

Les fiches techniques

4

Les dipôles Résistances & potentiomètres



4 Résistances et potentiomètres

4.1 Loi d'Ohm

La différence de potentiel U entre les extrémités d'un conducteur (élément résistif ou résistor) ne fournissant que de l'énergie calorifique est égale au produit de la résistance R de ce conducteur par l'intensité I du courant qui le traverse.

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

R : résistance en ohms (Ω) ; I : courant en ampères (A) ;
 U : différence de potentiel en volts (V).

4.2 Association de résistors

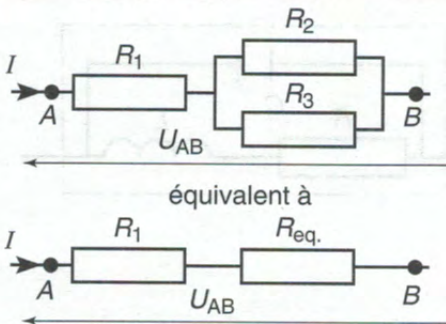
4.21 Résistors en série

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

4.22 Résistors en parallèle

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

4.3 Montage mixte



$$I = \frac{U_{AB}}{R_1 + R_{eq}}$$

4.4 Puissance dissipée

La puissance est uniquement dissipée par effet Joule.

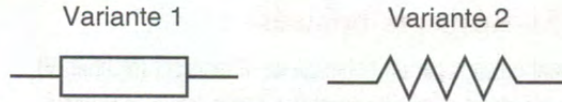
En continu : $P = R.I^2 = U^2 / R$

En alternatif : $P = R.I_{eff}^2 = U_{eff}^2 / R$

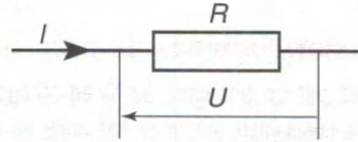
Pour une résistance R pouvant dissiper une puissance P :

$$I_{max} = \sqrt{\frac{P}{R}} \quad \text{et} \quad U_{max} = \sqrt{P.R}$$

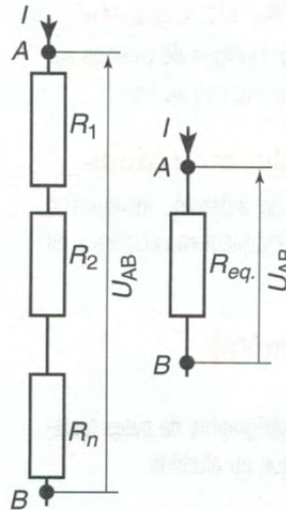
SYMBOLES



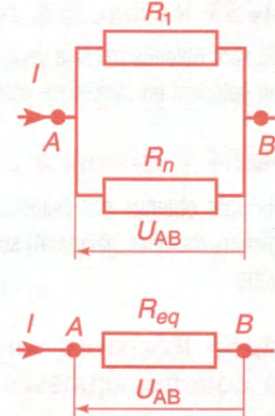
CONVENTION



GROUPEMENT SÉRIE



GROUPEMENT PARALLÈLE



RÉSISTIVITÉ ($\Omega.m$)		
Conducteur	Alliage pour résistors bobinés	Isolant
Argent	Cuivre	
$1,4 \cdot 10^{-8}$	$1,72 \cdot 10^{-8}$	10^{21}
COEFFICIENT α ($^{\circ}C^{-1}$)		
Argent	Cuivre	Constantan
$4,1 \cdot 10^{-3}$	$3,9 \cdot 10^{-3}$	$\pm 0,002 \cdot 10^{-2}$

EXEMPLE D'APPLICATION :

Deux résistances de 100Ω sont couplées.
 En série, la résistance équivalente est $R_1 + R_2 = 200 \Omega$.
 En parallèle, la résistance équivalente devient 50Ω ($R / 2$).

Si le montage est soumis à $230 V$:

- la puissance dissipée pour le montage série est :

$$P = 230^2 / 200 = 264,5 W ;$$

- la puissance dissipée pour le montage parallèle est :

$$P = 230^2 / 50 = 1\,058 W.$$

Le montage parallèle dissipe quatre fois plus de puissance que le montage série.

4.5 Principaux types

4.51 Résistors bobinés

Ils sont obtenus par un bobinage de fil résistant (nichrom V) sur un support réfractaire ayant une bonne tenue en température.

4.52 Résistors bobinés de précision

Ils sont obtenus par un bobinage de fil en alliage tel le mangannin ou le constantan, autour de bâtonnets en matière plastique ou en stéatite.

4.53 Résistors à couche de carbone

Ils sont obtenus par une dépose par pyrolyse de carbone sur un bâtonnet en céramique préalablement cuit au four.

4.54 Résistors à couche métallique

Ils sont obtenus par évaporation de différents métaux (or, platine, rhodium, paladium) sur un bâtonnet en céramique ou verre.

4.55 Résistors verre-métal à couches épaisses

Ils sont obtenus par un dépôt par sérigraphie de pâtes résistantes sur des supports en céramique ou alumine.

4.56 Résistors agglomérés

Ils sont obtenus par un moulage dans un tube bakélite de pâte résistante composée de silice, bakélite, carbone.

4.6 Principales caractéristiques

4.61 Comportement en fréquence

Le comportement des résistors varie en fonction de la fréquence.

Comportement des résistors bobinés de précision à 1 MHz

Valeurs ohmiques	30 à 50 Ω	1 à 3 kΩ
Comportement	inductif	variable capacitif

4.62 Comportement en tension

Le coefficient de tension exprimé en ppm/V ($10^{-6}/V$) permet d'évaluer les variations de la valeur de la résistance causée par la différence de potentiel appliquée à ses bornes.

PRINCIPAUX MODÈLES

Résistors bobinés de puissance
Valeurs limites 0,1 Ω – 200 kΩ
Série E12
Puissance 3 W à 200 W



Résistors bobinés de précision
Valeurs limites 0,1 Ω – 1 MΩ
Série E96
Puissance 0,1 W à 2 W



Résistors à couche de carbone
Résistors à couche métallique
Résistors agglomérés
Valeurs limites 0,1 Ω – 100 MΩ
Série E12, E24, E48, E96
Puissance 0,1 W à 2 W

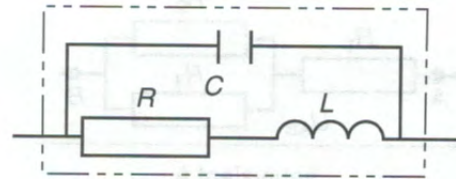


Résistors verre-métal
Valeurs limites 10 Ω – 100 MΩ
Série E3, E6, E12, E24
Puissance 0,1 W à 2 W

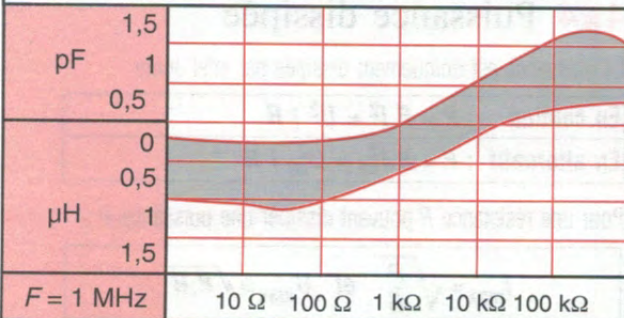


D'après Radiospares.

MODÈLE ÉQUIVALENT EN HAUTE FRÉQUENCE



RÉACTANCE DES RÉSISTORS BOBINÉS DE PRÉCISION



4.7 SÉRIES DE VALEURS RECOMMANDÉES ET TOLÉRANCES ASSOCIÉES

Une série se compose des valeurs arrondies des nombres $\sqrt[n]{10^m}$, m étant un nombre entier positif et n le nombre de valeurs par décade.

Exemple : la première valeur de la série E_6 sera $R \approx \sqrt[6]{10^1} = 1,46 = 1,5 \Omega$.

Échelles de valeurs					Échelles de valeurs					Échelles de valeurs				
E_6	E_{12}	E_{24}	E_{48}	E_{96}	E_6	E_{12}	E_{24}	E_{48}	E_{96}	E_6	E_{12}	E_{24}	E_{48}	E_{96}
Tolérance sur la résistance					Tolérance sur la résistance					Tolérance sur la résistance				
= 20 %	= 10 %	= 5 %	= 2 %	= 1 %	= 20 %	= 10 %	= 5 %	= 2 %	= 1 %	= 20 %	= 10 %	= 5 %	= 2 %	= 1 %
			105	102				226	226				487	487
			105	105				232	232				499	499
			107	107			240	237	237			510	511	511
		110	110	110								560	560	562
	120	120	115	115									536	536
			118	118			270	249	249				549	549
			121	121				261	255			560	562	562
			124	124					261				576	576
			127	127					267				590	590
		130	130	130			270	274	274				604	604
			133	133					280			620	619	619
			137	137					287				634	634
			140	140					287				649	649
			143	143					294				665	665
			147	147					301				681	681
150	150	150	147	150			300	301	301		680	680	680	681
									309				698	698
									316				715	715
									316				732	732
			154	154	330	330	330	332	324				750	750
			158	158					332				758	758
		160	162	162					340				787	787
			165	165					348			750	750	750
			169	169			360	365	357				806	806
			174	174					365				825	825
			178	178					374				845	845
	180	180	178	182			390	383	383		820	820	825	825
			182	182					392				866	866
			187	187					402				887	887
			191	191					412				909	909
			196	196					422				931	931
		200	200	200			430	422	432			910	909	909
			205	205					442				953	953
			210	210					442				946	946
			215	215					453				1 000	1 000
220	220	220	215	221	470	470	470	464	475				1 000	1 000

4.8 CODE DES COULEURS POUR LES RÉSISTORS

Couleurs	Noir	Marron	Rouge	Orange	Jaune	Vert	Bleu	Violet	Gris	Blanc	Or	Argent	Couleurs
1er chiffre													1er chiffre
2e chiffre	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9			2e chiffre
3e chiffre													3e chiffre
Multiplicateur	1	10^1	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6				10^{-1}	10^{-2}	Multiplicateur
Tolérance (± %)		1	2			0,25	0,2	0,1			5	10	Tolérance (± %)

EXEMPLE D'APPLICATION :

Rouge – rouge – orange – argent.

La résistance réelle est comprise entre $22\ 000 - 2\ 200 = 19\ 800 \Omega$ et $22\ 000 + 2\ 200 = 24\ 200 \Omega$ pour une résistance choisie à $22\ 000 \Omega$, valeur nominale, tolérance 10 %.

4.9 Potentiomètres

Un potentiomètre permet le réglage de la tension dans un circuit. C'est un élément résistif dont la résistance est mécaniquement variable.

4.91 Principaux types

■ Potentiomètre bobiné

Ces résistances peuvent varier de façon linéaire, logarithmique ou être soumises à des lois spéciales. Ces potentiomètres ne sont pas prévus pour un fonctionnement en HF.

Ces potentiomètres sont utilisés dans les circuits de puissance ou pour les circuits demandant un réglage précis (potentiomètres bobinés de précision).

■ Potentiomètre à couche de carbone

Leur fabrication est à rapprocher de celle des éléments résistifs à couche de carbone (voir § Résistances). La valeur du bruit ainsi que le niveau de crachement sont relativement faibles (15 μ V).

Ces potentiomètres sont utilisés dans les circuits HI.FI.

■ Potentiomètre à piste cermet

L'élément résistant est un émail chargé d'éléments conducteurs déposé par sérigraphie sur une plaquette de céramique. Ces potentiomètres offrent les avantages suivants :

- faible encombrement ;
- faible coefficient de température ;
- faible variation de la résistance de contact (curseur) ;
- large gamme de valeur ohmique (10 Ω à 2,2 M Ω).

Ils sont conçus pour être utilisés dans les circuits de commande des équipements professionnels militaires et civils.

■ Potentiomètre multitour

Ces potentiomètres sont généralement du type bobiné de précision. Ils peuvent être à variation linéaire ou logarithmique. Le réglage de la résistance peut se faire sur 3, 5, 10 ou 20 tours.

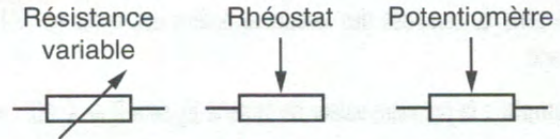
Ces potentiomètres sont utilisés pour le réglage fin des circuits de commande électroniques professionnels.

4.92 Choix d'un potentiomètre

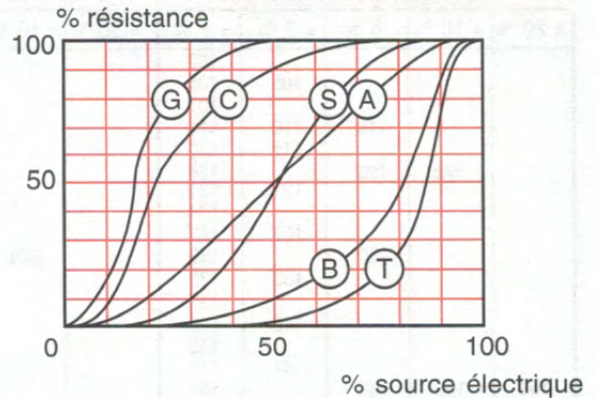
Un potentiomètre se définit essentiellement par :

- sa technologie ;
- la valeur de sa résistance (la gamme des valeurs est dans la série E₃ : 100–220–470) ;
- sa puissance ;
- sa loi de variation.

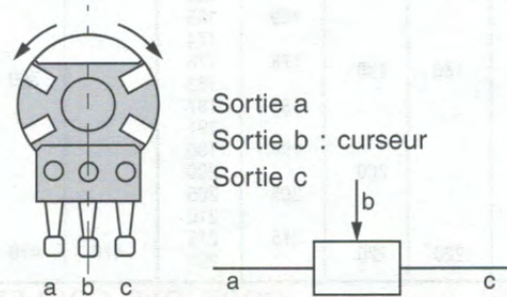
SYMBOLES



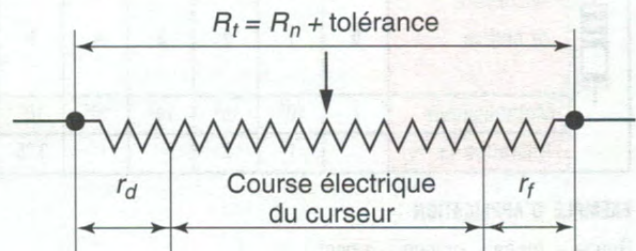
PRINCIPALES LOIS DE VARIATION



A linéaire ; B logarithmique droite ; C logarithmique inverse ; S courbe en S ; T exponentielle droite ; G exponentielle inverse.



PRINCIPAUX PARAMÈTRES



R_n : résistance nominale ; R_t : résistance totale ;
 r_d : résistance résiduelle début de course ; r_f : résistance résiduelle fin de course ;
 U_n : tension limite nominale aux bornes ; P_n : puissance nominale ;
 U_m : tension maximale de service :

$$U_m = \sqrt{P_n \cdot R_n}$$

4 ■ 93

PRINCIPAUX MODÈLES

Potentiomètres d'usage général

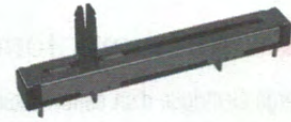
Piste moulée type MP (Ohmic)
Couche carbone type MRC 23 (RTC)

Résistance nominale (Rn)	de 100 Ω à 4,7 M Ω
Tolérance	$\pm 20 \%$
Loi de variation	A, B, C, S, T
Température maximale	+ 85 °C
Tension nominale	550 V
Puissance	0,5 W, 1 W

Simple à cosses



Double à picots

**Potentiomètres professionnels**

Bobiné étanche type C12 (MC3)
Cermet type PK16 (MC3)

Résistance nominale (Rn)	de 100 Ω à 4,7 M Ω
Tolérance	$\pm 5 \%$, $\pm 10 \%$
Loi de variation	A, B, C, S, T
Température maximale	+ 85 °C
Tension nominale	550 V
Puissance	0,25 W, 3 W

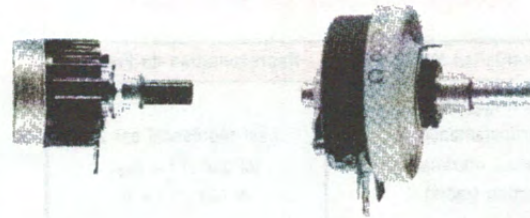
Étanche

**Potentiomètres de puissance**

Bobiné type RT-RTE (Sfernice)
Bobiné type 3510 (Bourns)

Résistance nominale (Rn)	de 10 Ω à 100 k Ω
Tolérance	$\pm 10 \%$, $\pm 20 \%$
Loi de variation	A, B
Température maximale	+ 125 °C
Tension nominale	550 V
Puissance	2 W, 500 W

Bobinés

**Éléments résistifs ajustables**

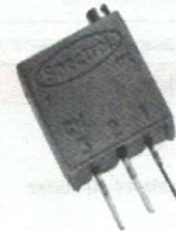
Cermet type VA05 (Ohmic)
Cermet multitours type 3006 (Ohmic)

Résistance nominale (Rn)	de 100 Ω à 2,2 M Ω
Tolérance	$\pm 10 \%$, $\pm 20 \%$
Loi de variation	A
Température maximale	+ 85 °C
Tension nominale	250 V
Puissance	0,1 W, 0,5 W

Simple



Multitour

**Potentiomètre à levier**

Potentiomètre à levier du type « joystick » équipé de deux potentiomètres de 10 k Ω linéaires à piste carbone.

Il peut être monté sur la face avant d'un boîtier par l'intermédiaire de quatre vis de 2,6 mm de diamètre.

Tolérance	$\pm 20 \%$
Angle mécanique	$\pm 20'$
Découpe	25,4 \times 25,4 mm
Puissance	0,5 W à 40 °C

