

## Maquette et utilisation d'un récepteur d'ondes modulées en amplitude

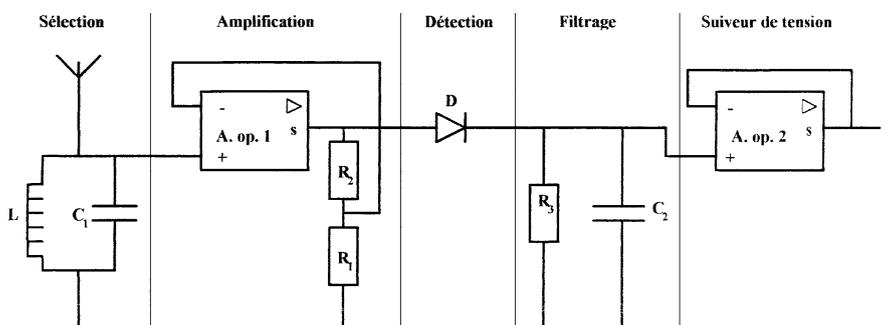
par Gilles BLACHÈRE  
Lycée François Mauriac Forez  
42166 Andrézieux-Bouthéon Cedex

Cette maquette est inspirée d'un article paru dans le B.U.P n° 747 (octobre 1992, page 1259) et rédigé par Jacques BEAULIEU. Ce travail a pour but de faire gagner un peu de temps aux collègues à la recherche d'expériences pour la partie «Télécommunications» de l'enseignement de spécialité en TS. Elle permet les manipulations suivantes :

- tracé de la caractéristique du circuit bouchon,
- mise en évidence du principe de la sélection par variation de l'inductance de la bobine,
- mesure du facteur d'amplification de l'étage haute fréquence,
- visualisation du redressement par diode (détection),
- visualisation de l'effet du filtrage,
- réception d'une émission en grandes ondes,

### LA MAQUETTE

#### Schéma



Liste des composants

- L : constituée de 100 spires jointives d'un fil fin (fil de câble PTT par exemple) sur un tube de PVC de diamètre 20 mm. Cette bobine permet un accord pour des longueurs d'onde de 600 à 2 400 m environ (pour la valeur de  $C_1$  indiquée).
- Noyau de ferrite (7 à 10 cm) récupéré sur de vieux transistors par les élèves.
- $C_1$  : 2,2 nF plastique     $C_2$  : 10 nF plastique.
- $R_1$  : 1 k $\Omega$  (1/4 W)     $R_2$  : 33 k $\Omega$  (1/4 W)     $R_3$  : 4,7 k $\Omega$  (1/4 W).
- D : diode au germanium, OA 95 par exemple.
- Aop 1 : LF 357            Aop 2 : TL 081 + 2 supports de CI 8 broches.

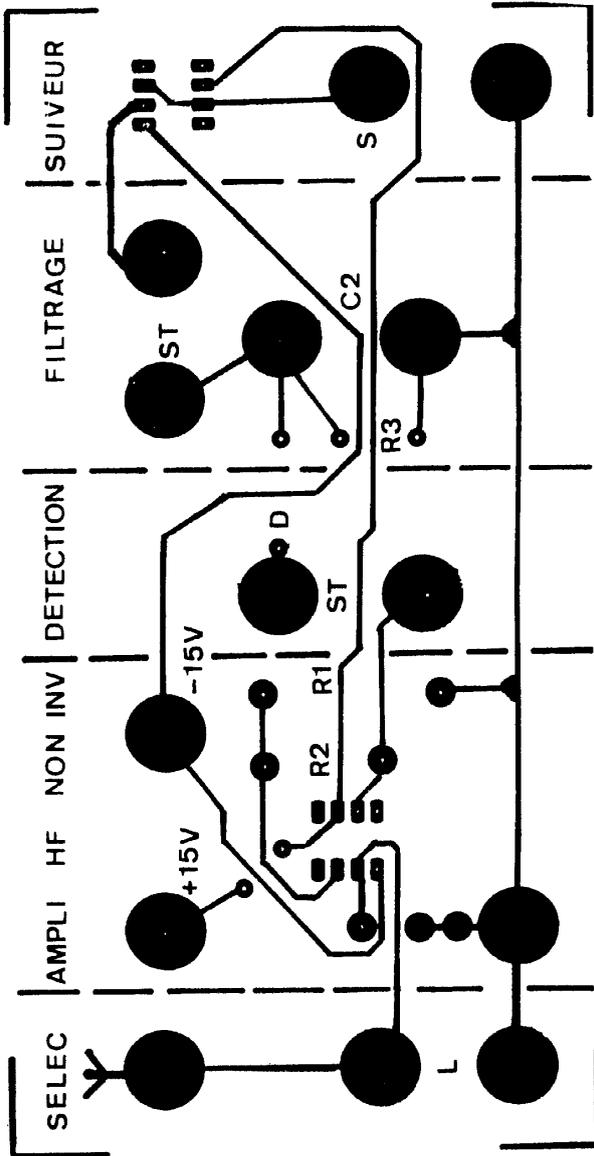
**Typon (échelle 1/1) - page ci-contre**

- Le typon fourni est vu côté composants. Le texte est lisible par transparence à travers la résine époxy.
- Les grosses pastilles correspondent à des douilles de laiton (version de base) ou des douilles à visser (version luxe) et doivent être percées au diamètre de ces douilles (5,5 ou 6 mm).
- Les petites pastilles sont à percer au diamètre de 0,8 mm.
- Son utilisation nécessite deux «straps» au pas de 19 mm dont l'emplacement est indiqué sur le circuit.
- Il faut aussi un support de composant sur lequel sera soudé le condensateur de filtrage  $C_2$ .
- Ne pas oublier le petit «strap» soudé qui permet l'alimentation + 15 V de l'Aop. 1.

Pour les manipulations qui suivent, alimenter le poste en + 15 V / 0 / - 15 V, relier la masse du poste à la terre par l'intermédiaire d'un GBF et au 0 de l'alimentation symétrique. Ne pas mettre le strap de l'étage suiveur ni  $C_2$ . La synchronisation de l'oscilloscope se fait bien en position TV (sur le Hameg HM303.3) ou par voie externe sur le signal de modulation.

**1. CARACTÉRISTIQUE DU CIRCUIT BOUCHON**

Relier la prise d'antenne du poste d'une part à un GBF par l'intermédiaire d'une *résistance de 10 k $\Omega$*  (on réalise un générateur de courant) et d'autre part à une voie de l'oscilloscope.



Pour une amplitude de la tension délivrée par le GBF d'environ 4 V représenter l'amplitude de la tension aux bornes du circuit  $LC_1$  en fonction de la fréquence (Gamme le MHz, bobine sans noyau de ferrite).

## 2. SÉLECTION PAR VARIATION DE L

Garder le même montage et vérifier que la fréquence «d'anti-résonance» dépend de la position du noyau de ferrite. On peut faire rechercher aux élèves les fréquences limites d'accord et en déduire les valeurs correspondantes de L (0,1 à 0,5 MHz).

## 3. AMPLIFICATION

Toujours sur le même montage, mesurer la tension à l'entrée de l'amplificateur haute fréquence puis à la sortie et comparer à la valeur théorique (que les élèves peuvent déterminer).

## 4. DÉTECTION PAR DIODE

Pour cette manipulation, il faut envoyer sur l'antenne, par l'intermédiaire d'une *résistance de 10 k $\Omega$* , un signal modulé en amplitude. J'utilise un multiplieur analogique, AD 633 JN qui effectue l'opération suivante :  $(x \times y)/10$ . (Il est monté sur une maquette avec protection par diode en cas de mauvais branchement de l'alimentation symétrique, voir annexe).

Les valeurs suivantes conviennent :

- $E_p$  (amplitude porteuse) = 0,8 V,
- $f_p$  = 0,4 MHz (grandes ondes),
- $E_m$  = 0,3 V,
- $E_{m0}$  (composante continue) = 0,8 V,
- $f_m$  = 3 kHz

$C_2$  n'étant toujours pas en place, visualiser le signal avant (onde modulée, voie I par exemple) et après la diode (voie II, seules restent les alternances positives de haute fréquence).

## 5. FILTRAGE

Ajouter alors  $C_2$ . Il ne reste que l'enveloppe du signal démodulé.

Avec une vitesse de balayage très élevée ( $\approx 0,2 \mu\text{s}/\text{div}$ ) il est possible de voir la décharge lente du condensateur et sa charge rapide à l'origine du filtrage.

On peut aussi comparer le signal envoyé sur l'antenne et le signal obtenu après filtrage. Ils sont superposables si on joue sur l'amplification de l'oscilloscope.

On peut aussi montrer que le signal après filtrage ne dépend pas (tant que l'accord est possible) de la fréquence de la porteuse. C'est encore plus « parlant » en branchant, via un amplificateur quelconque, un casque à la sortie du montage (après l'étage suiveur). La fréquence entendue ne dépend pas de la fréquence de la porteuse.

Il est possible aussi de modifier les caractéristiques du signal de modulation et d'observer les conséquences sur le signal de sortie (à l'oscilloscope et au casque).

L'étude du filtrage peut se faire en envoyant directement à l'entrée du filtre le signal modulé (en gardant ces valeurs ou avec d'autres plus élevées). Enlever pour cela le strap de gauche. Il est alors possible de modifier davantage la fréquence de la porteuse, les problèmes d'accord ne se posant plus.

## 6. RÉCEPTION D'UNE STATION EN GRANDES ONDES

En gardant le montage précédent avec l'amplificateur BF, éteindre les GBF, relier éventuellement l'antenne à un fil que l'on tiendra à la main et, casque sur les oreilles, ouïe aux aguets, amplification poussée au maximum (des oscillations très sonores peuvent apparaître près de ce maximum) déplacer la ferrite dans la bobine pour sélectionner un poste émetteur (le choix n'est pas toujours possible entre plusieurs) et écouter : on a alors une bonne idée de ce que l'on pouvait entendre avec un (mauvais) poste à galène.

Les différents signaux (sur l'antenne, après l'ampli HF, après la diode avec et sans  $C_2$ ) peuvent être observés à l'oscilloscope si le signal

reçu n'est pas trop faible. La position dans la salle de T.P. peut avoir une grande influence sur la qualité de réception.

On constatera que l'influence de  $C_2$  sur l'écoute est faible, l'amplificateur BF réalisant un bon filtrage. (Nous utilisons un amplificateur ÉLECTROME sur plaque de connexion P60).

**Remarque :**

- Les valeurs indiquées correspondent à la limite de saturation de l'ampli. op. n° 1.
- Les manipulations I, II et III se font aussi très bien avec le signal modulé.
- Il peut être nécessaire de découpler l'alimentations  $+ 15 \text{ V} / 0 / - 15 \text{ V}$  en reliant chacune des bornes  $+ 15$  et  $- 15$  à la terre par deux condensateurs ( $10 \mu\text{F}$  et  $10 \text{ nF}$ ) associés en parallèle et ceci le plus près possible de l'ampli op. HF. Modifier éventuellement le typon dans ce but.

**REMERCIEMENTS**

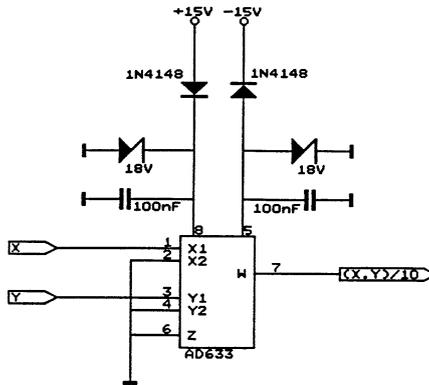
Je remercie pour l'aide apportée le personnel du laboratoire, en particulier Robert CUOQ, pour les conseils les collègues d'électronique du lycée, pour la maquette du multiplieur S. LICHTENBERGER du Lycée E. Branly à Lyon et pour le typon dans la version qui vous est livrée Élodie BASTIDE, élève d'IUT.

## *Annexe*

### *Le multiplieur*

---

#### SCHÉMA

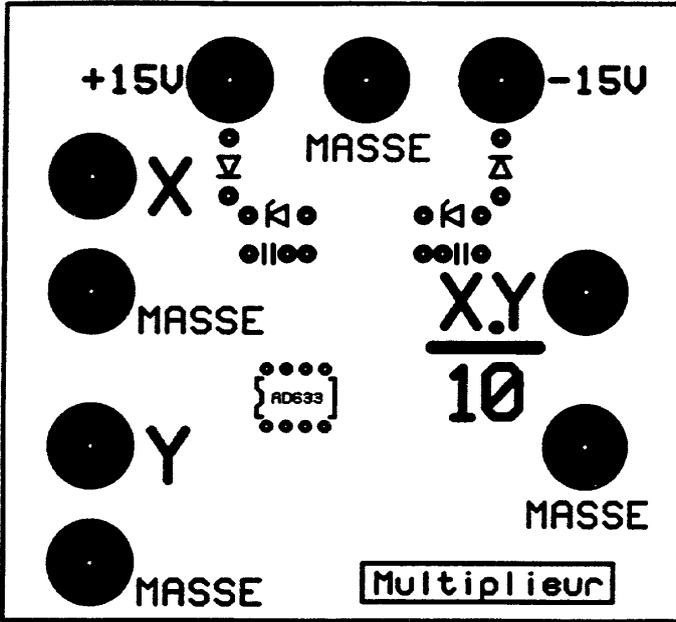


#### *Liste des composants*

- Multiplieur AD 633 JN.
- Deux diodes 1N4148.
- Deux diodes zener 18 V.
- Deux condensateurs MKT 100 nF/63 V.
- Un support huit broches et neuf douilles.

**Attention :** les entrées ne doivent pas recevoir de tensions supérieures à l'alimentation (+/- 015 V).

## FACE COMPOSANTS



Le circuit imprimé double face peut être obtenu auprès de la Société «IMPRÉLEC» en leur demandant le circuit «multiplieur» selon les documents de LICHTENBERGER ( $\approx 35$  F/circuit + 25 F. de port).

Il est possible de le réaliser en simple face (c'est ce que j'ai utilisé)

CUIVRE-SOUDURES (Vu par transparence)

