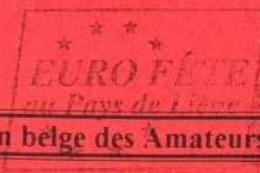
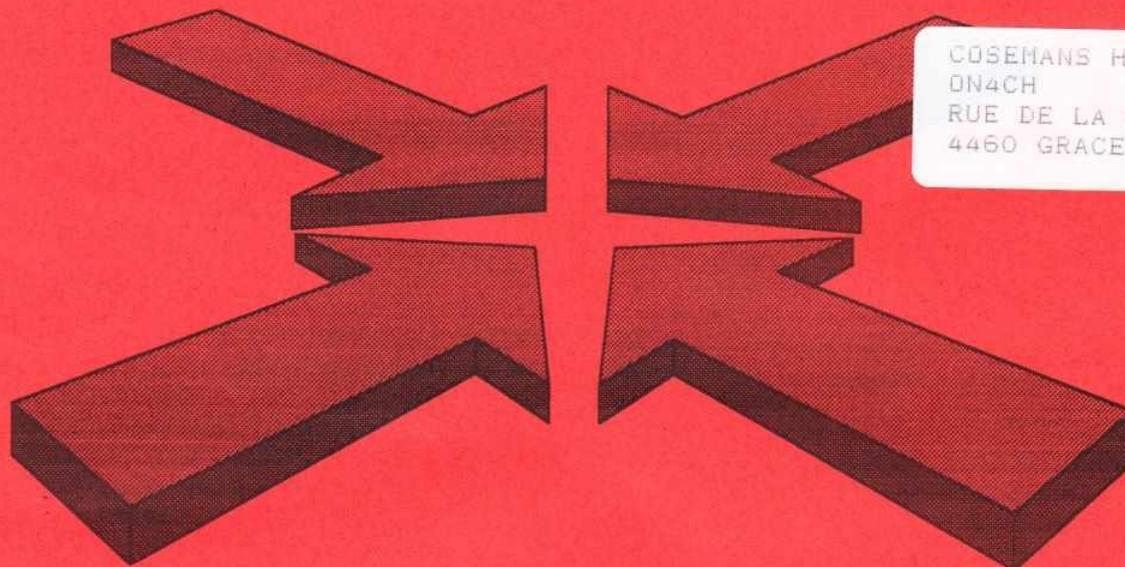


Décembre 1999

Union belge des Amateurs Emetteur



Revue mensuelle des Amateurs émetteurs de la Province de Liège



COSEMANS HENRI
DN4CH
RUE DE LA POULE 20
4460 GRACE-HOLLOGNE

Déposé à Liège X

ON0LG

Editeur responsable : Le Comité

Rédacteur : ON4DX
1 D, Route de Hamoir
4190 XHORIS

1. P.V. des réunions de sections
2. Le grand retour des galvanomètres
3. Double Lévy rotative 10-12-15-17-20
4. Prefixes et indicatifs russes
5. Les Oscillateurs LC
6. Offre LNI

Ce pli peut être ouvert pour contrôle postal

Renseignements utiles ...

	Section LGE	Section HUY	Section RAT	Section GDV	Section RBO
Président	ON4 CY	ON5FC		ON6 CR	ON5 VU
Téléphone	04 257 75 57	085 21 76 76	04	087 35 00 57	087 74 23 80
Local	Institut St Laurent Rue St Laurent, 29 4000 Liège	Rue Poncelet, 44 4520 Antheit	Institut St Joseph Rue de l'Industrie, 19 4420 Tilleur	Rue des Prairies, 8 4800 Verviers	Kettensierstrasse, 51 4711 Walhorn
Réunion mensuelle	Le deuxième samedi du mois	Le premier vendredi du mois	Le premier lundi du mois	Le premier mardi du mois	Le deuxième vendredi du mois
N° compte	240-0203100-83	792-5712824-61	001-1839111-67	068-0570870-52	
QSO fréquence	Jeudi de 20h-21h 145.575 Mhz.	Jeudi de 20h-21h 145.575 Mhz.	Jeudi de 20h-21h 145.575 Mhz.	Dimanche 11 - 12h ON0VE (145.600)	Jeudi de 20h-21h 145.575 Mhz.
QSL Mger	ON5PO	ON1KKD		ONL6622	ON8BV

Les personnes intéressées par le radioamateurisme peuvent se renseigner auprès des Présidents des sections.

Président provincial :

Relais des sections de la Province de Liège.

Relais ATV :

ON0TVL	Entrée : 1250 MHz Son/image: 5,5 Mhz FM	Sortie : 1.280 Mhz. 10 W. horiz. Omni, ERP 40 W	JO20SP
--------	--	--	--------

Relais Phonie :

70 cm ON0PLG	430.275 MHz.	+ 1,6 MHz.	JO20UO
2 m ON0LG	145.650 MHz.	- 600 KHz.	JO20SP
2 m ON0VE	145.600 MHz.	- 600 KHz.	JO20WN

Fréquence utilisateurs " Packet Radio " :

ON5VL - 430 500	9 600 bds dama	JO20SO
439 800	1 200 + 4 800 bds dama	
ON0ULG 144 975	1 200 bds dama	JO30AM
430 575	1 200 + 4 800 bds dama	
ON0RET 144 887.5	1 200 bds	JO20UO
ON0RAT 144 925	1 200 bds	JO20UQ
430 800	1 200 bds	
438 200	9 600 bds	

Votre soutien financier aux comptes :

ON0LG (revue) 240 - 0203614 - 15 Mrs Peeters et Deldime - LOUVEIGNE (Sprimont)

ON0PLG 068 - 2154488 - 48 Groupement relais ON0PLG

COURS RADIO AMATEURS :

En langue française : Reprise des cours en septembre - pour l'horaire et le lieu contacter votre PS

En langue allemande : section RBO, contactez ON5VU - 087/74 23 80

COURS C W :

Tous les mardis soirs de 19h30 à 21h00 au shack de la section de Liège, cours donnés par ON4CH

Membre d'honneur de l'U.B.A. et admis d'office à toutes les réunions des différentes sections - Robert Vandeputte - ON4VI.

Pour recevoir cette revue il suffit de verser 500 frs par an au compte de votre section.

Votre soutien financier permet l'achat de matériel qui fait progresser vos connaissances !

Réunion de la section LGE du 13 novembre 1999.

1. Présents.

ONL4408, ONL10294
ON4BH, ON4CA, ON4DX, ON4CY, ON4FP, ON4KGL, ON4KJE, ON4LBH, ON4KLR,
ON4KLS, ON4VL
ON5EE, ON5GR, ON5IS, ON5PO, ON5TH
ON6AM, ON6GS,
ON7TP

2. Début de la réunion

Accueil par le président de section et excuses d'Yvan pour son absence à la dernière réunion retenu qu'il était par le qrl-pro. Le président de section fait savoir qu'il n'a pas de nouvelles mais qu'il y a beaucoup de questions

Il signale sa présence à la réunion présentant les résultats des mesures effectuées lors de l'éclipse du 11 août. Auditoire à Bruxelles avec plus d'une centaine de personnes. Les gens de l'I.R.M. ont été étonnés du résultat des mesures et de la participation intéressante des Radioamateurs que l'on remercie pour leur contribution active. La majorité des résultats sont considérés comme très valables. Une station idéalement positionnée dans le maximum de la zone d'ombre et perpendiculairement aux balises dont les résultats sont actuellement à l'analyse et dont les résultats seront connus vers le mois d'avril ou de mai. Yvan signale alors l'excellence du travail de ON4UN qui a fait un exposé de 3 heures sur les mesures et les résultats concernant les 40 et 80 m.

Remerciement à ON4BH pour l'intervention sur le PC de la section contaminé par un virus. Tout est en ordre maintenant et un antivirus a été placé par ON5NI.

Le pylône des Croisettes est maintenant dénudé. reste toujours le problème du démontage et signalons que celui-ci est disponible GRATUITEMENT pour celui qui viendra l'enlever.

En ce qui concerne le shack et notre bail de location pas de nouvelles ... bonnes nouvelles !!!

Pour les cours ONL (voir réunion précédente) toujours pas de candidats pour donner les cours et manque d'intérêts réels au sein des oms de la Croix-rouge dont le seul but est de pouvoir utiliser le matériel R.A.

3. La parole aux Oms

Suite à l'annonce de demande de remplacement du rédacteur de la revue et du président de province nous heureux d'enregistrer les candidatures de ON4BH et de ON7TP qui réaliseront en équipe le journal provincial et ON4BH qui postule la charge de président de province à titre intérimaire pour un an.

Congrès 2001 : une réunion est prévue pour le samedi 18 décembre, toutes les bonnes volontés sont les bienvenues. Venez avec vos idées et suggestions.

Relance de la section Croix-rouge U.B.A dans notre province

Motifs : an 2000 avec beaucoup plus de manifestations que les autres années
Euro 2000

Problème à très court terme du Beuge de l'an 2000.

La section montrant son accord de principe sous réserve d'une participation active et soutenue dans le temps des responsables Croix-rouge de la rue Bellevaux à Grivegnée.
Il y aura une réunion de coordination le 27.11.99

Un exercice depuis le shack de section ou depuis son qra pour les stations proche d'un hôpital.

Le but de cet exercice est la liaison entre les différents hôpitaux et le centre Croix-rouge à Grivegnée et le centre national à Bruxelles.

La Croix-rouge est un service d'utilité publique. ON5TH, Jean-Claude est chargé de la prise de contact afin de restructurer ce service au sein de la province

Il y aura le relevé d'une liste d'Oms proches d'un centre 100 avec leur accord bien entendu.

Pour cette raison la REUNION DE SECTION qui devait se tenir comme d'habitude le second samedi du mois est déplacée.

ATTENTION :

Le **27 novembre** réunion de coordination Croix-rouge à 14h30 au shack de St Laurent

Le **11 décembre** réunion Croix-rouge entre 14 et 16 heures pour un exercice

Le **18 décembre réunion de section** et réunion A.G. 2001 à St Laurent.

**PROCHAINE REUNION DE SECTION
LE SAMEDI 18 DECEMBRE 1999
AU LOCAL DE ST LAURENT DES 14 HEURES**

Groupement des Radio-Amateurs de Verviers et Environs

Siège social: ~~Place de Montigny 04 - 4800 - VERVIERS~~
 Secrétariat: ~~Le Centre National B - 08 - 4819 - SART~~
 ☎ : Boîte Postale 11 - 4800 - VERVIERS 1
 Compte: 068-0570870-52



G.D.V
a.s.b.l

ON0VE: 145.600

RAPPORT de la REUNION DU 2 NOVEMBRE 1999

Présents: ON1KWY - 1LDH - 1MDM - 4SG - 4KRI - 4LBU - 4KOJ - 5EW - 5MH -
6CR - 6FN - 7 ZM - ONL 1376 + qrp's - 4045 - 6622 et Mr LARA

Notre Président ouvre la séance pour apprécier la belle assemblée de ce soir; voyez le nombre de présents; il nous informe des activités administratives qui sont cloturées.

Il donne lecture de la lettre de notre ami Jean ON4JS pour information aux membres il faudra réunir le Comité pour examiner la question.

Il remercie NOEL et DANIEL pour les travaux effectués tant sur les moteurs que sur les antennes et Noel serait désireux de placer une antenne beam à Malchamps, pourquoi pas ; il a regardé l'empattement qu'elle prendrait et elle ne devrait pas déborder de l'endroit.

La parole est donnée à chacun des membres qui énoncent leurs nouvelles et au terme des temps de parole le Président lève la séance.

N'oubliez pas « LA PORTE OUVERTE » le troisième samedi du mois, le 20 novembre à partir de 9H jusqu'à 12H.

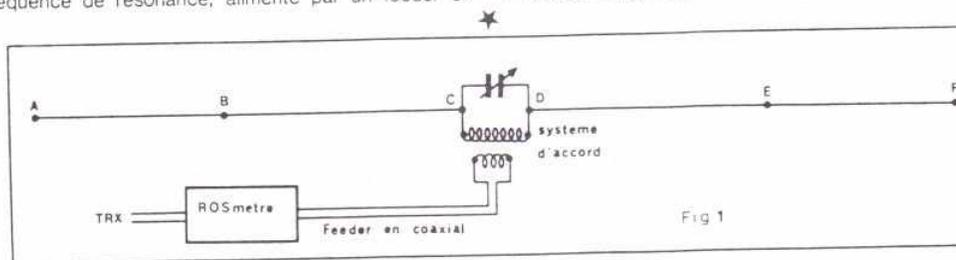
Le secrétaire: ON1I DH

Double Lévy rotative pour les bandes des 10-12-15-17-20 et 30 mètres

Par F9HJ

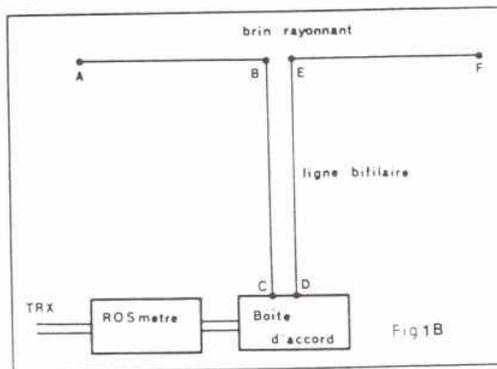
Afin d'éviter toute confusion, je tiens à définir l'extension de l'appellation LEVY que j'utilise dans cet article. Il s'agit d'un dipôle d'une longueur quelconque, au centre duquel est inséré un système d'ACCORD de la fréquence de résonance, alimenté par un feeder en

câble coaxial, généralement en aval d'un ROS-mètre, qui sert à vérifier cette résonance par une mesure de $1/\Gamma$. Le système d'accord contient au minimum une self et un condensateur, connectés en parallèle ou en série.



La figure n° 1A illustre cette définition. Pour mettre ce système d'accord à la portée de la main de l'OM, une partie du dipôle est repliée sous la forme d'une ligne bifilaire, qui, comme le reste du brin rayonnant, travaille en ondes stationnaires.

Comme dans toute Lévy, l'aérien se compose de 3 parties que nous allons étudier dans le détail. (Figure n° 1B).



La partie rayonnante

Deux dipôles semblables sont reliés, en leur centre, en parallèle et en opposition de phase, à une même ligne bifilaire. Cette configuration fut imaginée par le Docteur John Kraus, W8JK, qui en publie récemment une récapitulation et une mise à jour dans le QST de juin 1982, de la page 11 à la page 14. La figure n° 2 montre cet assemblage. Nous nommerons (l) la longueur d'un DEMI-BRIN, (g) l'espacement central, (s) la distance entre les 2 éléments.

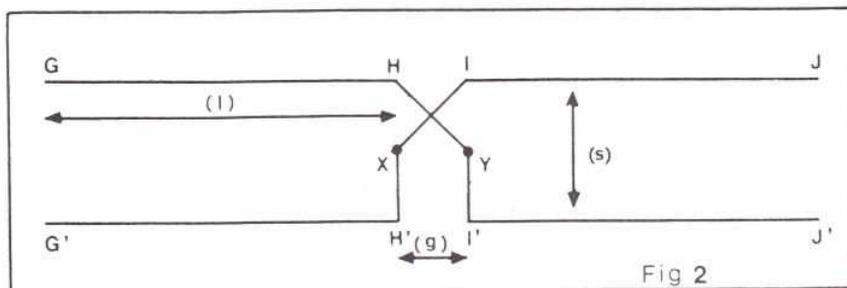
Pour (g), W8JK préconise 25 cm, cette valeur n'est pas critique. Quant à (l), cette longueur ne doit pas être inférieure à $\lambda/8$ de la bande la plus basse soit environ 3,75 m pour couvrir de 10 à 30 m. Si l'on s'arrête à 20 m, 2,50 m suffisent. Il est intéressant d'utiliser pour chaque demi-brin, la plus grande longueur possible de tube, compte tenu des nécessités mécaniques. Un montage télescopique allège le poids de la beam. Comme, dans une Lévy, la fréquence de résonance ne dépend pas uniquement du brin rayonnant, la longueur (l) n'est pas strictement définie. La seule condition impérative est que les 4 demi-brins soient exactement d'une même longueur.

Pour (s), il faut prévoir $\lambda/8$ de la bande la plus basse. Le couplage serré des 2 éléments en opposition de phase (appelés aussi quelquefois « éléments pilotes ») entraîne un rayonnement NUL dans la direction des pointes et dans toute direction perpendiculaire au plan des éléments. Je reviendrai sur ces points importants lors des propriétés de cet aérien.

La ligne bifilaire

Deux morceaux de coaxial 52 ohms, connectés en série (figure n° 3) avec leurs blindages soudés entr'eux **UNIQUEMENT** aux 2 extrémités, forment une ligne bifilaire transformateur quart-d'onde qui va jouer un double rôle :

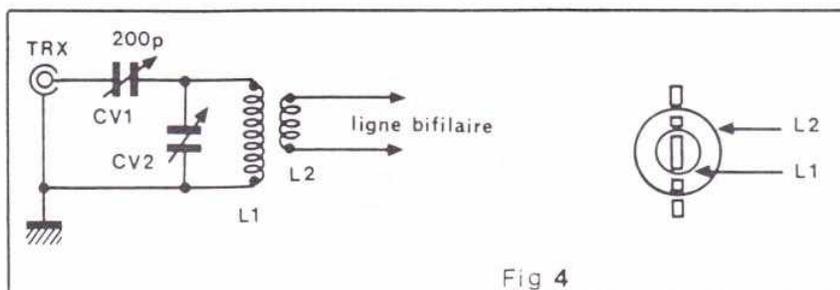
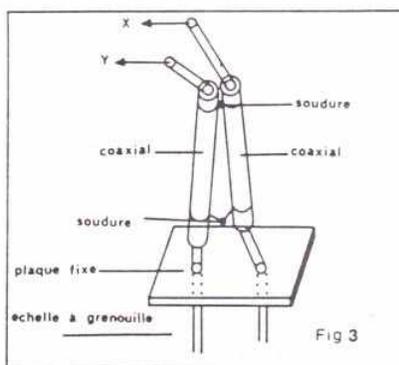
- **électrique** : A la fréquence de résonance propre du dipôle (en fondamentale demi-onde), l'impédance au centre est faible. Elle diminue encore à cause de la mise en parallèle des 2 dipôles ; une connexion à une « échelle à grenouille » ou un twin-lead obligerait celui-ci à un régime d'ondes stationnaires avec un très fort ROS. Ce quart d'onde de longueur = $(l) \times 0,7$



possède une impédance caractéristique de 104 ohms, il transforme les quelques 20 ohms en une impédance proche de celle de la ligne bifilaire.

- **mécanique** : Les 2 morceaux de coaxial, rendus solidaires par du ruban adhésif, permettent une rotation plus aisée que celle d'une « échelle à grenouille » ou d'un twin-lead d'émission. Leur longévité est plus grande. Leurs extrémités inférieures aboutissent à 2 points fixes, points de départ de l'« échelle » ou du twin-lead.

Dans de précédents articles, j'ai décrit la construction très facile et peu onéreuse d'une « échelle », avec 2 fils multi-brins enrobés de plastique et des morceaux de PVC de faible diamètre comme écarteurs, tous les 75 cm, environ. (Figure n° 4). L'antenne fonctionnant sur 10 m, je rappelle que l'écartement entre les 2 fils NE DOIT PAS dépasser 10 cm, quel que soit le diamètre des fils.



La boîte d'accord

Suivant la longueur nécessaire de la ligne bifilaire, une alimentation en tension (accord parallèle) ou en intensité (accord série) est appliquée à la base de la ligne bifilaire. Toutes les boîtes utilisées pour des Lévy filaires sont utilisables, et les OM qui en possèdent n'auront pas à les refaire, simplement à les adapter. La figure n° 4 montre un montage série-parallèle, que j'avais mis au point initialement pour les Delta-Loops, mais qui donne également de bons résultats à la base des dipôles.

Voici pour du fil mono-brin « 1,5 carré » soit environ $\varnothing = 14/10^6$, bobiné sur un mandrin de 5 cm environ,

avec 3 mm entre les axes de 2 spires voisines, un tableau donnant le nombre de spires pour L1 et L2, en fonction de quelques valeurs possibles de CV2.

CV2	100 pF	120 pF	150 pF
L1	7 sp	6 sp	5 sp
L2	6 sp	5 sp	4 sp

Ces valeurs sont données à titre indicatif, car les inductances dépendent essentiellement de la longueur de la ligne bifilaire. Il faudra également choisir sur L2 (\varnothing de 6,5 à 7,5 cm) le nombre de spires donnant la meilleure adaptation (Puissance de sortie égalant celle sur charge fictive).

EXEMPLE CHIFFRE ET PERFORMANCES

Afin d'exploiter les résultats donnés par W8JK, nous prendrons les dimensions de sa propre version couvrant de 10 à 20 m, soit :

- (l) = 3,525 m (g) = 0,25 m (s) = 2,6 m,
- longueur de chacun des coaxiaux = 2,5 m.

J. Kraus indique les gains suivants, par rapport à l'isotrope :

sur 20 m : 5,7 dB - sur 15 m : 6,7 dB - sur 10 m : 7,7 dB.

Ces gains s'approchent des Yagis tribandes à 2 éléments passifs. Cependant il est important de préciser que cet aérien est BIDIRECTIONNEL, une rotation de 180° suffit à explorer toute la planète, mais son rapport avant/arrière est de 1. Par contre, son rapport avant/côté est théoriquement infini, (ce n'est pas le cas chez le Yagi). L'angle de départ du lobe principal est inférieur à 40°. A une hauteur d'une demi-onde (10 m pour la bande des 20 m) un seul lobe avec un angle de 27° : cette antenne ne gaspille pas d'énergie rayonnée trop verticalement, elle est excellente pour le DX, elle doit ses propriétés principalement à l'opposition de phase de ses 2 éléments.

MONTAGE

Comme sur la TA 33 Junior, chaque demi-brin du même élément peut être fixé sur un profilé d'aluminium, par 2 supports isolants, le boulon du support le plus central portant une cosse à souder ou à serrer, pour le départ de la ligne de déphasage. Les colliers en plastique, prévus pour les tubes PVC, devraient convenir. Seuls, les coaxiaux se déplacent, pendant la rotation de la beam ; la liaison avec la ligne bifilaire se fait sur une plaquette de plaxiglass ou de stéatite, fixée à au moins 0,5 m du mât s'il est en métal. L'« échelle » ou le twin d'émission reste fixe.

F9HJ. PIERRE VILLEMAGNE. LOT FOND C. JONZIEUX. 42660 ST-GENEST-MALIFEAUX.

Si l'« échelle » doit rester parallèle au mât pendant sa descente, on peut remplacer ses écarteurs par une fixation sur 2 poulies isolantes (genre clôture électrique). Des planchettes de bois peint, horizontales, solidement fixées au mât, portent les poulies isolantes vissées dans leur épaisseur. Les 2 fils sont amarres sur ces poulies comme l'étaient les fils téléphoniques sur leurs « tasses », au bon vieux temps des lignes PTT 600 ohms, par un morceau de fil fin. Espace entre 2 planchettes superposées 1,50 ou 2 m, suivant la violence du vent !

Bonne réalisation de cet aérien performant. La simplicité et un faible QSJ ne sont pas les ennemis de l'efficacité, bien au contraire ! Pas de trappes incertaines après la pluie, ou de balun peu fiable quand la puissance de la station est au maximum, et, comme pour toute Lévy, le rendement optimum d'une antenne qui résonne !

Je réponds à toute question accompagnée d'une enveloppe self-adressée.

BIBLIOGRAPHIE

- en anglais :

- A rotary beam W8JK, dans le QST de juillet 1970.
- The W8JK Antenna : Recap and Update, dans le QST de juin 1982.
- Four-Element End-Fire Array, ARRL Antenna Book, chapter Multielement Directive Arrays.
- A new look at the W8JK antenna, dans Ham-Radio magazine de juillet 1981.

- en français :

- Multibande 9HJ/8 (réalisation de la boîte d'accord) Radio-REF de mars 1982.





F B CH Galvanomètres encastrables

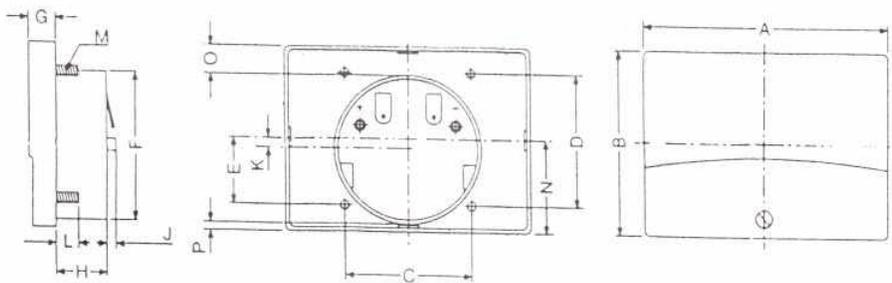
Conseils d'utilisation

- Des charges statiques du boîtier plastique peuvent générer des erreurs d'affichages de mesures.
- Protégez l'appareil de la chaleur et de l'humidité (Température de fonctionnement: 0-40°C)
- Nous déclinons toute responsabilité si l'appareil est utilisé dans un but autre que celui pour lequel il a été conçu, si les branchements ne sont pas correctement effectués ou s'il est en surcharge

Dimensions en mm, tolérance $\pm 0,2$ mm

Plage de mesure du VU-mètre	Résistance Interne
30 μ A	6,5 k Ω
50 μ A	3,0 k Ω
± 50 μ A	1,9 k Ω
100 μ A	1,0 k Ω
500 μ A	430 Ω
<hr/>	
1 mA	200 Ω
10 mA	2,6 Ω
50 mA	1,2 Ω
100 mA	0,65 Ω
500 mA	0,12 Ω
<hr/>	
1 A	60 m Ω
3 A	20 m Ω
5 A	12 m Ω
10 A	6 m Ω
15 A	4 m Ω
<hr/>	
10 V	10 k Ω
15 V	15 k Ω
25 V	25 k Ω
30 V	30 k Ω
100 V	100 k Ω
300 V/AC	300 k Ω
<hr/>	
1 mA/VU	200 Ω
S-Meter	3 k Ω
30V/1,5A	200 Ω

	PM-2/...	PM-3/...	PM-4/...
A	60,3	85,5	110,0
B	46,3	64,5	83,0
C	31,0	44,5	58,0
D	32,0	44,0	58,0
E	17,0	24,0	29,0
F	\varnothing 37,5	\varnothing 44,6	\varnothing 57,5
G	9,5	10,0	12,5
H	23,0	22,0	23,5
J	6,5	7,0	10,0
K	1,2	5,7	8,4
L	10,0	10,0	10,0
M	M2,5	M3,0	M3,0
N	23,2	32,0	41,5
O	5,4	16,0	21,0
P	3,3	4,0	4,5



PREFIXES des INDICATIFS RUSSES

=====

Deux grands blocs : RA " AAA à RZ " ZZZ et UA " AAA à UI " ZZZ

" = un chiffre de \varnothing à 9

le préfixe peut comporter une lettre et un chiffre ou deux lettres et un chiffre

Chiffres 1, 2, 3, 4., 6 (éventuellement 5) = EUROPE

7, 8, 9 et \varnothing = ASIE

Préfixes Usuels : RA, RK, RN, RU, RV, RW, RX, RZ, UA

Préfixes pour événements spéciaux: RB, RC, RE, RF, RI, RJ, RL, RM, RP, RQ, RS
RR, RT, RY, UB, UC, UD, UF, UG, UH, UI.

Le préfixe UE est utilisé dans les contests

La première lettre après le chiffre identifie la région d'où travaille la station

Les vétérans de la Seconde Guerre WWII peuvent utiliser les préfixes suivants: R1, R2, R3, R4, R6, R9, R \varnothing .

Malyi Visotkij utilise R1 MVA à R1 MVZ // Franz Joseph Land: R1 FJA à

R1 FJZ - Antarctique: R1 ANA à R1 ANL

Pour ces trois sites, les opérateurs peuvent aussi utiliser leur propre indicatif suivi de slash (/) MVI, FJL ou ANT

Informations en provenance de UA \varnothing FZ
(Source: RadCom RSGB Novembre 1999)

Vos références:

Nos références:

Monsieur,

Vous trouverez ci-dessous les prix et specifications du matériel faisant l'objet de l'appel d'offre dont références,

BOITIER MOYEN TOWER CE AT
CARTE MERE PII 100 MHZ AT
CPU INTEL 400 MHZ CELERON
VENTILATEUR
CARTE SVGA AGP 8 MB
DRIVE 1,44
DISQUE DUR DE 3,2 GIGA UDMA
MONITEUR SVGA 15" 0,28 PITCH
SDRAM 32 MB
SOUND 16
CD ROM 44 X
CLAVIER 105 T
SOURIS
DIFF 80 W

Pour la somme de

24900 TVA COMPRISE

Garantie de pieces et main d'œuvre de douze mois.

Nous vous prions d'agréer, Monsieur l'expression de notre considération distinguée.

Manuel Pérez-Caballero

I – Changer la sensibilité d'un milliampèremètre

Quand on désire diminuer la sensibilité d'un galvanomètre donné, pour mesurer des intensités supérieures à celle qui entraîne normalement sa déviation maximale, on monte en parallèle sur lui une faible résistance, appelée « shunt ». La figure 20 en montre le principe.

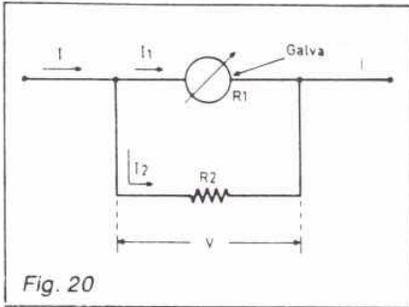


Fig. 20

L'intensité I à mesurer se partage en une intensité I_1 traversant le galvanomètre, et une intensité I_2 qui passe dans le shunt. Appelons R_1 la résistance de la bobine mobile, et R_2 celle du shunt : le problème consiste, dans chaque cas, à calculer R_2 , connaissant R_1 , l'intensité I_1 qui fait dévier le galvanomètre à fond, et l'intensité totale I pour laquelle on veut maintenant la déviation maximale. La chute de tension étant la même dans le galvanomètre et dans le shunt, la loi d'Ohm donne :

$$R_1 I_1 = R_2 I_2$$

D'autre part :

$$I = I_1 + I_2$$

On en déduit donc :

$$R_2 = R_1 \frac{I_1}{I_2} = R_1 \frac{I_1}{I - I_1}$$

II – Mesure des tensions continues

Fondamentalement, un galvanomètre ne peut mesurer que des intensités. Pour en faire un voltmètre, il faut donc transformer en courants les tensions à mesurer. On y parvient, comme l'indique la figure 21, par l'emploi d'une résistance R montée en série.

Soit I l'intensité donnant la dévia-

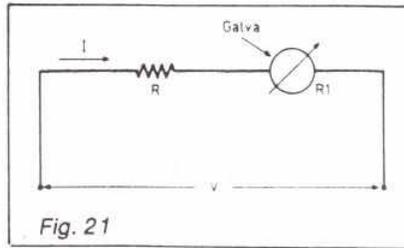


Fig. 21

tion maximale, R_1 la résistance propre du galvanomètre, et V la tension à pleine échelle, donc celle qui doit fournir le courant I_1 . La loi d'Ohm permet d'écrire :

$$V = (R + R_1) I$$

ce qui permet de calculer R

$$R = \frac{V - R_1 I}{I}$$

III – Modification de la courbe d'étalonnage

Il arrive qu'on ait, parfois, à mesurer de faibles variations de tensions ou d'intensités, autour d'une valeur moyenne relativement élevée. Le problème se posant surtout dans le cas des tensions, nous nous y limiterons.

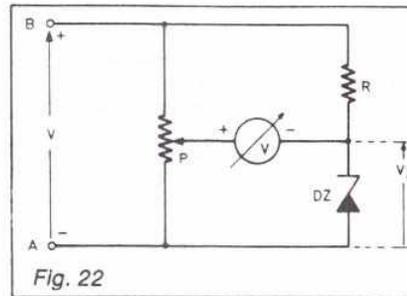


Fig. 22

Dans la figure 22, le voltmètre V est monté en pont entre R , la diode zéner DZ , et les deux sections du potentiomètre P . On applique la tension à mesurer entre les points A et B , et on choisit une tension zéner inférieure à la valeur intéressante. Tant que V reste inférieur à un seuil réglable par le potentiomètre P , le voltmètre ne dévie pas. Au-delà de ce seuil, il commence à dévier, avec une échelle dilatée.

En guise de conclusion

Voilà terminée une longue étude sur un appareil d'usage courant, mais souvent mal connu. Espérons qu'elle apportera, à nos lecteurs, quelques réponses aux questions qu'ils sont amenés à se poser...

R. RATEAU

Oscillateurs L.C.

O

Dénomination anglaise

L.C. OSCILLATORS

Principes généraux

Le schéma de principe de tout oscillateur est celui de la figure 1 qui comporte essentiellement un amplificateur A dont la sortie est rétrocouplée à l'entrée à travers un circuit sélectif B, lequel peut être un réseau déphaseur R.C., un circuit accordé L.C. ou un résonateur électromécanique (quartz ou diapason).

Pour qu'une oscillation s'entretienne dans le circuit, il faut que :

— Le gain de puissance dans la boucle soit égal ou supérieur à l'unité, c'est-à-dire que le gain en puissance de l'amplificateur compense exactement les pertes du circuit accordé et l'énergie prélevée par la charge. Cette condition est indispensable pour obtenir un signal de sortie exempt de distorsion, un excès de gain se traduisant, dans la majorité des cas, par une distorsion importante du signal délivré par l'oscillateur. En fait, pour que l'oscillation s'amorce, il est nécessaire d'avoir, à la mise sous tension, un gain en boucle quelque peu supérieur à l'unité ;

un dispositif de régulation automatique venant ajuster le gain à la valeur désirée dès que l'oscillation est démarrée.

— La réaction, c'est-à-dire le signal réinjecté à l'entrée, soit *en phase* avec celui qui provoque le courant de sortie. Il en découle que, si l'amplificateur introduit une rotation de phase de π , le circuit accordé doit introduire une rotation de phase de la même valeur pour compenser le déphasage introduit par l'amplificateur. Dans le cas où un amplificateur non-inverseur (amplificateur opérationnel ou amplificateur à deux étages) est utilisé, le circuit accordé doit, au contraire, n'apporter aucun déphasage sur la fréquence d'oscillation du montage.

Principaux types d'oscillateurs

Dans la « boîte noire » représentant le circuit accordé de réaction, nous avons fait figurer trois impédances Z_1 , Z_2 et Z_3 . C'est la nature de ces impédances qui détermine le type d'oscillateur :

— Si Z_1 et Z_2 sont des capacités et Z_3 une inductance, nous obtenons un oscillateur Colpitts (fig. 2-a).

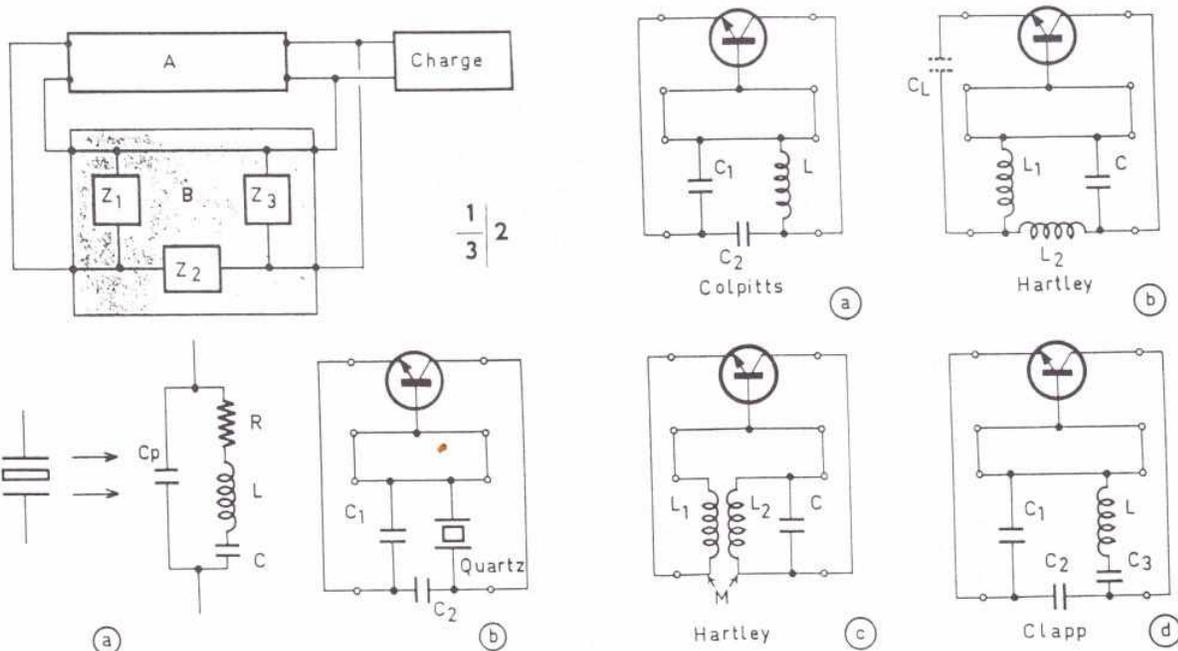
— Si Z_1 et Z_2 sont des inductances et Z_3 une capacité, le montage est du type Hartley.

On peut envisager deux types d'oscillateurs Hartley :

a) Celui dans lequel Z_1 et Z_2 sont deux fractions d'un même enroulement (dans ce cas il est nécessaire d'isoler, du point de vue du courant continu, l'entrée de l'amplificateur par un condensateur C_L représenté en pointillé sur le schéma de la figure 2-b).

b) Celui dans lequel cet isolement, du point de vue du courant continu, est obtenu au moyen d'un couplage magnétique entre les deux enroulements isolés électriquement. Dans ce cas, il y a lieu, dans le calcul du circuit accordé, de tenir compte de l'inductance mutuelle M entre ces deux enroulements (fig. 2-c).

— Une légère modification de l'oscillateur Colpitts (remplacement de l'inductance L par un circuit accordé série L.C.) nous conduit à l'oscillateur Clapp (fig. 2 d), lequel ne diffère guère, par son schéma électrique, d'un oscillateur à quartz. En effet, on sait qu'un cristal peut être considéré comme un circuit oscillant série R.L.C shunté par la faible capacité parallèle C_p (fig. 3 a). Cette dernière capacité



étant faible devant les condensateurs C_1 et C_2 qui déterminent le taux de réaction, on peut, en négligeant la résistance R , ramener le schéma de l'oscillateur à quartz à celui du Clapp (fig. 3 b).

Les schémas de principe que nous venons d'étudier mettaient en œuvre un transistor monté en base commune. Cette disposition, généralement utilisée aux très hautes fréquences, n'est pas la seule possible; les versions à émetteur et même à collecteur commun sont également utilisables. Cela nous conduit aux différentes configurations pratiques que nous avons groupées dans la figure 4. Nous y remarquons que les trois types de réaction — Colpitts, Hartley et Clapp — sont

transposables au montage à émetteur commun, tandis que seul le Hartley à deux enroulements peut être utilisé en collecteur commun. Cela s'explique aisément à partir des considérations suivantes :

1) Le gain en tension de ce montage est légèrement inférieur à l'unité, mais son gain en puissance est loin d'être négligeable ;

2) L'étage à collecteur commun fournit un signal de sortie en phase avec celui d'entrée.

Un circuit de réaction du genre de ceux du Colpitts, du Hartley à prise ou du Clapp qui, par construction, produisent un déphasage de π entre entrée et sortie n'apporteraient au montage qu'une réaction négative

(contre-réaction). Par contre, en ce qui concerne le Hartley à deux enroulements, on est toujours maître de la phase de la tension de sortie : il suffit de brancher l'enroulement de réaction dans le sens voulu et, de plus, le gain en tension inférieur à l'unité du montage n'est pas un handicap puisque, par le jeu du rapport de transformation du circuit de rétroaction, le gain en puissance du transistor peut être ramené à un gain en tension.

Encore quelques commentaires concernant ces schémas : les condensateurs marqués C_1 , C_2 et C_3 sont ceux qui, associés aux enroulements L_1 et éventuellement L_2 , déterminent la fréquence propre du circuit oscillant de réaction. Les condensateurs de décou-

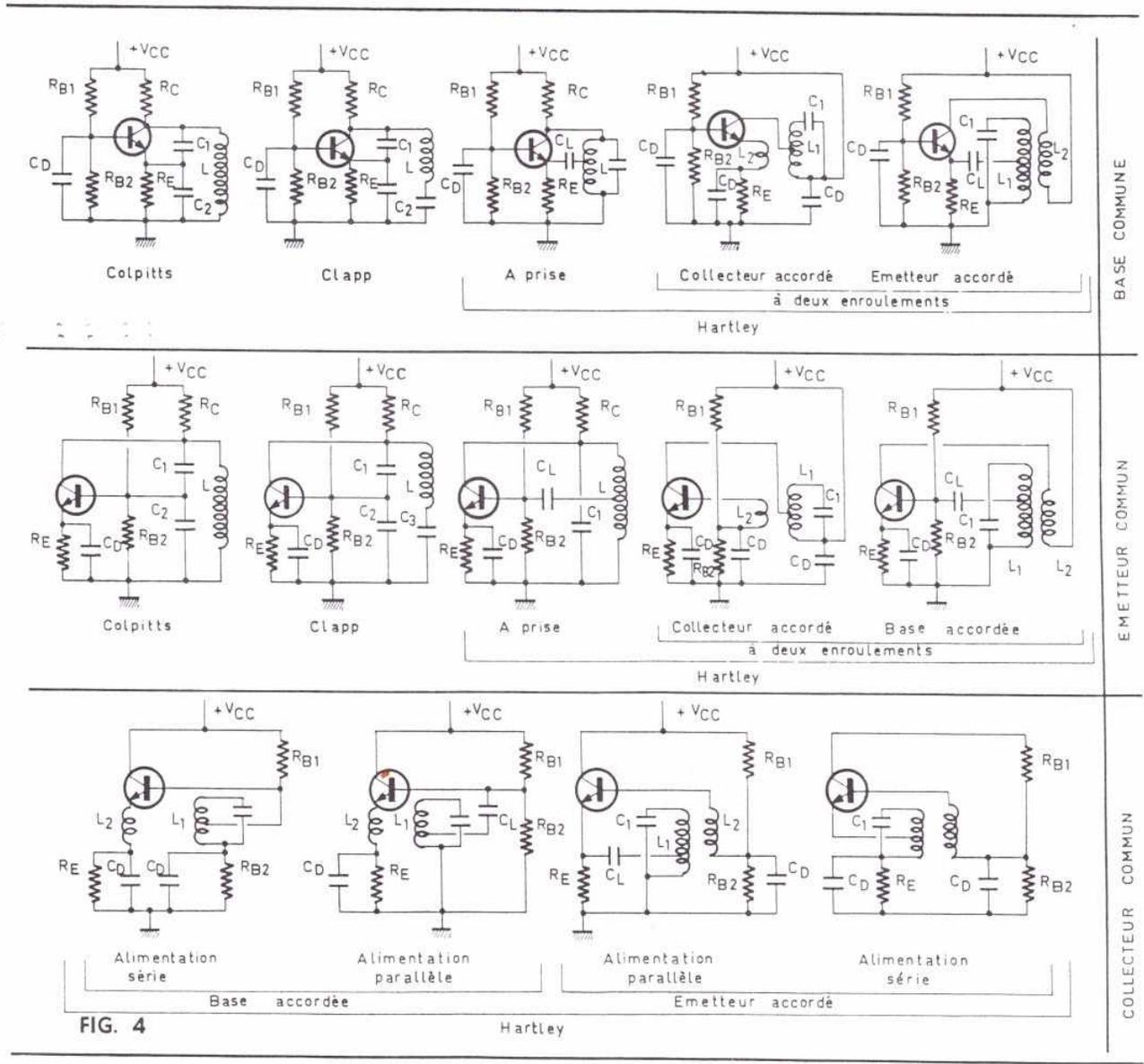


FIG. 4

Hartley

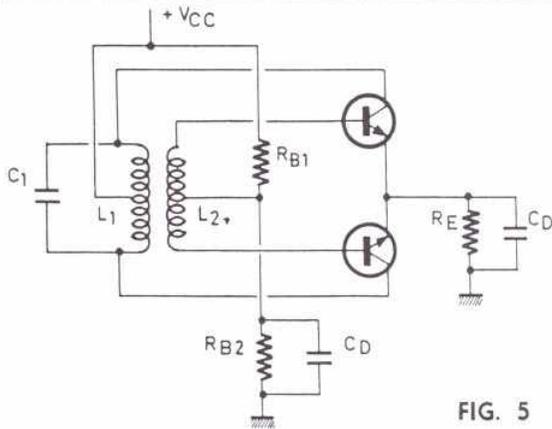


FIG. 5

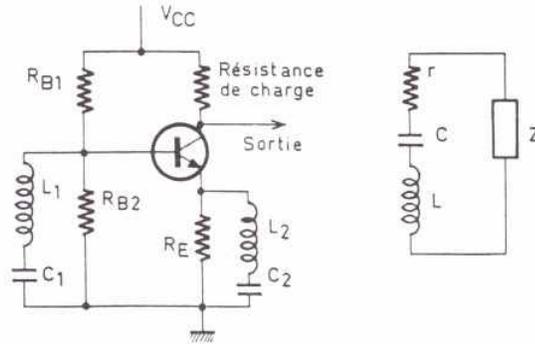


FIG. 6

plage C_D ainsi que ceux de liaison C_L doivent naturellement présenter l'impédance la plus faible possible à la fréquence de travail du montage.

Deux modes d'alimentation en continu de chacune des électrodes « chaudes » des transistors, c'est-à-dire celles qui sont portées à un potentiel alternatif, sont souvent possibles :

— *Le mode série* : le courant continu d'alimentation (de base, de collecteur ou d'émetteur) traverse l'enroulement de réaction ;

— *Le mode parallèle* : le courant est fourni à travers une résistance, éventuellement associée à une inductance d'arrêt haute fréquence pour en augmenter l'impédance totale, et la tension alternative est appliquée à l'électrode considérée, via un condensateur de liaison C_L .

Remarquons également que, souvent, pour des raisons évidentes d'adaptation d'impédance, les électrodes des transistors reçoivent le signal alternatif à partir d'une prise ménagée sur les enroulements, de manière à conserver un coefficient de surtension convenable au circuit oscillant de réaction.

De même que dans un amplificateur, le transistor qui équipe un oscillateur peut être polarisé en classe A, B ou C. Ces deux derniers modes de fonctionnement, dont le rendement élevé les rend particulièrement intéressants dans les oscillateurs appelés à fournir au circuit de charge une puissance relativement importante, sont assez souvent utilisés dans des montages symétriques (push-pull) tel le Mesny (fig. 5) cher aux amateurs émetteurs des temps héroïques de la radio à tube.

Précisons que toutes les configurations d'oscillateurs présentées dans la figure 4 peuvent également — du moins en théorie — être appliquées à des oscillateurs équipés de transistors

à effet de champ (à jonction ou MOS).

Nous verrons également, un peu plus loin, que des oscillateurs peuvent être aussi réalisés autour de circuits intégrés — amplificateurs opérationnels ou amplificateurs différentiels — leur principe de fonctionnement restant le même que celui des montages mettant en œuvre de simples transistors.

Autres types d'oscillateurs

De nombreuses autres configurations d'oscillateurs sont encore possibles. Mettant en œuvre un transistor bipolaire à jonction, nous pouvons citer — héritier indirect du TP-TG (Tuned Plate, Tuned Grid) de la radio à tube — le montage à base et collecteur accordés (fig. 6) dont une étude détaillée nous entraînerait à de trop longs développements mathématiques. Précisons toutefois que la fréquence d'oscillation est déterminée par le circuit oscillant, constitué par la mise en série des inductances L_1 et L_2 et des condensateurs C_1 et C_2 . On a donc :

$$\omega_o \approx \frac{1}{(L_1 + L_2) \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}}$$

d'où

$$f_o \approx \frac{1}{2\pi \sqrt{(L_1 + L_2) \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}}}$$

La condition d'oscillation étant donnée par la relation :

$$\frac{1}{C_2 \omega_o} > L_2 \omega_o + (r'_b, r_c) (\omega_o / \omega_{ab})$$

dans laquelle r'_b est la résistance de base du transistor, r_c la composante réelle (résistive) de son impédance de collecteur et ω_{ab} la pulsation de la fréquence de coupure dudit transistor. L'équation montre en gros que l'impédance du circuit d'émetteur pour la fréquence ω_o doit être légèrement capacitive : la réactance de C_2 devant être, pour cette fréquence, supérieure à la réactance de L_2 d'une valeur qui dépend des caractéristiques du transistor.

Pour qu'une oscillation s'entretienne dans un circuit accordé parallèle, il suffit d'en compenser les pertes en l'associant à un élément dont la caractéristique courant-tension présente une zone à pente négative. C'était le cas des anciens transistors à pointes. C'est encore le cas pour les diodes tunnel dont on trouvera, à la figure 7, le schéma de principe en *a*, accompagné en *b* du schéma équivalent électrique. Le pont de résistance R_1 - R_2 polarise la diode dans la zone à pente négative de sa caractéristique.

Si, à la fréquence considérée, nous pouvons négliger la capacité de jonction de la diode ainsi que l'inductance de ses connexions — ce qui est vrai dans la plupart des cas, mis à part les oscillateurs pour ultra-haute fréquence (plusieurs centaines de mégahertz à quelques gigahertz) — le montage oscille sur la fréquence.

$$f_u = \frac{1}{2\pi \sqrt{L(C_1 + C_2) \frac{1}{g_D(C_1 + C_2)}}}$$

lorsque la conductance g_D de la diode tunnel compense exactement les pertes du circuit. On remarque que la fréquence d'oscillation étant fonction non seulement des caractéristiques du circuit accordé mais également de la conductance de la diode, cette dernière dépendant à son tour du point

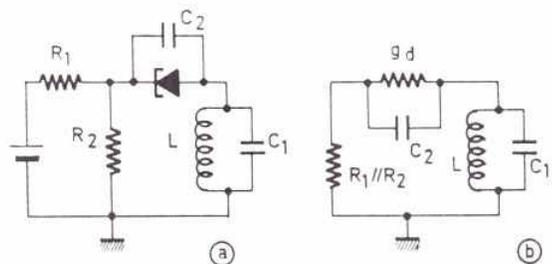


FIG. 7

de polarisation, on dispose d'un moyen simple de modulation en fréquence du signal délivré. Toute médaille ayant son revers, il en découle la nécessité d'alimenter le montage sous une tension très stable, si on veut conserver à l'oscillateur une bonne stabilité en fréquence.

Il est tout à fait pensable d'utiliser de la même manière n'importe quel semi-conducteur présentant dans leur caractéristique courant - tension une zone à pente négative stable (U.J.T. par exemple). Nous pensons que si de tels montages n'ont pas été utilisés, c'est vraisemblablement parce qu'ils présentent des inconvénients, soit du point de vue du rendement, soit de celui de la stabilité en fréquence.

Principales caractéristiques d'un oscillateur

Que demande-t-on à un oscillateur ? De fournir un signal duquel nous sommes en droit d'exiger certaines qualités :

— **Puissance** : selon l'utilisation envisagée, nous nous contenterons d'une puissance minime (oscillateurs local de changeur de fréquence, pilote d'émetteur ou de générateur de mesure dont le signal de sortie sera amplifié en puissance par des étages spécialisés) ou, au contraire, si le signal est directement prélevé à l'étage oscillateur (générateur de signal alternatif pour pont de mesure par exemple) d'une puissance relativement importante.

— **Pureté** : selon le cas, nous pourrions nous contenter d'un signal approximativement sinusoïdal (générateur de signaux sonores pour l'étude de la lecture au son par exemple) ou, au contraire, le résultat recherché sera l'obtention d'un signal présentant un très faible taux de distorsion (oscillateur pour pont de mesure, générateur de mesure).

— **Stabilité de la tension de sortie** : aussi bien en fonction des variations de la tension d'alimentation ou

du réglage en fréquence dans un générateur de mesure.

— **Stabilité de fréquence** : dans un émetteur, un récepteur superhétérodyne ou un générateur de mesure, il importe que les conditions extérieures (variations de la tension d'alimentation, de la température, vieillissement des composants, charge, etc.) aient une influence négligeable sur la fréquence f_0 du signal délivré par l'oscillateur. D'où la notion de stabilité en fréquence $\Delta f_0/f_0$ qui s'exprime généralement en puissances négatives de 10. Par exemple, nous dirons qu'un oscillateur dont la fréquence ne s'écarte pas de plus de 1/10 000 de sa fréquence f_0 , quelles que soient les variations des différents paramètres (température, tension d'alimentation, etc.), présente une stabilité de 10^{-4} .

La stabilité est parfois exprimée en fonction des variations d'une seule des variables, les autres étant supposées stables. On parlera de stabilité en fonction de la température $\Delta f_0/f_0/^\circ\text{C}$; en fonction de la tension d'alimentation ; $\Delta f_0/f_0/\text{V}$; en fonction du temps : dans ce cas on peut considérer la stabilité à court terme (unité de temps non précisée) ou à long terme (l'unité de temps pouvant être l'heure, la journée, ou même l'année).

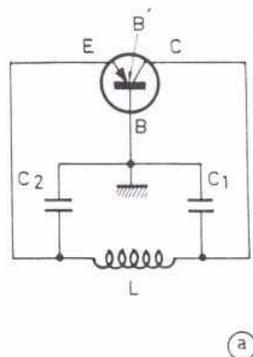
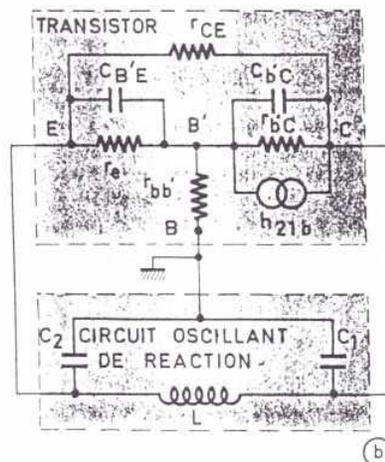


FIG. 8



Comme il est évident qu'un oscillateur parfait (haute stabilité en fréquence et en tension de sortie, délivrant une onde pratiquement exempte d'harmoniques, et capable de fournir une puissance élevée tout en admettant de fortes variations de la charge) n'existe pas, il faudra toujours adopter un compromis donnant la priorité à certaines qualités au détriment des autres.

Quelles sont les conditions qui influent sur la stabilité en fréquence ?

Reprenons le schéma de principe d'un oscillateur Colpitts, par exemple, (fig. 8 a) et remplaçons son transistor par son schéma équivalent électrique (fig. 8 b). Dans ce second schéma, nous trouvons :

— Pour l'émetteur, une résistance r_e qui représente la résistance dynamique de la jonction base-émetteur du transistor.

$$r_e = \frac{K T}{q} \cdot \frac{1}{I_e}$$

K : constante de Boltzmann,
T : température absolue en degrés Kelvin,
q : charge de l'électron,
 I_e : courant statique d'émission.

Notons en passant que la valeur du paramètre

$$h_{11b} = r_e + (1 - \alpha) r_{b'b}$$

de l'impédance d'entrée en base commune du transistor est à quelques millièmes près égale à r_e puisque α est très voisin de l'unité et que la résistance de base $r_{b'b}$ est relativement faible.

TABLEAU POUR CALCUL DES OSCILLATEURS L.C.

Circuit	Fréquence naturelle (ω^2)	Conditions de démarrage
Colpitts (émetteur commun)	$= \frac{1}{LC} + \frac{r}{L} \frac{1}{C_1 h_{ie}} + \frac{\Delta h_{ie}}{C_1 h_{ie}} + \frac{h_{oe}}{C_1 C_2 h_{ie}}$ $\approx \frac{1}{LC} \left(1 + \frac{LCh_{oe}}{C_1 C_2 h_{ie}} \right)$ <p>où $C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$ et $r =$ résistance de la bobine L</p>	$h_{fe} > \frac{r(C_1 + C_2) h_{ie}}{L} + \frac{C_2}{C_1} + \frac{C_1}{C_2} \Delta h_{ie} \approx \frac{C_2}{C_1}$
Colpitts (base commune)	$= \frac{1}{LC} + \frac{h_{oe}}{h_{ie} C_1 C_2} \approx \frac{1}{LC}$	$h_{fe} > \frac{-C_2}{C_1 + C_2}$
Hartley (à prise) (émetteur commun)	$= \frac{h_{ie}}{C(Lh_{ie}) + (L_1 r_1 + L_2 r_2) h_{fe} + (L_1 L_2 - M^2) h_{oe}}$ $\approx \frac{1}{LC + (L_1 L_2 - M^2)} \frac{h_{ie}}{h_{ie}}$ <p>où $L = L_1 + L_2 + 2M$ $r_1 =$ résistance de la bobine L_1 $r_2 =$ résistance de la bobine L_2</p>	$h_{fe} > \frac{rLCh_{ie} + (M + L_1)^2 + (L_1 r_1 + L_2 r_2) \frac{\Delta h_{ie}^*}{h_{ie}}}{(L_1 + M)(L_2 + M)}$ $\approx \frac{L_1 + M}{L_2 + M} \approx \frac{1 + KN}{1/N^2 + KN}$ <p>où $K = \frac{M}{\sqrt{L_2 L_1}}$ $N = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}}$</p>
Hartley (à prise) (base commune)	$= \frac{1}{LC + (h_{oe}/h_{ie})(L_2 L_1 - M^2)} \approx \frac{1}{LC}$ <p>où $L = L_1 + L_2 + 2M$</p>	$h_{fe} > \frac{L_1 + M}{L_1 + L_2 + 2M} \approx \frac{N_1}{N^2}$ <p>où $N_1 =$ nombre de spires de L_1 $N_2 =$ nombre de spires de L_2</p>
Clapp	$\approx \frac{1}{LC} + \frac{1}{L} \frac{C_1 + C_2}{C_1 C_2}$ <p>où $C =$ capacité série avec L</p>	$h_{fe} > \frac{C_2}{C_1 + C_2} \quad h_{fe} > \frac{C_2}{C_1}$

(*) $\Delta h_{ie} =$ déterminant émetteur commun $= h_{ie} h_{oe} - h_{ie} h_{fe}$.

— Entre la jonction de base B' et la borne sortie du boîtier (B) nous trouvons la résistance $r_{b's}$ qui représente la résistance de la zone semi-conductrice qui constitue la base.

— Entre la jonction B' et la sortie du collecteur, nous trouvons la résistance $r_{b'c}$, résistance dynamique de la jonction base-collecteur polarisée en inverse

$$r_{b'c} = V_{CB}/I_{CB0}$$

— Entre émetteur et collecteur, la résistance r_{ce} équivalente à V_{CB}/I_{CB0} .

— Entre la jonction de base B' et l'émetteur d'une part et le collecteur d'autre part, les capacités $C_{b'e}$ et $C_{b'c}$ des jonctions base-émetteur et base-collecteur.

— Enfin, entre la jonction de base et le collecteur, nous trouvons un géné-

rateur de courant qui n'est autre que l'équivalent du facteur de transfert de courant en base commune du transistor $\alpha \approx h_{21b}$.

Qu'est-ce qui dans tout cela est susceptible, par ses variations, d'influer sur la fréquence d'oscillation ?

Tout d'abord, et c'est évident, les valeurs des capacités d'accord C_1 et C_2 et de l'inductance L . Ces paramètres étant prépondérants, il importe que les composants — condensateur et inductance — soient de la meilleure qualité possible : condensateurs à air ou au mica argenté en haute fréquence ou au polycarbonate pour les basses fréquences, bobinages présentant la meilleure stabilité électrique et mécanique possible, cuivre argenté en T.H.F., fil divisé en H.F., circuits ma-

gnétiques à faibles pertes et haute stabilité en B.F. (1).

— Ensuite certains paramètres du transistor. Éliminons d'abord ceux qui peuvent être négligés : $r_{b'e}$ et r_{ce} . Vient ensuite h_{21b} (également désigné par h_{1b} dans certains ouvrages américains) impédance d'entrée en base commune et h_{21c} (encore nommé h_{1c}) facteur de transfert de courant en collecteur commun qui peuvent être af-

(1) Nous ne pouvons nous étendre longuement sur ce qui fait la qualité des composants. Un long article n'y suffirait pas. À ce sujet le lecteur pourra se reporter aux nombreux ouvrages spécialisés consacrés à la question, en particulier « Technologie des composants électroniques » de R. Besson, en vente à la Librairie Parisienne de la Radio.

fectés de variations non-négligeables en fonction de la température et, pour le premier, du courant d'émetteur. Puis viennent les capacités internes du transistor $C_{e'}$ et $C_{c'}$.

Ces considérations nous dictent ce qu'il faudra faire pour obtenir la meilleure stabilité possible :

1) Utiliser un circuit oscillant de haute qualité ;

2) Compenser au mieux, par le choix d'un circuit de polarisation du transistor bien étudié, les paramètres h_{11b} et h_{21} (h_e ou h_r) selon la configuration retenue ;

3) Rendre négligeables les capacités $C_{e'}$ et $C_{c'}$ en utilisant des capacités d'accord du circuit oscillant suffisamment grandes (au minimum dix fois plus grandes) devant les premières, ce qui nous montre immédiatement l'intérêt que présentent en THF les montages Colpitts et Clapp surtout. Mais nous y reviendrons bientôt.

Détermination de la fréquence d'oscillation.

Une étude mathématique complète du fonctionnement d'un oscillateur, en particulier en ce qui concerne la fréquence d'oscillation, nous conduirait à un développement qui sortirait du cadre de cette modeste étude. Nous nous

bornerons donc à reproduire dans un tableau qui est extrait de l'ouvrage « Calcul des circuits à transistors », rédigé par les ingénieurs de Texas Instruments (2), les équations à partir desquelles il est possible de calculer la fréquence naturelle d'oscillation $\omega^2 = (2\pi f_o)^2$ ainsi que les conditions de démarrage des oscillateurs.

Dans ce tableau, nous avons conservé les notations utilisées par les auteurs. Nous donnons ci-après leur correspondance avec les notations plus couramment utilisées :

— h_i : h_{11} = impédance dynamique d'entrée avec sortie en court-circuit ;

— h_o : h_{22} = admittance de sortie avec entrée ouverte ;

— h_f : h_{21} = facteur de transfert direct de courant sortie en court-circuit ;

— h_r : facteur de transfert inverse (facteur de réaction) avec entrée ouverte.

Naturellement, les indices b ou e correspondent respectivement aux montages en base commune et en émetteur commun.

A noter également que lorsque l'oscillateur est chargé, la résistance r correspond à la somme de la résistance propre de l'inductance à la fré-

quence de travail et de la valeur de la charge transposée sous forme de résistance série (voir plus loin).

Le choix du circuit actif (transistor et son circuit de polarisation) découle tout naturellement de l'étude de ces équations. Par exemple pour le Colpitts en base commune nous voyons que :

$$\omega^2 = \frac{1}{LC} + \frac{h_{22b}}{h_{11b} C_1 C_2}$$

Nous en déduisons que les variations de ω provoquées par les variations du circuit actif seront d'autant moins importantes que le terme $(h_{22b}/h_{11b} C_1 C_2)$ sera petit devant $1/LC$. Pour ce faire, il faut rendre le numérateur aussi petit que possible par le choix du transistor, et éventuellement en mettant une résistance de valeur appropriée en parallèle avec h_{22b} ; par ailleurs, on s'efforce de rendre le dénominateur aussi grand que possible par l'étude d'un circuit de polarisation bien étudié qui fera travailler le transistor avec un courant d'émetteur pas trop élevé — puisque h_{11b} est inversement proportionnel au courant d'émetteur. On pourra, dans certains cas, augmenter artificiellement la valeur de ce paramètre en plaçant une résistance de valeur voulue en série avec l'émetteur.

(2) Dunod éditeur.