

# Initiation à la pratique de l'électronique

## Calcul d'un étage A TRANSISTOR

**U**N minimum de calcul est nécessaire avant de réaliser et de mettre sous tension le montage de sa conception.

Nous présentons ici une méthode pour le calcul d'un étage amplificateur à émetteur commun, classe A.

La première étape est d'abord de bien connaître le fonctionnement de l'amplification d'un transistor et d'être conscient des contraintes dues aux variations de température ambiante. On pourra alors déterminer courants et tensions, puis choisir ensuite les composants les mieux adaptés (alimentation, transistor, circuits de polarisation...).

Tout en continuant notre étude sur les circuits transistorisés, nous pourrons, le mois prochain, réaliser quelques montages, mettant à profit les connaissances acquises.

### Amplification de tension

Le mois dernier nous avons présenté le transistor comme un amplificateur de courant. Le courant faible ( $I_B$ ) à l'entrée se retrouve amplifié à la sortie ( $I_C = h_{FE} \times I_B$ ). Si une variation de courant  $\Delta I_B$  est présente à l'entrée, nous recueillons à la sortie une variation de courant  $\Delta I_C = h_{FE} \times \Delta I_B$ . Nous entendons par entrée les bornes reliées à la base et à l'émetteur, et par sortie celles du collecteur et de l'émetteur. Ce dernier étant commun pour l'entrée et la sortie, le montage s'appelle « à émetteur commun ».

Le transistor est également un amplificateur de tension. La tension à ampli-

fier est appliquée entre base et émetteur, aux bornes de la résistance interne d'entrée (jonction passante donc de valeur faible). A la sortie, il est nécessaire de placer une résistance  $R_C$  aux bornes de laquelle apparaît la tension amplifiée.

En statique, c'est-à-dire sans signal à l'entrée, la tension en ce point est de l'ordre de 0,7 V. A la sortie, la tension est égale à la tension d'alimentation moins la chute de tension dans  $R_C$  (fig. 1).

Les tensions continues appliquées au collecteur et à la base doivent avoir une grandeur et une polarité correctes.

En dynamique, le signal d'entrée de variation  $\Delta V_E$  ne peut être qu'assez faible. A cette variation cor-

respond un  $\Delta I_B$  (fig. 2). Celui-ci, multiplié par le gain dynamique du transistor, se retrouve sur le collecteur, et la tension aux bornes de la résistance de charge  $R_C$  est égale à  $\Delta I_C \times R_C$ .

Prenons un exemple numérique. Le signal appliqué entre base et émetteur est égal à 40 mV (0,04 V). Ce signal entraîne une variation de  $I_B$  égale à 20  $\mu$ A. Si notre transistor a un gain de courant  $h_{FE}$  de 200, ce qui est tout à fait normal, la variation de  $I_C$  est alors : 20  $\mu$ A  $\times$  200 = 4 mA. La résistance  $R_C$  étant de 1 k $\Omega$ , la variation de ten-

sion aux bornes de la charge se trouve égale à 4 mA  $\times$  1 k $\Omega$ , soit 4 V. On remarque que cette tension de sortie est proche de la tension d'alimentation du montage (pile de 4,5 V) et il y a risque de déformations du signal (écrêtages), si certaines précautions ne sont pas prises.

Aussi, pour cette raison, on s'arrangera pour que, sur le collecteur, la tension au repos soit égale à la moitié de la tension d'alimentation. Pour notre exemple, cette tension de repos devra être de 2,25 V. Malgré cela, il pourra y avoir encore des

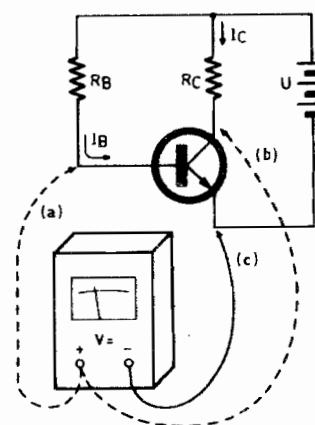


Fig. 1. — Mesure des tensions continues sur la base (a) et sur le collecteur (b). La mesure se fait par rapport à l'émetteur (c).

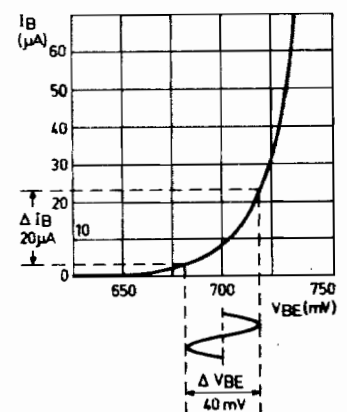


Fig. 2. — Une variation de tension à l'entrée ( $\Delta V_{BE}$ ) entraîne une variation de courant ( $\Delta I_B$ ).

déformations, comme nous allons le voir tout à l'heure.

Donc, en résumé, avant toute chose, il faut définir la **tension de repos** (tension sur le collecteur lorsque aucun signal n'est appliqué à l'entrée). Cette tension de repos dépend du courant de polarisation (c'est le courant de base  $I_B$ ), c'est-à-dire aussi de la **tension de polarisation** appliquée entre base et émetteur.

Le montage indiqué sur la figure 3 est un amplificateur de tension. Nous pouvons expérimentalement constater qu'une variation de tension appliquée entre base et émetteur se traduit par une variation amplifiée de tension entre collecteur et émetteur. En d'autres termes, un signal de tension variant de part et d'autre de la tension de polarisation se retrouve amplifié et varie de part et d'autre de la tension de repos.

Le bras du potentiomètre étant réglé au minimum (côté masse), on observe la tension entre collecteur et émetteur. Cette tension est d'abord maximale (il n'y a pas de chute de tension dans  $R_C$ ) ; on la réduit en réglant le potentiomètre jusqu'à ce qu'on obtienne 2,25 V. On remarque alors qu'en faisant varier très peu cette tension d'entrée, la variation est beaucoup plus grande en sortie. On remarque aussi qu'une augmentation, à l'entrée, entraîne une diminution en sortie. Ce dernier point montre qu'avec ce montage émetteur commun, il y a opposition de phase entre la sortie et l'entrée. La phase a une extrême importance dans les montages d'électronique.

Si nous avons un signal sinusoïdal à l'entrée, il apparaît en sortie le même signal amplifié et en opposition de phase (fig. 4).

### Les transistors et la température

La jonction base-collecteur est, nous l'avons dit, polarisée en inverse.

Comme toute diode bloquée, elle possède un courant de fuite, extrêmement faible, augmentant avec la température. Ce courant est désigné par  $I_{CBO}$  ; ce sont les initiales de « Intensité Collecteur-Base (avec émetteur) Ouvert ». Le courant  $I_{CBO}$  peut augmenter considérablement avec la température et gêner le bon fonctionnement de l'étage.

Dans un transistor silicium, ce courant parasite est assez faible, c'est-à-

dire de l'ordre de quelques nano-ampères (1 nano-ampère = 1 millième de micro-ampère) à une température ambiante de 25 °C et pour une tension collecteur-base de 20 V. Ce courant  $I_{CBO}$  double tous les 10 degrés. De 3 nA à 25 °C, il passe à 48 nA à 65 °C. Dans un transistor germanium, l'augmentation de ce courant en fonction de la température est semblable, mais il est 1 000 fois plus élevé.

Nous donnons, figure 5, les caractéristiques d'une diode semi-conductrice pour deux températures données : 25 °C et 60 °C. On remarque que la chute de tension directe diminue un peu lorsque la température augmente. Cette dimi-

nution est de 2,2 mV par °C.

Revenons au courant  $I_{CBO}$ . Il passe dans la jonction base-émetteur et s'ajoute au courant  $I_B$  (fig. 6). Ce surcroît d'intensité augmente la température du transistor, d'où le nouvel accroissement de  $I_{CBO}$ . Ce cercle vicieux peut aller jusqu'à la destruction du transistor. L'existence de  $I_{CBO}$  est particulièrement gênante lorsque le transistor doit rester bloqué (transistor en commutation). On sait que le transistor est bloqué par un  $I_B$  nul ; mais si  $I_B$  est remplacé par un autre courant  $I_{CBO}$ , une certaine intensité passe quand même dans le circuit collecteur. Cette intensité n'est autre que  $I_{CBO} \times h_{FE}$ .

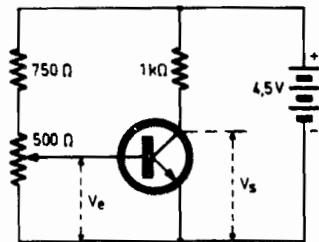


Fig. 3. — Montage expérimental mettant en évidence l'amplification du transistor.

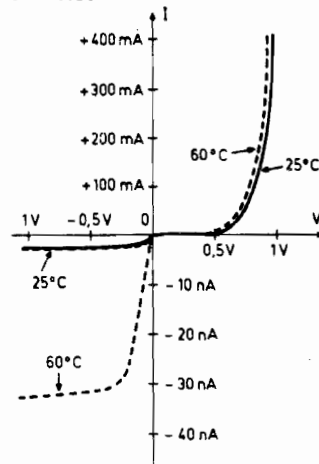


Fig. 5. — Caractéristiques d'une diode à 25 et 60 °C. Pour une diode comme pour un transistor, la variation est faible en « direct ». Mais en « inverse », le courant de fuite double tous les 10 °C.

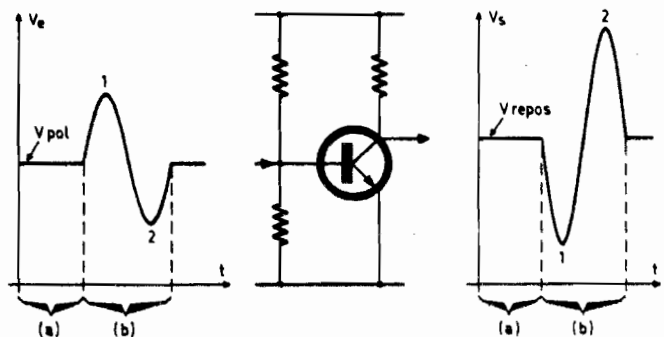


Fig. 4. — Sans signal à l'entrée (a), il existe en sortie une tension dite « de repos ». Le signal à l'entrée (b) se retrouve amplifié et en opposition de phase en sortie.

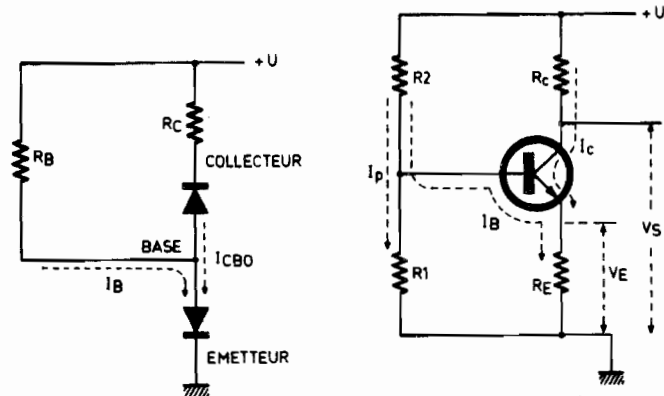


Fig. 6. — Le courant parasite  $I_{CBO}$  traverse la jonction émetteur base. Il se retrouve amplifié par le gain du transistor.

Fig. 7. — La tension aux bornes de  $R_1$ , étant fixée par le pont de résistances, toute augmentation de tension aux bornes de  $R_E$  diminue  $V_{BE}$  donc  $I_C$ .

Pour combattre cet inconvénient, il existe plusieurs moyens. L'emploi d'un pont de résistances est déjà un remède pour avoir une tension de polarisation de base constante. Une amélioration est obtenue par l'adjonction d'une faible résistance dans le circuit émetteur. L'explication du fonctionnement de ce système de régulation est simple. Lorsqu'il y a augmentation de ce courant parasite dans le circuit émetteur, la tension aux bornes de la résistance  $R_E$  augmente, et la tension aux bornes de la jonction diminue puisque la tension aux bornes de  $R_1$  reste constante. Cette diminution de  $V_{BE}$  entraîne un affaiblissement de  $I_C$ , donc du courant dans  $R_E$  (fig. 7).

Plus cette résistance  $R_E$  sera élevée, meilleure sera

la compensation. Une forte valeur de cette résistance est à éviter pour deux raisons. D'abord une certaine puissance est perdue dans  $R_E$ , ensuite la chute de tension aux bornes de cette résistance entraîne une limitation du signal de sortie de l'étage.

### Détermination des éléments d'un étage

Nous prenons comme première application le circuit le plus simple composé uniquement d'un transistor et de deux résistances (fig. 8). Les étapes du calcul de ce circuit sont dans l'ordre : choix du transistor et de la tension d'alimentation  $U$ , détermination de la tension  $V_S$  et des courants  $I_C$ ,  $I_B$  (et éventuellement  $I_P$ ).

Choisissons comme tension  $U$  la valeur de 9 V (deux piles plates de 4,5 V ou une pile 9 V du type IEC 6LF22). Comme transistor, nous gardons un BC 108 ; nous savons que le gain de courant de ce transistor peut varier de 125 à 900 suivant l'échantillon, et que ce type de transistor est trié par le constructeur, ce qui fait que le BC108A a un gain situé entre 125 et 260, le BC108B, un gain entre 240 et 500 et le BC108C un gain entre 450 et 900. Puisque nous n'avons pas besoin d'un gain de courant élevé, nous prenons un BC108A, dont la valeur moyenne de gain est autour de 200.

Nous savons également que le gain d'un transistor est fonction du courant qui le traverse. Non seulement

ce gain varie suivant la valeur de  $I_C$ , mais il est maximal pour une certaine valeur de ce courant (voir fig. 11 du précédent article). Pour le BC108, ce gain est maximal entre 10 et 20 mA, mais il est encore tout à fait acceptable, même si  $I_C$  est nettement plus faible (1 mA ou même 0,1 mA). Nous choisissons donc  $I_C = 5$  mA.

Quant à la tension de repos sur le collecteur, nous la prenons égale à  $U/2$ , soit 4,5 V. La résistance  $R_C$  peut maintenant être calculée :

$$R_C = \frac{\text{tension de repos}}{\text{courant collecteur}}$$

$$\text{soit } \frac{4,5 \text{ volt}}{5 \text{ mA}} = 0,9 \text{ k}\Omega$$

Nous prendrons  $R_C = 1 \text{ k}\Omega$ .

Le courant de repos  $I_C$  étant de 5 mA, et le gain ( $\beta$  ou  $h_{FE}$ ) étant supposé être égal à 200, le courant de base devrait être alors égal à  $I_C/\beta$ , soit, ici :

$$\frac{5 \text{ mA}}{200} \text{ ou } \frac{5000 \mu\text{A}}{200} = 25 \mu\text{A}$$

Pour obtenir la valeur de  $R_B$ , il faut connaître non seulement le courant la traversant, mais aussi la tension à ses bornes. Celle-ci est la tension d'alimentation  $U$ , moins la tension base-émetteur. Nous calculons  $R_B$  par la loi d'Ohm :

$$R_B = \frac{U - V_{BE}}{I_B}$$

Ce qui nous donne :

$$\frac{9 \text{ V} - 0,7 \text{ V}}{25 \mu\text{A}} = 330 \text{ k}\Omega \text{ environ}$$

En réalisant notre montage avec ces valeurs, et en mesurant la tension entre collecteur et émetteur, nous constatons que cette tension est bien de l'ordre de 4,5 V. En remplaçant le transistor par un modèle du même type, nous nous apercevons que la tension sur le collecteur n'est plus la même. En effet, le courant  $I_B$  imposé est de

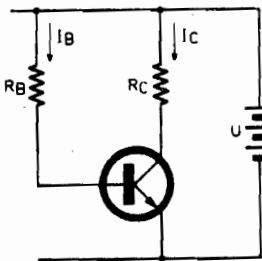


Fig. 8. - Montage le plus simple, très sensible aux variations de température ambiante.

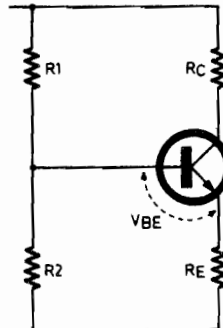


Fig. 9. - Montage à pont de résistances.

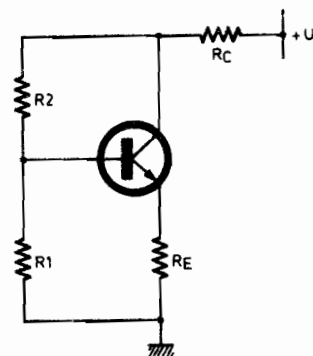


Fig. 10. - La stabilité en température est améliorée par la présence de  $R_E$ .

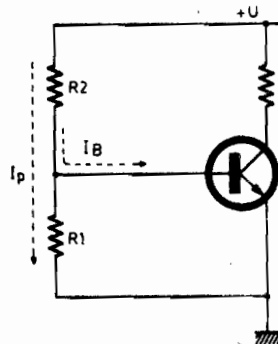


Fig. 11. - Souvent la résistance  $R_2$  est reliée au collecteur (stabilité accrue).

25  $\mu$ A. Si le deuxième BC108 a un gain de 125, le courant  $I_C$  devient 25  $\mu$ A  $\times$  125 soit 3 mA environ, et la tension  $V_{CE}$  est alors égale à :

$$9\text{ V} - (1\text{ k}\Omega \times 3\text{ mA}) = \text{soit } 6\text{ V}.$$

Si son gain est 260,  $I_C$  passe à :  
25  $\mu$ A  $\times$  260 (= 6,5 mA)  
et  $V_{CE}$  devient :  
9 V - (6,5  $\times$  1 k) = 2,5 V.

Si son gain est supérieur à la valeur choisie pour le calcul, le potentiel sur le collecteur se rapproche de la tension d'alimentation. Le meilleur moyen pour avoir en sortie la tension souhaitée est soit de procéder par tâtonnement en essayant plusieurs valeurs pour  $R_B$ , soit de placer un potentiomètre en série avec la résistance  $R_B$ .

Pour bien fixer les points de repos, on insère généralement un pont de résistances dans le circuit de base (fig. 9). Le courant  $I_P$  traversant les deux résistances  $R_1$  et  $R_2$  a une valeur qui n'est pas critique, elle est souvent dix fois supérieure à celle du courant  $I_B$ . On voit sur la figure que  $R_2$  est traversée par  $I_P + I_B$ , et que dans  $R_1$ , il ne passe que  $I_P$ .

Le calcul des résistances est simple, puisqu'on connaît la grandeur des courants ( $I_B$  et  $I_P$ ) et des

tensions (U et  $V_{BE}$ ). On en déduit :

$$R_2 = \frac{U - V_{BE}}{I_P + I_B}$$

et

$$R_1 = \frac{V_{BE}}{I_P}$$

Dans notre exemple,  $I_B = 25\ \mu\text{A}$ , ce qui donne un courant  $I_P = 0,25\ \text{mA}$ . Les résistances

$$R_1 = \frac{0,7\ \text{V}}{0,25\ \text{mA}}$$

et

$$R_2 = \frac{9 - 0,7\ \text{V}}{0,275\ \text{mA}}$$

sont respectivement de 2,7 k $\Omega$  et de 30 k $\Omega$  (valeurs normalisées).

Pour augmenter la stabilité en température, le schéma est amélioré en branchant une résistance  $R_E$  dans le circuit émetteur. Les formules pour le calcul sont légèrement différentes.

La chute de tension aux bornes de  $R_E$  est généralement faible (1 V environ). Cette résistance est traversée par deux courants, l'un venant du collecteur ( $I_C$ ) et l'autre provenant de la base ( $I_B$ ). Ce dernier étant faible par rapport à l'autre, nous pouvons écrire :

$$R_E \cong \frac{V_E}{I_C}$$

(Si  $V_E = 1\ \text{V}$  et  $I_C = 5\ \text{mA}$ ,  $R_E = 250\ \Omega$ .)

Comme la tension aux bornes de  $R_1$  n'est plus 0,7 V mais 0,7 V +  $V_E$ , les

résistances du pont de base sont modifiées :

$$R_1 = \frac{0,7\ \text{V} + V_E}{I_P}$$

et

$$R_2 = \frac{U - (V_{BE} + V_E)}{I_P + I_B}$$

ce qui donne, pour notre exemple : 6,8 k $\Omega$  et 27 k $\Omega$  respectivement.

En remplaçant à nouveau le transistor par d'autres modèles du même type, nous constatons que la tension sur le collecteur (entre collecteur et masse) varie dans de moins grandes proportions que lorsqu'il n'y avait qu'une seule résistance dans le circuit de base.

Quelques remarques doivent être faites au sujet de ce circuit. La stabilité est d'autant meilleure que  $R_1$  et  $R_2$  ont une valeur faible. Si le montage devait fonctionner dans un environnement exposé à de grandes variations de température, il faudrait augmenter  $I_P$ , ce qui entraînerait une diminution de la résistance du pont et une augmentation de l'énergie demandée à la source. Les piles seraient usées plus rapidement.

De même, la compensation en température est d'autant plus efficace que  $R_E$  est plus élevée. Mais si  $R_E$  a une valeur forte, la tension à ses bornes est plus grande, ce qui res-

treint la tension disponible en sortie. La puissance dissipée dans  $R_E$  est également une puissance demandée à l'alimentation, ce qui diminue le rendement du montage.

On rencontre souvent des circuits simples dans lesquels la résistance  $R_2$  n'est plus connectée à l'alimentation, mais directement au collecteur (fig. 11). La stabilité du montage est encore améliorée. Quant au calcul des éléments, il suit le même raisonnement que pour les calculs précédents.

### Gain en tension d'un amplificateur émetteur commun

L'amplification en tension d'un étage émetteur commun n'est pas aussi simple à déterminer que le gain de courant. Le rapport, entre la tension de sortie  $V_S$  et la tension d'entrée, détermine le gain de tension. Nous savons que la tension de sortie est égale à  $R_C \Delta I_C$ . Quant à celle de l'entrée, c'est la somme des chutes de tension dans la résistance interne d'entrée du transistor, et éventuellement dans  $R_E$ . Cette résistance interne est difficile à déterminer, elle est inversement proportionnelle au courant  $I_C$ . Généralement, le gain de tension d'un montage émetteur commun, sans résistance  $R_E$ , est donné par le produit « pente  $\times R_C$  », mais la pente n'est pas donnée dans les manuels des constructeurs. La pente est la variation de courant  $I_C$  pour une variation de 1 V à l'entrée. Elle peut varier de quelques milliampères par volt à quelques dizaines de milliampères par volt. D'après la formule ci-dessus, un transistor ayant une pente de 40 mA/V,

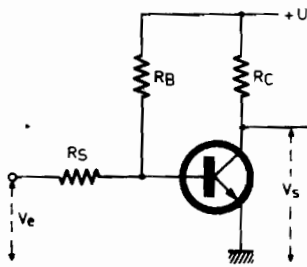


Fig. 12. - La présence de  $R_S$  réduit l'effet de la non-linéarité de la caractéristique d'entrée.

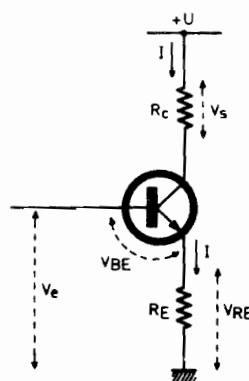


Fig. 13. - Si  $V_{RE} \gg V_{BE}$ , la tension aux bornes de  $R_E$  est égale à  $V_E$ , le gain de tension est alors égal au rapport  $R_C/R_E$ .

chargé par une résistance  $R_C$  de 5 k $\Omega$ , donne un gain de tension de 200.

La caractéristique d'entrée n'étant pas linéaire, on tâche de réduire l'effet de cette non-linéarité en plaçant une résistance  $R_S$  en série dans l'entrée (fig. 12). La résistance interne d'entrée du transistor étant très faible par rapport à  $R_S$ , on considère que le courant d'entrée est  $V_E/R_S$ . Il se retrouve multiplié par  $\beta$  en sortie, de telle manière que la tension  $V_S$  de sortie est égale à :

$$\frac{V_S}{R_S} \times \beta \times R_C$$

ce qui donne en fin de compte la formule du gain :

$$\beta \times \frac{R_C}{R_S}$$

Lorsqu'une résistance  $R_E$  est présente, on peut dire que le gain de tension est égal au rapport  $R_C/R_E$ . On considère d'une part que ces deux résistances sont traversées par le même courant, puisque  $I_C$  est peu différent de  $I_E$ . D'autre part, la tension  $V_{BE}$  est supposée être négligeable par rapport à la différence de potentiel

aux bornes de  $R_E$ . La tension aux bornes de  $R_E$  est sensiblement égale à la tension d'entrée  $V_E$ . Le gain de tension  $V_S/V_E$  est ainsi égal à :

$$\frac{V_S}{V_{RE}} \text{ soit à } \frac{R_C I_C}{R_E I_E}$$

ce qui donne finalement  $R_C/R_E$  (fig. 13).

### Caractéristiques limites

Rappelons enfin que lors du calcul de ces montages on doit veiller à ne pas dépasser les limites de puissance, de tension et de courant.

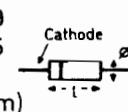
Le BC108 a un  $P_C$  max de 0,25 W. Cette puissance est égale à  $I_C \times V_{CE}$ . Autrement dit, si la tension sur le collecteur est de 4,5 V,  $I_C$  ne doit jamais dépasser 55 mA.

Pour ce même transistor, le  $V_{CE}$  max. est de 20 V, et le  $I_{Cmax}$  de 100 mA.

J.-B. P.

### RECTIFICATIF

Nous publions, tableau 1, le tableau complété par les dessins, paru dans notre numéro 1688 page 165 et prions nos lecteurs de bien vouloir nous excuser pour cet oubli.

| TABLEAU 1               |                 |       |   |
|-------------------------|-----------------|-------|---|
| Puissance dissipée max. | Type du boîtier | l     | Dimensions $\varnothing$  |
| 1/2 W                   | DO 7 (verre)    | 7,2   | 2,6 cathode   |
| 1 W                     | DO 35 (verre)   | 3,9   | 1,9   |
| 3 W                     | DO 41 (verre)   | 4,1   | 2,5   |
|                         | DO 13 (métal)   | 9     | 6   |
|                         |                 | (mm)  | (mm)  |
| 10 à 50 W               | DO 4<br>DO 5    | à vis |  |

## MATERIEL NEUF EN EMBALLAGE

TRES GRANDES MARQUES  
GARANTIE DE 1 A 5 ANS

PROMOTION JUSQU'A  
EPUISEMENT DU STOCK

### CHAUFFE-EAU ELECTRIQUE A ACCUMULATION

|            | VERTICAL | HORIZONTAL |
|------------|----------|------------|
| 75 litres  | 925 F    | 1 060 F    |
| 100 litres | 1 020 F  | 1 204 F    |
| 150 litres | 1 125 F  | 1 354 F    |
| 200 litres | 1 300 F  | 1 687 F    |
| 300 litres | —        | 2 530 F    |

NOUS NE DISTRIBUONS AUCUNE MARQUE D'IMPORTATION DE CHAUFFE-EAU Port dû

TRES GRANDES MARQUES FRANÇAISES

### ACCUMULATION SERIE DYANMIQUE TOTAL 8 H

aucune consommation de JOUR :  
TOUT AU TARIF REDUIT DE NUIT

**UNE AFFAIRE SANS SUITE**  
Modèle 3 kW dynamique.  
Relais incorporé.  
NEUF en emballage d'origine.

L'UNITE (port dû) **2 200 F**  
QUANTITE LIMITEE

### HOTTES DE CUISINE PLUSIEURS MODELES EN STOCK

|                      |       |
|----------------------|-------|
| STANDARD laqué blanc | 380 F |
| INOX 2 vitesses      | 430 F |

SERIE LUXE

- Réglage par curseur horizontal
- Eclairage
- Fronton type INOX

l'unité ... 490 F  
par 2 l'unité ... 430 F

### ECONOMIE D'ENERGIE

Panneaux radiants, circuit imprimé  
EXTRA PLAT - FIXATION MURALE

En option : roulettes et programmeur

|                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| 2 allures 1 000 W | 997 F             |
| de 1 500 W        | 1 247 F           |
| CHAUFFE 2 000 W   | 1 477 F (port dû) |

REMISE DE 10 % A PARTIR DE 4 UNITES

### HOTTES DE CUISINES NOUVEL ARRIVAGE

3 vitesses à curseur. MIXTE avec ou sans évacuation.  
Double éclairage

|                                 |       |
|---------------------------------|-------|
| TRES GRANDE MARQUE. Laqué blanc | 540 F |
| Largeur 60 cm. Laqué marron     | 550 F |

**NOUVEAU. Hottes encastrables.**  
Système TIROIR. Largeur 60 cm. A SAISIR : 630 F  
GROUPE ENCASTRABLE réglable. Net : 790 F

### NOUVEAU ET SENSATIONNEL

SECURITE INTEGRALE  
PLUS BESOIN DE PRISE DE TERRE  
CONVECTEURS DOUBLE ISOLEMENT

Peuvent être installés près des baignoires

|         | L  | H  | P |                 |
|---------|----|----|---|-----------------|
| 500 W   | 20 | 65 | 7 | 442 F           |
| 1 000 W | 35 | 65 | 7 | 470 F           |
| 1 500 W | 50 | 65 | 7 | 534 F           |
| 2 000 W | 65 | 65 | 7 | 599 F (Port dû) |

### GROUPE ASPIRANT ENCASTRABLE TRES PERFORMANT - DOUBLE ECLAIRAGE

2 vitesses

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| MODELE STANDARD           | 490 F |
| MODELE EXTRA PLAT - 120 W | 590 F |

### CONVECTEURS MURAUX

AIRELEC - RHONELEC  
Norme NF  
EXTRA PLATS : 7 cm.  
Résistance blindée.

|         |       |         |       |         |       |
|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| 500 W   | 352 F | 1 500 W | 466 F | 2 500 W | 649 F |
| 1 000 W | 411 F | 2 000 W | 537 F | 3 000 W | 699 F |

### LES ENCASTRABLES TABLES DE CUISSON

Extra-plates  
3 cm d'épaisseur  
DERNIERS MODELES  
TEINTES MODE :  
MARRON  
et TERRE DE FRANCE  
Port dû

### CONVECTEURS NORME NF - TRES PLATS

TRES GRANDE MARQUE FRANÇAISE

Sortie air frontale  
Thermostat à bulbe  
Interrupteur M/H

|         |       |         |       |
|---------|-------|---------|-------|
| 500 W   | 325 F | 1 500 W | 430 F |
| 1 000 W | 352 F | 2 000 W | 495 F |
| 1 000 W | 379 F | 2 500 W | 535 F |

ATTENTION ! NOUVEAU MODELE

### SAUTER 4 feux tout électrique.

Epaisseur 11 CM

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| EMAILLE blanc                     | 390 F |
| EMAILLE blanc. Minuterie          | 440 F |
| EMAILLE grès ivoire. Minuterie    | 490 F |
| EMAILLE chamois marron. Minuterie | 490 F |

Série CONCORDE extra-plate 3 cm  
4 feux TOUS GAZ A SAISIR : 690 F  
Couleur Terre de France

MIXTE extra-plate. Piézo. 3 cm  
Terre de France ou Marron Net : 950 F  
Tout électrique. 3 cm Net : 970 F  
Port dû

### CHAUFFAGE SALLE DE BAINS

INFRA ROUGE

|         |       |
|---------|-------|
| 1 000 W | 190 F |
| 1 800 W | 195 F |

(pas d'expédition)  
MODELE MIXTE  
(mural ou pieds) - 2 000 W  
Thermostat d'ambiance  
Avec minuterie ... 395 F Port  
Sans minuterie ... 350 F 30 F

CONVECTEURS Classe 2  
DOUBLE ISOLEMENT

|                            |       |
|----------------------------|-------|
| 500 W - AIRELEC RHONELEC   | 425 F |
| 1 000 W - AIRELEC RHONELEC | 485 F |
| 1 000 W - DEVILLE          | 475 F |
| 1 200 W - DIMPLEX BRUNNER  | 495 F |

Port dû

### THEBEN-TIMER 220 V

TOUS USAGES  
JUSQU'A 3 500 W

|               |       |
|---------------|-------|
| L'UNITE       | 110 F |
| PAR 3 l'UNITE | 100 F |
| MODELE HEBDO  | 155 F |

MODELE HORLOGE  
96 cliquets  
Programme  
marche manuelle forcée  
prise orientable

|               |       |
|---------------|-------|
| L'UNITE       | 130 F |
| PAR 3 l'UNITE | 120 F |
| MODELE HEBDO  | 170 F |

Port 20 F

### CONVECTEURS SUR PIEDS

Prod. AIRELEC.  
2 000 W. 2 allures. Thermostat d'ambiance

|               |       |               |       |
|---------------|-------|---------------|-------|
| l'UNITE       | 260 F | par 4 l'UNITE | 200 F |
| par 2 l'UNITE | 230 F | par 8 l'UNITE | 180 F |

Port dû

### A SAISIR

RADIATEURS ELECTRIQUES soufflants  
2 ALLURES. 1 000 W et 2 000 W - 1 allure ventilation été  
Thermostat d'ambiance  
Port 25 F

|                 |       |                 |       |
|-----------------|-------|-----------------|-------|
| par 2 : l'unité | 160 F | par 4 : l'unité | 140 F |
|-----------------|-------|-----------------|-------|

Prix **180 F**

### DERNIERE MINUTE ARRIVAGE CONVECTEURS MURAUX

FABRICATION FRANÇAISE - NF  
Thermostat à bulbe

|         |       |
|---------|-------|
| 1 000 W | 200 F |
| 1 500 W | 260 F |
| 2 000 W | 290 F |

QUANTITE TRES LIMITEE

# FILTROCAL S.A.R.L.

194, rue Lafayette, 75010 Paris

16 (1) 607.32.05 201.65.64

Metro - Louis Blanc  
Gare du Nord  
Gare de Est