

$$G = \frac{1}{R}$$
$$I = i + i'$$
$$R = \rho \frac{L}{S}$$
$$\rho = \frac{P_s}{L}$$



FORMULAIRE

$$1\text{mho} = \frac{1}{1\text{ohm}}$$

Cours de radio par correspondance

Formulaire 11
- Groupe 28 -

COURS DE R A D I O

Le présent formulaire a essentiellement pour but de vous donner les formules nécessaires au calcul des différents éléments des étages amplificateurs.

Ces formules vous seront utiles pour tous les travaux de montage des récepteurs qui pourront vous être confiés; et même, si elles n'épuisent pas tous les problèmes, elles vous permettront d'adapter les résistances et les condensateurs avec une précision suffisante.

Il reste entendu que, pour les valeurs des coefficients caractéristiques des tubes, on doit avoir recours aux catalogues habituels des constructeurs.

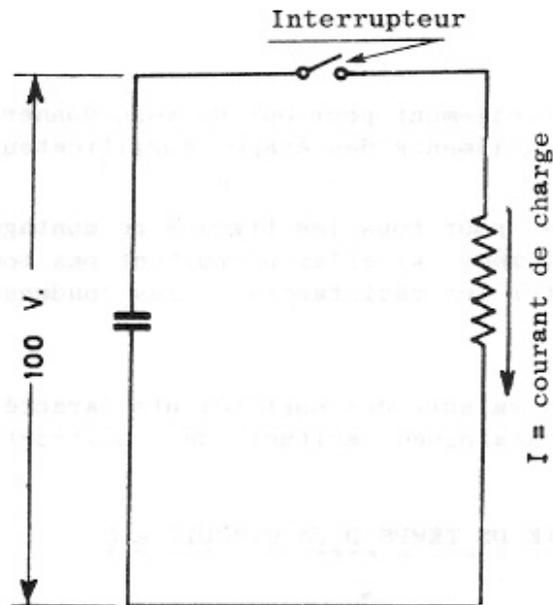
FORMULE N° 71- CALCUL DE LA CONSTANCE DE TEMPS D'UN CIRCUIT R.C.

Cette formule demande quelques explications préalables.

Si l'on relie un condensateur "C" et une résistance "R", comme l'indique la Fig. 1- et si après avoir chargé le condensateur en le portant

2-

Formulaire 11



à la tension "V", on le décharge à travers la résistance, le courant de décharge continuera à circuler dans cette résistance jusqu'à ce que la charge soit épuisée et, donc que la tension soit nulle.

La DUREE de cette décharge c'est-à-dire le temps pendant lequel elle se produit, correspond d'une façon approximative à la valeur indiquée par la formule suivante:

$$t_s = R \times C = RC$$

où t_s = durée approximative de la décharge en secondes.

R = valeur de la résistance en Ohms.

C = valeur de la capacité en Farads .

- Fig. 1 -

Formulaire 11

3-

En réalité la durée de la décharge est beaucoup plus grande mais pour nos calculs, il suffit d'admettre le temps donné par la formule.

Le produit de "RC" s'appelle **CONSTANTE DE TEMPS** du circuit condensateur et résistance.

Exemple : On désire connaître la constante de temps d'un circuit "RC" dont les valeurs sont respectivement:

$$R = 10.000 \text{ Ohms et } C = 10 \mu \text{ F.}$$

Solution:

$$\begin{aligned} t_s &= 10.000 \times 0,000.010 \\ &= 10^4 \times 10^{-5} = 10^{-1} \\ &= 0,1 \text{ seconde.} \end{aligned}$$

La constante de temps sera donc d'un dixième de seconde.

FORMULE N° 72- CALCUL D'UN CIRCUIT DE POLARISATION
POUR TUBE AMPLIFICATEUR

Pour obtenir la tension nécessaire de polarisation sur la grille d'un tube, on peut employer le procédé connu de la résistance de polarisation placée dans la cathode et qui se nomme POLARISATION AUTOMATIQUE.

Pour obtenir une tension de polarisation constante, il est indispensable, de mettre en parallèle sur la résistance un condensateur; on calcule la résistance en appliquant la formule n°8 où "V" désigne la tension de grille négative nécessaire, "I" est le COURANT TOTAL qui passe dans la cathode et "R" la résistance cherchée.

"I" doit être le courant total qui passe à travers la cathode; pour la triode, il sera donc égal au courant plaque seul (car la grille de commande est négative) tandis que pour la tétrode et la pentode ce sera la SOMME du courant plaque et du courant écran.

Pour calculer la valeur du condensateur à mettre en parallèle, on devra recourir à la formule suivante:

$$C = \frac{1}{f \times R}$$

Formulaire 11

5-

où "C" = Valeur minimum de la capacité exprimée en Farads à mettre en parallèle sur la résistance précédemment calculée.

"f" = Fréquence la plus basse que l'on désire reproduire, exprimée en Hertz.

"R" = Valeur de la résistance de polarisation en Ohms.

Je vous rappelle que la valeur "C" ainsi trouvée est à peine suffisante et qu'il est recommandé d'adopter un condensateur dont la capacité soit supérieure.

Exemple : On désire calculer la résistance de polarisation et le condensateur de cathode pour le tube "EL 84" qui travaille en classe "A", sachant que la reproduction des basses fréquences doit être bonne jusqu'à 100 Hz.

Solution:

Dans le catalogue des tubes on peut lire pour la "EL 84"

$$V_g = 7,3 \text{ Volts (tension de grille de contrôle: } V_g \text{.)}$$

6-

Formulaire 11

$$I_p = 48 \text{ mA (courant plaque: } I_p)$$

$$I_E = 5,5 \text{ mA (courant écran : } I_E)$$

Nous aurons donc:

$$I_{\text{tot}} = I_p + I_E = 48 + 5,5 = 53,5 \text{ mA}$$

$$R = \frac{7,3}{53,5 \cdot 10^{-3}} = 136 \text{ Ohms}$$

Le condensateur sera:

$$C = \frac{1}{100 \times 136} = \frac{1}{13.600} = 73 \cdot 10^{-6} \text{ Farad, soit 80 microfarads environ.}$$

Naturellement un condensateur de cette capacité sera du type électrolytique.

FORMULE N°73- CALCUL DE LA VALEUR APPROXIMATIVE DU CONDENSATEUR
D'ECRAN D'UNE PENTODE AMPLIFICATRICE

Ce condensateur a la même fonction que le condensateur placé sur la résistance de polarisation, et maintient donc constante la tension de la grille écran.

La valeur approximative de ce condensateur peut être calculée par la formule suivante:

$$C = \frac{1}{f \times R_E}$$

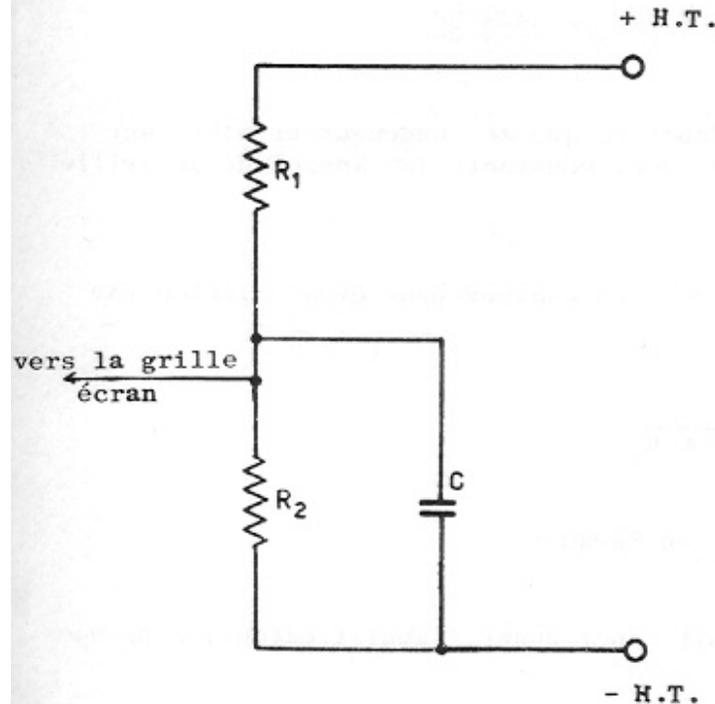
où "C" = Valeur de la capacité cherchée en Farads

"f" = Fréquence minimum à laquelle doit fonctionner l'amplificateur, exprimée en Hz.

"R_E" = Valeur de la résistance nécessaire pour avoir la tension écran exprimée en Ohms.

8-

Formulaire 11



- Fig. 2 -

Dans le cas où l'on utilise un diviseur de tension Fig. 2- on devra mettre à place de " R_g " une résistance " R " définie par:

$$R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

Il faut rappeler en outre que le condensateur ainsi calculé est insuffisant et qu'il est toujours bon d'en mettre un de valeur supérieure.

Exemple : Ayant une pentode amplificatrice de tension en classe "A", dont la grille écran est alimentée au moyen d'un diviseur de tension formé par une résistance de 0,1 M Ohm et une autre de 0,2 M Ohm, on désire déterminer la valeur approximative du condensateur à mettre en parallèle sur la grille écran, pour avoir une bonne amplification jusqu'à 200 Hz au moins.

Formulaire 11

9-

Solution:

$$R_E = \frac{0,1 \times 0,2}{0,1 + 0,2} = \frac{0,02}{0,3} = 0,0666 \text{ M}\Omega = 66,6 \text{ K}\Omega$$

$$C = \frac{1}{2 \times 10^2 \times 66,6 \times 10^3} = \frac{1}{2 \times 66,6 \times 10^5} = \frac{1}{133,2 \times 10^5} =$$

$$\frac{1}{1,332 \times 10^7} = 7,5 \cdot 10^{-8} = 75.000 \text{ pF}$$

Pour améliorer le système, on prendra un condensateur de $0,1 \mu\text{F}$ plus facile à trouver dans le commerce.

FORMULE N° 74- CALCUL DE L'AMPLIFICATION D'UNE TRIODE QUI
TRAVAILLE EN CLASSE "A" SUR CHARGE RESISTIVE

La Fig. 3- représente le circuit avec ses différents éléments. L'amplification obtenue dans l'étage, c'est-à-dire le rapport entre la tension de sortie et celle d'entrée, est donnée par:

$$A = \mu \frac{R_p}{R_p + r_c}$$

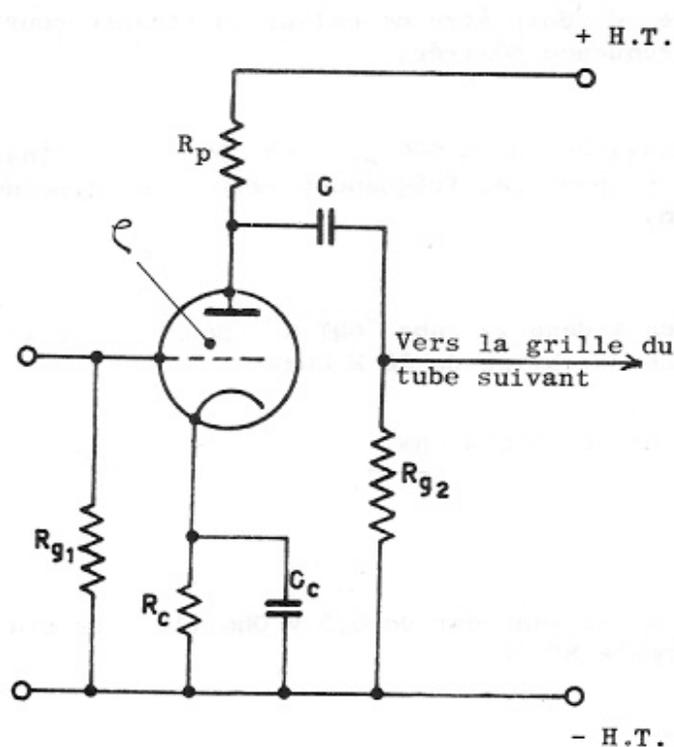
où A = Amplification de l'étage exprimée par un simple chiffre.

μ = Coefficient d'amplification du tube lu sur les catalogues; ce coefficient est également exprimé par un simple chiffre.

r_c = Résistance interne du tube considéré, exprimée en Ohms.

R_p = Résistance d'utilisation, exprimée en Ohms.

R_c = Résistance de cathode.



R_{g1} = Résistance de grille du tube considéré.

R_{g2} = Résistance de grille du tube suivant.

C = Condensateur de couplage.

C_c = Condensateur de cathode.

Cette formule est valable quand la résistance R_{g2} , qui se trouve dans la grille du tube qui suit, a une valeur nettement plus élevée que R_p (au moins 5 fois), sinon on remplace dans la formule de l'amplification:

$$R_p \text{ par : } R \text{ équiv.} = \frac{R_p \cdot R_{g2}}{R_p + R_{g2}},$$

le condensateur "C" devant être négligeable à la fréquence considérée.

- Fig. 3 -

12-

Formulaire 11

Le condensateur de couplage "C" doit être de valeur suffisante pour ne pas gêner le passage des tensions de fréquence désirée.

Vous prendrez donc un condensateur de 5.000 pF à 50.000 pF pour les fréquences phoniques, et de 50 pF à 1.000 pF pour les fréquences radio, en supposant que R_{g2} ait une valeur d'environ 0,5 M Ohm.

Exemple : Calculer l'amplification que l'on a dans le tube "6Q7 G", pour la partie triode, en mettant une résistance de charge de 50 K Ohms.

La résistance de grille du tube est de 0,5 M Ohm.

Solution:

Si la résistance de grille du tube suivant est de 0,5 M Ohm (10 fois plus élevée) on peut appliquer la formule N° 74.

$$\mu = 70$$

$$e = 0,058 \text{ M}\Omega$$

d'où:

$$A = 70 \times \frac{5 \cdot 10^4}{5,8 \times 10^4 + 5 \times 10^4} = 70 \times \frac{5}{5,8 + 5} =$$

$$70 \times \frac{5}{10,8} = 70 \times 0,46 = \text{environ } 30 \text{ fois}$$

FORMULE N° 75- CALCUL DE L'AMPLIFICATION D'UNE PENTODE QUI TRAVAILLE
EN CLASSE "A" SUR CHARGE RESISTIVE

De la formule précédente, en rappelant que la pentode a une résistance interne très élevée, on tire la formule suivante:

$$A = S \times R_p$$

où A = Amplification de l'étage comme dans le cas de la triode.

S = Pente (transconductance) du tube au point de fonctionnement, exprimée en mA/Volts.

14-

Formulaire 11

R_p = Résistance de charge exprimée en K Ohms

Les observations faites précédemment pour la triode restent valables pour la pentode.

Exemple : On veut connaître l'amplification d'un étage utilisant une pentode de type "6J7 G" avec une résistance de charge de 0,1 M Ohm.

L'étage suivant a une résistance de grille de 0,5 M Ohm.

Solution:

La résistance de grille du tube suivant est 5 fois plus grande que la résistance de charge.

Sur le catalogue nous trouvons:

$$\text{Pente} = 1,225 \text{ mA/V.}$$

Nous aurons donc:

$$A = 1,225 \times 100 \text{ K Ohms} = 122$$

FORMULE N° 76- CALCUL DE L'AMPLIFICATION TOTALE DE PLUSIEURS ETAGES

Connaissant l'amplification des différents étages amplificateurs successifs, on peut déterminer l'amplification totale en appliquant la formule suivante:

$$A_{\text{tot.}} = A_1 \times A_2 \times A_3$$

où $A_{\text{tot.}}$ = Amplification totale.

A_1, A_2, A_3 = Amplification des différents étages qui peuvent être en nombre quelconque.

Exemple : On désire connaître l'amplification totale d'un amplificateur formé de 4 étages dont les amplifications sont respectivement:

1er étage = 3

3ème étage = 10

2ème étage = 5

4ème étage = 2

16-

Formulaire 11

Solution:

$$A_{\text{tot.}} = 3 \times 5 \times 10 \times 2 = 300$$

Vous avez remarqué que, dans les calculs effectués avec les exemples, on n'a tenu compte que des valeurs approximatives des opérations.

Cela a été fait volontairement, car il est inutile de pousser le calcul pour obtenir plusieurs chiffres significatifs, quand nous savons que les formules mêmes nous fournissent des résultats qui ne sont qu'approximatifs et que de plus, les caractéristiques des tubes ne sont jamais parfaitement égales à celles indiquées dans les catalogues.

Les calculs doivent donc être exécutés avec l'approximation que le bon sens conseille.

En général il n'est presque jamais nécessaire d'avoir plus de trois chiffres significatifs comme résultat d'une opération.

=====