consistait en suppression d'une alternance et en intégration de demi-alternances redressées. C'est, en somme, une valve avec cette différence qu'en ce cas la modulation est nulle, car elle représente la valeur efficace qui est constante (fig. 87).

Examinons son fonctionnement en détail. Un signal H.F. ou M.F. est appliqué entre la plaque et la cathode. Pendant la demi-alternance positive, c'est-à-dire quand la plaque sera positive par rapport à la cathode, les électrons vont passer de la cathode à la plaque. Il y aura un courant. Pendant la demi-alternance négative, la plaque, ayant un potentiel négatif par rapport à la cathode,

repousse les électrons et aucun courant ne passe. Il y a donc redressement. Mais on se trouve en présence des

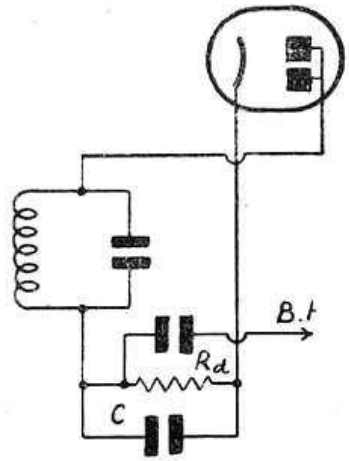


FIG. 87. — Lampe diode et le circuit détecteur. R_d, résistance de détection. C, condensateur d'intégration.

impulsions unilatérales H.F. Pour pouvoir les transmettre à l'étage suivant, il faut les intégrer. Ici intervient le condensateur shunté bien connu des vieux amateurs. C'est le même que celui utilisé pour la détection grille, qui n'est rien d'autre que la détection diode conjuguée avec un amplificateur B.F.

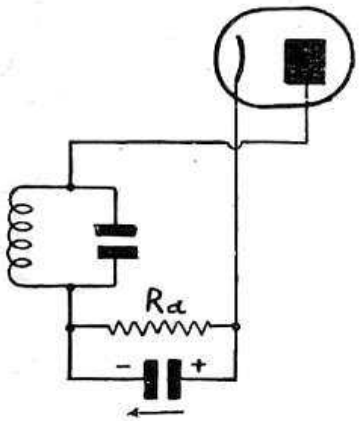


FIG. 88. — Pendant les demi-alternances positives un courant circule entre l'anode et la cathode. Le courant va de l'anode vers la cathode et crée une chute de tension aux bornes de la résistance de détection R_d. La cathode de ce fait se trouve portée à un potentiel positif par rapport à l'anode.

Pendant la demi-alternance positive, le courant de la diode charge le condensateur de fuite C (fig. 88). La valeur maximum de la charge correspond à la valeur maxi-

mum instantanée de la demi-alternance positive. Pendant la diminution de l'amplitude, le condensateur chargé empêche le passage d'un courant en maintenant un potentiel positif de la cathode par rapport à la plaque. Pendant ce temps, et pendant la demi-alternance négative, le condensateur se décharge sur la résistance R_d. L'alternance suivante, en dépassant la différence de potentiel entre la cathode et la plaque, charge de nouveau le condensateur. On obtient ainsi aux bornes de la résistance R_d une tension variable reproduisant la variation moyenne de l'amplitude, donc la modulation. L'ensemble RC doit ainsi satisfaire plusieurs conditions. Il faut que la constante de temps du système constitué par l'ensemble RC soit suffisamment grande pour pouvoir intégrer même les fréquences relativement très faibles, 120 kHz par exemple. Mais, d'autre part, si cette constante est trop grande, les notes aiguës se trouveront supprimées.

Tout se passe comme si la résistance de détection était une résistance de charge aux bornes de laquelle les demi-alternances redressées provoquent une chute de tension variable et le condensateur C une fuite pour la composante H.F.

Montage. — La lampe diode est souvent combinée dans une même ampoule en verre ou en métal avec un élément triode ou penthode, qui peut servir de préamplification B.F., amplification M.F., etc... Seule la cathode est commune à ces deux éléments, et en établissant un circuit C.A.V. il faut tenir compte de la polarisation nécessaire pour l'élément amplificateur, car le retour de la résistance de détection s'effectue directement sur la cathode pour ne pas introduire de tension de retard (fig. 89). En reliant le retour de la résistance de détection à la masse, on applique la polarisation grille de l'élément triode ou penthode (1 à 2 V) sur la plaque

de la diode. La diode ne redresse pas avant que le signal ne dépasse cette tension. Dans certains montages dans

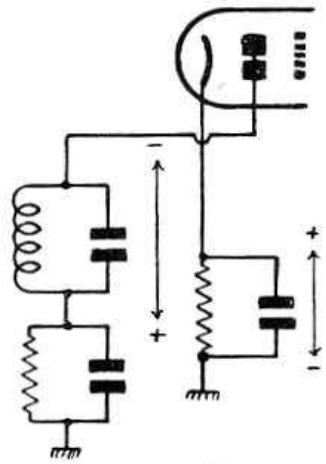


Fig. 89. — Dans les lampes diodes - triodes ou penthodes combinées, si l'on fait le retour du circuit de la détection à la masse, on applique la tension de la polarisation sur la plaque de la diode. Elle ne redressera pas avant que le signal appliqué ne dépasse la valeur de la polarisation.

lesquels les signaux détectés sont convenablement amplifiés, on utilise une certaine tension de retard. En l'absence de signal, le récepteur est alors peu sensible aux signaux parasites et d'autre part on évite des déformations pour les signaux très faibles. Nous n'insisterons pas sur un tel montage. Chaque fois qu'on aura à faire à lui, l'auteur donne suffisamment d'indications pour le réaliser. Dans le cas d'une C.A.V. retardée, le problème se trouve automatiquement supprimé.

Citons, en passant, un montage double diode-triode ou penthode, dans lequel on supprime le condensateur de liaison (fig. 90). La polarisation du tube est automatique. La C.A.V. agit alors sur l'élément préamplificateur. Ce montage peut être réalisé aussi bien pour une diode séparée. Il est d'une mise au point assez délicate. Il faut conserver la valeur moyenne du signal aussi stable que possible. Cela suppose une C.A.V. avec une amplification séparée, etc... Le circuit Glorie résoud élégamment l'application de ce montage. L'élément triode fonctionne simultanément pour la préamplification et

l'amplification C.A.V. (laquelle est d'ailleurs différée) (1).

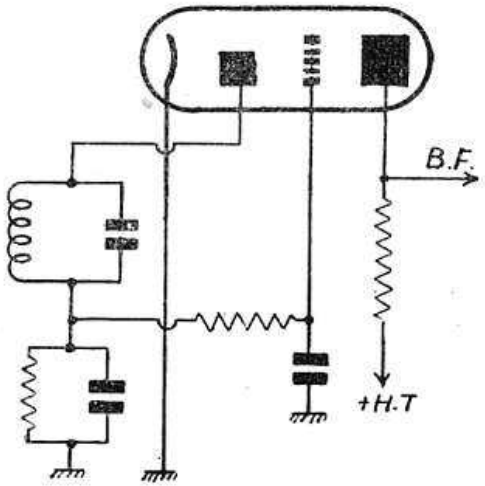


FIG. 90. — Schéma d'un montage duo - diode - triode sans condensateur de liaison.

Mise au point proprement dite. — Le détecteur doit d'abord reproduire fidèlement toutes les fréquences. Cette reproduction dépend du choix convenable des valeurs de la résistance de charge du détecteur R_a et du condensateur de fuite.

D'autre part, les signaux H.F. à détecter n'ont pas tous la même profondeur de modulation. La valeur de la résistance de détection détermine, par rapport à la résistance de fuite de la lampe suivante, la profondeur de modulation admissible sans distorsion.

La valeur de la résistance de charge du détecteur dépend de la valeur de la résistance interne du tube et des considérations d'amortissement. La résistance interne étant connue et invariable, on se base uniquement sur le bobinage utilisé. Cette valeur variera entre 0,1 et 0,5 MΩ. La résistance d'amortissement varie, suivant l'amplitude du signal, entre environ 1/5 et 1/2 de la valeur de la résistance de charge.

(1) Voir *Toute la Radio* N° 52 et N° 56.

Dans les récepteurs à amplification directe où la question de sélectivité est de toute importance, on peut, pour diminuer l'amortissement, utiliser une prise médiane au bobinage. La même solution peut être adoptée pour les changeurs de fréquence. S'il n'y a pas de prise médiane au bobinage et si l'on constate que la sélectivité laisse à désirer, on peut augmenter la valeur de la résistance.

Par exemple; au lieu d'utiliser 0,2 MΩ, on prendra 0,5 MΩ, on y gagne d'ailleurs assez souvent, en fidélité; reste bien entendu la question de profondeur de modulation admissible.

Au point de vue fidélité, il faut considérer la fréquence de coupure de l'ensemble R_aC (condensateur shunté), c'est-à-dire voir à partir de quelle fréquence le détecteur apporte une atténuation sensible. On la détermine d'après

$$f = \frac{1}{2\pi R C}$$

R. nous est donné par les considérations précédentes. Plus la valeur de C est petite, plus la fréquence de coupure est élevée. Il est inutile, à l'heure actuelle de chercher un détecteur qui donnerait les fréquences de 0 à 10.000 Hz. On peut se contenter de 5 ou 6.000 Hz comme valeur limite. C sera donc d'environ 100 à 200 cm suivant la valeur exacte de la résistance de charge utilisée. En diminuant la valeur de la résistance de détection, on peut augmenter la valeur du condensateur de fuite et inversement.

Dans tout cela, il faut tenir compte du condensateur de fuite qui doit présenter une faible impédance à la composante H.F. Sa valeur, pour une M.F. de 472 kHz, peut être donc plus faible que pour une M.F. de 137 kHz.

C'est à dessein que nous n'indiquons pas les valeurs exactes de cette capacité. En effet, on a beau calculer les éléments, les résultats ne sont pas parfaits comme on pourrait le supposer. C'est que l'on ne tient pas compte des phénomènes parasites. Par exemple, en plus de la capacité de fuite, la résistance de charge se trouve shuntée par la capacité de la gaîne métallique de la connexion grille de la 1re B.F., etc... (fig. 91).

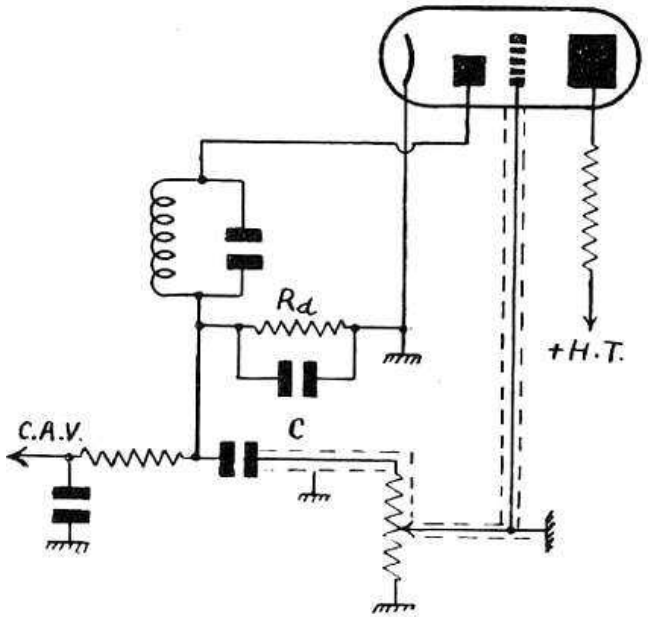


FIG. 91. — La résistance R_d n'est pas uniquement shuntée par le condensateur de fuite. Il faut tenir compte de la capacité de la gaîne métallique des fils de liaison qui se trouvent en parallèle sur la résistance de détection à travers le condensateur de liaison. On veillera à ce que ces fils ne soient pas trop longs.

Nous avons jusqu'ici examiné les remèdes pour éviter un amortissement exagéré et une mauvaise reproduction. Voyons maintenant un autre cas. La reproduction de la partie B.F. est bonne (vérifiée avec un pick-up). Pour certaines stations elle est satisfaisante, par contre pour d'autres elle est mauvaise. C'est que les postes émetteurs n'ont pas la même profondeur de modulation.

En l'absence de modulation, la résistance de charge seule intervient. Dès que le signal est modulé apparaît une composante B.F. Un courant passe à travers le condensateur de liaison et la résistance de fuite de la

lampe suivante, lesquels de ce fait shuntent la résistance de charge. L'impédance de charge B.F. est constituée par cet ensemble. La profondeur de modulation admissible sans distorsion dépend du rapport de la résistance de charge à la résistance de détection. Il faut donc que la première soit très grande ou la seconde très faible. Pour la première, on est limité par les considérations de stabilité de la lampe préamplificatrice. La valeur maximum que l'on prendra sera de 1 MΩ. De l'autre côté, nous avons vu que l'on ne peut pas diminuer la résistance de détection sans augmentation de l'amortissement. Avec une résistance de charge de 0,5 MΩ, la profondeur de modulation admissible est de 66 %. Si l'on constate que la distorsion pour certaines stations est encore gênante, on peut diminuer la valeur de la résistance de détection à 0,2 MΩ par exemple. La profondeur de modulation admissible devient alors de 83 %. On peut obtenir également la même valeur en prenant pour la résistance de détection 0,3 MΩ et pour la résistance de fuite 1,5 MΩ. Le tout dépend de la qualité des bobinages utilisés. Evidemment, en diminuant la distorsion pour une modulation profonde, on diminue généralement la sélectivité.

On peut obtenir, sous ce rapport, de meilleurs résultats en branchant le potentiomètre à la place de la résistance de détection. Toutefois ce système peut être la cause des crachements, si le contact du potentiomètre n'est pas parfaits. Une solution satisfaisante consiste alors à brancher le potentiomètre en contrôle B.F. La prise médiane au lieu d'être reliée directement à la grille, le sera à travers du condensateur de liaison de 20.000 µµF et la grille aura une résistance de fuite fixe de 1 MΩ.

Il existe bien d'autres solutions : le montage préconisé par la *R.C.A.*, mais là, comme ailleurs, avec une

MF à prise médiane, on perd un peu en sensibilité. La valeur totale de la résistance de détection (fig. 92) est par exemple 1 MΩ. R_1 est de 600.000 Ω., R_2 de 400.000 Ω.

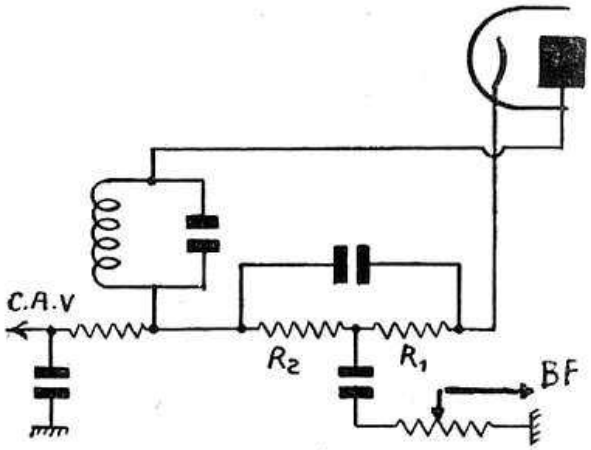


Fig. 92. — Circuit de détection d'après les données de la *R.C.A.*

Pratiquement on choisit 0,5 MΩ et 0,5 M Ω. Pour terminer, indiquons un montage de la *R.C.A.*, dit détection *Sylvania,* où la résistance de la détection est inter-

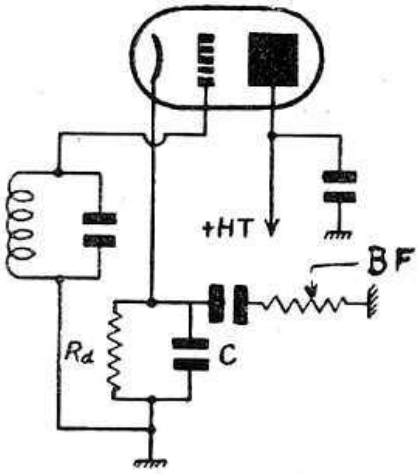


Fig. 93. — Circuit détection *R.C.A.* avec résistance de détection dans la cathode (dit détection *Sylvania*).

calée dans le circuit de la cathode (fig. 93). Ce montage est basé sur le même principe que la détection plaque.

Pour éliminer complètement la composante H.F. ou M.F. qui peut subsister après la détection, il faut établir

un circuit de filtrage H.F. Il est constitué par une résistance de 10 à 50.000 Ω et une capacité de 100 cm. On veillera à ce qu'il n'y ait pas d'induction sur la résistance. Le fil entre celle-ci et le point de départ sera le plus court possible. On peut d'ailleurs établir des filtres plus complets (fig. 94).

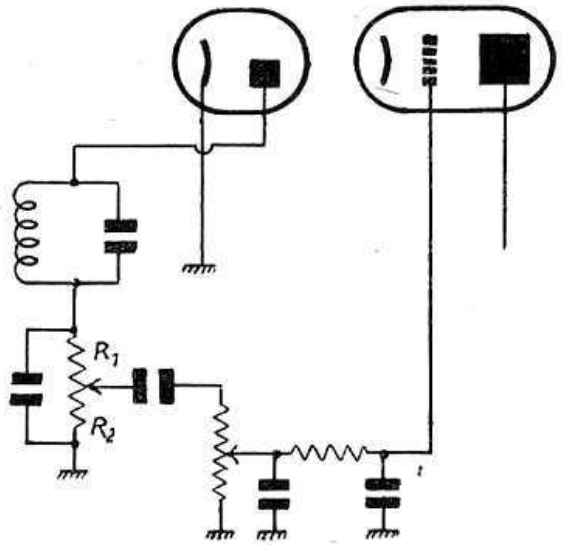


Fig. 94. — Pour éviter que la composante HF ne passe vers les étages BF on intercale entre la détectrice et la grille de commande de la lampe préamplificatrice un filtre composé d'une résistance et d'une capacité.

b) Détection plaque.

La détection plaque n'est pas très sensible. Elle demande une préamplification préalable des signaux à détecter.

La polarisation grille est très grande ; en l'absence de signal, le courant plaque est presque nul. Par exemple, pour une EF6, le courant anodique de la lampe est de quelque 0,34 mA, pour une 6C6 de 0,1 mA.

La polarisation est généralement obtenue en intercalant une assez forte résistance, 5.000 à 25.000 Ω, dans le circuit de la cathode. Pour ajuster la valeur de cette résistance, il faut consulter les caractérisques (8.000 Ω par exemple pour la EF6). Si la valeur **de la résistance**

n'est pas indiquée, le constructeur donne la valeur à laquelle il faut fixer le courant plaque pour obtenir le meilleur rendement. (En effet, pour les penthodes les courbures des caractéristiques sont très variables d'un tube à un autre.)

La détection plaque présente un grand avantage par rapport aux autres modes de détection. La détection s'effectue dans le circuit plaque. La grille ne consomme rien, le circuit d'entrée n'est donc pas amorti, d'où gain en sélectivité. Par rapport à la détection grille, elle a

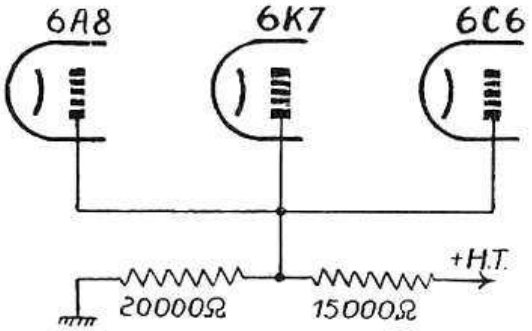


FIG. 95. — Exemple d'alimentation des écrans dans un récepteur 5 lampes avec détection plaque (6A8, 6K7, 6J7, 6F6, 5Y4). Sur la figure la 6J7 a été remplacée, par erreur, par une 6C6.

l'avantage de pouvoir établir facilement une C.A.V. et d'avoir une reproduction plus fidèle (détection linéaire). L'alimentation de l'écran d'une détectrice plaque peut se faire ensemble avec les écrans de la changeuse et de la MF. Prenons l'exemple d'un récepteur 6A8, 6K7, 6J7, 6F6, 5Y4. Les trois écrans peuvent être alimentés sur un pont commun (fig. 95). Le rendement de la détectrice plaque dépend essentiellement de la tension écran et on pourra l'ajuster séparément avec un potentiomètre.

Le découplage de la résistance de polarisation sera fait avec un condensateur électrochimique de 5 µF, par exemple. En le choisissant, il faut tenir compte du fait que lorsqu'on reçoit un signal fort, le courant plaque augmente, donc la polarisation augmente et si l'on ne

prévoit pas un isolement suffisant, 50 v. au moins, on aura la désagréable surprise de voir le condensateur électrochimique claquer. Si le récepteur accroche, et si on localise l'accrochage dans la lampe détectrice, il faut mettre aux bornes du condensateur électrochimique un condensateur au papier (ou au mica, de préférence) de 5.000 cm. environ, pour dériver des courants H.F.

Pour faire écouler la composante H.F., on découple la plaque avec un condensateur de 100 à 500 cm. Il est bon de prévoir une résistance de 10.000 à 50.000 Ω en série avec le condensateur de liaison. Elle permet de diminuer la valeur du condensateur de fuite et rend le découplage H.F. plus efficace.

Le condensateur de découplage sera soudé directement entre la plaque et la cathode. Il faut éviter que le retour des circuits M.F. s'effectue au même point. Cette remarque est aussi valable pour les découplages des étages préamplificateurs.

Le condensateur de liaison doit être isolé à 1.500 v., car il ne faut pas oublier qu'à l'allumage avec une valve à chauffage direct, il est soumis à la totalité de la tension du poste et qu'en fonctionnement il est parcouru par un courant B.F.

c) La détection grille.

Le premier montage de détection connu sous le nom de condensateur shunté, continue sa carrière dans le montage des détectrices à réaction. Il présente l'avantage d'une grande sensibilité aux signaux faibles. Le fonctionnement est à peu près identique à celui de la détection diode. Le circuit plaque sert d'amplificateur.

La présence d'un courant grille cause une diminution de sélectivité ; d'autre part, les signaux forts surchargent facilement ce détecteur. En effet, il fonctionne en

amplificateur sans polarisation fixe. Pour augmenter le recul grille, on peut utiliser, dans le cas de penthodes, une résistance d'alimentation série.

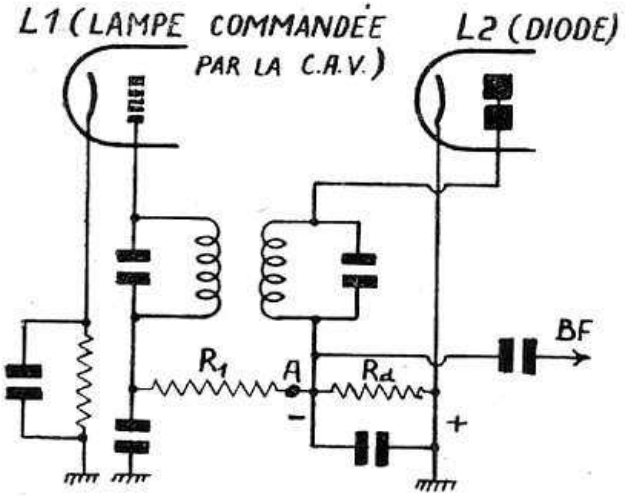


FIG. 96. — Schéma d'une C.A.V. (C.A.S.). Aux bornes de la résistance de détection R_d apparaît une d.d.p. proportionnelle au signal détecté. Cette d.d.p. est due à la chute de tension du courant moyen détecté dans la résistance de détection. Le point A devient négatif par rapport à la masse. En reliant les retours de grilles amplificatrices HF ou MF au point A, on leur applique une polarisation variable en fonction de l'intensité du signal.

Les valeurs utilisées sont, pour la résistance, 1 à 2 MΩ. Une valeur plus faible peut également convenir, mais on constatera simplement une diminution de sensibilité. Le condensateur sera de 150 à 250 cm. Le condensateur shunté sera de préférence enfermé avec le bobinage dans le blindage. La connexion entre la grille et le condensateur shunté sera aussi courte que possible. Cela pour éviter le ronflement.

D. — COMMANDE AUTOMATIQUE DU VOLUME (C.A.V.)

La commande automatique du volume (C.A.V.) devrait s'appeler en réalité, *commande automatique de sensibilité* ou C.A.S., car on n'agit pas directement sur le volume sonore, mais sur la sensibilité des tubes amplificateurs H.F., M.F. et changeurs de fréquence en modifiant leur polarisation.

La fonction de la C.A.V. est de maintenir le volume sonore au même niveau lorsque l'intensité du signal varie. Par contre il faut aussi que la modulation n'en soit pas affectée.

Principe

Après détection, en plus de la composante B.F. que l'on applique aux étages B.F., se trouve, dans le circuit détecteur, une composante continue, proportionnelle au signal reçu. Cette composante crée aux bornes de la résistance de détection, une chute de tension continue qui varie avec l'intensité du signal H.F. La cathode de la lampe L_1 est reliée à la masse à travers une résistance de polarisation. La grille de commande de la lampe, à la masse à travers les résistances R_1 et R_d. En l'absence de signal, la grille est au potentiel de la masse, donc négative par rapport à la cathode. Cette polarisation est réglée de manière à avoir l'amplification maximum, donc le maximum de sensibilité.

Dès qu'un signal arrive, il apparaît aux bornes de la résistance R_d une chute de tension et le point A (fig. 96) devient négatif par rapport à la masse. Plus le signal sera fort, plus la chute de tension sera grande. La grille devient donc davantage négative par rapport à la ca-

thode et l'amplification diminue, la sensibilité du récepteur de même. Si le signal diminue, la polarisation fait de même et la sensibilité augmente. Il y a donc régularisation.

Mise au point proprement dite

Il faut éviter que la variation du potentiel B.F. aux bornes de la résistance de détection agisse sur la sensibilité des étages H.F.

On élimine cette variation en intercalant entre la résistance de détection et la grille de la lampe commandée un circuit de filtrage B.F. composé d'une résistance et d'une capacité. Pour les variations très rapides de tension (variation B.F.), le condensateur se charge et se décharge ensuite ; ces variations n'agissent donc pas sur la grille.

La valeur de R et C doit être établie de manière que la variation du potentiel n'agisse que quand son temps est supérieur au temps de la composante B.F. La fréquence limite inférieure que l'on peut chercher à reproduire est de 10 Hz. Dans certains cas, on aura même intérêt à ne pas reproduire 50 Hz, fréquence du secteur.

La constante du temps du filtre devra donc être en moyenne de 0,1 sec. Les valeurs de R et C se calculent à partir de $\theta = RC$ ou θ constante de temps en secondes, R en Ω et C en farads. On choisit généralement pour R = 0,5 MΩ et pour C = 0,1 µF. Toutefois, on peut prendre R = 1 MΩ et C = 50.000 cm. Si l'on constate que les fréquences basses sont fortement atténuées, il faut augmenter la constante du temps de la C.A.V. Pour cela il suffit d'agir simplement sur le premier circuit de découplage.

Il reste maintenant l'efficacité de la C.A.V.

Pour l'augmenter, on applique la tension de régularisation sur plusieurs lampes. Cette méthode présente

également l'avantage de réduire le bruit de fond. Le découplage des grilles s'effectue en parallèle, cela pour éviter d'introduire des résistances trop fortes dans le circuit grille. R sera de l'ordre de 0,1 ou 0,5 MΩ et C variera entre 20 et 100.000 cm.

On peut constater l'efficacité de la C.A.V. de deux manières. On branche sur le châssis un voltmètre de sortie. Avec un oscillateur de mesure on émet une onde sur laquelle on accorde le récepteur.

On place l'atténuateur de l'oscillateur à zéro. En augmentant le signal on constate avec le voltmètre de sortie que la puissance commence à augmenter et qu'elle reste stationnaire à partir d'une certaine valeur. Si la C.A.V. est efficace, il faut que la courbe de la puissance de sortie en fonction du signal H.F. soit une droite horizontale.

On peut également vérifier l'efficacité de la C.A.V. en contrôlant la polarisation du tube MF.

Dans certains cas, l'action de la C.A.V. peut devenir sur les émetteurs locaux trop énergique. Le courant plaque des lampes commandées par elle diminue et le + H.T. augmente en agissant sur les étages B.F. Pour l'éviter, une solution simple : c'est l'utilisation d'un inverseur « local-distance » pour augmenter la polarisation fixe, soit de la H.F., soit de la M.F. pour la réception des locaux.

Polarisation des lampes commandées par la C.A.V.

Quand la diode est associée à un élément triode ou penthode, il faut tenir compte de la tension positive appliquée à la cathode de la lampe préamplificatrice (fig. 97). Nous voyons que le point A a un potentiel positif par rapport à la masse, donc les grilles de lampes commandées aussi. Par exemple, en établissant la polarisation

de la lampe commandée par la C.A.V., au lieu de 2 v., on la fixe à 3,4 v., pour compenser la tension positive appliquée à la grille.

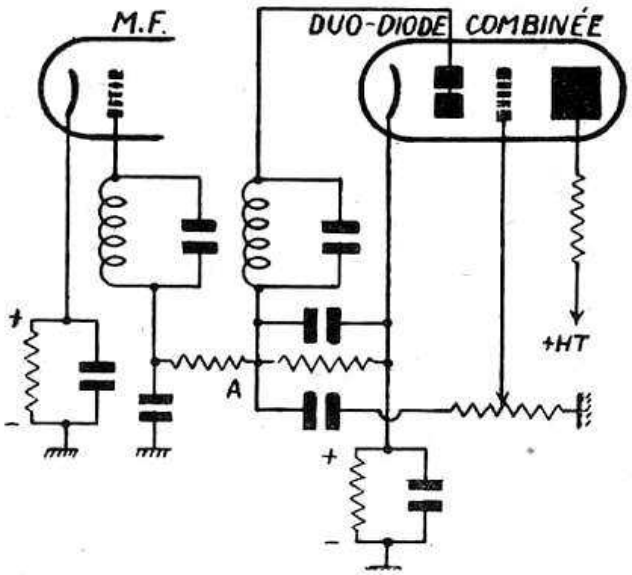


FIG. 97. — Dans les lampes duo-diodes combinées la cathode est portée à un potentiel positif pour polariser l'élément préamplificateur B. F. Mais, en même temps, le point A sera positif par rapport à la masse, ainsi que les grilles des lampes commandées par la C.A.V. Il faut donc prévoir au repos une polarisation suffisamment grande pour annuler cette tension positive.

Il faut se méfier de l'ensemble des résistances de détection et de découplage. Avec une polarisation insuffisante on peut voir naître un courant grille.

C.A.V. amplifiée

Dans ce montage, on amplifie la variation de tension obtenue aux bornes de la résistance de détection. A titre d'exemple, nous indiquons le schéma suivant (fig. 98). Au repos, la chute de tension due au courant anodique aux bornes de la résistance R compense la tension négative appliquée entre son retour et la masse. Quand apparaît un signal, une tension négative est appliquée sur la grille, le courant diminue, la chute de tension aussi

et une tension négative par rapport à la masse apparaît au point A.

Pour que ce dispositif fonctionne bien, il faut qu'en l'absence de signal la chute de tension dans la résistance R compense exactement la tension négative, ou bien laisse une polarisation permanente de l'ordre de — 3 v. On peut donc, dans ce montage, agir sur la résistance R, qu'il vaut mieux rendre variable. Nous n'insisterons pas sur les différents montages. En les décrivant, les auteurs donnent suffisamment d'indications pour leur mise au point. Nous signalerons tout simplement le montage GLORIE, remarquable par l'efficacité de la C.A.V.

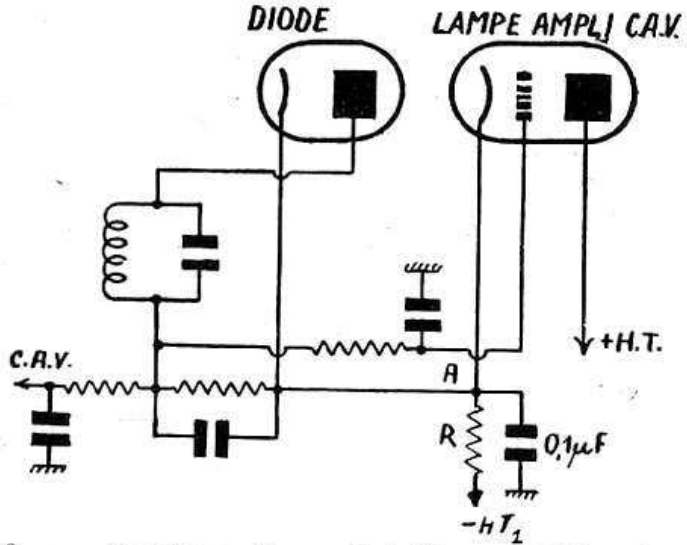


FIG. 98. — Schéma d'une C.A.V. amplifiée. La résistance R intercalée dans la cathode de la lampe d'amplification de la C.A.V. est reliée à un point suffisamment négatif par rapport à la masse. Cette tension négative est compensée par la chute de tension, due au courant plaque, dans la résistance R. En appliquant la tension négative de la détection à la grille de cette lampe on diminue le courant plaque. La chute de tension diminue et à la tension négative due à la détection vient s'ajouter la tension négative du point A.

C.A.V. différée

Pour éviter que la commande automatique de sensibilité n'agisse aussi pour des signaux très faibles, on introduit une tension de retard. Tant que le signal n'atteint pas une certaine amplitude, la régulation n'agit pas. Ce montage a l'avantage de donner un effet plus régulier. La C.A.V. normale agit au début progressivement. Nous donnons une allure approximative de la courbe de

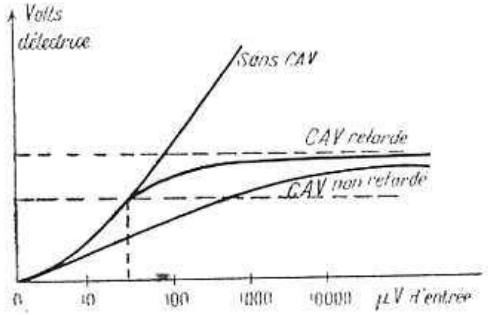


FIG. 99. — Allure de quelques courbes de régularisation (action de la C.A.V.).

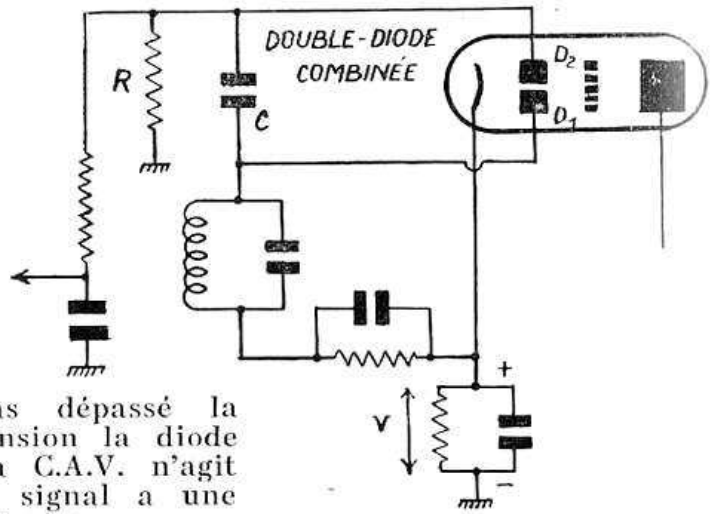


FIG. 100. — Schéma de la C.A.V. différée. On applique à la diode D_2 un potentiel négatif par rapport à la cathode. On l'obtient par la chute de tension V aux bornes de la résistance de polarisation. Tant que le signal n'a pas dépassé la valeur de cette tension la diode D_2 ne détecte pas. La C.A.V. n'agit alors que lorsque le signal a une amplitude suffisante.

régulation avec ou sans le retard (fig. 99). Examinons maintenant un montage d'une C.A.V. différée (fig. 100). La diode D_2 ne détecte que quand le signal appliqué est supérieur à la tension V, donc la C.A.V. n'agit pas. Le condensateur C sera de préférence au mica de 50 à 150 cm. La résistance R de 0,5 à 1 MΩ.

RÉGLAGE SILENCIEUX

Quand on cherche une émission, la sensibilité de l'appareil est au maximum. Pour éviter la réception des parasites entre les émissions, la partie B.F. du récepteur est bloquée aussi longtemps que les circuits H.F. ne sont pas exactement accordés. Ce montage s'appelle « réglage silencieux ». Le plus répandu utilise une lampe supplémentaire.

Malheureusement, sa mise au point, sans être difficile, car il s'agit tout simplement d'ajuster exactement

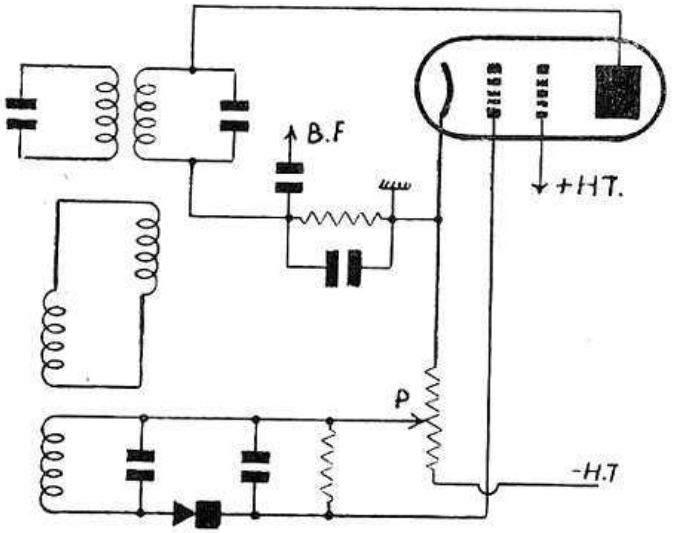


FIG. 101. — Schéma d'un réglage silencieux.

les tensions, est délicate. Elle nécessite une grande précision. Une défectuosité peut provoquer soit une déformation des signaux faibles, soit rendre le récepteur

muet comme une carpe. Une fois bloqué, rien à faire. Cela a déterminé l'abandon de ce genre de montage. Par dessus le marché, il fallait prévoir un système pour supprimer le réglage silencieux en O.C. Nous nous contentons d'en donner quelques schémas (fig. 101 et 102) à titre indicatif. On utilise à l'heure actuelle, dans les

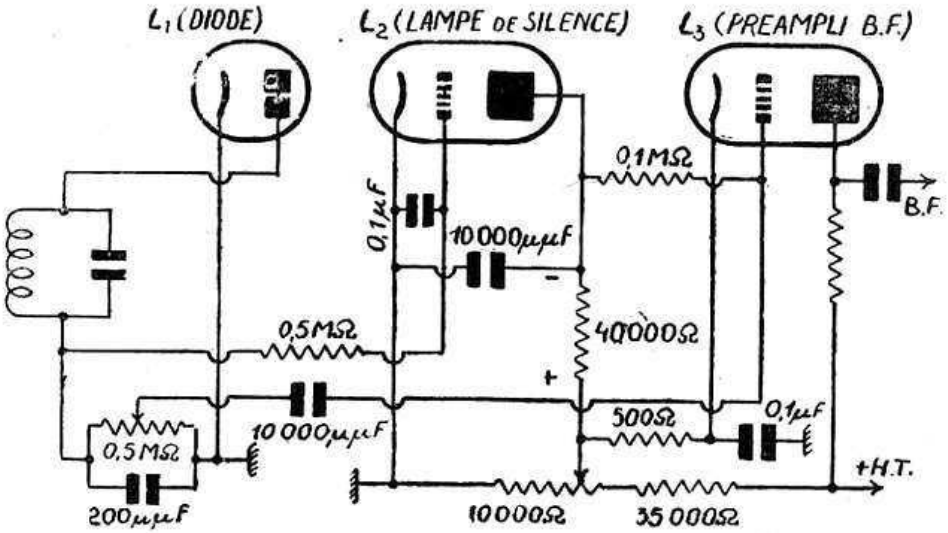


FIG. 102. — Schéma d'un réglage silencieux. En l'absence de signal la lampe L_2 n'est pas polarisée, la chute de tension aux bornes de la résistance de 40.000 Ω rend la grille de la lampe L_3 négative. La lampe se trouve bloquée. Dès qu'apparaît un signal la chute de tension diminue et la lampe se débloque.

récepteurs comportant un réglage automatique, un système de court-circuit de la B.F. pendant le temps de l'accord. Ce dispositif, généralement mécanique, est automatique.

INDICATEURS VISUELS D'ACCORD

Pour faciliter l'acord exact, on utilise des indicateurs visuels d'accord. Tous les appareils indicateurs d'accord sont basés sur le principe qu'à l'accord exact la puissance est au maximum. Il existe plusieurs sortes d'indicateurs : indicateurs à aiguille ou à ombres, indicateurs au néon, etc...

Indicateurs à aiguille ou à ombres

Ce sont des milliampèremètres que l'on intercale dans le circuit plaque de la lampe MF. La C.A.V., en augmentant la polarisation de la lampe, provoque la diminution du courant, d'où déviation de l'indicateur. Pour avoir de bonnes indications, il faut qu'en l'absence de signal la déviation soit au maximum. On mesure le courant plaque et l'on choisit le type d'indicateur correspondant. Pour dériver le courant H.F. à la masse, il ne faut pas oublier de découpler l'indicateur. La capacité de découplage, de l'ordre de 0,1 µF. est branchée directement à la sortie du transformateur MF pour éviter que les courants MF se promènent dans les fils.

Indicateurs au néon

Ceux-ci utilisent le même principe. On se sert de la chute de tension aux bornes d'une résistance intercalée dans le circuit-plaque de la lampe MF. Cette chute de tension est variable en fonction de la tension négative de la C.A.V. Elle augmente ou diminue le niveau de la colonne lumineuse du tube.

Trèfle cathodique, œil magique

Le trèfle cathodique (série transcontinentale) ou œil magique (série américaine) sont de petits tubes cathodiques à vide poussé. Ils possèdent de petits écrans fluorescents circulaires. Entre l'écran et la cathode sont placées des électrodes de contrôle qui commandent des secteurs d'ombre. Ceux-ci ont la forme soit d'un trèfle, soit d'un segment de cercle (œil magique).

Pour faire varier ces secteurs d'ombres (les feuilles du trèfle s'élargissent jusqu'à ne former qu'un cercle fluorescent et le segment à 90° se rétrécit à 0°), on prélève sur la C.A.V. la tension négative qu'on amplifie avec un élément triode contenu dans l'ampoule de l'indicateur. Cette tension amplifiée agit sur l'électrode ou les électrodes qui commandent (fig. 103) le trajet des électrons, c'est-à-dire les secteurs d'ombres.

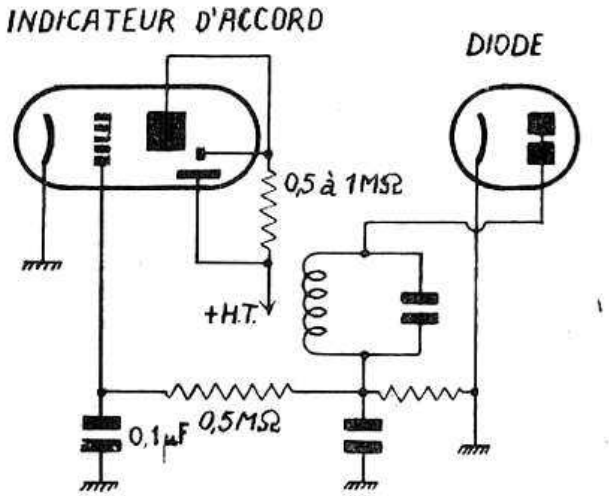
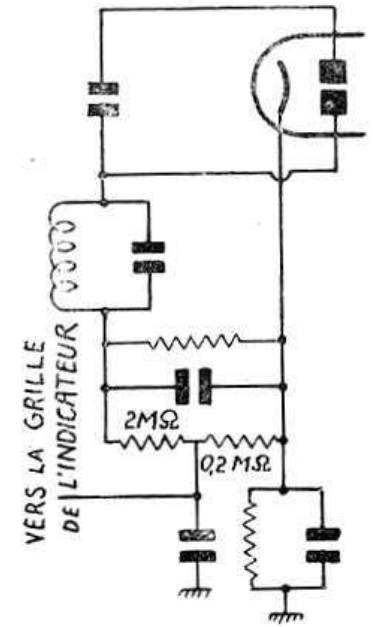


FIG. 103. — Branchement d'un indicateur cathodique de résonance (œil magique, trèfle cathodique).

Dans un montage avec la C.A.V. différée, pour faire fonctionner l'indication même sur les émissions faibles, on prend la tension négative directement sur la résistance de détection (fig. 104).

L'adjonction d'un indicateur cathodique sur un récepteur avec une lampe diode combinée provoque parfois des troubles de fonctionnement. La sensibilité disparaît et pour les signaux moyens, il se produit une déformation, il n'y a que les pointes de modulation qui passent (crachements). Prenons le cas de la figure 105. En l'absence de signal, la grille de l'indicateur a un potentiel positif par rapport à la masse, dû à la polarisation de l'élément préamplificateur. Il se produit alors un courant à travers la résistance de détection. Un remède partiel consisterait à polariser la grille de l'indicateur visuel (1.000 Ω environ pour le 6E5, 6U5 ; 2.500 Ω environ pour l'EM1). En général, on se contente de

FIG. 104. — Branchement d'un indicateur cathodique dans le cas d'une C.A.V. différée.



relier la cathode de l'indicateur à la cathode de la lampe préamplificatrice. Au courant de la préamplificatrice s'ajoute le courant de l'indicateur. La lampe est surpolarisée et détecte.

Il suffit, pour éviter ce phénomène, de diminuer la valeur de la résistance de polarisation pour avoir à ses bornes une chute de tension égale à la valeur de polarisation de l'élément préamplificateur B.F. Ainsi, par exemple, pour une 6Q7, la résistance de polarisation au lieu d'être de 6.000 Ω sera de 1.200 Ω.

Quand les signaux reçus sont trop forts (les secteurs d'ombre s'entrecroisent) et pour éviter l'amortissement de la résistance de détection, on prend la tension nécessaire pour la grille de l'élément triode de l'indicateur sur un pont de résistances de 7 à 10 MΩ, branché en parallèle sur la résistance de détection.

Une autre solution pour éviter l'entrecroisement des secteurs lumineux est de disposer une résistance de fuite entre la plaque de l'élément triode et la masse. Tout se

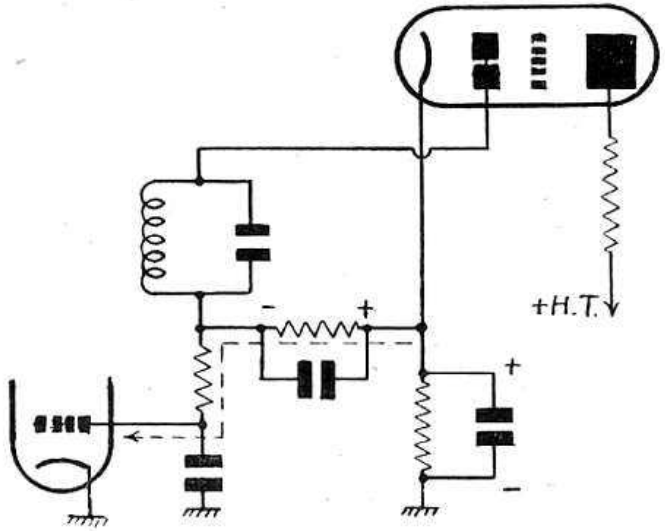


Fig. 105. — Quand la cathode de l'indicateur de résonance cathodique est branchée à la masse, on constate une diminution de sensibilité. Cette diminution de sensibilité est due à un courant grille qui crée une chute de tension aux bornes de la résistance de détection, rendant ainsi la plaque de la diode négative par rapport à la cathode. La détection des signaux faibles est supprimée ou tronquée. Le remède consiste dans le branchement de la cathode de l'indicateur à la cathode de la diode. Il faut alors diminuer la résistance de polarisation, car au courant de la lampe préamplificatrice s'ajoute le courant de l'indicateur.

passe comme dans un système potentiométrique, la chute de tension aux bornes de la résistance série variant dans un degré moindre pour la même variation du courant plaque. On peut éviter ce procédé de montage en utilisant les nouveaux tubes indicateurs d'accord à double sensibilité (EM4, en série transcontinentale, et 6AF7 en série américaine).

Indicateur de résonance au moyen de tubes pilote

Ces indicateurs sont peu utilisés en France. Voici à

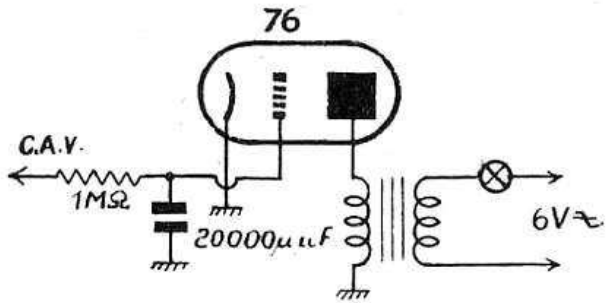


Fig. 106. — Schémas d'indicateur de résonance par tubes pilotes. Une ampoule est alimentée en alternatif à travers le primaire d'un transformateur. Le secondaire de celui-ci est branché entre la plaque d'une triode (76) et la masse. En l'absence de signal cette lampe n'est pas polarisée et sa résistance interne assez faible. Le secondaire se trouve presque court-circuité et le courant primaire augmente, l'éclat lumineux de la lampe de même. Dès qu'un signal est appliqué la résistance interne augmente, le courant primaire diminue et la lampe éclaire plus faiblement.

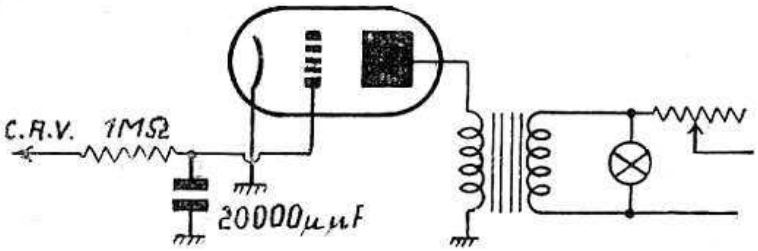


Fig. 107. — Pour avoir l'éclat lumineux sur l'accord exact on utilise, le montage avec l'ampoule en parallèle sur le primaire (variante David).

titre d'exemple deux schémas (fig. 106 et 107). A l'accord exact l'éclat lumineux des ampoules augmente ou diminue.

MISE AU POINT DES ÉTAGES M.F.

La mise au point des étages MF diffère essentiellement suivant qu'ils se composent d'une ou de deux lampes.

Cas d'une seule lampe

Le seul point délicat est la polarisation. Dans le récepteur avec une diode combinée, il faut tenir compte de la polarisation positive de la grille.

La grille écran sera alimentée de préférence sur un pont. La consomation du pont sera grande par rapport à celle de l'écran, pour avoir une tension suffisamment stable. Dans le cas de la commande manuelle de sensibilité, on intercale entre la cathode et le potentiomètre une résistance (350 à 500 Ω) pour avoir, au maximum de sensibilité, une polarisation minimum. Le réglage est plus souple et la vie du tube en est prolongée (fig. 108).

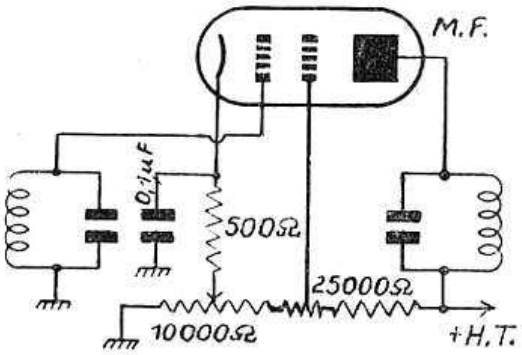


FIG. 108. — Schéma d'un étage MF avec commande manuelle de sensibilité par la polarisation de la grille.

Cas de plusieurs lampes

Quand on utilise deux lampes MF, deux phénomènes sont à craindre : l'accrochage et le souffle. Pour éviter l'accrochage, il faut tout d'abord avoir une bonne disposition du châssis et établir ensuite des découplages judicieux pour éviter toute réaction entre les différents éléments. Les écrans sont alimentés séparément, chaque lampe polarisée aussi séparément et, au besoin, on découple le circuit plaque (résistance 500 à 1.000 Ω, condensateur de 0,1 µF).

Le découplage se fait à la sortie du transformteur MF, surtout dans les récepteurs tous courants. Les transformateurs MF sont de préférence spécialement établis pour ce montage (*Ferrolyte, La Précision Electrique, Metox*). Les connexions grille et plaque sont les plus courtes possibles.

Le souffle que l'on rencontre dans le récepteur avec deux MF ne provient pas de ces lampes. La grande coupable, c'est la changeuse de fréquence. Pour l'éviter il faut prendre quelques précautions. Tout d'abord, il est utile de faire agir la C.A.V. sur la grille modulatrice de la changeuse de fréquence. Sa plaque sera découplée et la tension écran diminuée au besoin. Il faut aussi veiller à ce que l'oscillation locale ait une amplitude suffisante. Nous verrons plus loin comment on effectue la mise au point de la changeuse de fréquence.

Voyons maintenant les surprises que peut nous réserver un étage MF, telles que : amplification insuffisante ; accrochages.

Amplification insuffisante

Pendant l'étalonnage on se rend déjà compte de l'insuffisance d'amplification d'un étage MF. Ainsi, la déviation de l'aiguille de l'indicateur de résonance est plus faible que d'habitude. S'il s'agit d'un nouveau modèle, on s'en rend compte en l'essayant sur les émissions.

Nous supposons à priori que les lampes sont hors de cause. En vérifiant soigneusement les résistances des différents enroulements, on remarque que celle de l'un

d'eux est supérieure en valeur aux autres. Dans les transformateurs MF de l'ordre de 400 kHz, on utilise le fil à brins divisés. Il suffit qu'un ou deux brins soient cassés pour que la résistance augmente et que le rendement baisse. En l'absence d'ohmmètre, on peut examiner le bobinage à la loupe ; la coupure se produit généralement au ras de la soudure de l'ajustable. Si l'on n'a pas de transformateur MF de rechange on peut essayer de réparer soi-même le mal. On dessoude les fils et, au moyen d'un petit carré de papier de verre très fin, plié en triangle, on enlève l'isolant. Pour faciliter ce travail, on peut passer rapidement sous le fil la flamme d'un briquet ou d'une allumette. Pendant cette opération on maintient le fil contre l'enroulement. Au cas où il arriverait à se défaire, on le consoliderait avec une goutte de cire diélectrique (fig. 109).

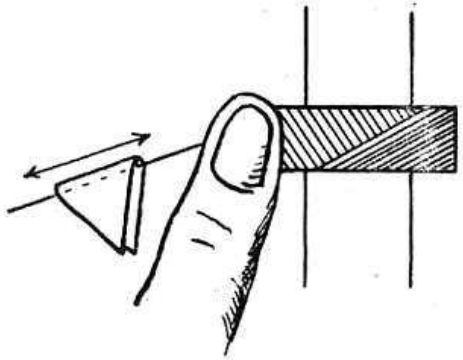


Fig. 109. — Quand on a un enroulement à réparer, on retient le fil contre l'enroulement pour éviter que les spires se défassent. Avec un petit carré de papier de verre, plié en triangle (très fin) on enlève l'isolant.

Le fil étant suffisamment dénudé, on l'étame en chauffant et frottant avec un fer à souder sur lequel on étend de la soudure (évidemment il serait préférable d'avoir un « bain de soudure » pour l'étamage...).

Cependant, il ne faut pas toujours conclure qu'un fil est coupé. Un transformateur MF peut avoir des pertes H.F., soit dans les enroulements, soit dans les micas des ajustables.

Les soudures entre les enroulements et les ajustables méritent d'être examinées.

Il arrive aussi parfois, surtout avec des mandrins en trolitul, qu'un enroulement glisse. On s'en rend facilement compte et comme il reste, presque toujours, des traces de sa fixation primitive, il est facile de le replacer en le fixant avec de la cire diélectrique. La C.A.V. peut aussi être la cause d'un affaiblissement. Les condensateurs de découplage sont souvent sujets à caution, surtout quand ils sont mal isolés. On peut les vérifier aisément avec une lampe au néon.

Accrochages

Voici de quoi s'arracher les cheveux ! Demandez à n'importe quel technicien s'il ne lui est pas arrivé, au moins une fois, de « sécher » plusieurs heures à maîtriser un accrochage. Comment se manifeste-t-il ? De bien différentes manières : à l'accord exact de la MF ou en appliquant un signal ; en l'absence de signal quand l'antenne n'est pas branchée ; en l'absence de signal quand l'antenne est branchée, etc...

Au lieu de sons mélodieux, sortent du haut parleur des sifflements, des hurlements ou un bruit de mitrailleuse. C'est tout simplement l'abandon, par une ou deux lampes, de leur qualité d'amplificatrice. Les lampes se mettent à produire des oscillations. On dit qu'elles accrochent. Ces oscillations sont provoquées, généralement, par un couplage entre le circuit plaque et le circuit grille. Il faut donc tout d'abord commencer par raccourcir les connexions grille et plaque. Eviter ensuite le voisinage dangereux des connexions grille et plaque d'une même lampe ou même de lampes différentes et les condensateurs de découplage éloignés des électrodes.

Il faut commencer par localiser le mal. Cherchons à avoir la certitude qu'il s'agit bien de la lampe MF. Pour cela, débranchons le circuit de la C.A.V. On relie le re-

tour du transformateur MF directement à la masse par une connexion courte. Si l'accrochage cesse, on est à peu près certain que le mal vient de là. On examine alors le circuit de la C.A.V. : condensateurs de découplage défectueux, retour de deux condensateurs de découplage sur une masse défectueuse, etc. Si, par contre, la suppression de la C.A.V. ne change que la tonalité du son, donnant, par exemple, un sifflement plus ou moins aigu, l'étage MF est à incriminer.

Voyons tout d'abord les découplages. Le condensateur de découplage de la cathode sera directement soudé entre la cosse correspondante du support de la lampe et la masse. Nous avons vu des récepteurs dans lesquels quand, au lieu de brancher le condensateur de découplage sur la cathode, on le branchait sur la grille de suppression, le récepteur accrochait, malgré que ces deux électrodes étaient reliées par un fil de 15/10 mm. On essaiera la même chose avec l'écran. Quand on est sûr des découplages, on peut chercher ailleurs. Pour cela on se sert de la sonde électrostatique, qui sera reliée à la masse. On l'intercale successivement entre différentes connexions suspectes. Si l'accrochage diminue et disparaît ensuite, il suffit d'écarter les connexions entre lesquelles on a intercalé la sonde.

Voyons un exemple concret (fig. 110). Un châssis accroche. La connexion A est la connexion d'antenne. La connexion M, la connexion plaque-entrée du transformateur MF de la lampe MF. La sonde est représentée en pointillés. Quand la sonde se trouve entre la connexion A et M, l'accrochage cesse. Il suffit d'écarter les deux connexions. On fait passer la connexion A un peu plus loin en prenant soin de la coller contre le châssis.

Ce genre d'accrochage se produit surtout quand la fréquence propre du primaire d'accord et celle du circuit

d'accord approchent de la fréquence de la MF. Quand il s'agit de lampes « verre », il suffit souvent de les blinder. On peut également diminuer légèrement la fré-

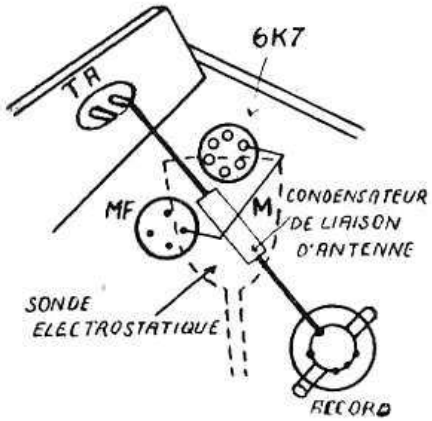


Fig. 110. — En intercalant une sonde électrostatique entre le fil de l'antenne et la connexion allant de la plaque MF vers le transformateur MF, on constate que l'accrochage cesse. Conclusion : la bobine d'antenne résonne sur une fréquence voisine de la valeur de la MF et il s'établit un couplage magnétique entre les deux fils. On peut soit blinder le fil d'antenne, soit le déplacer en tâchant autant que possible de le coller contre le châssis, soit modifier la valeur de la fréquence propre du bobinage d'antenne.

quence de résonance de la bobine d'antenne, en branchant un faible condensateur de 10 à 30 cm. (ou ajustable par exemple) en parallèle sur le bobinage. Par exemple, en faisant passer la connexion « antenne-bobinage », soit dans un soupliso sous gaîne métallique, soit dans un fil en spirales serrées dont un bout est mis à la masse.

Quand l'accrochage se produit suivant la longueur de l'antenne, il suffit presque toujours de modifier la valeur de la capacité d'entrée.

Pour terminer, signalons que pour éviter un accrochage dû au retour de la MF de la détectrice vers la lampe MF, il suffit soit d'intercaler une bobine d'arrêt, soit une résistance de quelques dizaines de milliers d'ohms.

Le couplage peut également s'établir entre la sortie de la détectrice et l'entrée du récepteur. Pour l'éviter, on éloignera toutes les connexions du circuit d'entrée (antenne, grille modulatrice, etc...) de la diode. Le découplage M.F. à la sortie de la diode sera effectué directement sur l'extrémité de la résistance de détection. La connexion de la commutation du pick-up allant vers le contacteur sera prise après le circuit de découplage de la M.F. On n'omettra pas de l'établir sous gaîne métallique.

Il faut vérifier soigneusement, dans le cas de deux étages MF, l'allure de la courbe de résonance de l'ensemble. En effet, celle-ci peut avoir des pointes de résonance, être dissymétrique, etc. Pour détruire la réaction qui est à la base de cette anomalie, on peut, en plus du découplage, augmenter la polarisation des tubes MF.

MISE AU POINT DU CHANGEUR DE FRÉQUENCES

Principe

Nous avons déjà vu, dans le chapitre sur l'alignement, comment s'effectue le changement de fréquence. Le signal à recevoir est mélangé avec un signal qu'on produit dans le récepteur (signal local). Le signal résultant de ce mélange est amplifié à son tour. C'est la MF. La fréquence de modulation n'est pas affectée par ce changement, car la différence entre les deux fréquences reste suffisamment élevée (fig. 111).

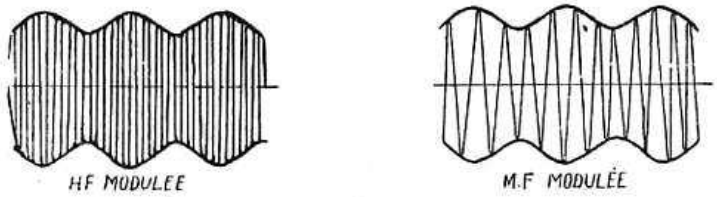


FIG. 111. — La variation MF est suffisamment grande par rapport à la variation moyenne de l'amplitude, variation donnant la modulation BF. On peut donc changer une fréquence supérieure en une fréquence inférieure sans que l'allure de la modulation en souffre.

Pour effectuer le changement de fréquence on utilise soit une, soit deux lampes.

Changement de fréquence à une lampe

La lampe la plus souvent utilisée est l'octode européenne (EK2, EK3) ou la pentagrille américaine (6A8). L'oscillation à recevoir est appliquée à la grille G_4 (fig. 112). L'oscillation locale se produit entre les grilles G_2 et G_1. Le flux électronique subit consécutivement l'action du signal local et du signal reçu. On recueille alors aux bornes d'un circuit accordé, dans la plaque, la résultante de ces signaux, c'est-à-dire la MF.

La valeur des tensions des différentes électrodes est généralement indiquée par les constructeurs de tubes. Signalons, toutefois, que pour obtenir un rendement convenable en ondes courtes, ces valeurs doivent être bien établies et suffisamment stables.

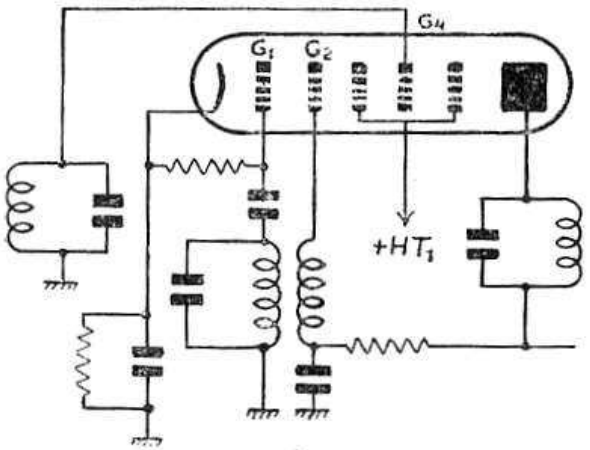


FIG. 112. — Changement de fréquence par heptode. G_1, grille oscillatrice (oscillations locales); G_2, anode oscillatrice (oscillations locales); G_4, grille de commande (oscillations à recevoir).

Changement de fréquence par deux lampes

Ce genre de changement de fréquence presque abandonné en Europe, nous revient par les Etats-Unis grâce aux résultats obtenus en O.C. La lampe modulatrice amplifie simultanément les signaux reçus. On utilise actuellement comme lampe modulatrice des lampes spéciales (6L7, EH2). On peut également utiliser une pentagrille en réunissant l'anode oscillatrice à la grille écran. L'oscillateur local est constitué par une triode. Le couplage est électronique, c'est-à-dire que la tension du signal local est appliqué à l'une des grilles de la modulatrice ou bien les deux grilles peuvent être réunies ensemble (cas d'une 6A8).

Mise au point de l'oscillateur

La partie oscillatrice, que l'on oublie bien souvent, mérite d'être examinée de plus près. Le rendement du

poste en dépend. L'oscillateur peut présenter plusieurs défauts. On pourrait intituler le premier : « Quand on accuse la B.F. ! » Notamment, quand on constate sur pick-up que le poste marche bien et qu'en appliquant sur la grille de la changeuse un signal MF modulé et qu'en court-circuitant l'oscillateur la note est claire, il n'y a pas de raison que sur l'émission le son soit bizarre, voilé, etc. Le mal vient souvent de l'oscillateur.

L'oscillation locale produite dans un changeur de fréquence doit servir uniquement à l'obtention de la MF par le battement avec l'onde incidente. Il faut donc que le signal local soit suffisamment pointu et exempt d'harmoniques. Le circuit doit être convenablement établi. D'autre part, il faut que le signal soit constant d'un bout à l'autre de la gamme.

Sans parler des déformations qu'un oscillateur mal établi ou ayant des pièces défectueuses peut amener, toute l'amplification de l'étage changeur de fréquence (pente de conversion) en dépend. Il faut aussi tenir compte du rapport signal/souffle. Il est donc nécessaire de savoir *vérifier un oscillateur*. Deux points sont intéressants : la « pureté » du signal et son amplitude.

On débranche le circuit d'accord. La grille modulatrice est reliée au châssis par l'intermédiaire d'une résistance de 0,1 à 0,5 MΩ. Le transformateur MF est débranché et remplacé par une résistance de 0,2 MΩ qu'on relie directement à la plaque de la diode. Pour isoler la diode de la haute tension, on intercale un condensateur au mica de 100 cm. Reste seul le circuit de l'oscillateur local. Si l'on applique sur la grille modulatrice un signal différant peu du signal local, le battement entre les deux signaux sera détecté par la diode et l'on entendra un son d'une fréquence musicale (fig. 113).

On règle le condensateur variable pour recevoir 550 kHz. Supposons qu'il s'agisse d'une changeuse de fré-

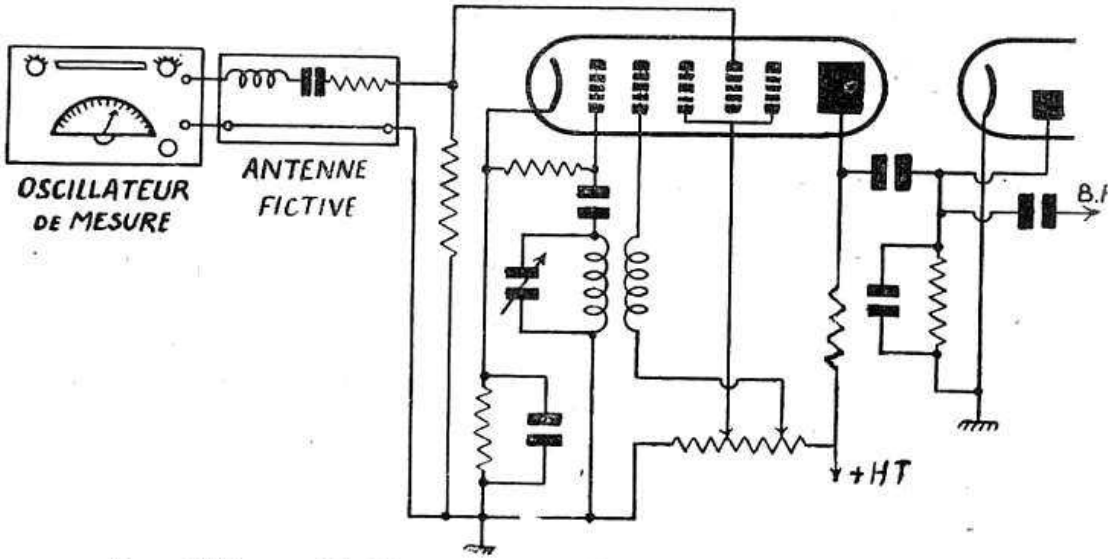


FIG. 113. — Vérification de l'oscillation d'un bobinage oscillateur local. Le circuit d'accord est débranché. La plaque de la lampe changeuse de fréquence est reliée à travers une résistance au + HT. Elle est couplée à la diode au moyen d'un condensateur de 100 cm. En appliquant à la grille modulatrice des signaux de l'oscillateur de mesure, d'une fréquence voisine de celle sur laquelle on règle l'oscillateur local, on produit des battements. Ces battements sont détectés par la diode. En examinant la pureté de la note ainsi obtenue, on se rend compte de l'oscillation de l'oscillateur local (un oscillographe cathodique vaut mieux).

quence dont la MF est réglée sur 450 kHz. Cela veut dire que le circuit local oscille en ce moment sur $f_o = f_i + f_m$. C'est-à-dire 550 + 450 = 1.000 kHz. Réglons l'oscillateur de mesure sur cette fréquence et émettons un signal non modulé. Couplons-le à la grille modulatrice par l'intermédiaire de l'antenne fictive. En faisant varier légèrement la fréquence, nous devons entendre successivement toutes les fréquences allant du sifflement

aigu aux notes graves. Si le signal de l'oscillateur est pur, la note résultant du battement sera pure. Si, par contre, la note est brouillée, il est à supposer que le signal local n'est pas sinusoïdal. Nous verrons plus loin quels en sont les remèdes. Voyons maintenant s'il n'existe par d'harmoniques. En augmentant la fréquence de l'oscillateur de mesure on ne doit pas entendre de son dans le haut-parleur. Si l'on entend encore un battement, cela prouve que l'oscillateur n'émet pas uniquement le signal sur 1.000 kHz. Par exemple, on peut l'entendre sur 2.000 kHz. Il correspond à l'harmonique 2 de l'oscillateur. La présence des harmoniques crée des sifflements et produit des déformations en B.F. (Nous supposons que l'hétérodyne donne un signal sinusoïdal... ce qui n'est pas toujours le cas...)

Pour avoir une oscillation sinusoïdale et sans harmoniques, il faut tout d'abord que le bobinage oscillateur soit convenablement établi. Pour éviter l'amortissement, on le bobine en fil à brins divisés. On utilise un condensateur de liaison au mica à faible perte. Même remarque pour le condensateur série qu'on traite à tort, en parent pauvre.

Pour terminer la mise au point de l'oscillateur, il faut vérifier l'amplitude des oscillations. Si celle-ci est trop forte, il y aura bloquage ; si, au contraire, elle est faible la lampe pourra décrocher.

On branche un milliampèremètre de 0-1 mA c.c. entre la résistance de fuite de la grille oscillatrice et la cathode. Il est shunté par un condensateur de 0,1 µF.

On branche le récepteur sur le secteur. L'aiguille du milliampèremètre dévie. Si la déviation se fait à l'envers, inverser lès connexions. On relève la déviation de l'aiguille en O.C., P.O. et G.O. De préférence, on fera varier le condensateur variable pour avoir l'amplitude de l'oscillation d'un bout de la gamme à l'autre.

Dans des conditions normales on trouvera :

EK2	P.O.	G.O.	150 à 190 µA	O.C.	80 à 100 µA
EK3. 6J8	P.O.	G.O.	220 à 290 µA	O.C.	120 à 190 µA
6A8	P.O.	G.O.	180 à 300 µA	O.C.	110 à 160 µA
6TH8	P.O.	G.O.	460 à 640 µA	O.C.	310 à 450 µA

Généralement, l'amplitude sera plus grande en haut de la gamme (en fréquence). Mais il est préférable d'avoir une amplitude aussi stable que possible d'un bout à l'autre d'une gamme. Pour améliorer le couplage vers 550 kHz, on peut faire intervenir le couplage capacitif en faisant le retour de l'enroulement grille et

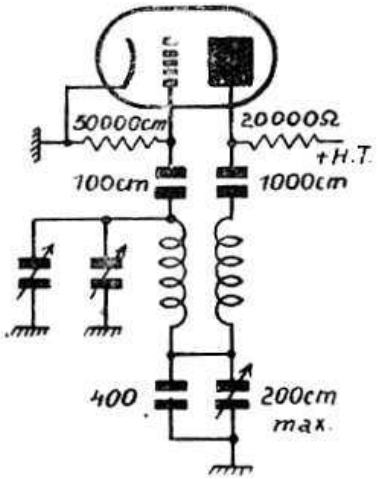


Fig. 114. — Schéma d'un circuit oscillateur.

plaque sur le condensateur série. Il est bien entendu que l'alimentation plaque se fait en parallèle (fig. 114).

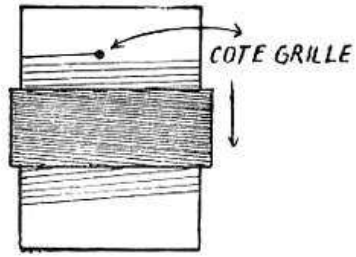
Les chiffres précédemment cités correspondent à un oscillateur *Ferrolyte*. Avec d'autres on peut trouver des résultats différents. Par exemple, pour une 6A8 en P.O. de 350 à 500 µA, etc.

Voyons maintenant ce qu'il faut faire dans le cas d'une anomalie.

Blocage.

Le blocage est caractérisé par un courant grille (oscillatrice) élevé. Le récepteur devient muet (l'œil ferme) ou bien on entend des « tocs » répétés, dus à l'oscillation de relaxation. Si l'on peut, on réduit le couplage de l'anode en déplaçant son enroulement ou en débobinant

Fig. 115. — Pour diminuer le couplage entre le primaire et le secondaire dans un bobinage oscillateurs, on déplace légèrement l'enroulement de l'anode du côté de la sortie du primaire.



quelques spires (fig. 115). Toutefois, il faut vérifier si la lampe oscille d'un bout à l'autre de la gamme, et pour toutes les gammes. On peut, aussi, amortir l'enroulement grille par une résistance de 10.000 à 50.000 Ω, s'il s'agit d'une seule gamme, ou bien limiter l'amplitude en général en augmentant la valeur de la résistance de l'alimentation de l'anode. On peut également, dans ce cas, intercaler, en série avec le condensateur de liaison, une résistance de 50 Ω, par exemple. On diminuera aussi la valeur du condensateur de liaison : 50 µµF au lieu de 100 µµF, par exemple. Retoucher le réglage après toutes les opérations !

Pour éviter des blocages, il faut que le circuit de l'oscillateur local soit complètement isolé des autres circuits de la lampe. Il est alors recommandé d'intercaler le circuit accordé dans l'anode.

Notons que, particulièrement en ondes courtes, il faut soigner les masses, éviter que les retours des circuits d'accord et de l'oscillateur ne se fassent au même point. Si l'on constate, au lieu d'un son normal un son ronflé, il faut bien ressouder les fils et ne pas hésiter à mettre des masses supplémentaires. Il faut que les connexions

allant vers le contacteur soient bien séparées. Le cas échéant, on met un blindage entre les galettes ou les éléments.

Malgré toutes ces précautions, on peut constater, en O.C., que pour certaines fréquences l'indicateur d'accord ferme complètement et que le poste est muet. Ces fréquences varient d'un châssis à l'autre et même d'une lampe à l'autre. Tout d'abord, il faut supprimer le circuit de la C.A.V. sur la changeuse (en O.C.). Ensuite, on peut neutrodyner le circuit oscillateur (voir glissement de fréquence). Ce phénomène n'existe pas avec les nouveaux tubes changeurs de fréquence (EK3, 6TH8), sauf toutefois dans le cas de bobinages mal établis. Il ne faut pas confondre ce blocage, dû au glissement de fréquence, avec le blocage quand les circuit d'accord et de l'oscillateur se trouvent accordés sur la même fréquence, ce qui a lieu avec des bobinages mal établis ou pendant le réglage de la gamme O.C.

Dans le cas d'alimentation parallèle, shunter le condensateur électrochimique de filtrage par un condensateur au mica de 1000 µµF. On se rapportera à la stabilisation de la tension, traitée dans le paragraphe suivant.

Décrochages.

On constate parfois, en passant d'une gamme à l'autre, ou bien, vers une certaine fréquence, surtout en bas de la gamme, que l'oscillateur cesse d'osciller. Le courant de la grille oscillatrice s'annule, le poste est muet. Cela vient d'un manque de couplage entre le primaire et le secondaire. On peut augmenter la valeur de la résistance de fuite de la grille oscillatrice (ou bien diminuer la valeur de la résistance d'alimentation de l'anode). Par exemple, pour un t.c., équipé avec une 6A7, il faut remplacer 25.000 Ω par 50.000 Ω pour éviter que l'oscillateur décroche en G.O.

Une autre cause de décrochage est l'absorption que l'on constate lorsque deux bobines, dont les fréquences ont un certain rapport, sont placées côte à côte. Pour éviter ce phénomène, il faut les espacer convenablement et court-circuiter celles hors circuit. D'autre part, on prend, de préférence, la disposition suivante : G.O., O.C., P.O. (fig. 116).

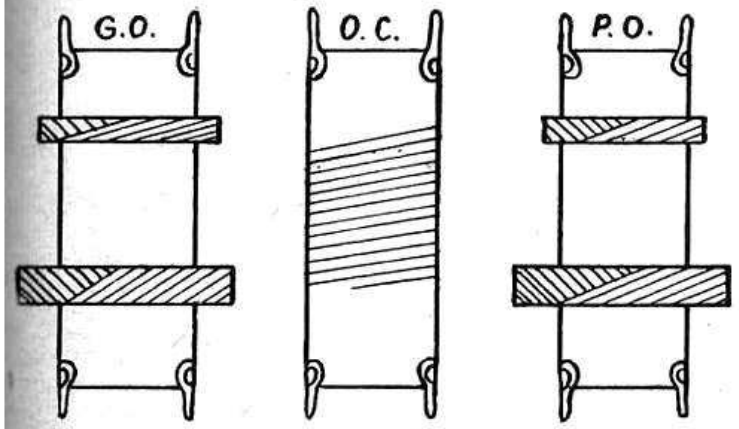


Fig. 116. — Disposition des bobines séparées pour éviter des effets d'absorption. Il ne faut pas, en même temps, négliger de court-circuiter les enroulements hors circuit.

Glissement de fréquence.

On constate parfois, vers 1.500 kHz et surtout en O.C., que la variation de la fréquence du circuit d'accord entraîne une modification de la fréquence du circuit de l'oscillateur. On peut remédier à ce mal en neutrodynant les deux circuits. Une simple torsade de quelques dizaines de mm. suffira. Un fil sera branché sur le condensateur variable de l'oscillateur par exemple, l'autre sur le condensateur variable du circuit d'accord. On vérifie si le châssis fonctionne normalement vers 15 MHz. Si l'on constate des blocages, il faut diminuer la longueur de la torsade.

On peut également diminuer le glissement de fréquence en branchant le circuit d'accord (c'est-à-dire y compris le C.V.) de l'oscillateur local dans la grille-anode G_2 et en alimentant la grille-écran à travers une résistance série.

On stabilise également la tension de l'anode oscillatrice. Dans le cas de l'alimentation série, on découple la résistance par une forte capacité, 8 µF, par exemple, que l'on double par un condensateur mica de 1.000 µµF. Une meilleure solution consiste à alimenter la plaque oscillatrice à partir de la + H.T. non filtrée, en établissant une cellule de filtrage supplémentaire. On calcule la résistance pour ramener la tension à sa valeur normale (150. 200 v).

MISE AU POINT DES ÉTAGES AMPLIFICATEURS H.F.

Les changeurs de fréquence sont de nouveau et de plus en plus précédés d'un étage H.F. On trouve alors un circuit d'accord ou un présélecteur et un transformateur H.F. Le secondaire de ce transformateur est le circuit d'accord de la grille modulatrice de la changeuse de fréquence.

Accrochage H.F.

En plus des causes d'accrochages que nous avons vu pour la M.F., les étages H.F. peuvent en avoir d'autres. Par exemple, les commutations qui nécessitent parfois des connexions multiples ou longues. Ainsi dans le cas d'un étage H.F. à bobinages séparés à 4 gammes, on a au moins 8 bobines. La solution la plus simple c'est de grouper les bobines par étage et de les monter directement sur le commutateur. C'est celle adoptée dans les blocs. Au cas où, pour une raison ou pour une autre, on est obligé d'avoir des connexions longues, on peut, pour éviter des couplages parasites, blinder les connexions en les passant dans du soupliso sous gaîne métallique, qui présente l'avantage de faible encombrement et de capacité relativement faible. On peut aussi disposer des cloisonnements entre différents organes, tout

en évitant de placer trop près des bobinages (prévus sans blindage) des blindages fermés (fig. 117).

Pour le reste, il suffit d'avoir des sources de tension stables : alimentation des écrans sur des ponts séparés, tubes légèrement surpolarisés et découplages dans les circuits plaque.

ACCROCHAGES (DÉCOUPLAGE)

Découpler, c'est détruire un couplage parasite. Un couplage parasite peut être la cause de multiples perturbations : accrochage sur une gamme ou sur plusieurs,

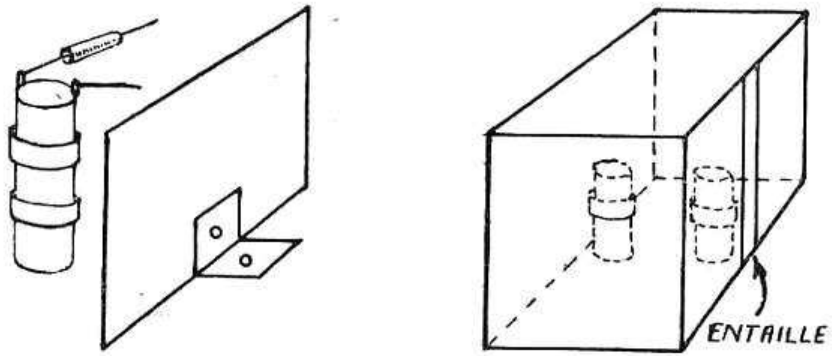


Fig. 117. — Pour éviter des couplages parasites, on dispose des cloisonnements. Si le cloisonnement a la forme d'une spire fermée, il faut qu'il soit suffisamment grand, au besoin on pratique une fente pour éviter l'effet de la spire d'absorption.

souffle (à la limite d'accrochage), etc. Le souffle rend impossible la réception des stations faibles.

En B.F. les couplages parasites provoquent des sifflements aigus et, dans certains montages, l'instabilité de fonctionnement. Il ne faut pas toutefois croire que toutes les perturbations sont dues à des couplages parasites. Non. Ainsi, dans le cas d'instabilité, on peut aussi bien incriminer des valeurs incorrectes ou instables que des résistances trop fortes, etc... Quels sont les remèdes pour détruire les couplages parasites ?

Le premier, nous l'avons dit : le découplage, le second : le blindage. Celui-ci sert surtout pour détruire les couplages magnétiques. Le découplage pour détruire les couplages électriques (par capacité) ou dynamiques (par résistance).

Chaque fois que deux ou plusieurs circuits ont un élément commun, si celui-ci n'a pas précisément pour but d'établir un couplage, il sera découplé. Par exemple, les circuits des lampes L_1 et L_2 se ferment à travers la source + H.T. qui a une certaine résistance interne (fig. 118). Aux bornes de cette résistance apparaît une

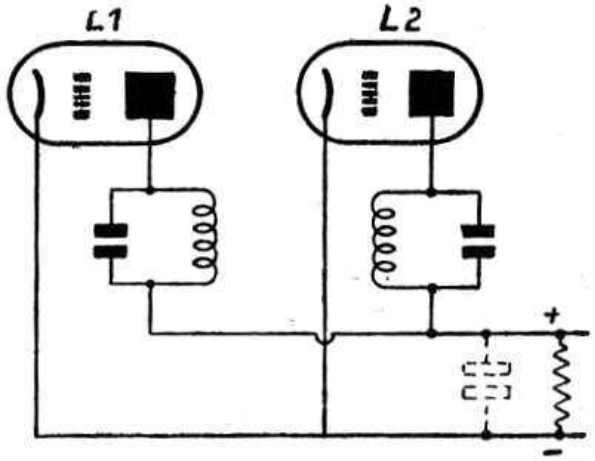


FIG. 118. — Quand différents circuits se referment à travers un élément commun et que l'on veut éviter des couplages parasites, il faut que son impédance aux courants qui le traversent soit nulle. Si l'élément a une impédance élevée, il faut le découpler par un condensateur dont l'impédance présente au moins 1/5 à 1/20 de l'impédance de l'élément. L'idéal est d'avoir une impédance nulle. C'est-à-dire, par exemple, l'élément étant une réssitance de 1.000 Ω il faut donc que le condensateur ait une impédance beaucoup plus faible (50 à 200 Ω).

différence de potentiel variable et malgré qu'elle soit due uniquement à la variation du courant d'une seule lampe, elle est également appliquée à l'autre. Même dans

le circuit d'une seule lampe, elle peut constituer un couplage entre les circuits des différentes électrodes. Pour détruire ce couplage, on place aux bornes de cette résistance un condensateur dont l'impédance est négligeable pour toutes les fréquences qui parcourent normalement cette résistance. Par exemple, pour le circuit de l'alimentation anodique on choisit 8 à 32 µF. Ces condensateurs sont, généralement, électrochimiques et présentent parfois une résistance série en H.F. Il est alors bon de les doubler d'un condensateur au papier de 0,1 µF, par exemple.

Même un condensateur d'une assez grande valeur ne constitue pas, parfois, par rapport à la résistance de la source + H.T. un découplage suffisant. Il s'établit alors un couplage entre la lampe de sortie et la lampe préamplificatrice qui se traduit par des « tocs » plus ou moins rapides. Pour l'éviter on peut soit utiliser un montage permettant d'inverser la phase (montage avec double triode, par exemple), soit établir un circuit de découplage pour l'alimentation de la lampe préamplificatrice ; 20 à 50.000 Ω et un condensateur de 4 à 8 µF conviennent parfaitement.

Examinons maintenant le cas d'une seule lampe : une penthode. Entre la cathode et la masse une résistance se trouve intercalée, c'est la résistance de polarisation. Dans cette résistance vont circuler différents courants. Le courant plaque, le courant grille-écran, etc... Si c'est une lampe amplificatrice on aura, en plus de la composante continue, une composante H.F. ou B.F. Si on ne la dérive pas directement de la cathode à la masse, elle va créer une chute de tension variable qui sera appliquée à toutes les électrodes. Pour l'éviter, on branche en parallèle sur la résistance de polarisation un condensateur dont l'impédance est négligeable vis-à-vis de la

valeur de la résistance. Pour une amplificatrice H.F., il sera de 0,1 µF pour une B.F. de quelques µF.

Les accrochages en H.F. et M.F. sont souvent dus à l'instabilité des potentiels H.F. dans le châssis. Par exemple, quand le + H.T. est distribué par un fil nu rigide au milieu du châssis. Il y a un champ qui se crée autour de lui. Les phénomènes qui en résultent sont assez complexes. Ou bien on entend un sifflement, un hurlement ou des « tocs » répétés. Comme ces derniers sont dus, généralement, à la B.F., on commence par débrancher le circuit de la C.A.V. Si au lieu de « tocs », le son se transforme en sifflement, ce sont les cricuits H.F. qui sont seuls à incriminer. Un autre moyen consiste dans l'émission par l'oscillateur de mesures d'un très fort signal. La C.A.V. polarise fortement les lampes. L'accrochage disparaît, le poste devient silencieux.

Pour éviter l'instabilité en H.F. ou M.F. on peut soit établir des découplages à la sortie + H.T. des transformateurs M.F. (R de 500 à 1.000 Ω, C de 0,1 µF) soit, tout simplement, découpler le fil + H.T. en un ou deux endroits.

La même instabilité de potentiel concerne la masse. Là un découplage du secteur au châssis par un condensateur de 5.000 à 10.000 cm peut rendre de grands services. En général, un pôle du secteur étant relié à la terre, le châssis prend de ce fait, un potentiel bien déterminé et sert d'écran.

Il existe encore d'autres découplages dans un châssis : par exemple, celui de la résistance d'alimentation de l'anode oscillatrice, etc...

CONCLUSION

Vous allez lire ce manuel, vous allez vouloir le mettre en pratique et vous constaterez, peut-être, en faisant telle ou telle modification que le mal continue à subsister. Vous vous demandez « pourquoi » ?

Un cas concret, mieux que de longues considérations, vous l'expliquera :

« Poste de construction amateur, n'ayant jamais fonctionné et comportant H.F., modulatrice, M.F., diode détectrice, triode B.F., penthode de sortie. C.A.V. : *motor-boating* violent ».

Ce terme anglais désigne un accrochage faisant entendre un bruit semblable à celui d'un moteur d'une petite embarcation. C'est une oscillation de relaxation qui donne ce bruit caractéristique. Mais d'où vient-elle ?

Le premier soin est de mettre la C.A.V. hors service, ce qui ne supprime pas le défaut. En vérifiant les masses l'opérateur reçoit une décharge en touchant le boîtier d'un des électrolytiques : celui-ci pratiquement isolé par la peinture « aluminium » du châssis. Une capacité baladeuse indique un changement de tonalité de l'accrochage en shuntant le dit condensateur après sa mise à la masse : le condensateur est sec.

Le condensateur changé, le *motor-boating* a changé de ton, mais il subsiste. En vérifiant les courants anodiques, on relève du *motor-boating* dès la plaque de la modulatrice et il subsiste si on isole cette lampe. En court-circuitant la fuite de la première grille, il cesse en ce

point : erreur de marquage de cette résistance qui fait 0,5 MΩ au lieu de 50.000 Ω. La valeur correcte rétablie, le courant anodique de cette lampe n'est plus pulsé... mais le *motor-boating* subsiste.

On dépiste encore une masse mal faite sur une résistance de fuite de grille, puis un isolement défectueux de cathode à la triode de B.F. La C.A.V. rétablie, provoque de nouveau le *motor-boating* qui avait enfin disparu ; une réduction de résistance en a enfin définitivement raison.

Moralité : Un seul symptôme, dû à six causes différentes dont chacune peut le provoquer.

SAVOIR C'EST ÊTRE AU COURANT

La mise au point d'un châssis consiste dans l'ajustage des différentes parties, dans le « fignolage » des détails. Il est inutile de dire qu'elle peut se faire aussi bien sur un récepteur déjà en circulation que sur un récepteur neuf. Le fait qu'un récepteur a été vendu ne prouve pas forcément qu'il a été parfaitement mis au point. Ainsi voilà pour l'artisan, le dépanneur, le petit constructeur un débouché nouveau qui compensera la saturation du marché.

Seulement, ce genre de travail exige d'autres « armes » que ce « Manuel ». Il faut, en effet, avoir le schéma du récepteur à mettre au point, travail pénible et long quand il s'agit de le relever soi-même. C'était, d'ailleurs, jusqu'à maintenant le seul moyen de se le procurer : les constructeurs invoquant le « secret de fabrication » les refusaient systématiquement. En affirmant que « c'était le seul moyen... » nous n'avons pas commis d'erreur de temps, car à l'heure actuelle il existe un recueil de schémas, déjà assez abondant et qui augmente de volume chaque mois. Nous voulons parler ici de la « Schémathèque de Toute la Radio ».

Les schémas sont publiés dans « Toute la Radio » et aussi complétés périodiquement par des fascicules supplémentaires. Pour les conserver, un classeur spécial, sans perforation a été établi.

C'est encore pour d'autres raisons que nous signalons l'existence de cette « Schémathèque ». Chaque schéma est accompagné d'une description du récepteur, donnant toutes indications concernant la valeur de la M.F., les

points de concordance, l'emplacement des ajustables parallèles (trimmer), série (padding), etc... Le travail se trouve de ce fait considérablement facilité.

On y trouve en outre des indications sommaires sur les tensions appliquées aux différentes électrodes, les pannes probables, etc...

Mais le « rajeunissement » d'un récepteur ne comporte pas toujours un nouvel alignement ou une mise au point. Dans la majorité des cas, les récepteurs sont mis au point convenablement et ne se dérèglent pas énormément. Il s'agit surtout de dépannages. Dans ce cas, nous ne pouvons mieux faire que de vous recommander l'excellent ouvrage de M. R. DE SCHEPPER : « Radio-dépannage et Mise au point ».

TABLE DES MATIÈRES

Pages

Introduction 9

Des surprises de l'enfantement 10

CHAPITRE PREMIER

Vérification d'un châssis câble

A. *Etude sommaire de l'outillage et des appareils de mesure* 11

a) Outils 11

b) Appareils de mesure et de contrôle 16

c) Indicateurs de résonance 22

d) Oscillateur de mesure 27

e) Antenne fictive 28

f) Condensateur variable séparé 30

B. *Vérification mécanique* 31

a) Vérification du câblage 31

b) Vérification des soudures 32

c) Vérification des circuits 33

Tableau récapitulatif des différentes vérifications 39

C. *Mesures statiques* 41

De l'utilisation correcte des appareils de mesure 41

a) Tensions d'alimentation 43

b) Tensions de polarisation 49

CHAPITRE II

Réglage et alignement des récepteurs

A. *Généralités sur les circuits* 55

a) Faites connaissance avec le circuit oscillant 55

b) Emetteur, ondes et poste récepteur 60

c) Le réglage, le connaissez-vous ? 61

d) Les circuits fixes 63
e) Blindage 64
f) Sélectivité 64

B. *Alignement* 68

a) Alignement des récepteurs à amplification directe... 68
1) Qu'est-ce qu'un récepteur à amplification directe ?.. 68
2) Principe 68
3) Méthode d'alignement P.O., G.O., O.C..... 69
4) Pour conserver le réglage 74
5) Anomalies 74

b) Alignement des récepteurs à changement de fréquence. 77
1) Qu'est-ce qu'un changeur de fréquence ?..... 77
2) Comment on obtient la M.F..... 78
3) Fréquence image 80
4) Commande unique des changeurs de fréquence.. 81
5) Pratique de l'étalonnage 89
Réglage de la M.F..... 89
Réglage et alignement des circuits d'entrée..... 107
Réglage du circuit oscillateur 114
Méthode rapide d'alignement 126

c) Etablissement d'un cadran étalonné en noms de stations 133
d) Anomalies dans l'alignement 139
e) Méthode simple de vérification des condensateurs fixes. 140

CHAPITRE III

La mise au point

A. *Mise au point des circuits d'alimentation* 145
a) Si la valeur de la H.T. est insuffisante..... 145
b) Ajustages des tensions d'alimentation 149

B. *Mise au point des étages B.F*..... 153
a) Description et fonctionnement des étages B.F..... 153
b) Mise au point proprement dite 156

C. *Mise au point de l'étage détecteur* 177
Détection 177
a) Détection diode 178
b) Détection plaque 187
c) Détection grille 189

D. *Commande automatique du volume* (C.A.V.)..... 191
Principe 191
Mise au point proprement dite 192
C.A.V. amplifiée 194
C.A.V. différée 196

E. *Réglage silencieux* 197

F. *Indicateurs visuels d'accord* 199
a) Indicateurs à aiguille ou à l'ombre..... 199
b) Indicateurs au néon 199
c) Trèfle cathodique, œil magique 199
d) Indicateur de résonance au moyen de tubes pilote.. 203

G. *Mise au point des étages M.F*..... 204
a) Amplification insuffisante 205
b) Accrochages. 207

H. *Mise au point du changeur de fréquence*..... 211
Principe 211
Mise au point de l'oscillateur..... 212

I. *Mise au point des étages amplificateurs H.F*..... 220
Accrochages H.F. 220

J. *Accrochages (découplage)* 221

Conclusion 225

Appendices

Savoir, c'est être au courant..... 227
Documentation industrielle 229