

## Initiation à la pratique de l'électronique

# AMPLIFICATEUR A DEUX ETAGES

**U**N seul étage à transistor est parfois insuffisant pour obtenir le gain souhaité, d'où l'intérêt de cette étude sur les amplificateurs à deux étages que nous commençons ce mois-ci.

La liaison entre les deux transistors peut se faire de différentes façons. Les plus usuelles sont celles à liaison directe (ou liaison en continu) et à liaison RC (à travers un condensateur). Pour cette raison, nous débuterons par un rappel sur le schéma équivalent en continu et en alternatif d'un montage à transistor. Nous enchaînerons par le calcul d'un amplificateur : deux étages à liaison RC.

Les performances de ces deux étages peuvent être très nettement améliorées par l'emploi de la contre-réaction, qui, comme nous le verrons, nous procurera une meilleure stabilité du circuit, une réduction substantielle des distorsions, une bande passante plus large... ceci au détriment du gain, ce qui n'est pas grave puisque le gain apporté par deux étages est largement suffisant.

Le mois prochain nous appliquerons la contre-réaction aux deux étages et passerons à la liaison directe.

### Schéma équivalent en continu et en alternatif

Avant de parler des amplificateurs à deux étages et de l'utilisation de la contre-réaction, nous voudrions tout d'abord insister sur la représentation en continu et en alternatif des différents montages (base commune, émetteur commun et collecteur commun), beaucoup de novices

ayant des difficultés à comprendre le fonctionnement de certains montages et leur comportement en fonction de la fréquence.

Commençons par le montage base commune représenté sur la figure 1a. Cet étage est attaqué par un générateur basse fréquence d'impédance interne  $R_i$  et fournissant une tension alternative  $V_e$ . Ce générateur est relié à l'émetteur du transistor NPN à travers un condensateur  $C_E$  dont la réactance

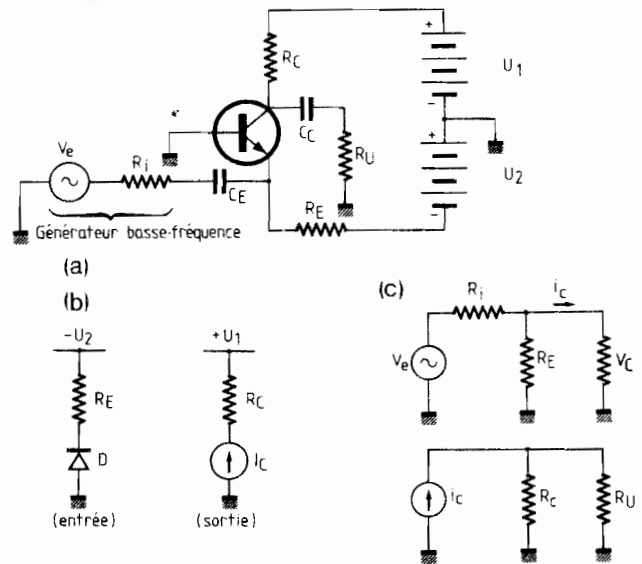


Fig. 1 — (a) Amplificateur monté en base commune. — (b) Représentation équivalente en continu. — (c) Représentation équivalente en alternatif.

à la fréquence la plus basse est négligeable par rapport à l'impédance d'entrée du montage.

Dans un montage BC (base commune), la base est commune (comme son appellation l'indique) aux circuits d'entrée et de sortie, donc elle se trouve au potentiel de la masse. Le transistor est chargé en continu par une résistance  $R_c$ , mais, en alternatif, on doit tenir compte de la charge utile  $R_u$  qui se trouve, à travers  $C_c$ , en pa-

rallèle sur  $R_c$ . L'impédance de charge  $R_{ch}$  du transistor est donc :

$$\frac{R_c \times R_u}{R_c + R_u}$$

la réactance  $C_c$  étant négligeable par rapport à la valeur de  $R_u$ .

Quant aux tensions d'alimentation, leur polarité est telle que la jonction émetteur-base est passante et la jonction collecteur-base bloquée. La représentation équivalente en continu est donnée fi-

figure 1b. La diode D représente la jonction émetteur-base, et le petit générateur représenté en sortie nous indique que le transistor donne en sortie un courant  $i_c$ .

En alternatif (fig. 1c), on considère que les condensateurs  $C_E$  et  $C_C$  ont une valeur telle que ce sont des courts-circuits aux fréquences de fonctionnement. Le générateur BF trouve donc à ses bornes de sortie deux impédances en parallèle qui sont la résistance  $R_E$  en parallèle sur la résistance interne  $r_e$  du transistor. En sortie, le transistor débite sur  $R_C$  et  $R_U$  en parallèle. Le générateur de sortie donne un courant en phase (flèche en l'air) avec la variation de courant d'entrée  $i_b$ .

Le schéma de la figure 2 est tiré d'un montage paru récemment dans « Le Haut-Parleur » (n° 1687, p 172). Il s'agit également d'un montage BC. Ici, le signal d'entrée provient d'un microphone. Il est bien appliqué entre émetteur et base. La base est à la masse en alternatif, tandis que la polarisation du transistor se fait par une seule tension d'alimentation U, à travers  $R_B$  et  $R_C$  (jonction base-émetteur en sens direct). La charge en alternatif est composée par  $R_B$ ,  $R_C$  et  $R_U$  en parallèle.

Passons au montage émetteur commun (EC) de la figure 3. En continu, comme pour les autres montages, son circuit d'entrée est équivalent à une

diode en série avec une résistance  $R_E$ , alimentée en direct par une tension

$$U \times \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

Son circuit de sortie est équivalent à un générateur de courant  $\beta i_b$  chargé par  $R_C$ .

En alternatif (fig. 4), le générateur de tension  $V_e$  est chargé par  $R_i$  en série avec l'ensemble  $R_1$ ,  $R_2$  et l'impédance interne de l'étage ( $= \beta r_e$ ) placées en parallèle. En sortie, le transistor est équivalent à un générateur de courant fournissant un signal  $\beta i_b$  (en inversion de phase avec le courant d'entrée  $i_b$ ) et chargé par  $R_C$  et  $R_U$  en parallèle. En alternatif,  $R_E$  est considérée en court-circuit.

Le montage collecteur commun (CC) est représenté figure 5 avec un découplage dans son circuit collecteur.

En continu, sa représentation est comme celle du montage EC. La charge en continu est composée de deux résistances en série ( $R_E + R_C$ ). La résistance de découplage  $R_C$  n'est pas indispensable. Sa valeur est toujours faible par rapport à  $R_E$ . En alternatif le schéma est donné figure 6.

### Amplification à deux étages à liaison RC

Souvent, le gain d'un seul étage n'est pas suffisant pour obtenir l'amplifi-

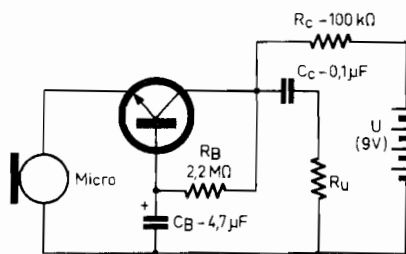


Fig. 2. - Schéma d'amplificateur pour microphone.

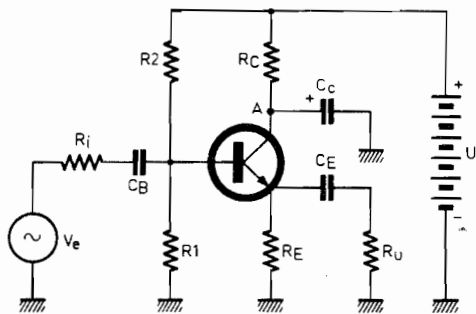


Fig. 3. - Schéma type d'amplificateur émetteur commun.

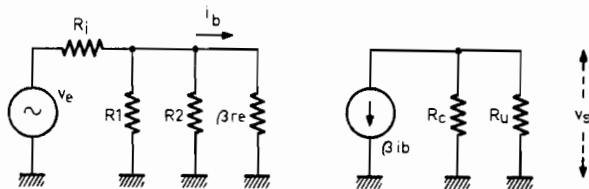


Fig. 4. - Schéma équivalent en alternatif du montage émetteur commun.

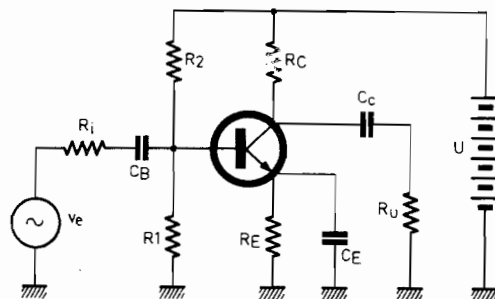


Fig. 5. - Exemple de schéma d'amplificateur collecteur commun. En alternatif, le point A est au potentiel de la masse.

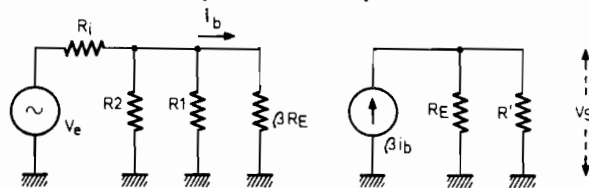


Fig. 6. - Schéma équivalent en alternatif du montage collecteur commun.

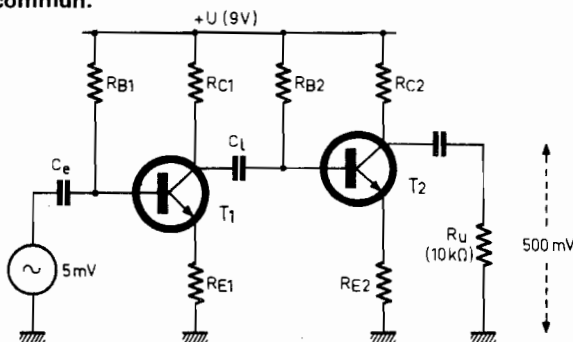


Fig. 7. - Schéma de base d'un amplificateur B.F. à deux étages avec liaison R.C.

cation souhaitée. En basse fréquence, on utilise alors deux étages couplés par un condensateur de liaison.

Nous avons représenté sur la figure 7 un tel montage que nous avons simplifié au maximum.

Pour cet exemple, nous choisissons l'étude d'un préamplificateur BF (30 Hz-12 kHz) devant amplifier un signal faible de 5 mV pour obtenir en sortie une tension de 500 mV.

Ce signal de 5 mV pouvant être celui fourni par une cellule magnétique de lecteur de disque devant attaquer un amplificateur BF classique prévu pour une cellule piezo. Supposons que l'impédance d'entrée du préamplificateur ne doit pas être inférieure à 10 k $\Omega$  (fig. 8). Le gain de tension du préamplificateur (rapport  $V_s/V_e$ ) devra être égal à 100 et, si les deux étages ont un gain identique, le gain de chaque étage sera égal à 10. On commence donc le calcul par le dernier étage. La résistance  $R_{c2}$  est choisie plus faible que la résistance  $R_u$ , de l'ordre du cinquième de cette résistance d'utilisation. Nous choisissons alors pour  $R_{c2}$  2,2 k $\Omega$  qui est une valeur normalisée. La charge en alternatif du transistor  $T_2$  devient environ :

$$1,8 \text{ k}\Omega = \frac{2,2 \text{ k}\Omega \times 10 \text{ k}\Omega}{2,2 \text{ k}\Omega + 10 \text{ k}\Omega}$$

et pour obtenir un gain de 10, la valeur de  $R_{E2}$  devra être égale à 180  $\Omega$ .

Connaissant la valeur de la tension collecteur (égale à  $U/2$ ) le courant de repos sera de 2 mA

$$\frac{4,5 \text{ V}}{2,2 \text{ k}\Omega}$$

et si le gain  $\beta$  du transistor est égal à 100, le courant  $I_B$  sera :

$$\frac{2 \text{ mA}}{100}$$

soit 20  $\mu\text{A}$ .

Passons au calcul de  $R_{B2}$  :

$$\frac{U - (R_{E2} \times I_E)}{I_B} = \frac{9 \text{ V} - (0,18 \text{ k}\Omega \times 2 \text{ mA})}{0,02 \text{ mA}}$$

$$\approx 430 \text{ k}\Omega$$

(valeur normalisée)

La valeur des composants du dernier étage étant déterminée, il nous reste à passer au calcul du premier étage. Tout comme pour le dernier, nous devons d'abord connaître la charge en alternatif de l'étage. Pour  $T_1$ , cette charge est égale à  $R_{c1}$  en parallèle sur l'impédance d'entrée de  $T_2$ . Celle-ci est composée d'une part par l'impédance interne de  $T_2$  ( $= \beta \times R_E = 100 \times 180 \Omega = 18 \text{ k}\Omega$ ) en parallèle sur  $R_{B2}$  (430 k $\Omega$ ), ce qui donne 17,3 k $\Omega$ . La résistance  $R_{c1}$  doit être faible par rapport à cette valeur. En choisissant environ le cinquième de 17,3 k $\Omega$ , nous prendrons pour  $R_{c1}$  une résistance de 3,3 k $\Omega$  et pour  $R_{E1}$  une résistance de 330  $\Omega$  pour que le gain de tension de  $T_1$  soit égal à 10. Les transistors étant polarisés en classe A, la tension sur le collecteur de  $T_1$  est 4,5 V, son courant collecteur est de :

$$\frac{4,5 \text{ V}}{3,3 \text{ k}\Omega} = 1,36 \text{ mA}$$

tandis que  $I_B$  est de 13,6  $\mu\text{A}$ . En utilisant la formule donnée plus haut,  $R_{B1}$  a pour valeur 620 k $\Omega$ . L'impédance du pré-amplificateur sera-t-elle supérieure à

10 k $\Omega$  comme cela est demandé ? L'impédance d'entrée est égale au produit  $\beta \times R_{E1}$  soit 33 k $\Omega$  en parallèle sur  $R_{B1}$  (620 k $\Omega$ ). On est donc bien dans les normes.

Si jamais cette impédance avait été inférieure à la valeur exigée, deux moyens auraient pu être employés, soit une résistance en série avec  $C_e$ , soit un montage CC inséré à l'entrée du pré-amplificateur.

Le calcul que nous venons d'effectuer est classique et donne de bons résultats, mais on préfère généralement utiliser une contre-réaction dans le but d'améliorer les performances. Nous allons donc maintenant parler de contre-réaction.

## La contre-réaction

Dans le préamplificateur précédent, si nous choisissons pour  $R_B$  la valeur calculée, on peut être à peu près certain que la tension collecteur ne sera pas la tension désirée. La raison est que le gain  $\beta$  des transistors peut être donné avec une tolérance de  $\pm 50\%$  (pour un  $\beta$  de 100, sa valeur min. est 50 et sa valeur max. est de 150), ce qui fait un rapport 3 entre la valeur la plus forte et la valeur la plus faible. La résistance  $R_B$  devra donc être choisie pour comparer cette tolé-

rance, et l'utilisateur aura pour tâche de chercher par tâtonnement la valeur désirée, par exemple, à l'aide d'un potentiomètre qui sera réglé pour obtenir la tension collecteur souhaitée.

Un autre inconvénient du montage est le manque de stabilisation du courant collecteur. En effet, si le courant  $I_C$  augmente à la suite de l'augmentation de la température ambiante, il n'y a aucun moyen pour empêcher cette augmentation.

D'autre part, s'il s'agit de faire une fabrication en petite série du montage, il n'y aura pas deux amplificateurs ayant les mêmes caractéristiques.

En résumé, il nous faut une stabilisation en continu (pour obtenir une polarisation constante) et une stabilisation en alternatif pour une certaine homogénéité des caractéristiques (gain de tension, bande passante...).

Ces deux types de stabilisation sont réalisés par des contre-réactions : premièrement contre-réaction en continu pour être certain d'avoir un  $I_C$  constant (quel que soit le  $\beta$  et la température ambiante). Deuxièmement contre-réaction en alternatif pour un gain et une bande passante constante.

La contre-réaction nous apporte également d'autres avantages : moins de distorsions et la possibilité de modifier les impédances d'entrée et de sortie.

Mais, d'abord, quelques précisions sur ce qu'est la **réaction** dans un amplificateur. On appelle réaction le retour d'une certaine partie du signal amplifié vers l'entrée de l'étage ou de l'amplificateur. Cette réaction a pour effet d'augmenter le gain ou de le diminuer suivant la phase de la portion du signal ramenée à l'en-

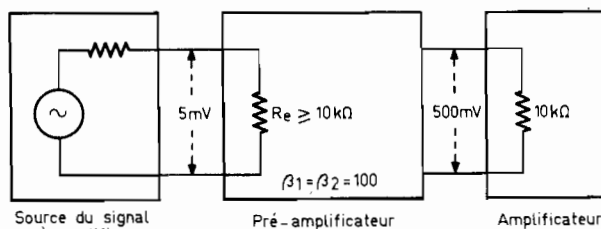


Fig. 8. - Schéma synoptique de l'ensemble composé de la source de signal, du préamplificateur à étudier et de sa charge (en l'occurrence, le circuit d'entrée d'un amplificateur).

trée. Si cette fraction du signal est en phase avec le signal d'entrée, la réaction est positive, le gain est augmenté et il peut y avoir une instabilité allant jusqu'à l'oscillation du circuit.

En revanche, si le signal ramené à l'entrée est en opposition, il s'agit de réaction négative ou **contre-réaction**, le gain total est réduit, et les qualités de l'étage sont améliorées.

**Modification du gain**

Le gain de l'amplificateur avec réaction est donné par la formule :

$$G_r = \frac{G}{1 - rG}$$

Le gain de l'amplificateur avant application de la contre-réaction est représenté par G. La lettre « r » désigne le taux de réaction qui représente le pourcentage de signal de sortie réinjecté à l'entrée. Cette lettre est souvent remplacée par « β » qu'il ne faut pas confondre avec celui qui représente le gain de courant d'un transistor (h<sub>21</sub>). Rappelons que r peut être **positif** (réaction positive) ou **négative** (réaction négative ou « contre-réaction »). La démonstration de la formule est donnée dans l'encadré.

Pour bien comprendre l'effet de la réaction sur le gain, prenons un exemple numérique. Le gain G (sans contre-réaction) est égal à 100. Le taux de réaction r est faible et égal à 0,008 (= 0,8 %). Dans le cas d'une réaction positive, r = +0,008,

$$G_r = \frac{100}{1 - (+0,008 \times 100)}$$

ce qui donne :

$$G_r = \frac{100}{1 - 0,8} \text{ soit } 500,$$

le gain est multiplié par 500. Pour une contre-réac-

tion, r a la même valeur mais est négatif,

$$r = -0,008,$$

$$G_r = \frac{100}{1 - (-0,008 \times 100)}$$

$$= \frac{100}{1 + 0,8}$$

soit G<sub>r</sub> = 55, le gain a presque diminué de moitié.

En basse fréquence où on utilise un taux de contre-réaction plutôt élevé, la formule devient :

$$G_r = \frac{1}{r}$$

Si r = 10 %, G<sub>r</sub> =  $\frac{1}{0,1}$ , soit 10.

**Réalisation pratique**

L'élément de contre-réaction rajouté au circuit de base est passif, c'est souvent une résistance seule.

Disons aussi que la contre-réaction peut être fonction du courant de sortie ou de la tension de sortie, et que le signal ramené à l'entrée peut agir soit sur la tension, soit sur l'intensité d'entrée.

Sur la figure 9, la

contre-réaction est de tension : la tension ramenée est fonction de la tension de sortie, et elle se trouve en opposition avec la tension d'entrée v<sub>e</sub>. Le taux de réaction est donné par :

$$\frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

Quant à la figure 10, elle représente une contre-réaction d'intensité. Bien que le signal ramené à l'entrée soit une tension, celle-ci est fonction de l'intensité de sortie. Le taux de réaction dépend des valeurs de R et de R<sub>u</sub>.

**Contre-réaction en continu**

La contre-réaction peut être faite soit en continu, soit en alternatif. Dans le premier cas, la tension ou le courant de sortie ramené à l'entrée se font à travers un circuit purement résistif. Dans le second cas, on emploie une combinaison de résistances et de condensateurs (ou encore de bobines de self-induction ou un transformateur) pour ne ramener à l'entrée que la composante alternative.

La contre-réaction en continu est utilisée avec les transistors, comme celui de la figure 11, pour stabiliser le point de fonctionnement. Si I<sub>c</sub> passe de 10 à 14 mA pour une raison quelconque, V<sub>c</sub> passe de 10 à 8 V (la chute est plus grande dans R<sub>c</sub>), ce qui entraîne une diminution de :

$$I_B : 40 \mu A = \frac{8 V}{200 K}$$

au lieu de 50 μA.

Ainsi, lorsque I<sub>c</sub> augmente, I<sub>B</sub> diminue automatiquement pour compenser cette élévation. S'il n'y avait pas de contre-réaction, une augmentation de I<sub>c</sub> échaufferait le transistor, accroissant encore plus I<sub>c</sub> d'où emballement et destruction du transistor.

J.-B. P.

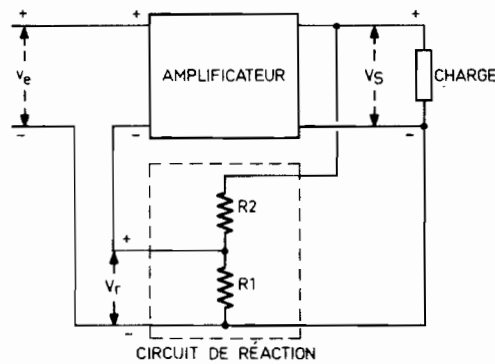


Fig. 9. - Contre-réaction de tension : la tension ramenée à l'entrée est fonction de la tension de sortie.

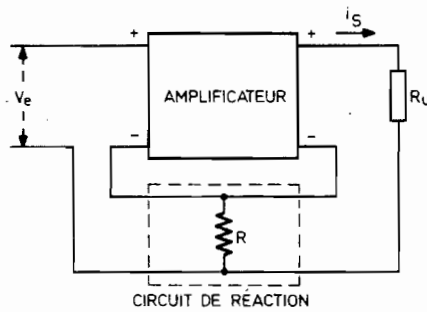


Fig. 10. - Contre-réaction d'intensité : la tension ramenée à l'entrée est fonction du courant de sortie.

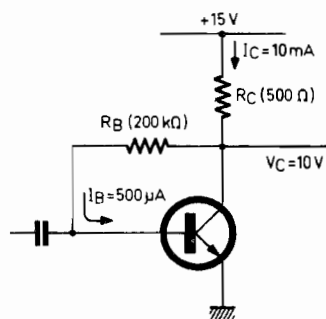


Fig. 11. - Exemple de contre-réaction en continu.

## FORMULE DU GAIN AVEC REACTION

La figure a ci-dessous représente un amplificateur de courant sans réaction, le courant de sortie  $i_s$  est égal au courant d'entrée  $i_e$  multiplié par le gain de courant  $G_i$  de l'amplificateur.

La figure suivante (b) possède un bouclage de la sortie vers l'entrée. Il y a réaction :

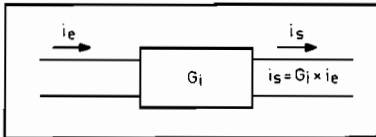


Fig. a

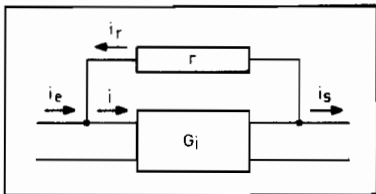


Fig. b

Le signal à amplifier (venant de l'extérieur) est  $i_e$ . Le signal de réaction (venant de la sortie) est  $i_r$ . On a :  $i_r = r \times G_i \times i$ . Le signal réellement injecté dans l'ampli est  $i$ .

On a :  $i = i_e + i_r$   
Le courant de sortie est égal au courant amplifié ( $G_i \times i$ ) moins le courant qui retourne vers l'entrée ( $r \times G_i \times i$ ), soit :  
 $i_s = (G_i \times i) - (r \times G_i \times i)$   
ou encore, après manipulation algébrique :  
 $i_s = (G_i \times i) (1 - r)$

Le courant rentrant dans l'amplificateur est égal à  $i$ , c'est la somme de  $i_e$  plus  $i_r$  ( $i = i_e + i_r$ ). On en déduit le

courant à l'entrée de l'amplificateur avec réaction :

$$i_e = i - i_r \text{ ou } i_e = i - (r \times G_i \times i) \text{ soit } i_e = i (1 - r \times G_i)$$

Le gain avec réaction est donc :

$$G_r = \frac{i_s}{i_e} = \frac{(G_i \times i) (1 - r)}{i (1 - r \times G_i)} = G_i \frac{(1 - r)}{(1 - r \times G_i)}$$

Si  $r \ll 1$ ,  $G_r = \frac{G_i}{1 - rG_i}$

La démonstration, pour être plus aisée à comprendre, a été faite avec un amplificateur de courant. Pour un amplificateur de tension, la formule est transposée.

La formule générale est :

$$G_r = \frac{G}{1 - rG}$$

Nous avons dit que  $r$  était faible, mais l'ensemble  $rG$  par rapport à 1 peut être très élevé si  $G$  est lui-même très grand, ce qui donne une autre formule :

$$G_r = \frac{1}{r}$$

# YAC DISCOUNT

62, boulevard de Belleville. 75020 Paris (Métro Couronnes). Tél. 358.68.06  
OUVERT : du lundi au samedi de 10 h à 19 h

GROS DETAIL
EXPORT

**CHAINE HI-FI 7 ELEMENTS**

Comprendant :  
• 1 ampli 2 x 35 W • Vu-mètres LED • 1 tuner PO-GO-FM stéréo, aigüille lumineuse • Platine K7 2 moteurs, éjection électronique, touches douces • K7 métal • Platine T-D entraîné par courroie. Stroboscope. Régulation électronique • 2 enceintes 3 voies 40 W faces avant amovibles • Meuble rack, vitres à roulettes.

**L'ENSEMBLE COMPLET**  
2990 F

Photo non contractuelle

**RADIO K7 MONO**

4 gâmines 3,5 W RMS PO-GO-05-FM contrôle automatique enregist. micro incorporé, 2 HP (dont 1 tweeter). Dim. H 215 x P 100 x L 342 mm. Prise écouteur. Piles et secteur 220 V.

Prix : 490 F

**OBJECTIFS TELE-OBJECTIFS**  
Multicoches  
• MAKINON-  
35 mm montures KO-PK-00 ..... 320 F  
135 mm montures CA-MI-NI ..... 420 F  
200 mm montures PK 242 à vis-DL - KG - GOY - MI - FU - NI ..... 550 F

Tête couleur pour Krokus 44  
Prix : 800 F ..... 300 F

**FILTRES - TOKO-**  
• 49. • 52. • 55 mm. Effets suédois, polarisants. UV, dégradés, etc.  
PAR 5 PIECES ..... 150 F  
PAR 10 PIECES ..... 220 F

**DOUBLEURS DE FOCALE TOUTES MONTURES**  
MIN - CAN - FU - PK  
OM - KO - NI ..... 50 F  
La pièce ..... 50 F

**CUVETTES POUR DEVELOPPEMENT PHOTO**  
Excellente qualité disponibles en vert, rouge, blanc.  
240 x 300, pièce ..... 20 F  
300 x 600, pièce ..... 45 F

**REVEIL A QUARTZ**  
Cadran à aiguilles

COMPLET AVEC PILE ..... 89 F

**MONTRES A QUARTZ Hommes**

5 fonctions.  
Prix : 99 F ..... 49 F

4 fonctions  
Prix : 99 F ..... 39 F

**BIQUET MONTRE 99 F**

**STYLO MONTRE**  
Laqué 99 F ..... 39 F

**CASSETTES**  
Grande marque allemande  
Low noise par 10 ..... 45 F  
Ferro-chrome ..... 65 F  
Quantité limitée

**TUNER**  
0F070PO-GO-FM stéréo.  
Vu-mètre à diode LED.  
Prix 890 F ..... 490 F

**PLATINE K7 JVC KDD3**  
K7 normale, chrome, métal. Crête-mètre à diodes LED. Dolby B et C. Touches sensibles. Recherche automatique des programmes.  
Prix ..... 1190 F

**Dernière minute ! Platine TD «ASTON»**  
33/45 T entraînement direct, pilotage par quartz. Stroboscope. Avec socle et capot.  
Prix ..... 790 F

**MAGNETOSCOPE BETACOLOR**

Programmation sur 3 jours. Télécommande pour pause. Possibilité branchement, caméra vidéo, microphone chaîne musicale.

Prix ..... 5880 F 3290 F

**ENSEMBLE PLATINE-AMPLI**

• Ampli 2 x 20 W  
• Réponse 60-18000 Hz  
• Prises : magnéto, TO automatique

**LIVRE COMPLET AVEC 2 ENCEINTES**

Prix ..... 880 F 590 F

**ENCEINTES**  
Prix par paire

Façades fixes  
2x 20 W, 2 voies ..... 120 F  
2x 30 W, 2 voies ..... 190 F  
2x 50 W, 2 voies ..... 390 F

Mini-enceintes  
Dim. 200 x 125 x 100 mm  
2x 50 W, 2 voies ..... 490 F

Façades amovibles  
2x 80 W, 2 voies ..... 780 F 390 F  
2x 80 W, 900 F ..... 590 F  
2x 90 W, Bass reflex, 2000 F ..... 840 F

**HAUT-PARLEURS**  
Prix par paire pour voitures

• 130 mm, 4Ω, 8 watts ..... 70 F  
• 130 mm, 4Ω, 15 watts dual cône 180 F ..... 90 F  
• 160 mm, 4Ω, 25 watts dual cône 220 F ..... 110 F

**TV COULEUR**  
Très Grandes Marques

66 cm. Multistandard ..... 3990 F  
66 cm. Télécommande Multistandard ..... 4390 F

**POUR VOITURES BOOSTER - EQUAL.**

Slim, line affichage Led. Dim 140 x 30 x 160 mm.  
2x 30 W, 5 fréquences ..... 250 F  
2x 30 W, 7 fréquences ..... 290 F

**RADIATEURS ELECTRIQUES**  
A bain d'huile. Thermostat incorporé. Montés sur roulettes.

1500 W ..... 280 F • 2000 W ..... 320 F  
2500 W ..... 360 F • 3000 W ..... 420 F

**CHAUFFAGES A CATALYSE**  
Bulane et Propane  
Allumage piezo-électronique. Montés sur roulettes.  
Dimensions 60 x 40 x 40 cm.  
Prix ..... 590 F

**CONVECTEURS ELECTRIQUES MURAUX**  
NORMES NF (grande marque)  
Appareils de chauffage à encombrement réduit et thermostat incorporé.

500 W ..... 130 F 1000 W ..... 190 F 1500 W ..... 220 F 2000 W ..... 260 F  
750 W ..... 170 F 1250 W ..... 200 F 1750 W ..... 240 F 2500 W ..... 300 F  
3000 W ..... 340 F

**MINI CONGELATEUR**

50 litres  
Très grande marque Congèle 6 kg en 24 heures. Cuve en polyuréthane. Thermostat réglable. Consommation 0,75 Ah / 220 V.

H. 52 x L. 52,5 x P. 59 cm.  
Prix ..... 990 F

**2 MINI LAVES-LINGE ITT**

1) Super 2000, lave jusqu'à 2 kg. Minuterie Consommation 100 W / 220 V. Poids 8,5 kg. Dim. 54 x 42 x 46 cm.  
Prix ..... 590 F

2) Sirocco, 3 fonctions. Lave 2 kg en 10 minutes. Rinçage par vidange en 1 mn 36". Séchage. Consom. 1000 W / 220 V. Chauffage 900 W. Poids 12,5 kg. Dim. 51 x 46,5 x 55 cm.  
Prix ..... 750 F

**MEUBLES - RACK**  
POUR CHAINES HI-FI  
Tous modèles.  
Prix ..... 150 F

**DISTRIBUTION DE MATERIELS HORS COURS**  
rigoureusement neufs en emballages d'origine  
REMISES DE - 40 à - 60% environ

Vente hors taxes à l'exportation  
LISTE DE MATERIELS neufs ou à réviser contre 3,60 F en T.P. et une enveloppe timbrée portant nom et adresse.

MATERIELS NEUFS garantis 1 AN pièces et main-d'œuvre

EXPEDITIONS : (Port dû) Chèque bancaire ou mandat à la commande.

N° 1698 - Décembre 1983 - Page 158