INITIATION

FORMULAIRE D'ELECTRONIQUE : CIRCUITS RESISTIFS EN CONTINU

Résistance des conducteurs

Une résistance est caractérisée par sa valeur dont l'unité est l'ohm (Ω) et par la puissance maximale, exprimée en watts (W), qu'elle peut dissiper sans échauffement excessif.

La résistance d'un conducteur dépend de quatre facteurs :

- la résistivité ρ du métal ou de l'alliage du conducteur (en $\Omega/mm^2/m$),
- la longueur l du conducteur (en mètres),
- la section s du conducteur (en millimètres carrés),
- la température (en ° C).

$R = \rho \frac{l}{s}$

La résistivité ρ (ou résistance spécifique) est donnée sur le tableau ci-contre.

Exemple : Nous avons un fil de cuivre de 60 mètres de long et de 1 mm^2 de section. Sa résistance est :

$R = 0{,}016 \times \frac{60}{1} = 0{,}96\ \Omega$

Résistivité ρ (pour une température de 0° C) et coefficient de température α de quelques métaux et alliages d'usage courant.

	ρ ($\Omega/mm^2/m$)	α
CUIVRE	0,016	0,004
ALUMINIUM	0,026	0,0045
ARGENT	0,015	0,0045
LAITON	0,075	0,0015
PLOMB	0,205	0,004
TUNGSTENE	0,05	0,005
FER	0,085	0,007
CONSTANTAN	0,49	0,00001
MANGANINE	0,42	0,00002
FERRONICKEL	0,80	0,0009
MAILLECHORT	0,34	0,00025

Résistance et température

La variation de la résistance en fonction de la température peut être positive (majorité des conducteurs) ou négative (isolants). La valeur de la variation est déterminée par le coefficient de température α (voir tableau ci-contre). La résistance à une température t est donnée par la formule :

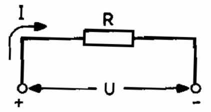
$R_t = R_0 (1 + \alpha t)$

R_t : résistance à la température t (en ohms) ; R_0 : résistance à 0° C (en ohms) ; t : température ambiante (en ° C).

Exemple : A zéro degré une bobine de fil de cuivre a une résistance de 120 Ω. A 60° C cette résistance passe à la valeur : $R = 120 [1 + (0{,}004 \times 60)] = 148{,}8\ \Omega$.

Loi d'Ohm

Le courant traversant une résistance est égal à la tension appliquée divisée par la valeur de la résistance.



$$I = \frac{U}{R}$$

I : intensité du courant dans le circuit (en ampères).
U : tension appliquée aux bornes de la résistance (en volts).
R : valeur de la résistance (en ohms).

Exemple : Si U = 4,5 V et R = 100 Ω, I = 0,045 A

Puissance dissipée dans une résistance

La puissance dissipée dans une résistance est donnée par la formule : P = IU, dont les deux autres formes équivalentes sont :

$$P = R\,I^2 \quad \text{ou} \quad P = \frac{U^2}{R}$$

P : puissance dissipée (en watts).
I : intensité traversant la résistance (en ampères).
U : tension aux bornes de la résistance (en volts).
R : valeur de la résistance (en ohms).

Exemple : Une résistance de 100 Ω aux bornes d'une tension de 10 V dissipe une puissance P égale à :

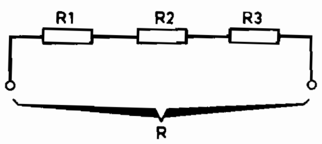
$$\frac{(10)^2}{100} = 1\ \text{W}$$

Résistances en série

La résistance totale du circuit est égale à la somme des résistances qui le compose.

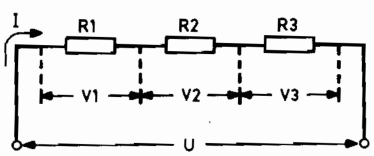
Dans le cas de trois résistances :

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$



Remarque : La résistance totale du circuit est toujours plus grande que la plus grande des résistances composant ce circuit.

Le courant est le même dans toutes les résistances, sa valeur est donnée par la loi d'Ohm



$$I = \frac{U}{R_1 + R_2 + R_3}, \text{ soit } I = \frac{U}{R}$$

La chute de tension aux bornes de chaque résistance est :

$V_1 = R_1 \times I$, $V_2 = R_2 \times I$, $V_3 = R_3 \times I$

La somme de ces tensions est égale à la tension appliquée U : $U = V_1 + V_2 + V_3$.

La puissance dissipée par la totalité du circuit est égale à la puissance dissipée dans chaque résistance.

$$P_1 = I\,V_1 = R_1\,I^2 = \frac{V_1^2}{R_1}$$

$$P_2 = I\,V_2 = R_2\,I^2 = \frac{V_2^2}{R_2}$$

$$P_3 = I\,V_3 = R_3\,I^2 = \frac{V_2^3}{R_3}$$

$$P = P_1 + P_2 + P_3$$

Exemple : Aux bornes d'une source de 15 V, nous avons trois résistances placées en série :
R_1 = 5 Ω, R_2 = 10 Ω, R_3 = 15 Ω

La résistance équivalente est :
R = 5 + 10 + 15 = 30 Ω

Le courant traversant le circuit est :

$$I = \frac{U}{R} = \frac{15}{30} = 0{,}5\ \text{A}$$

La puissance dissipée dans le circuit est :
P = U I = 15 × 0,5 = 7,5 W

La puissance dissipée dans chaque résistance est :
$P_1 = R_1 I^2 = 5 \times (0{,}5)^2 = 1{,}25$ W
$P_2 = R_2 I^2 = 10 \times (0{,}5)^2 = 2{,}5$ W
$P_3 = R_3 I^2 = 15 \times (0{,}5)^2 = 3{,}75$ W

La somme des puissances partielles est bien égale à la puissance totale :
$P = P_1 + P_2 + P_3 = 1{,}25 + 2{,}5 + 3{,}75 = 7{,}5$ W

Diviseur de tension

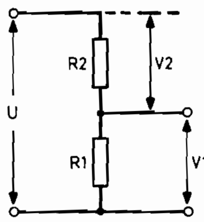
Les tensions aux bornes des résistances du circuit diviseur résistif sont données par les formules :

$$V_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times U$$

$$V_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times U$$

Exemple : Un diviseur de tension est composé de $R_1 = 10\ k\Omega$ et $R_2 = 47\ k\Omega$, la tension appliquée est de 18 V. La tension aux bornes de R_1 est :

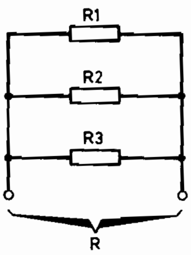
$$V_1 = \frac{10\ k\Omega}{10\ k\Omega + 47\ k\Omega} \times 18 = \frac{180}{57} = 3{,}6\ V$$



Résistances en parallèle

La résistance totale (dans le cas de 3 résistances) est égale à :

$$R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$



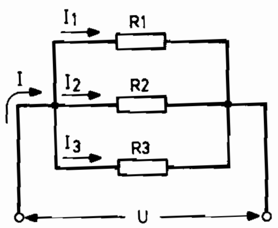
Remarque : La résistance totale du circuit est toujours plus petite que la plus petite des résistances composant ce circuit.

La tension est la même aux bornes de toutes les résistances.

Ce courant traversant chaque résistance est donnée par la loi d'Ohm.

$$I_1 = \frac{U}{R_1},\ I_2 = \frac{U}{R_2},\ I_3 = \frac{U}{R_3}$$

Le courant total I débité par la source est égal à la somme des courants : $I = I_1 + I_2 + I_3$



Exemple : Un circuit est composé de trois résistances en parallèle : $R_1 = 20\ \Omega$, $R_2 = 50\ \Omega$ et $R_3 = 100\ \Omega$. Ces résistances sont placées aux bornes d'une source de 10 V. Nous voulons connaître : la résistance totale, le courant et la puissance dissipée dans chaque résistance.

La résistance totale est :

$$R = \frac{1}{\frac{1}{20} + \frac{1}{50} + \frac{1}{100}} = 12{,}5\ \Omega$$

Le courant dans R_1 est :

$$I_1 = \frac{10}{20} = 0{,}5\ A$$

De même :

$$I_2 = \frac{10}{50} = 0{,}2\ A \text{ et } I_3 = \frac{10}{100} = 0{,}1\ A$$

Le courant I donné par la source est :
$0{,}5 + 0{,}2 + 0{,}1 = 0{,}8\ A$

Cette valeur est également trouvée par la loi d'Ohm :

$$I = \frac{10}{12{,}5} = 8\ A$$

Puissance dissipée dans les résistances :

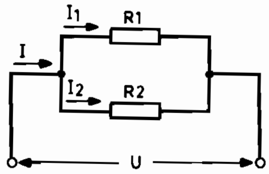
$P_1 = 10 \times 5 = 50\ W$
$P_2 = 10 \times 2 = 20\ W$
$P_3 = 10 \times 1 = 10\ W$

Puissance totale : $P = 50 + 20 + 10 = 80\ W$. Cette dernière valeur peut également être trouvée en considérant la résistance totale :

$$P = \frac{(10)^2}{12{,}5} = 80\ W$$

Diviseur de courant

Dans un circuit parallèle, la valeur des courants dans chaque branche est inversement proportionnelle à la valeur de la résistance de ces branches.



$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times I$$

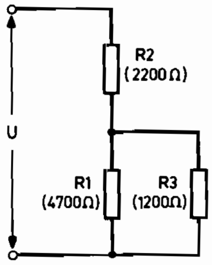
$$I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times I$$

Exemple : Si $R_1 = 120\ \Omega$ et $R_2 = 47\ \Omega$, le courant extérieur étant 100 mA.

$$I_2 = \frac{120}{120 + 47} \times 100 = 72 \text{ mA}$$

Résistances en série-parallèle

On simplifie par étapes successives en utilisant les formules des branchements série et parallèle.



Exemple : Quelle est la valeur du courant traversant les résistances R_1 et R_3, la tension U étant égale à 12 V ?

On calcule d'abord la résistance totale afin de connaître le courant total. Les résistances R_1 et R_3 en parallèle ont pour valeur :

$$\frac{4\,700 \times 1\,200}{4\,700 + 1\,200} = 956\ \Omega$$

L'ensemble de ces deux résistances ajouté à la résistance R_2 donne : $956 + 2\,200 \doteq 2\,776\ \Omega$. Le courant total est égal à :

$$\frac{12}{2\,776} = 0{,}0043, \text{ soit } 43 \text{ mA}$$

On calcule ensuite la chute de tension aux bornes de la résistance R_2, afin de connaître celle entre R_1 et R_3.

La chute de tension aux bornes de R_2 est $2\,200 \times 0{,}0043 = 9{,}46$ V. La tension aux bornes de R_1 R_3 est calculée d'après la formule :
$U = V_1 + V_2$, soit $V_1 = U - V_2 = 12 - 9{,}46 = 2{,}54$ V.

Il ne reste qu'à calculer le courant dans R_1 et celui dans R_3 avec les formules données pour le diviseur de courant.

$$\text{Courant dans } R_1 = \frac{1\,200}{1\,200 + 4\,700} \times 43 = 8{,}74 \text{ mA}$$

$$\text{Courant dans } R_2 = \frac{4\,700}{1\,200 + 4\,700} \times 43 = 34{,}25 \text{ mA}$$

Conductance

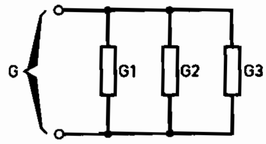
La conductance est l'inverse de la résistance, son unité est le SIEMENS (S) et le MHO (℧).

$$G = \frac{1}{R}$$

Exemple : Un composant résistif de $1\,000\ \Omega$ a une conductance de 0,001 siemens.

La notion de conductance est utilisée dans le but de simplifier le calcul des résistances en parallèle.

$$G = G_1 + G_2 + G_3$$



Exemple : Nous avons trois résistances en parallèle : $R_1 = 20\ \Omega$, $R_2 = 50\ \Omega$ et $R_3 = 100\ \Omega$.

Pour calculer la résistance résultante, il suffit de :

1° Calculer la conductance de chacune des résistances :

$$G_1 = \frac{1}{20} = 0{,}05 \text{ S},$$

$$G_2 = \frac{1}{50} = 0{,}02 \text{ S},$$

$$G_3 = \frac{1}{100} = 0{,}01 \text{ S}$$

2° Additionner les conductances :
$G = 0{,}05 + 0{,}02 + 0{,}01 = 0{,}008$ S

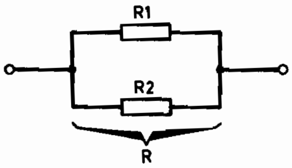
3° Prendre l'inverse de G pour trouver la valeur de la résistance équivalente.

$$R = \frac{1}{0{,}008} = 12{,}5\ \Omega$$

Cas de deux résistances en parallèle

La formule se simplifie. Le produit sur la somme des résistances donne la valeur de la résistance équivalente (fig. 7).

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

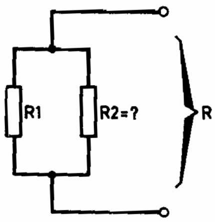


Exemple : Une résistance de 150 Ω en parallèle sur une résistance de 50 Ω donne la valeur :

$$\frac{150 \times 50}{150 + 50} = 37,5\ \Omega$$

En pratique on a souvent besoin de savoir quelle est la résistance (R_2) à mettre sur une autre de valeur donnée (R_1) dans le but d'obtenir la valeur recherchée (R) (fig. 8) :

$$R_2 = \frac{R_1 R}{R_1 - R}$$



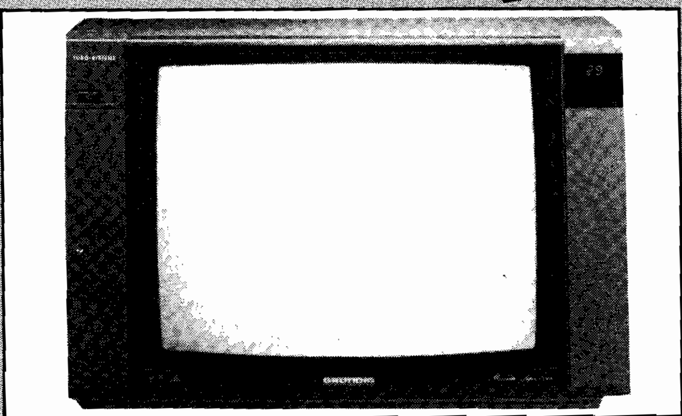
Le produit sur la différence des résistances donne la valeur de la résistance à mettre en parallèle.

Exemple : Nous avons une résistance de 270 Ω que nous voulons réduire à 47 Ω. La résistance à ajouter aux bornes de la 270 Ω est :

$$\frac{270 \times 47}{270 - 47} = 57\ \Omega$$

BLOC-NOTES

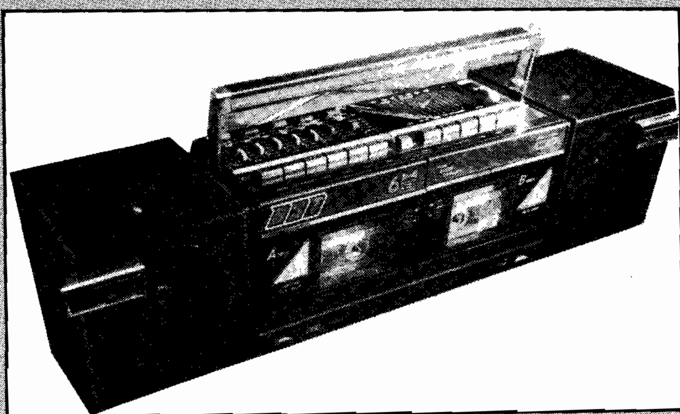
ECRAN PLAT, COINS CARRES



C'est le nouveau leitmotiv des téléviseurs Grundig. Quatre appareils adoptent cette présentation avec des diagonales d'écran de 40 à 70 cm. Le dernier né est le TVC-63-270 EURO qui possède donc un écran de 63 cm de diagonale. Prééquipé pour la télédistribution, le nouveau Grundig présente deux positions AV dont l'une commute le téléviseur en position « moniteur » sans apport extérieur de tension de commutation 12 V. Cet appareil se commute automatiquement en PAL ou Secam (adaptation possible en NTSC). Pour la partie son, un amplificateur délivre 2 × 20 W.

Distributeur : Grundig France, 107 à 111, avenue Georges-Clémenceau, 92005 Nanterre Cedex. Tél. : (1) 47.25.96.30.

TWIN CUB 6



Twin Cub 6, c'est un radiocassette portable à trois gammes d'ondes PO/GO/MF. Il est équipé d'une double platine cassette permettant la lecture en continu (lorsque la cassette « A » est terminée, la cassette « B » s'enclenche automatiquement) et la duplication en vitesse accélérée. Le Twin Cub 6 dispose d'un égaliseur à cinq bandes de fréquence, de deux microphones à condensateur incorporés et délivre une puissance de 2 × 3 W à ses deux enceintes détachables à trois voies.

Distributeur : Bisset Groupe Industries, 32, quai de la Loire, 75019 Paris. Tél. : (1) 46.07.06.03.

ERRATA

Nous nous excusons auprès des lecteurs pour les erreurs introduites dans le formulaire d'électronique de janvier 1986 :

Division de tension. Dans l'exemple numérique, la tension V_1 est 3,16 V et non 3,6 V.

Résistances en parallèle. Dans l'exemple, il faut lire :

$P_1 = 5$ W, $P_2 = 2$ W et $P_3 = 1$ W.

$$P = \frac{(10)^2}{12,5} = 8 \text{ W}.$$

Résistances série-parallèle. L'ensemble des deux résistances ajouté à R_2 donne : 956 + 2 200 = 3 156 Ω. Le courant total est égal à :

$$\frac{12}{3\,156} = 3,8 \text{ mA}.$$

La chute de tension aux bornes de R_2 est 2 200 × 0,0038 = 8,36 V. La tension aux bornes de R_1R_3 est : 12 – 8,36 = 3,64 V.

$$\text{Courant dans } R_1 = \frac{1\,200}{1\,200 + 4\,700} \times 3,8 = 0,77 \text{ mA}$$

$$\text{Courant dans } R_2 = \frac{4\,700}{1\,200 + 4\,700} \times 3,8 = 3,02 \text{ mA}$$

J.-B. P.