

# Le Journal des "OM"

## DE LA THÉORIE A LA PRATIQUE DES CIRCUITS VHF ET UHF

### I. — INTRODUCTION

Cette étude qui va être présentée sur plusieurs numéros du « Haut-Parleur » est le reflet de l'expérience et du travail de recherches d'amateurs qui, désirant comprendre le fonctionnement de montages appropriés à l'exploitation des bandes VHF et UHF qui leur sont attribuées, ont sélectionné les renseignements et la documentation qu'ils ont pu réunir. Et ce n'est pas chose si facile !

En effet, si on trouve de nombreuses descriptions pratiques de réalisations éprouvées, les articles publiés permettent rarement d'approfondir et de comprendre les principes de fonctionnement.

Nous serions tentés de dire que le monde des expérimentateurs se divise en deux catégories distinctes et sans relations entre elles. D'abord, les ingénieurs qui, faisant appel à leurs connaissances mathématiques comme à un outil dégagent immédiatement les développements théoriques définitifs sans qu'il soit nécessaire de réaliser un montage pour en découvrir les critères et les possibilités. La réalisation pratique n'est pour eux qu'une vérification. Puis, à l'opposé les amateurs qui se livrent à l'expérimentation pour leur plaisir, sans posséder bien souvent le bagage théorique et mathématique suffisant et sans informations étendues sur le sujet.

C'est pour combler cette lacune et pour les aider que nous avons effectué le travail que représente cette étude que nous avons expurgée, autant que faire se peut, ce qui est souvent bien difficile, de longs développements mathématiques.

Nous voudrions citer, en bibliographie, pour la partie théorique, la source la plus riche, un ensemble incomparable d'ouvrages qui reproduisent le résultat des études et du développement du radar par les Etat-Unis.

Pour la partie pratique, il convient de citer, la revue allemande « UKW-Berichte » et son homologue de langue anglaise « VHF-Communiency » dont nous ne saurions assez vanter la clarté et la sérieux des réalisations proposées.

### II. — CONSIDERATIONS SUR LES ETAGES DE PUISSANCE DES EMETTEURS UHF

Dans l'élaboration de l'étage de puissance des émetteurs UHF on se sert surtout de circuits push-pull utilisant des tubes doubles-tétraodes de la série QQE06/40, etc.

Ces circuits, à lignes parallèles, forment, avec les connexions d'anode et éventuellement un condensateur supplémentaire d'accord, un circuit oscillant de la forme  $\lambda/4$  ou encore  $\lambda/2$ .

Le champ électromagnétique s'établit de façon connue sur les deux fils parallèles. Dès lors, la mesure de la longueur de ce circuit résonnant est de l'ordre de  $\lambda/4$ , et, éventuellement de multiples de  $\lambda/4$ .

Une certaine partie de l'énergie HF est rayonnée en pure perte et provoque souvent des réactions indésirables, malgré des blindages parfois difficiles à établir.

Il est de règle, lors de la conception d'un montage, de tenir compte — quel que soit le budget dont on dispose —, de la qualité du circuit, de son rendement, de sa construction mécanique et de son utilisation.

Le blindage de l'oscillateur, des étages intermédiaires, ainsi que de l'étage final, entraîne des problèmes mécaniques importants, quelquefois difficilement à la portée de l'amateur.

Un blindage conçu pour être réellement efficace devient vite impressionnant. Il est également difficile d'obtenir des contacts parfaits ainsi qu'un refroidissement efficace.

Des problèmes particuliers se posent lors du choix des éléments, dans la construction des appareils de contrôle, dans l'élaboration de l'ensemble et également pour l'alimentation.

Dans la technique industrielle on emploie des coffrets de métal, souvent en acier nickelé ou argenté, soudés, fixés ou assemblés à l'aide de nombreuses vis et des bandes de contact. Parfois il est aussi nécessaire d'utiliser un blindage multiple.

Ceci est important, particulièrement pour les oscillateurs et les étages multiplicateurs qui provoquent des rayonnements parasites et entraînent des anomalies dues à leur conception même.

Dans les étages de puissance, le rendement diminue rapidement quand la fréquence augmente, et des réactions se produisent sur l'étage d'entrée.

En outre, le couplage entre le câble coaxial dissymétrique entraîne des complications qui deviennent particulièrement critiques pour les fréquences élevées et les tensions importantes d'utilisation.

Le degré de couplage optimum, la forme la plus favorable de la boucle de couplage, ainsi que l'adaptation correcte et le raccordement au câble d'antenne, ne peuvent se déterminer qu'au moyen de mesures comparatives de la puissance de sortie HF sur la résistance d'utilisation Z (antenne réelle ou fictive).

Les circuits décrits ci-après, s'ils sont construits soigneusement, avec des éléments irréprochables, sont à la portée de chacun, sans difficultés.

Ces circuits dépendent étroitement des dimensions mécaniques, et en dehors des réglages appropriés ne doivent, et ne peuvent être modifiés.

Ces montages sont indispensables pour fixer et rayonner la puissance maximum et tenter avec succès des liaisons dans les bandes 144 et 432 MHz ou encore dans la bande des 1200 MHz.

On peut concevoir relativement facilement, et surtout si l'on comprend bien les phénomènes en jeu, des étages de sortie sur 400 MHz ou 1200 MHz, avec les moyens les plus simples sans matériel spécial ou d'un prix élevé.

La puissance ainsi obtenue est pratiquement maximum et elle est à peine moins élevée que dans des installations beaucoup plus coûteuses.

Le rendement de l'étage final traditionnel en VHF, avec des circuits à lignes parallèles (c'est-à-dire des circuits à constantes localisées), se situe entre 40 et 60 %.

La construction d'un circuit à cavité coaxiale peut, en comparaison, atteindre si elle est soignée, un rendement supérieur à 70 %, la puissance utile par rapport aux puissances de perte se montrant essentiellement plus favorable.

L'emploi de tubes tétraodes coaxiaux de la série 4X150 et similaires présente des avantages certains.

En outre, le rendement que l'on

peut obtenir d'un émetteur à circuit de sortie à lignes parallèles équipé de tubes doubles de la série QQE..., s'il est acceptable jusqu'à 150 MHz, devient dérisoire au-dessus de 250 MHz.

Pour les valeurs données dans les caractéristiques de ces tubes et en négligeant les pertes du câble d'antenne, il n'est quand même pas question d'atteindre le rendement d'anode indiqué. Un rendement de 64 % dans l'étage de sortie ne peut en effet être obtenu à ces fréquences et un émetteur 400 MHz de conception conventionnelle ne dépasse guère 20 W HF avec une QQE06/40.

La conception moderne des circuits, conforme en cela à la théorie, nous indique :

— Jusqu'à 150 MHz : Tube QQE... et circuit à lignes parallèles ;

— De 400 MHz à 700 MHz environ : Tube de la série 4X150 dans une cavité coaxiale ;

— Au-dessus de 1000 MHz, l'emploi exclusif de tubes spéciaux montés dans des réservoirs à cavité.

Avec les circuits à cavité coaxiale, on tire parti de la conception dissymétrique du circuit oscillant, qui, en UHF, est la plupart du temps, utilisé en cavité  $\lambda/4$  et plus rarement en cavité  $3\lambda/4$ , cavité accordée par la capacité d'entrée ou de sortie du tube. Les avantages particuliers de ce genre de montage sont :

a) Grande surface de circulation du courant HF, aussi bien pour les conducteurs extérieurs qu'intérieurs, et par conséquent, faibles pertes par résistance HF (effet de surface) — Q élevé —.

b) Construction incorporant le tube émetteur dans le circuit oscillant dissymétrique, particulièrement par l'emploi de tubes appropriés, avec disposition coaxiale des électrodes. (Les tubes coaxiaux ou à disques nécessitent des connexions d'électrodes courtes et de grande surface. Les sorties d'anode et les branchements du support doivent permettre un bon refroidissement. Il faut également prendre garde aux puissances de pertes élevées dans les constructions trop serrées.)

c) Par la conception mécanique : blindage du circuit oscillant par rapport à l'extérieur, séparation automatique des circuits d'entrée et de sortie, prélèvement d'énergie (câble d'antenne).

d) Couplage de sortie simple et de qualité (exclusivement inductif), placé au ventre de courant et permettant la mutuelle induction maximum. Faibles pertes de transformation, bonne adaptation au câble dissymétrique (enne).

e) Raccordement à l'alimentation sans complications.

f) Réglage simple (capacitif), à l'aide de condensateurs à disques placés au ventre de tension.

g) Construction dissymétrique et adaptation directe sur le câble coaxial.

La construction irréprochable d'un étage final avec circuit accordé à lignes parallèles, exige, au minimum, les mêmes dépenses mécaniques qu'un circuit à cavité coaxiale simple sans pour autant atteindre le rendement d'un circuit à cavité coaxiale.

Il faut néanmoins prévoir en supplément, une ventilation intensive pour le refroidissement des tubes coaxiaux.

### TUBES UTILISABLES SPECIALEMENT CONÇUS

Les tubes électroniques de petite puissance spécialement conçus

pour l'utilisation en VHF et en UHF, conformément aux explications données, ont pour modèle :

- Tubes triodes : 2C38 remplacé presque aussitôt par 2C39.

- Tubes tétrodes : 4X150 qui a donné naissance à toute la série bien connue de ces tubes (Fig. 1).

Nous donnons ci-après tous les renseignements concernant leur

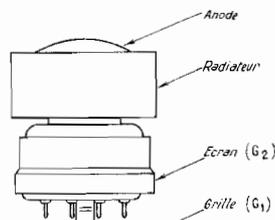


Fig. II-1.

TABLEAU I

Type	Capacité d'entrée pF	Capacité de sortie pF	W dis.	Filaments	
				Volts	Ampères
4X150A	14,5-17	4 -4,8	250	6	2,3-2,9
4X150D	14,5-17	4 -4,8	250	26,5	0,5-0,62
4X150G	25 -29	4 -4,9	250	2,5	6,2-7,3
4X150R	16,2-18,7	4 -4,8	250	6	2,4-3
4X150S	16,2-18,7	4 -5	250	26,5	0,5-0,68
7580	16 -18,5	4 -5	250	6	2,3-2,9
4CX250B	14 -17,2	4 -5	250	6	2,3-2,9
4CX250F	14 -17,2	4 -5	250	26,5	0,5-0,62
4CX250K	25 -29	4 -4,9	250	6	2,3-3
4CX250M	25 -29	4 -4,9	250	26,5	0,5-0,68
4CX250R	16 -18,5	4,6-5,2	250	6	2,3-2,9
4X250B	14,2-17,2	4 -5	250	6	2,2-3,2
4CX350A	25 -33	3,5-4,5	300	6	2,2-3,2
Y-180	25 -33	3,5-4,5	300	6	2,2-3,2
Y-260	30 -38	3,9-5	400	6	3,0-3,85

utilisation pratique et leurs équivalences.

### Tubes appropriés

Dans le domaine des UHF sont particulièrement appropriées les tétrodes coaxiales de la série 4X150A, figure II-1, présentées dans le tableau I.

Tous les types donnés dans le tableau ont été conçus pour les montages décrits. Les différences résident simplement dans la disposition du support, la tension de chauffage ou la dissipation. Le gros avantage de ces tubes réside dans la tension et la puissance d'alimentation relativement peu élevées.

Ces tubes peuvent être excités amplement à l'aide d'un tube du genre QQE03/12. La seule difficulté est de trouver le support d'origine. Aussi dans un des montages sera donnée la façon d'en réaliser un de façon économique.

Le schéma de branchement est donné (Fig. 2) pour les tubes : 4X150A - 4X150D - 4X250B.

Au cas où l'on désirerait accorder le circuit de cathode, il suffirait de mettre un petit condensateur entre cosse 4 et masse.

SENSATIONNEL :

## RAINBOW

INTERPHONE SECTEUR SANS FIL  
Modèle R.1.L. 70 milliwats



Assure vos liaisons phoniques pour un nombre illimité de postes sur un même secteur :



Vous branchez vos appareils RAINBOW sur n'importe quelles prises de courant 110 ou 220 V et vous vous trouvez aussitôt en liaison avec chaque poste !

LIAISON PERMANENTE avec vos employés ou votre famille à l'USINE, à l'ATELIER, au MAGASIN, à la MAISON, etc.

Liaison d'une ferme à une autre. Surveillance contre le vol, etc., etc.

### LE PLUS PUISSANT DES INTERPHONES-SECTEUR (70 Mw)

Voyant lumineux de contrôle, potentiomètre, bouton de blocage pour conversation permanente.

L'UNITÉ ..... 99,00 T.T.C. (Franco port et emballage dans toute la France)

AMPLIFICATEUR TÉLÉPHONIQUE « RAINBOW », 4 transistors, Franco France ..... 106,00 T.T.C.

### SPECIALISTE « WALKIE-TALKIE »

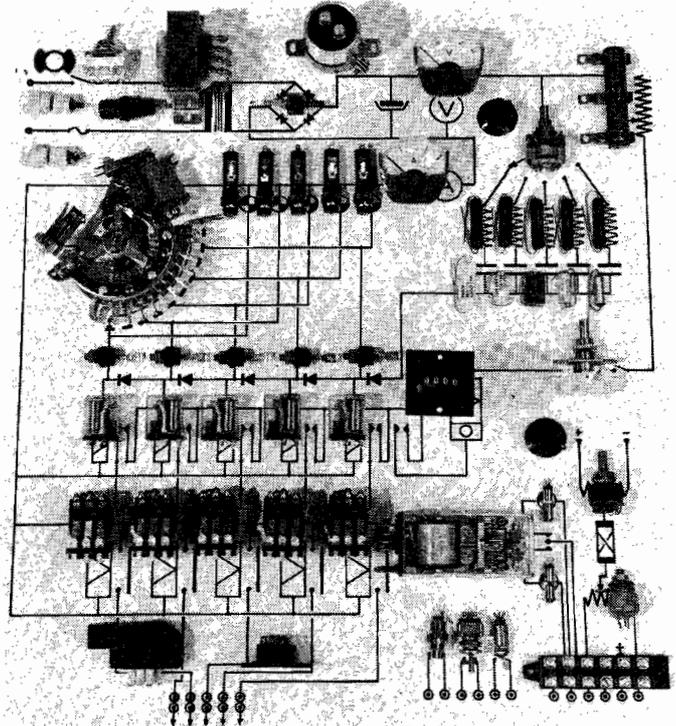
- Type 4 transistors W.2104 avec volume-contrôle. Franco port et emballage dans toute la France ..... La paire : 96,00 T.T.C.
- Type 5 transistors TELECON avec APPEL ..... La paire : 116,00 T.T.C.

GARANTIE CONTRE TOUS VICES DE FABRICATION

DÉPANNAGE TOUTES MARQUES, TOUS TYPES -

**Ets RONDEAU**

32, rue Montholon - PARIS (IX°)  
Téléphone : 878-32-65 et 878-32-85  
C.C.P. 10.332-34 - Métro CADET



### RADIO-RELAIS

## COMPOSANTS

POUR AUTOMATION ET

APPLICATIONS ÉLECTRONIQUES

18 RUE CROZATIER  
PARIS 12/343-98-89



Fig. II-2 - Branchement du culot du tube 4 x 150 A et des tubes similaires

1. Écran-G<sub>2</sub>, 2. Cathode. 3. Filament. 4. Cathode. 5. Connexion interne. 6. Cathode. 7. Filament. 8. Cathode Téton central : Grille G<sub>1</sub>.

Le support d'origine est le modèle SK-600 ou SK-610 (fabrication Eimac) avec condensateur de découplage incorporé.

Certains types toutefois nécessitent une liaison aux électrodes entièrement coaxiale, le condensa-

teur d'écran alors nécessaire est le modèle SK-655 (1 100 pF) et les branchements de la grille, de la cathode et du filament se font concentriquement au tube. (Référence : Eimac.)

Pour les trois derniers types, on utilisera un support SK-710 avec condensateur d'écran (1 100 pF). Il est évident que l'on peut assembler un circuit d'entrée décrit dans un montage avec un circuit de sortie d'un autre montage sans inconvénient.

Faute de pouvoir le faire pour tous les tubes recommandés, nous donnons à titre indicatif les caractéristiques complètes du tube 4X150A qui est le plus répandu et dont l'approvisionnement peut se faire au meilleur compte.

Les types D, G et R sont identiques à la différence de courant et de tension de chauffage (voir tableau).

### AMPLIFICATEUR CLASSE C

#### 1. Télégraphie (CW) ou modulation de fréquence (FM) Conditions normales d'utilisation

##### a) Jusqu'à 150 MHz (un seul tube).

Tension anodique	1 500 V	2 000 V
Courant anodique	250 mA	250 mA
Tension écran (G <sub>2</sub> )	250 V	250 V
Courant écran	24 mA	24 mA
Tension continue de grille (G <sub>1</sub> )	- 88 V	- 88 V
Tension HF de crête	110 V	110 V
Puissance d'attaque	1,5 W	2 W
Courant grille	8 mA	8 mA
Puissance HF utile	260 W	370 W

##### b) Fréquence d'utilisation de 165 MHz (un seul tube).

Tension anodique	600 V	750 V	1 000 V	1 250 V
Courant anodique	200 mA	200 mA	200 mA	200 mA
Tension écran (G <sub>2</sub> )	250 V	250 V	250 V	250 V
Courant écran	37 mA	37 mA	31 mA	20 mA
Tension continue de grille (G <sub>1</sub> )	- 75 V	- 80 V	- 80 V	- 90 V
Tension HF de crête	91 V	96 V	96 V	106 V
Puissance d'attaque	1 W	1 W	1 W	1,2 W
Courant grille	11 mA	11 mA	10 mA	11 mA
Puissance HF utile	85 W	110 W	150 W	195 W

##### c) Jusqu'à 500 MHz (cavité coaxiale) - (un seul tube).

Tension anodique	600 V	800 V	1 000 V	1 250 V
Courant anodique	170 mA	200 mA	200 mA	200 mA
Tension écran (G <sub>2</sub> )	250 V	250 V	250 V	250 V
Courant écran	6 mA	7 mA	7 mA	5 mA
Tension continue de grille (G <sub>1</sub> )	- 110 V	- 110 V	- 110 V	- 115 V
Courant grille	6 mA	10 mA	10 mA	10 mA
Puissance d'attaque	15 W	20 W	25 W	30 W
Puissance HF utile	50 W	95 W	120 W	140 W

### 2. Modulation anodique

##### a) Jusqu'à 150 MHz (un seul tube).

Tension anodique	1 200 V	1 600 V
Courant anodique	200 mA	200 mA
Tension écran (G <sub>2</sub> )	250 V	250 V
Courant écran	23 mA	23 mA
Tension continue de grille (G <sub>1</sub> )	118 V	118 V
Tension HF de grille	136 V	136 V
Puissance d'attaque	2 W	3 W
Courant grille	5 mA	5 mA
Puissance HF utile	160 W	230 W

##### b) Fréquence d'utilisation de 165 MHz (un seul tube).

Tension anodique	400 V	600 V	800 V	1 000 V
Courant anodique	200 mA	200 mA	200 mA	200 mA
Tension écran (G <sub>2</sub> )	250 V	250 V	250 V	250 V
Courant écran	40 mA	35 mA	25 mA	20 mA
Tension continue de grille (G <sub>1</sub> )	- 90 V	- 95 V	- 100 V	- 10
Tension HF de crête	110 V	120 V	120 V	125
Puissance d'attaque	1 W	1 W	1,5 W	2 W
Courant grille	7 mA	8 mA	10 mA	15 mA
Puissance HF utile	55 W	80 W	100 W	140 W

Note : La modulation correcte du tube ne peut être obtenue que si le pourcentage de modulation appliquée à l'écran est de 55 %. La tension de repos d'écran doit être fournie par une source séparée et non par une résistance série.

### 3. - Amplificateur linéaire (fonctionnement en SSB)

Tension anodique	1 000 V	1 500 V	2 000 V
Courant anodique	100/250 mA	75/250 mA	75/250 mA
Tension écran	315 V	300 V	300 V
Courant-écran	4/20 mA	2/4 mA	1/7 mA
Tension négative de grille	- 44,5 V	- 45 V	- 47 V
Puissance HF utile	130 W	220 W	300 W

Il est recommandé pour sauvegarder ou prolonger au maximum la vie des tubes de cette série de les ventiler énergiquement dès lors que même la seule tension filament leur est appliquée. Il est également très vivement conseillé dans le même but de contrôler la tension appliquée au filament qui ne doit pas dépasser 6 V jusqu'à 300 MHz, 5,75 V entre 300 et 400 MHz et 5,5 V entre 100 et 500 MHz.

Pour les fréquences supérieures de l'ordre de 1 000 à 2 000 MHz, sont recommandées des triodes UHF pour montage en grille à la masse :

2C38  
2C39  
2C39 A et B  
3X100 A 11  
3CX100 A 5  
ainsi que les tétrodes : 6884 6816

# CHEZ VOUS, EN WEEK-END... LE BRICOLEUR

Magazine de l'homme moderne qui sait tout faire, vous aide à :

- Réparer un robinet qui fuit;
- Construire une cheminée;
- Construire une table;
- Moderniser une cuisine;
- Monter un berceau sur votre tour;
- Nettoyer un carburateur.

Des trucs, des idées astucieuses,  
des conseils pratiques.

QUE DE TRACAS ET DE...  
DÉPENSES ÉVITÉS

# LE BRICOLEUR

TRIMESTRIEL

EN VENTE CHEZ TOUS LES MARCHANDS DE JOURNAUX