

# SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>LES RESISTANCES .....</b>	<b>5</b>
1.1	RESISTANCE D'UN CONDUCTEUR .....	5
1.2	LOI D'OHM .....	5
1.3	PUISSANCE DISSIPÉE .....	5
1.4	ASSOCIATION DE RÉSISTANCES.....	5
1.4.1	Association série.....	5
1.4.2	Association parallèle .....	5
1.5	PRINCIPAUX TYPES DE RESISTANCES LINEAIRES .....	6
1.5.1	Résistances bobinées de puissance.....	6
1.5.2	Résistances bobinées de précision.....	6
1.5.3	Résistances à couche de carbone.....	6
1.5.4	Résistances à couche métallique .....	6
1.5.5	Résistances verre-métal à couche épaisse.....	6
1.5.6	Résistances agglomérées.....	6
1.6	BRUIT THERMIQUE .....	7
1.7	CODE DES COULEURS ET SERIE NORMALISEE.....	7
1.7.1	Code des couleurs.....	7
1.7.2	Séries de valeurs normalisées .....	8
1.8	Résistances non-linéaires .....	9
1.8.1	Thermistance CTN .....	9
1.8.2	Thermistance CTP .....	9
1.8.3	Varistance VDR.....	10
1.8.4	Cellule photoconductrice LDR.....	10
1.9	Les potentiomètres (résistances variables).....	10
1.9.1	Lois de variation .....	10
1.9.2	Les différents modèles de potentiomètres.....	10
1.10	Exemples .....	11
<b>2</b>	<b>LES CONDENSATEURS.....</b>	<b>12</b>
2.1	Définition .....	12
2.2	Symboles .....	12
2.3	Unité ; Formules .....	12
2.4	Schéma équivalent d'un condensateur réel.....	13
2.5	Caractéristiques générales .....	13
2.6	Les différents types de condensateurs .....	13
2.6.1	Condensateurs à diélectrique film plastique ,céramiques, au mica.....	13
2.6.2	Les condensateurs pour tension alternative .....	14
2.6.3	Les condensateurs variables .....	14
2.6.4	Les condensateurs CMS.....	15
2.6.5	Condensateurs polarisés.....	15
2.6.6	Les condensateurs électrochimiques aluminium.....	15
2.6.7	Les condensateurs au tantale .....	16
2.6.8	Les condensateurs super capacité " GOLD CAPS " .....	16
2.6.9	Les condensateurs doubles.....	16
2.6.10	Les condensateurs BLACK GATE .....	16
2.6.11	Les condensateurs CERAFINE .....	16
2.6.12	Les condensateurs papier huilé.....	16
2.7	Marquage des condensateurs .....	17
2.7.1	Marquage numérique en clair avec unité .....	17

2.7.2	Marquage numérique sans unité.....	17
2.7.3	Marquage numérique codé à 3 chiffres.....	17
2.7.4	Marquage par code des couleurs .....	17
2.7.5	Tolérance des composants avec marquage numérique.....	17
2.8	Comparatif des différents condensateurs .....	18
<b>3</b>	<b>LA DIODE .....</b>	<b>19</b>
3.1	Constitution.....	19
3.2	Courbe caractéristique.....	19
3.3	Résistance statique et dynamique d'une diode.....	20
3.3.1	Résistance statique .....	20
3.3.2	Résistance dynamique.....	20
3.4	Contrôle d'une diode à l'aide d'un multimètre.....	20
3.5	Caractéristiques principales .....	20
3.6	Définitions des termes employés dans une documentation .....	20
3.7	Approximation d'une diode.....	20
3.8	Principales utilisations.....	21
3.9	Comment choisir une diode .....	21
3.10	Diodes particulières .....	22
3.10.1	La diode Zener.....	22
3.10.2	La diode électroluminescente .....	24
3.11	Exemples de diodes.....	25
<b>4</b>	<b>CODAGE DE LA DESIGNATION DES COMPOSANTS.....</b>	<b>26</b>
4.1	Standart USA Codage JEDEC .....	26
4.2	Standart Europe Pro Electron .....	26
4.3	Standart Japonais JIS.....	27
<b>5</b>	<b>LES DIFFERENTS TYPES DE BOITIERS .....</b>	<b>28</b>
5.1	Boîtiers pour composants usuels .....	28
5.2	Quelques boîtiers pour circuits intégrés.....	29
<b>6</b>	<b>LES DISSIPATEURS THERMIQUES.....</b>	<b>30</b>
6.1	Association dissipateur thermique/composant .....	30
6.2	Montage avec canon isolant et plaque mica .....	30
6.3	Exemples de dissipateurs thermiques.....	31

# 1 LES RESISTANCES

## 1.1 RESISTANCE D'UN CONDUCTEUR

C'est l'aptitude qu'a un matériau de conduire le courant électrique. La résistance électrique d'un fil conducteur est le produit de sa résistivité par sa longueur divisé par la section du fil. La résistivité dépend de la température.

$$\tilde{\rho} = \tilde{\rho}_0(1 + \alpha \theta) \quad \text{et} \quad R = \tilde{\rho} \frac{l}{s} \quad R \text{ résistance en ohm } (\Omega),$$

$l$  : longueur en mètre (m),

$\rho$  : résistivité en ohm.mètre ( $\Omega.m$ ),

$s$  : section en mètre carré,

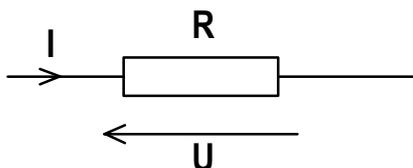
$\rho_0$  : résistivité pour  $\theta = 0^\circ C$  en ( $\Omega.m$ ),

$\alpha$  : coefficient de température ( $^\circ C^{-1}$ ),

$\theta$  : température en degré Celsius ( $^\circ C$ ).

## 1.2 LOI D'OHM

La différence de potentiel  $U$  entre les extrémités d'un conducteur (élément résistif ou résistance) 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.



$$U = R I$$

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

$R$  : résistance en ohms ( $\Omega$ ),

$I$  : courant en ampères (A),

$U$  : différence de potentiel en volts (V).

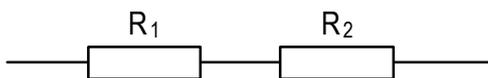
## 1.3 PUISSANCE DISSIPÉE

La puissance est uniquement dissipée par effet Joule.

$$P = R I^2 = \frac{U^2}{R} = U I$$

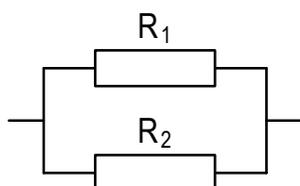
## 1.4 ASSOCIATION DE RÉSTANCES

### 1.4.1 Association série



$$R_{eq} = R_1 + R_2$$

### 1.4.2 Association parallèle



$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad \text{soit} \quad R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

## 1.5 PRINCIPAUX TYPES DE RESISTANCES LINEAIRES

### 1.5.1 Résistances bobinées de puissance

Elles sont obtenues par bobinage de fil résistant (ni-chrome V) sur un support réfractaire ayant une bonne tenue en température.

- 0,1  $\Omega$  à 200 k $\Omega$
- Série E12
- 3 W à 200 W



### 1.5.2 Résistances bobinées de précision

Elles sont obtenues par bobinage d'un fil en alliage tel le manganin ou le constantan, autour de bâtonnets en plastique ou en stéatite.

- 0,1  $\Omega$  à 1 M $\Omega$
- Série E96
- 0,1 W à 2 W



### 1.5.3 Résistances à couche de carbone

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

- 0,1  $\Omega$  à 100 M $\Omega$
- Série E12, E24, E48 et E96
- 0,1 W à 2 W



### 1.5.4 Résistances à couche métallique

Elles sont obtenues par l'évaporation de différents métaux (or, platine, rhodium, palladium) sur un bâtonnet en céramique ou en verre.

- 0,1  $\Omega$  à 100 M $\Omega$
- Série E12, E24, E48 et E96
- 0,1 W à 2 W

### 1.5.5 Résistances verre-métal à couche épaisse

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

- 10  $\Omega$  à 100 M $\Omega$
- Série E3, E6, E12 et E24
- 0,1 W à 2 W

### 1.5.6 Résistances agglomérées

Elles sont obtenues par moulage dans un tube en Bakélite de pâte résistante composée de silice, de Bakélite, ou de carbone.

- 0,1  $\Omega$  à 100 M $\Omega$
- Série E12, E24, E48 et E96
- 0,1 W à 2 W

## 1.6 BRUIT THERMIQUE

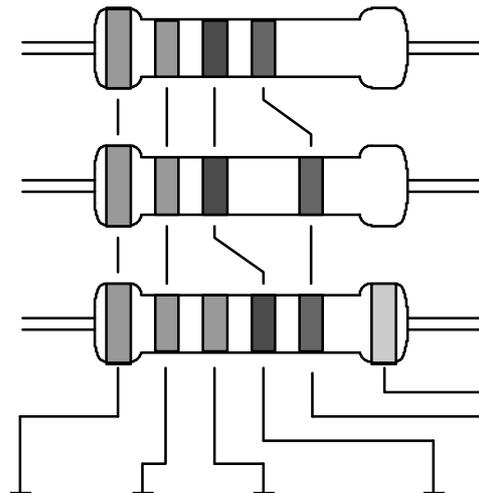
Il est dû au mouvement désordonné des porteurs électriques d'un matériau sous l'influence d'une température et provoque une tension (ou un courant aléatoire) dont l'amplitude est fonction de la température du matériau.

La tension de bruit est exprimé en micro.volts / volt.

## 1.7 CODE DES COULEURS ET SERIE NORMALISEE

Il permet de déterminer aisément la valeur et la tolérance.

### 1.7.1 Code des couleurs



Couleur	1 <sup>er</sup> chiffre	2 <sup>ème</sup> chiffre	3 <sup>ème</sup> chiffre	Multipliateur	Tolérance ± %	Coefficient de température 10 <sup>-6</sup> /°C
Noir	0	0	0	10 <sup>0</sup> = 1		± 200
Marron	1	1	1	10 <sup>1</sup>	1	± 100
Rouge	2	2	2	10 <sup>2</sup>	2	± 50
Orange	3	3	3	10 <sup>3</sup>		± 15
Jaune	4	4	4	10 <sup>4</sup>		± 25
Vert	5	5	5	10 <sup>5</sup>	0,5	
Bleu	6	6	6	10 <sup>6</sup>	0,25	
Violet	7	7	7		0,1	
Gris	8	8	8	10 <sup>-2</sup>		
Blanc	9	9	9	10 <sup>-1</sup>		
Argent				10 <sup>-2</sup>	10	
Or				10 <sup>-1</sup>	5	

Si vous ne vous rappelez pas des couleurs, voici deux petites phrases qui vous aideront à vous en souvenir :

1 e 0 anger 5 ien 2 u - eûner 9 oilà %ien 9 otre \* rande %êtise

ou

1 otre %ar 5 este 2 uvert 2 eudi 9 endredi %onne 9 eillée \* ros %uueur

### 1.7.2 Séries de valeurs normalisées

Les valeurs des résistances sont choisies dans des séries normalisées : E6, E12, E24... (à titre indicatif le chiffre indique la racine nième de 10 qui constitue la raison de la progression).

Par exemple pour la série E12 la raison est  $r = \sqrt[12]{10} = 1,2$

C'est la tolérance qui définit la série.

Correspondance entre la série et la tolérance (à chaque série est associée une tolérance) :

E96 ⇒ 1 %

E48 ⇒ 2 %

E24 ⇒ 5 % Cette série, repérée par un anneau or, est la plus utilisée en électronique

E12 ⇒ 10 %

E6 ⇒ 20 %

E6	E12	E24	E48	E96
10	10	<b>10</b>	10,0	10,0
			10,2	10,2
			10,5	10,5
			10,7	10,7
			11,0	11,0
		<b>11</b>	11,3	11,3
			11,5	11,5
			11,8	11,8
			12,1	12,1
			12,4	12,4
12	12	<b>12</b>	12,7	12,7
			13,0	13,0
			13,3	13,3
			13,7	13,7
			14,0	14,0
		<b>13</b>	14,3	14,3
			14,7	14,7
			15,0	15,0
			15,4	15,4
			15,8	15,8
15	15	<b>15</b>	16,2	16,2
			16,5	16,5
			16,9	16,9
			17,4	17,4
			17,8	17,8
		<b>16</b>	18,2	18,2
			18,7	18,7
			19,1	19,1
			19,6	19,6
			20,0	20,0
18	18	<b>18</b>	20,5	20,5
			21,0	21,0
			21,5	21,5
			22,1	22,1
			22,6	22,6
		<b>22</b>	23,2	23,2
			23,7	23,7
			24,3	24,3
			24,9	24,9
			25,5	25,5
27	27	<b>24</b>	26,1	26,1
			26,7	26,7
			27,4	27,4
			28,0	28,0
			28,7	28,7
		<b>27</b>	29,4	29,4
			30,1	30,1
			30,9	30,9
			31,6	31,6
			32,4	32,4
33	33	<b>30</b>	33,2	33,2
			34,0	34,0
			34,8	34,8
			35,7	35,7
			36,5	36,5
		<b>33</b>	37,4	37,4
			38,3	38,3
			39,2	39,2
			40,2	40,2
			41,2	41,2
39	39	<b>36</b>	42,2	42,2
			43,2	43,2
			44,2	44,2
			45,3	45,3
			46,4	46,4
		<b>39</b>	47,5	47,5
			48,7	48,7
			49,9	49,9
			51,1	51,1
			52,3	52,3
47	47	<b>43</b>	53,6	53,6
			54,9	54,9
			56,2	56,2
			57,6	57,6
			59,0	59,0
		<b>47</b>	60,4	60,4
			61,9	61,9
			63,4	63,4
			64,9	64,9
			66,5	66,5
56	56	<b>51</b>	68,1	68,1
			69,8	69,8
			71,5	71,5
			73,2	73,2
			75,0	75,0
		<b>56</b>	76,8	76,8
			78,7	78,7
			80,6	80,6
			82,5	82,5
			84,5	84,5
68	68	<b>62</b>	86,6	86,6
			88,7	88,7
			90,9	90,9
			93,1	93,1
			95,3	95,3
		<b>68</b>	97,6	97,6
			99,0	99,0
			100,0	100,0
			101,0	101,0
			102,0	102,0

E6	E12	E24	E48	E96
22	22	<b>22</b>	21,5	21,5
			22,1	22,1
			22,6	22,6
			23,2	23,2
			23,7	23,7
		<b>24</b>	24,3	24,3
			24,9	24,9
			25,5	25,5
			26,1	26,1
			26,7	26,7
27	27	<b>27</b>	27,4	27,4
			28,0	28,0
			28,7	28,7
			29,4	29,4
			30,1	30,1
		<b>30</b>	30,9	30,9
			31,6	31,6
			32,4	32,4
			33,2	33,2
			34,0	34,0
33	33	<b>33</b>	34,8	34,8
			35,7	35,7
			36,5	36,5
			37,4	37,4
			38,3	38,3
		<b>33</b>	39,2	39,2
			40,2	40,2
			41,2	41,2
			42,2	42,2
			43,2	43,2
39	39	<b>36</b>	44,2	44,2
			45,3	45,3
			46,4	46,4
			47,5	47,5
			48,7	48,7
		<b>39</b>	49,9	49,9
			51,1	51,1
			52,3	52,3
			53,6	53,6
			54,9	54,9
47	47	<b>43</b>	56,2	56,2
			57,6	57,6
			59,0	59,0
			60,4	60,4
			61,9	61,9
		<b>47</b>	63,4	63,4
			64,9	64,9
			66,5	66,5
			68,1	68,1
			69,8	69,8
56	56	<b>51</b>	71,5	71,5
			73,2	73,2
			75,0	75,0
			76,8	76,8
			78,7	78,7
		<b>56</b>	80,6	80,6
			82,5	82,5
			84,5	84,5
			86,6	86,6
			88,7	88,7
68	68	<b>62</b>	90,9	90,9
			93,1	93,1
			95,3	95,3
			97,6	97,6
			99,0	99,0
		<b>68</b>	100,0	100,0
			101,0	101,0
			102,0	102,0
			103,0	103,0
			104,0	104,0

E6	E12	E24	E48	E96
47	47	<b>47</b>	46,4	46,4
			47,5	47,5
			48,7	48,7
			49,9	49,9
			51,1	51,1
		<b>51</b>	52,3	52,3
			53,6	53,6
			54,9	54,9
			56,2	56,2
			57,6	57,6
56	56	<b>56</b>	59,0	59,0
			60,4	60,4
			61,9	61,9
			63,4	63,4
			64,9	64,9
		<b>56</b>	66,5	66,5
			68,1	68,1
			69,8	69,8
			71,5	71,5
			73,2	73,2
68	68	<b>68</b>	75,0	75,0
			76,8	76,8
			78,7	78,7
			80,6	80,6
			82,5	82,5
		<b>68</b>	84,5	84,5
			86,6	86,6
			88,7	88,7
			90,9	90,9
			93,1	93,1
82	82	<b>82</b>	95,3	95,3
			97,6	97,6
			99,0	99,0
			100,0	100,0
			101,0	101,0
		<b>82</b>	102,0	102,0
			103,0	103,0
			104,0	104,0
			105,0	105,0
			106,0	106,0

## 1.8 Résistances non-linéaires

### 1.8.1 Thermistance CTN

**Définition** : c'est une résistance qui varie avec la température. (CTN = Coefficient de Température Négatif).

Si la température augmente alors la résistance diminue.

Si la température diminue alors la résistance augmente.



Calcul de la résistance d'une CTN à une température quelconque :

$$R = R_{25} e^{B \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_{25}} \right)}$$

R : valeur de résistance de la thermistance à la température T (en °K)

$R_{25}$  : valeur de résistance de la thermistance à la température  $T_{25}$  (en °K)

(0°C = 273,15 °K)

$R_{25}$  et  $T_{25}$  : donnée par le constructeur

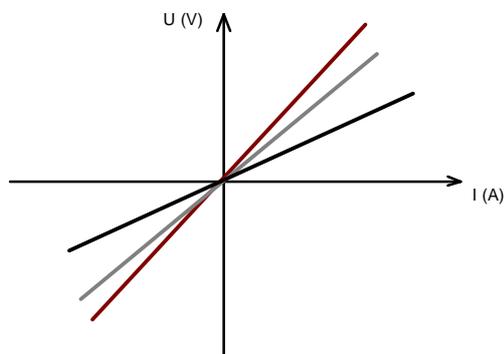
B : indice de sensibilité thermique donné par le constructeur (en °K)

e : base des logarithmes népériens (e = 2,71828)

**Remarque** : en général la tolérance est de  $\pm 20\%$  sur la résistance à la température de 25°C.

La variation de la valeur de la CTN ne doit être due qu'à une variation de température et non au passage du courant (effet Joule).

Caractéristique d'une thermistance :  $U = f(I)$



### 1.8.2 Thermistance CTP

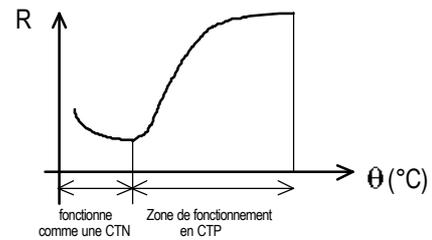
**Définition** : c'est une résistance qui varie avec la température. (CTP : Coefficient de Température Positif)

Si la température augmente alors la résistance augmente

Si la température diminue alors la résistance diminue

**Remarque :** les CTP sont moins utilisées que les CTN car elles sont délicates d'utilisation.

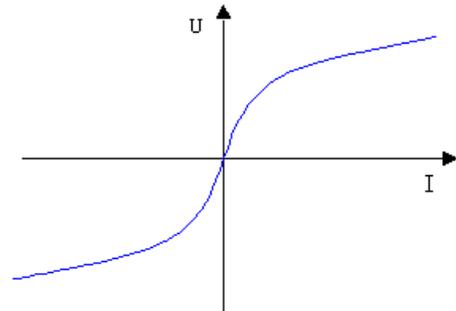
Leurs valeurs sont généralement marquées en clair et vont de 100  $\Omega$  à 50 k $\Omega$  à 25 °C, ou pour les plus anciennes avec le code des couleurs des résistances.



### 1.8.3 Varistance VDR

Les varistances sont des résistances semi-conductrices dont la conductance à la température donnée croît rapidement avec la tension.

Principalement utilisées comme élément de protection de composants ou d'équipements pouvant être soumis à des perturbations électriques. Les VDR (Volt Dépendant Resistor) voient leurs impédances (normalement de plusieurs Mégohms) chuter très fortement en présence d'une surtension (même très brève), créant ainsi un court-circuit protégeant le montage situé après.



### 1.8.4 Cellule photoconductrice LDR

Les LDR (Light Dependant Resistor) sont réalisées à partir d'un élément photo sensible dont la résistance élevée dans l'obscurité diminue avec l'éclairement.

$R = A L^{-\alpha}$  R : résistance en ohm,

L : éclairement en lux,

A et  $\alpha$  : constantes données par le constructeur.

Leurs valeurs ne sont généralement pas marquées dessus. La valeur de la résistance dans l'obscurité est supérieure à 1 M $\Omega$ . Lorsqu'elle est éclairée par le soleil sa valeur descend en dessous de 1 k $\Omega$ .



## 1.9 Les potentiomètres (résistances variables)

Ce sont des résistances que l'on peut faire varier manuellement (les potentiomètres de tableau) ou avec un tournevis (les résistances ajustables).

### 1.9.1 Lois de variation

Cette loi lie la variation en pourcentage à la résistance totale à la position du curseur. Dans la plupart des cas cette loi est linéaire (lin A) cependant pour certaines applications il est possible de réaliser des lois appelées un peu abusivement loi logarithmique normale (log B) ou logarithmique inverse.

### 1.9.2 Les différents modèles de potentiomètres

Dans sa forme boîtier, le potentiomètre peut être de type rotatif à forme circulaire, ou de type linéaire à glissière.

Potentiomètre ajustable  $\frac{3}{4}$  tour : montage horizontal ou vertical.

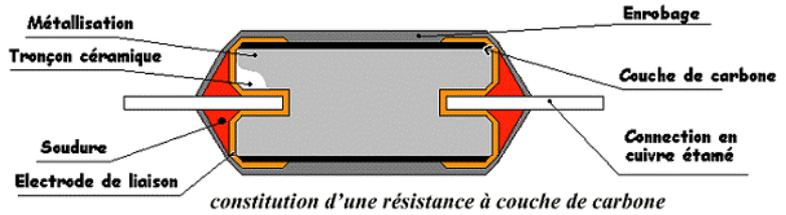
Potentiomètre ajustable multi-tours : pour les réglages fins mais plus cher.

Potentiomètre de tableau : peut se changer par l'utilisateur.

# 1.10 Exemples



Potentiomètre double

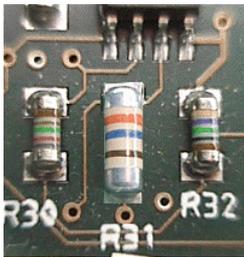
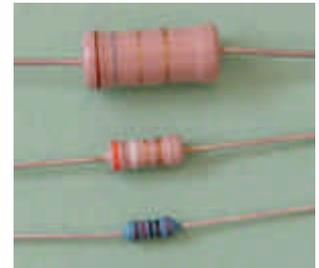


Résistance 2 W ⇨

Résistance 1/2W ⇨

Résistance 1/4 W ⇨

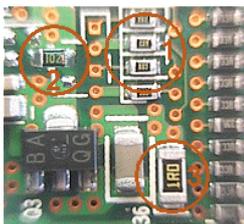
Résistances carbone et métallique



Résistances CMS ronds



Potentiomètres rotatif, linéaire



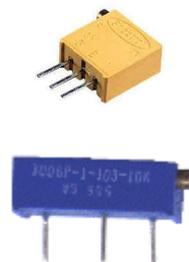
Résistances CMS plats



VDR



CTN

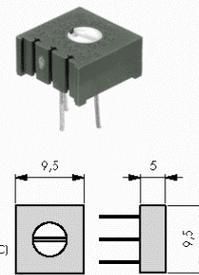


### Potentiomètres Cermet

Série 3386

1 tour, lavable

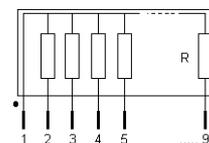
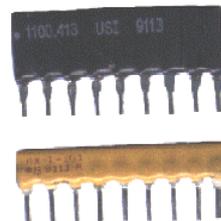
**Données techniques**  
 Courbe de résistance : linéaire  
 Tolérance : ±10%  
 Angle de rotation méc. : 280°  
 Précision d'ajustage : tension ±0,05%  
 résistance : ±0,15%  
 Charge admissible : 0,5 W (85 °C)  
 Coefficient de température : ±100 ppm/K  
 Résistance finale : 1% ou 2.0% max.  
 Résistance d'isolement : 1000 MΩ min. (500 VDC)  
 Rigidité diélectrique : 900 VAC  
 Température de service : -55...+125 °C



Trimmer



Résistances ajustables horizontale et verticale



Réseaux de résistances

## 2 LES CONDENSATEURS

### 2.1 Définition

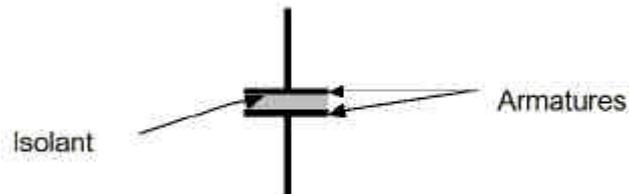
C'est un composant électrique constitué de deux conducteurs (les armatures), séparés par un isolant, le diélectrique (diélectrique : substance isolante pour l'électricité).

Lorsqu'on applique une différence de potentiel entre ses armatures, une charge électrique s'accumule dans le condensateur, proportionnelle à la tension appliquée et à une grandeur caractéristique du condensateur appelée sa capacité.

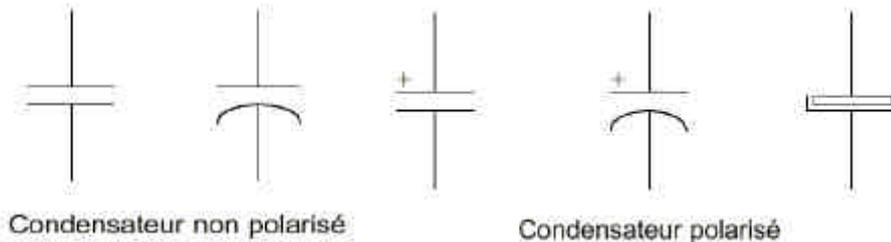
La capacité d'un condensateur dépend de la dimension des armatures (surface), de l'épaisseur de l'isolant ( $e$ ) ainsi que d'une caractéristique de cet isolant ( $\epsilon$ ) appelée constante diélectrique.

Pour un condensateur plan :

$$C = \epsilon \frac{S}{e}$$



### 2.2 Symboles



Condensateur non polarisé

Condensateur polarisé

### 2.3 Unité ; Formules

La capacité se mesure théoriquement en farad (symbole F) ; cette unité étant trop élevée, on préfère utiliser des sous-multiples : le **microfarad** ( $1\mu\text{F}$ , qui vaut  $10^{-6}$  farad), le **nanofarad** ( $\text{nF}$ ,  $10^{-9}$  F) et le **picofarad** ( $\text{pF}$ ,  $10^{-12}$  F).

Pour un circuit donné, on définit sa capacité  $C$  comme le rapport de la charge accumulée sur la tension appliquée à ses bornes, soit en fait son aptitude à emmagasiner des charges électriques, de l'énergie électrostatique :

⊙  $C = \frac{Q}{U}$  : capacité (Farad), (F),

⊙  $Q$  : quantité de charges enfermées dans le composant (Coulomb), (C),

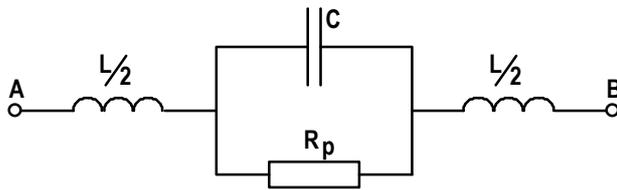
⊙  $U$  : tension aux bornes du système capacitif.

avec la capacité  $C$  constante, c'est-à-dire autonome et linéaire, on obtient :

$$i(t) = C \frac{d}{dt} u(t)$$

## 2.4 Schéma équivalent d'un condensateur réel

De part la technologie de fabrication du composant, des grandeurs électriques utilisées : le condensateur réel n'est pas si simple que cela, et on peut le représenter par le schéma suivant.



$R_p$  : résistance due au matériau diélectrique et au boîtier

$C$  : capacité pure du condensateur

$L/2$  : inductance due aux connexions et armatures.

Remarque : l'inductance est plus élevée pour les condensateurs électrolytiques que pour les autres types de condensateurs.

## 2.5 Caractéristiques générales

**Capacité nominale  $C_n$**  : c'est la capacité pour laquelle le condensateur a été élaboré.

**Tolérance** : la tolérance absolue est l'écart  $\Delta C$  maximal admis entre la valeur nominale  $C_n$  figurant au catalogue et la valeur réelle  $C$ . On utilise la tolérance relative  $\Delta C/C_n$  exprimée en pourcentage.

**Tension nominale en courant continu  $U_n$**  : c'est la valeur de la tension continue qui peut être appliquée au condensateur en régime permanent. Si cette valeur est dépassée, une étincelle perce l'isolant et met le condensateur hors d'usage, il y a claquage de l'isolant.

**Résistance d'isolement et facteur de pertes** : tous les isolants ne sont pas parfaits et un léger courant de fuite est inévitable : c'est l'existence d'une résistance d'isolement non infinie.

On en déduit le facteur de pertes qui est le rapport de la puissance active perdue ( $R_p$ ) avec la puissance réactive du condensateur parfait.

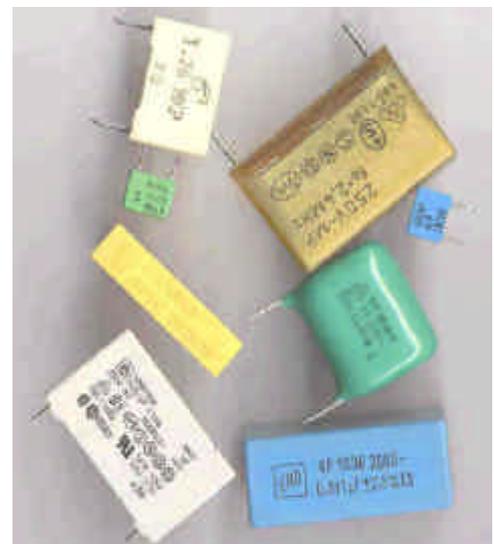
## 2.6 Les différents types de condensateurs

### 2.6.1 Condensateurs à diélectrique film plastique, céramiques, au mica

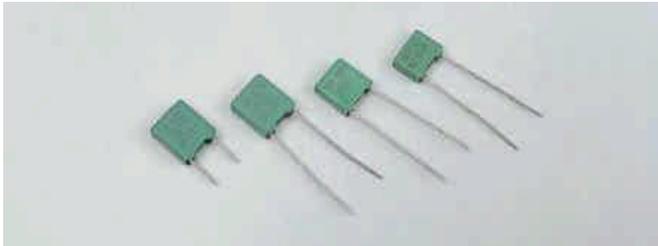
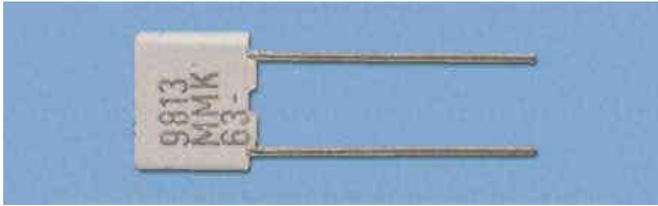
Condensateurs à film plastique :

- **MKT** : Polyester (Polyéthylène ou mylar)
- **MKC** : Polycarbonate
- **MKP** : Polypropylène
- **MKS** : Polystyrène (styroflex)

La valeur de ces condensateurs varie du micro Farad ( $\mu F$ ) au nano Farad (nF).



Voici des exemples de fabrications :



Polyester



Polycarbonate



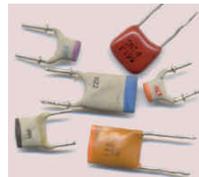
Polystyrène



Polypropylène



Pour les condensateurs plus petits du nano Farad ( nF ) au pico Farad ( pF ) on utilise des condensateurs céramiques.



## 2.6.2 Les condensateurs pour tension alternative

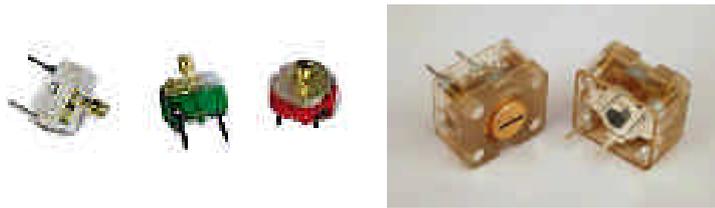
Ce sont des condensateurs qui ont des propriétés (auto-cicatrisante) particulièrement adaptées pour les tensions alternatives.



## 2.6.3 Les condensateurs variables

Pour des applications radios, on utilise des condensateurs ajustables ; leurs valeurs varient de 6,8 pF à 50 pF.

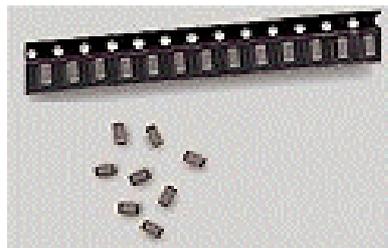
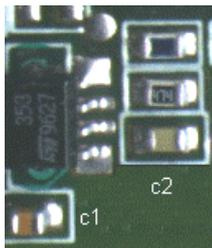
Le principe est simple : plusieurs demi-lames sont fixes et en tournant la vis on bouge les autres demi-lames, ainsi on modifie la surface des armatures en regard du condensateur.



Condensateurs ajustables boîtier plastique

### 2.6.4 Les condensateurs CMS

Les circuits électroniques utilisent aussi des condensateurs CMS (composant montés en surface). Ces condensateurs sont directement soudés du côté des pistes.



Ils existent aussi en versions polarisées.

### 2.6.5 Condensateurs polarisés



Exemples



### 2.6.6 Les condensateurs électrochimiques aluminium

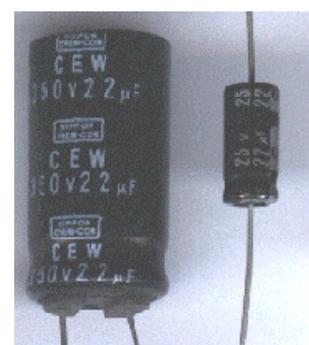
La valeur est inscrite dessus, avec la tension maximum ainsi que le repérage de la borne négative.

La tolérance pour ce type de condensateur varie de 20% à 50%.

Condensateurs 22µF

La taille dépend de la tension comme le montre cette image : 350 V ou 25V

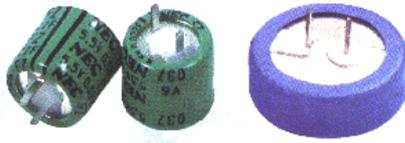
Le premier est un condensateur radial et le second axial.



### 2.6.7 Les condensateurs au tantale



### 2.6.8 Les condensateurs super capacité " GOLD CAPS "



Ce sont des capacités de très fortes valeurs ex : 22 mF; 0,1 F; 0,47 F ou 1,0 F; principalement utilisées comme sources de tension pour les sauvegardes de mémoire d'ordinateurs, d'appareils photo.

### 2.6.9 Les condensateurs doubles



La broche du milieu est le point commun. Utilisés sur des cartes informatiques pour un encombrement minimum .

### 2.6.10 Les condensateurs BLACK GATE

Il est important de noter que tous les condensateurs Black Gate mettent longtemps à se charger et à se stabiliser lorsqu'ils sont neufs. Dépendant du modèle et de son application, ce "rodage" peut prendre de 100 à 300 heures, parfois plus. Tous les condensateurs black Gate sont de type radial. Ils sont principalement utilisés pour des amplis haut de gamme.

### 2.6.11 Les condensateurs CERAFINE



Les condensateurs électrolytiques Cerafine, sont de technologies très voisines; aux Black Gate qui utilisent de la poudre de carbone. Les Cerafine utilisent de la poudre de céramique.

### 2.6.12 Les condensateurs papier huilé



Ces condensateurs, faits à la main, sont musicalement supérieurs à tous les autres condensateurs, de type papier ou plastique, disponibles.

Ils ont une vie, une précision et une tenue en dynamique à toutes les fréquences.

Ces condensateurs contiennent une huile végétale non toxique, biodégradable, le papier est traité et imprégné de manière à garantir longévité et qualité. Les pattes de sortie sont en argent pur à 99,99%.

Ils sont réellement indispensables à toute restauration et à tout projet sérieux d'amplificateur à tubes. Les feuilles peuvent être en aluminium, en étain ou en cuivre sans oxygène.

## 2.7 Marquage des condensateurs

### 2.7.1 Marquage numérique en clair avec unité

Sans commentaire.

### 2.7.2 Marquage numérique sans unité

S'il y a présence d'un point avant ou parmi les chiffres, la valeur est exprimée en micro Farad ( $\mu\text{F}$ ).

Exemple : **.0022**  $\Rightarrow$  0,0022  $\mu\text{F}$  soit 2,2 nF

Sinon la valeur est exprimée en pico Farad (pF).

Exemple : **2200**  $\Rightarrow$  2200 pF soit 2,2 nF

### 2.7.3 Marquage numérique codé à 3 chiffres

Les deux premiers chiffres sont significatifs

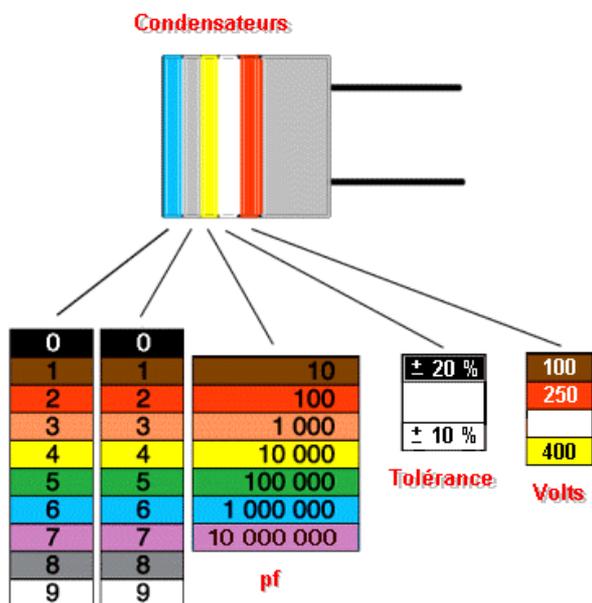
Le 3<sup>ème</sup> est le nombre de zéro à ajouter

L'ensemble est exprimé en pico Farad

Exemple : **222**  $\Rightarrow$  2200 pF soit 2,2 nF

**103**  $\Rightarrow$  10000 pF soit 10 nF

### 2.7.4 Marquage par code des couleurs



Voir le code des couleurs des résistances !

### 2.7.5 Tolérance des composants avec marquage numérique

La tolérance est exprimée par une lettre :

F =  $\pm 1\%$    H =  $\pm 2,5\%$    K =  $\pm 10\%$

G =  $\pm 2\%$    J =  $\pm 5\%$    M =  $\pm 20\%$

Exemple : **2200M**  $\Rightarrow$  2200 pF   soit 2,2 nF à 20 %

**104K**  $\Rightarrow$  100000 pF   soit 100 nF à 10 %

## 2.8 Comparatif des différents condensateurs

	<b>Electrolytique aluminium solide</b>	<b>Electrolytique aluminium liquide</b>	<b>Electrolytique Tantale</b>
Gamme des valeurs	100 nF à 1 000 $\mu$ F	1 $\mu$ F à 100 000 $\mu$ F	100 nF à 220 $\mu$ F
Tolérance (%)	+/- 20%	-10% à +50%	+/- 10% à +/- 20%
Tension maximale disponible	50 V	600 V	50 V
Tangente de l'angle de perte ou Résistance série	0,03 $\Omega$ (100 $\mu$ F 20 V) à 1 $\Omega$ (100 nF 25 V)	5 m $\Omega$ (0,47 F 10 V) à 2,7 (47 $\mu$ F 400 V)	0,05
Fréquences de fonctionnement	0 à 300 kHz	0 à 10 kHz	0 à 100 kHz
Stabilité ( $\Delta$ C/C)			Bonne stabilité thermique
Utilisation recommandées	Alimentations à découpage, découplage audio, temporisations	Filtrage d'alimentation, découplage basses fréquences	faible courant de fuite, rapport C/Vol. important, stabilité en température
	<b>Mica</b>	<b>Céramique multicouche</b>	<b>Céramique</b>
Gamme des valeurs	10 pF à 2,2 nF	10 pF à 1 $\mu$ F	1 pF à 47 nF
Tolérance (%)	+/- 0,5% à +/- 1%	+/- 5% à -20% /+80%	+/- 1% à -50% /+ 80%
Tension maximale disponible	5 000 V	200 V	15 000 V
Tangente de l'angle de perte ou Résistance série	0,001	0,01	0,001
Fréquences de fonctionnement	1 kHz à 10 GHz	1kHz à 200MHz	100Hz à 10GHz
Stabilité ( $\Delta$ C/C)	Excellente	variable selon les types	Bonne stabilité thermique
Utilisation recommandées	Circuits H.F., circuits impulsions, auto-extinguibles	Découplage H.F., rapport C/Vol important	Découplage H.F., circuits résonnants, haute tension
	<b>Polycarbonate MKC</b>	<b>Polyester MKT</b>	<b>Polystyrène MKS</b>
Gamme des valeurs	100 pF à 22 $\mu$ F	1 nF à 47 $\mu$ F	100 pF à 10 $\mu$ F
Tolérance (%)	+/- 1% à +/- 20%	+/- 5% à +/- 20%	+/- 1% à +/- 20%
Tension maximale disponible	25 000 V	25 000 V	1 000 V
Tangente de l'angle de perte ou Résistance série	0,001	0,01	0,001
Fréquences de fonctionnement	0 à 1 GHz	0 à 10 MHz	0 à 1 GHz
Stabilité ( $\Delta$ C/C)	Très bonne +/- 2% - 55 °C à + 125 °C	Bonne stabilité thermique	Très bonne +/- 1% - 55 °C à + 85 °C
Utilisations recommandées	Filtres, intégrateurs, liaisons, découplage, température élevée, fréquence de travail élevée, bonne fiabilité.	Filtrage haute et basse tension, découplage, liaisons, milieux humides.	Fréquence de travail élevée, filtres, intégrateurs, constantes de temps, circuits oscillants

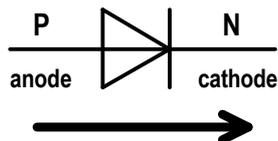
# 3 LA DIODE

## 3.1 Constitution

La diode est constituée par l'association de semi-conducteurs de type P et N (silicium ou germanium). Les diodes au silicium sont les plus fréquemment utilisées.

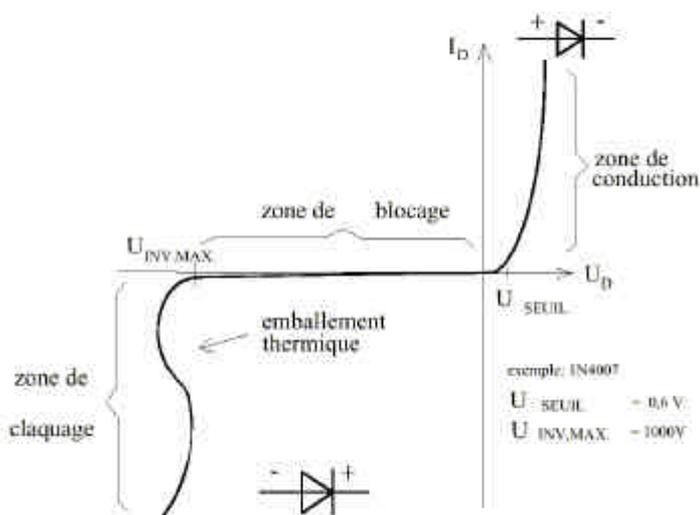


Symbole :



Ce symbole est utilisé pour représenter une diode dans un schéma. La flèche indique le sens conventionnel du courant quand la diode est passante.

## 3.2 Courbe caractéristique



La courbe obtenue n'étant pas une droite, nous parlons d'un élément non-linéaire, ce qui signifie que le courant circulant dans l'élément n'est pas proportionnel à la tension qui lui est appliquée.

Dans le sens direct, la tension de seuil est la tension nécessaire à appliquer à la diode pour qu'elle devienne conductrice.  $U_{SEUIL} = 0,6 \text{ V}$  pour le Si (0,3 V pour le Ge).

Au delà de la tension de seuil, le courant ne dépend pratiquement que de la résistance totale du circuit, et la tension aux bornes de la diode reste autour de 0,6 V - 0,7 V.

Le courant inverse est très faible (de l'ordre du nanoampère). Il augmente très fortement au delà d'une certaine tension inverse, appelée tension de claquage. La tension inverse de claquage varie entre 10 et 1000 volts suivant le type de diode. L'emballement thermique qu'entraîne la tension de claquage détruit la diode dans la plupart des cas.

Ces caractéristiques varient considérablement avec la température et les concepteurs de circuits doivent en tenir compte.

## 3.3 Résistance statique et dynamique d'une diode

### 3.3.1 Résistance statique

C'est la résistance qui branchée à la place d'une diode est traversé par le même courant continu  $I_d$  et possède la même tension continue  $V_d$  :

$$R_s = V_d / I_d$$

### 3.3.2 Résistance dynamique

Si on fait varier le courant  $I_d$  d'une quantité  $\Delta I_d$  dans une diode, la tension à ses bornes varie de  $\Delta V_d$  :

$$R_d = \Delta V_d / \Delta I_d$$

## 3.4 Contrôle d'une diode à l'aide d'un multimètre

- ❶ Utiliser la position diode (repérée par une diode),
- ❷ Vérifier le sens passant anode, cathode,
- ❸ Vérifier le sens non passant cathode, anode.

## 3.5 Caractéristiques principales

Sens direct : diode silicium  $\Rightarrow V_d = 0,6$  à  $0,7$  Volts

diode germanium  $\Rightarrow V_d = 0,2$  à  $0,3$  Volts

Sens inverse : diode silicium  $\Rightarrow I_{inv} = qqnA$

diode germanium  $\Rightarrow I_{inv} = qq\mu A$

## 3.6 Définitions des termes employés dans une documentation

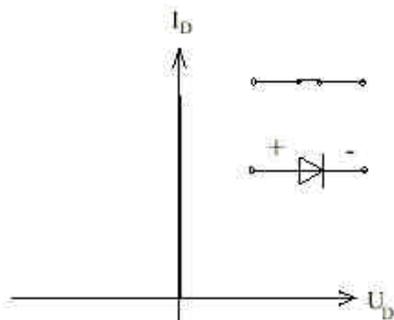
- $I_F, I_{FM}, I_O$  : (Mean Forward Current) Courant efficace maximum admissible.
- $I_{FSM}$  : (Surge Forward Current) Intensité directe de pointe maximum pendant une durée déterminée (ex : 10ms).
- $I_{FRM}$  : (Repetitive Forward Current) Intensité répétitive maximum.
- $I_R$  : Intensité en inverse pour une tension inverse donnée.
- $V_F$  : (Forward Voltage) Tension directe donnée pour un courant direct.
- $V_{RRM}$  : (Repetitive peak Reverse Voltage) Tension inverse de pointe répétitive maximum.
- $V_{RSM}$  : (Surge no repetitive Reverse Voltage) Tension inverse de surcharge non répétitive.
- $r_d = \Delta V_F / \Delta I_F$  : (Dynamic Resistance) Résistance dynamique.

## 3.7 Approximation d'une diode

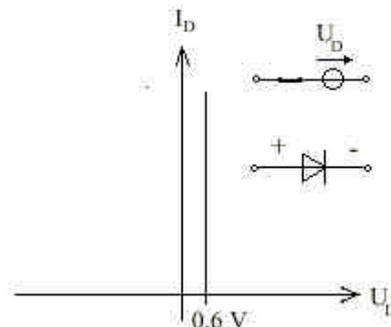
En technique de maintenance ou de dépannage, lorsque nous désirons comprendre le fonctionnement d'un montage comprenant des diodes, il est souvent plus simple de considérer la diode de manière approximative.

Pour illustrer ces approximations, nous utilisons une technique dite de schémas équivalents.

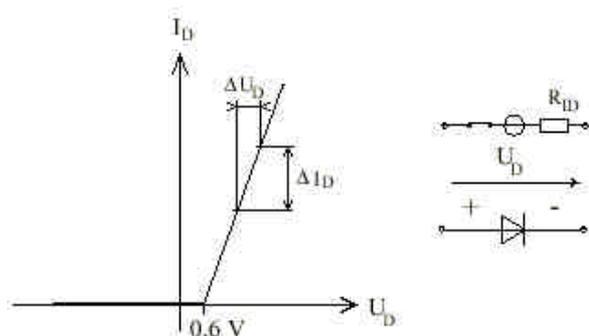
Selon le besoin, nous pouvons avoir en tête, l'un ou l'autre des schémas équivalents ci-dessous. Le choix de l'approximation dépend de la valeur des tensions présentes dans le circuit, de l'utilité du circuit à diode ou encore des courants circulant dans le montage.



Diode idéale :



1ère approximation :



Deuxième approximation :

$$R_{ID} = \frac{\Delta U_D}{\Delta I_D}$$

### 3.8 Principales utilisations

Les diodes sont principalement utilisées dans les circuits selon trois groupes de fonction différents :

- les circuits de redressement qui permettent la conversion d'une tension alternative en une tension continue,
- les circuits d'écrêtage ou circuits de limitation qui permettent d'empêcher un signal de dépasser une valeur (amplitude) choisie,
- les circuits de commutation qui permettent la commande ou le changement de normes, ou encore pour circuits logiques.

### 3.9 Comment choisir une diode

Pour déterminer une diode il faut connaître les caractéristiques requises dans le circuit d'utilisation, c'est-à-dire en premier lieu :

- le domaine d'utilisation fréquentiel (B.F., H.F.),
- la rapidité,
- les courants admissibles en direct,
- la tension en direct,
- les tensions inverses admissibles,
- la température ambiante,

puis en second lieu :

- le domaine d'utilisation Grand public, Industriel, Militaire, Spatial,
- les vibrations,
- le taux d'humidité,
- le taux de salinité,
- la présence de rayons cosmiques,
- la stabilité dans le temps,
- l'encombrement...

Pour choisir une diode, il faut connaître toutes les caractéristiques déterminées lors de l'étude (citées ci-dessus), puis chercher dans une documentation le type de diode qui correspond à ce que l'on désire.

## 3.10 Diodes particulières

### 3.10.1 La diode Zener

#### 3.10.1.1 De la diode conventionnelle à la diode zener

Plus fortement dopée que les diodes conventionnelles, un champ électrique relativement faible devient déjà suffisamment intense pour que les liaisons de covalence s'affaiblissent et se rompent. Les porteurs de charges (des éléments de dopage) ainsi libérés sont assez nombreux pour que le courant augmente brutalement et pour que la tension aux bornes de la diode ne varie pratiquement pas. C'est ce qui est appelé l'effet zener.

Pour d'autres diodes Zener, il est possible que sous l'action du champ électrique interne, les porteurs de charges minoritaires (du silicium) de la zone isolante acquièrent une énergie telle qu'il puisse y avoir ionisation par choc, et, par effet d'avalanche, le courant croît extrêmement vite. La tension aux bornes de la diode ne varie pratiquement pas non plus. C'est ce qui est appelé effet d'avalanche.

#### 3.10.1.2 Caractéristique tension-courant d'une diode zener

La caractéristique  $I_Z = f(U_Z)$  tension-courant d'une diode zener résume ces phénomènes.

Dans le sens direct la diode zener se comporte comme une diode conventionnelle.

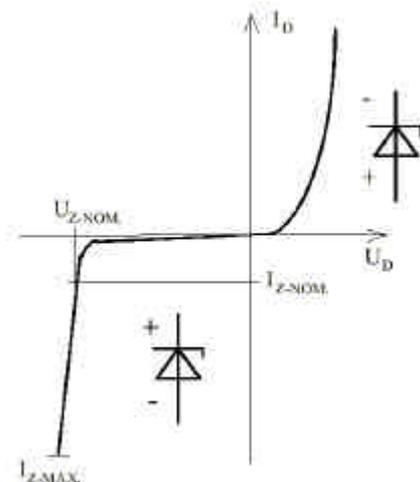
$U_{DZ} = 0,6 \text{ V}$  et le courant maximum direct dépend du circuit externe à la diode.

Dans le sens inverse la diode présente une résistance très petite dès que la tension de claquage, ou tension zener, pour laquelle elle est construite est atteinte.

La diode est dans ce cas en conduction inverse, et il est impératif de limiter le courant par une résistance en série avec la diode, par exemple.

Dans ce cas,  $U_Z = U_{Z-NOM}$

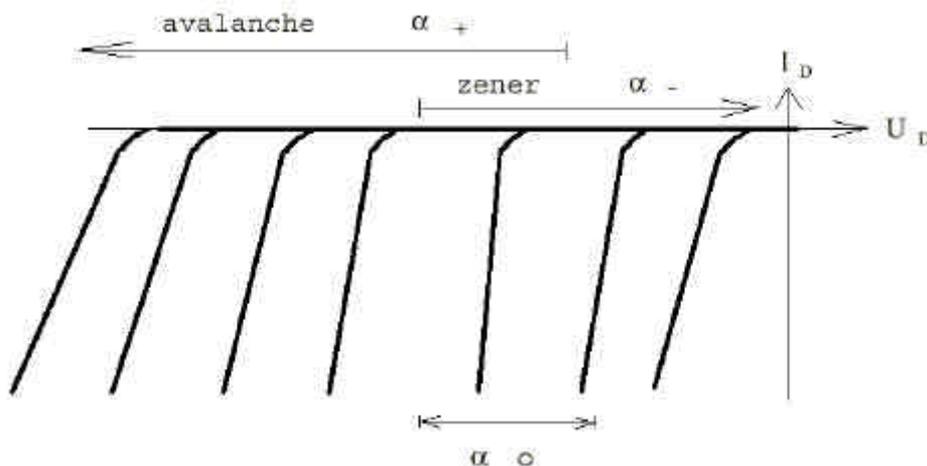
Si la tension inverse redescend en dessous de la valeur zéner, la diode se bloque à nouveau.



### 3.10.1.3 Valeurs pratiques des tensions zéner

En pratique, pour les diodes dont la tension zéner dépasse 10 V, seul l'effet d'avalanche est possible. Ce qui a pour conséquence que la caractéristique de la diode est moins franche (la pente est plus grande), et le coefficient de température est positif.

Les diodes dont la tension zéner est inférieure à 5 V ont une jonction très mince et seul l'effet zéner peut avoir lieu, ce qui entraîne que la caractéristique de la diode est très raide et, de plus, ces diodes ont un coefficient de température négatif.



Entre 5 V et 10 V, les deux effets peuvent se combiner, et la caractéristique est la plus raide ainsi que le coefficient de température qui peut être proche de zéro. Ce qui signifie que les diodes zéner prévues pour un fonctionnement inverse compris entre 5 V et 10 V seront utilisées pour un fonctionnement très stable.

### 3.10.1.4 Principales caractéristiques des diodes zéner

Nous pouvons repérer le fonctionnement de la diode zéner, avec ses limites, sur la courbe caractéristique  $I_Z = f(U_Z)$  de la diode zéner.

Tout d'abord, nous avons vu que la valeur zéner nominale  $U_{Z-NOM}$  est donnée pour un courant zéner nominal  $I_{Z-NOM}$ .

Ensuite, la diode zéner présente une valeur de résistance interne dynamique très faible dans la zone de fonctionnement. En d'autres termes, pour une petite variation de la tension  $U_Z$ , la diode modifie fortement le courant  $I_Z$ .

$$R_{I_Z} = \Delta U_Z / \Delta I_Z = 0,1 \Omega \text{ à } 1 \Omega$$

Enfin, en connaissant la puissance maximale que peut dissiper la diode, de par ses dimensions, nous pouvons calculer le courant zéner maximal qui peut traverser la diode.

De la puissance maximale  $P_{ZMAX}$ , nous tirons le courant zéner maximum  $I_{ZMAX}$ .

De plus, il est possible de déterminer, comme pour les diodes conventionnelles, une valeur de résistance interne de la diode : soit de manière statique  $R_{I_Z-STAT}$ , soit de manière dynamique  $R_{I_Z-DYN}$ , en fonction des besoins.

Ce dernier point nous amène à considérer la diode zéner selon la même technique d'approximation utilisée pour les diodes conventionnelles : diode zéner idéale ou deuxième approximation.

En technique de dépannage, il peut être suffisant de considérer la diode zéner dans un circuit comme une diode zéner idéale. Par contre, dans la conception et le calcul de circuits électroniques, il est souvent nécessaire de prendre en compte la valeur de la résistance interne  $R_{I_Z}$ .

### 3.10.1.5 Principales utilisations

Les diodes zéner sont utilisées principalement pour leur propriété de maintenir une tension constante à leurs bornes :

- ✘ les circuits de stabilisation de tension ou "régulateur zéner",
- ✘ les circuits générateurs de tension de référence.

## 3.10.2 La diode électroluminescente

### 3.10.2.1 Définition

Les diodes électroluminescentes (D.E.L.) sont commercialisées sous leur dénomination anglaise : L.E.D., abréviation de Light Emetting Diode (diode qui émet de la lumière).

Ces diodes spécifiques à base d'arséniure de gallium ont la propriété d'émettre de la lumière dans une bande de fréquence déterminée par les caractéristiques du matériau employé quand elles sont traversées par un courant direct.

Il en existe de diverses couleurs (jaune, orangé, rose, rouge, vert, infrarouge). On trouve également des D.E.L. tricolores : elles sont rouges lorsqu'elles sont polarisées en sens passant, vertes en sens inverse et jaunes lorsqu'elles sont alimentées en tension alternative. Elles sont de couleur blanche quand elles ne sont pas alimentées.



Les D.E.L. sont présentées dans un boîtier en matière plastique transparent ou coloré et généralement associées à une lentille pour que l'émission de lumière soit très directive. De par leur aspect extérieur, elles sont facilement reconnaissables.

Généralement, une rainure, au bas du boîtier plastique sur la périphérie, permet de reconnaître le sens de polarisation de la diode (la cathode est située du côté de la rainure et est toujours du côté de la broche la plus courte).

### 3.10.2.2 Caractéristiques

Le sens passant des D.E.L. est le même que celui des diodes ordinaires. Leur rendement lumineux est assez faible. On les utilise avec un courant direct d'environ 10 à 20 mA.

La tension de coude de ces composants est plus élevée que pour les diodes standard, et elle dépend de la couleur. Elle va de 1,2 à 2 V environ.

### 3.10.2.3 Utilisation



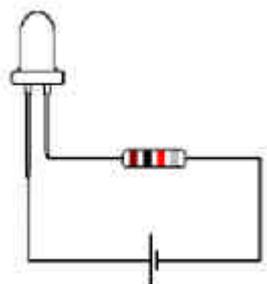
Les utilisations des D.E.L. sont de plus en plus nombreuses, car ces composants sont plus fiables que des lampes à incandescence, et leur rendement est un peu meilleur.

On les rencontre partout où on a besoin de témoins lumineux, et de plus en plus, associées en matrices pour remplacer des grosses lampes (feux tricolores de circulation par exemple), ou pour faire des panneaux d'affichage électroniques (heure, température, publicités diverses).

Les diodes à infrarouges servent beaucoup dans les télécommandes d'appareils TV / HIFI. On les utilise alors avec de forts courants pulsés.

### 3.10.2.4 Comment calculer la résistance chutrice à associer avec une LED

Supposons une tension d'alimentation de 21,5 volts. On sait que pour qu'une diode LED s'éclaire normalement, elle doit être traversée par un courant de 20 mA sous une tension de 1,5 Volt (dépend du type de diode utilisée).



La tension aux bornes de R doit être de :

$$21,5 \text{ V} - 1,5 \text{ V} = 20 \text{ V}$$

Selon la loi d'ohm  $R = U / I$  soit :

$$R = 20 \text{ V} / 0,02 \text{ A} = 1000 \text{ ohms}$$

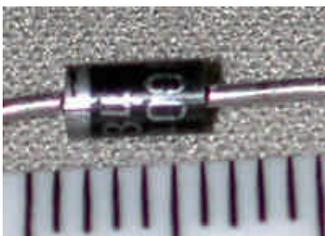
On doit donc placer une résistance de 1000 ohms en série avec la diode LED pour que celle-ci puisse fonctionner correctement sous une tension d'alimentation de 21,5 volts.

Un autre paramètre important dont il faut tenir compte est la puissance que l'on doit utiliser pour la résistance.

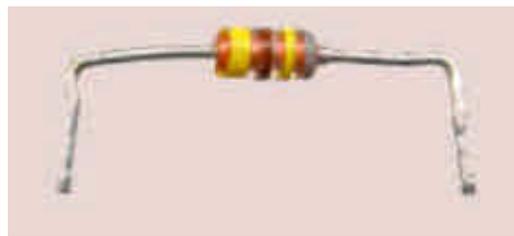
$$P = U \times I \text{ soit } 20 \text{ volts} \times 0,02 \text{ A} = 0,4 \text{ Watts}$$

On devra donc utiliser une résistance capable de dissiper cette puissance, on prendra donc une résistance de 1000 ohms 1/2 watt.

## 3.11 Exemples de diodes



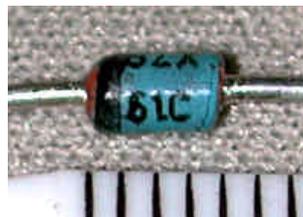
1N4001



1N4148



Diode Zener



BZX51C15V



Led infra-rouge



Diodes CMS



Leds

# 4 CODAGE DE LA DESIGNATION DES COMPOSANTS

## 4.1 Standard USA codage JEDEC

Le codage JEDEC (Joint Electron Device Engineering Council) né de l'organisation américaine EIA a ouvert un catalogue enregistrant les composants préfixés par 1N pour les diodes et 2N pour les transistors, thyristors et triacs. En fait la lettre est toujours N, le chiffre est égal au nombre de broches moins un ou au nombre de jonctions dont dispose le circuit.

Cette codification prend la forme chiffre, lettre, numéro de série, [suffixe].

Exemples de transistors : 2N 2222A, 2N 3055 etc.

Le chiffre, la lettre N et le numéro de série compris entre 100 et 9999 ne signifient rien de particulier si ce n'est une idée de la date d'introduction du circuit. Le suffixe (optionnel) indique le groupe de gain (hfe) du circuit

A = Faible gain

B = Gain médium                      l'absence de suffixe signifie un gain quelconque.

C = Gain élevé

## 4.2 Standard Europe Pro Electron

L'association internationale Pro Électron a créé le même type de catalogue d'enregistrement mais le codage est différent, la première lettre désigne le type de matériaux et la deuxième lettre désigne la fonction, puis vient le n° de série avec une lettre en plus suivant le gain du transistor.

1 <sup>ère</sup> lettre : <b>Matériaux</b>	2 <sup>ème</sup> lettre : <b>Fonction</b>	3 <sup>ème</sup> lettre ou n° de série
A : Germanium ou tension de seuil 0,6 à 1 V	A : Diode ; signal, faible puissance	A : Pour Triac après la 2 <sup>ème</sup> lettre R ou T  F : Pour émetteur ou récepteur de fibre optique après la 2 <sup>ème</sup> lettre G, P ou Q  L : Pour laser  O : Opto-triac après la 2 <sup>ème</sup> lettre R  T : Pour led 3 couleurs après la 2 <sup>ème</sup> lettre Q  W : Diode d'écrêtage après la 2 <sup>ème</sup> lettre Z
B : Silicium ou tension de seuil 1 à 1,3 V	B : Diode ; varicap	
C : Arséniure de gallium ou tension de seuil 1,3 V et plus	C : Transistor ; faible puissance, fréquence audio	
	D : Transistor ; puissance, fréquence audio	
R : Matériaux composés (ex: Sulfure de cadmium)	E : Diode ; tunnel	
	F : Transistor ; faible puissance, fréquence audio	
	G : Varie en fonction de la 3 <sup>ème</sup> lettre	
	H : Diode ; sensible aux champs magnétiques	
	L : Transistor ; puissance, haute fréquence	
	N : Photo coupleur	
	P : Photorécepteur ; 3 <sup>ème</sup> lettre	
	Q : Photoémetteur ; 3 <sup>ème</sup> lettre	
	R : Triac ou Thyristor suivant 3 <sup>ème</sup> lettre ; faible puissance	
	S : Transistor ; faible puissance	
	T : Triac ou Thyristor suivant 3 <sup>ème</sup> lettre ; puissance	
	U : Transistor ; puissance	
	X : Diode	
	Y : Diode de redressement	
	Z : Diode zener ou de tension de référence ; suivant 3 <sup>ème</sup> lettre	

### 4.3 Standard Japonais JIS

L'organisme japonais Japanese industrial standards (JIS) a réalisé un mixage des deux méthodes précédentes, les noms des transistors sont préfixés par le code 2S suivi par une lettre puis le numéro de série.

Transistors	1 <sup>ère</sup> lettre
2S	A = PNP haute fréquence B = PNP basse fréquence C = NPN haute fréquence D = NPN basse fréquence

Exemple de transistor : 2SD1972 ..Sur le composant l'inscription est D1972

SE : Diodes

SQ : LED

SF : Thyristors

SR : Rectifier

SG : Gunn

SS : Diodes Signal

SH : UJT - Unijonction

ST : Diodes Avalanche

SJ : P-channel FET/MOSFET

SV : Varicaps

SK : N-channel FET/MOSFET

SZ : Diodes Zéner

SM : Triac

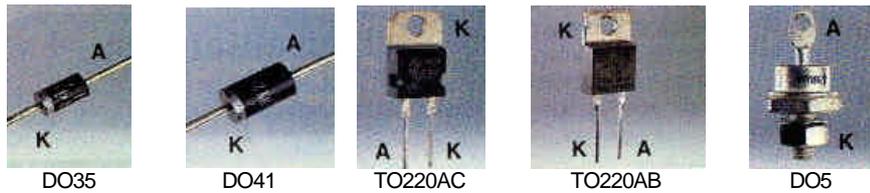
# 5 LES DIFFERENTS TYPES DE BOITIERS

Il existe une multitude de boîtiers adaptés à chaque composant ; que ce soit une diode, un transistor, un thyristor, un triac, un régulateur de tension, un circuit intégré...

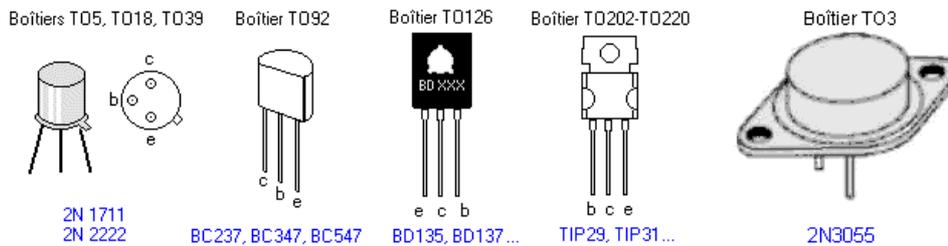
## 5.1 Boîtiers pour composants usuels

A chaque composant, il correspond un ou plusieurs boîtiers : voici quelques exemples concernant :

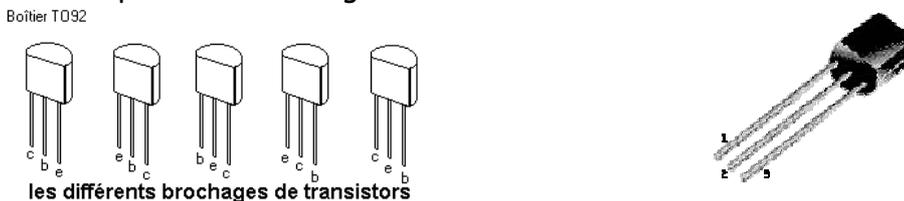
- les diodes,



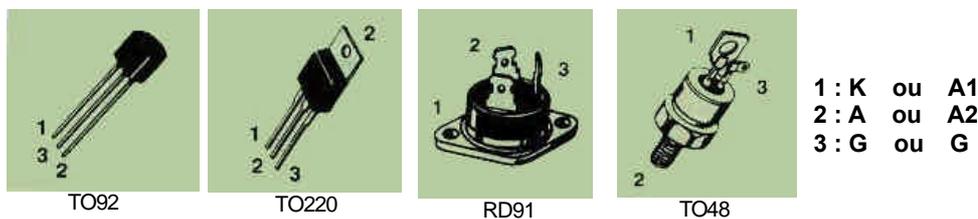
- les transistors,



**Remarque :** faire attention au brochage. En effet pour un même boîtier, il peut exister plusieurs brochages.

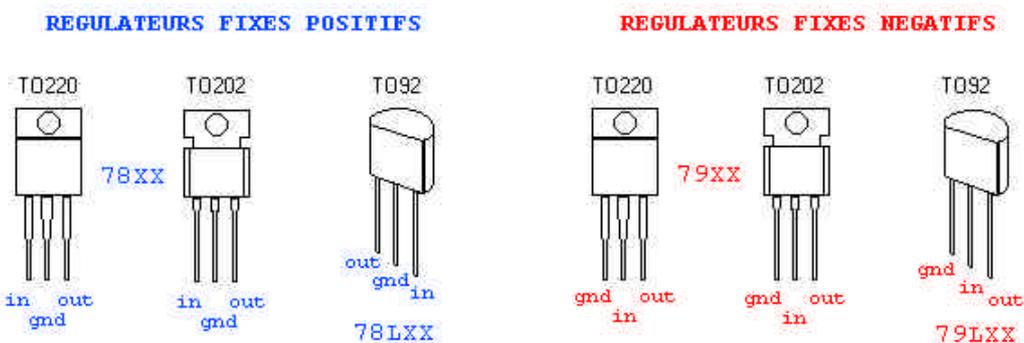


- les thyristors et triacs,



1 : K ou A1  
2 : A ou A2  
3 : G ou G

- les régulateurs de tension,



## 5.2 Quelques boîtiers pour circuits intégrés

- les circuits intégrés DIL (Dual in Line),



- et certains.

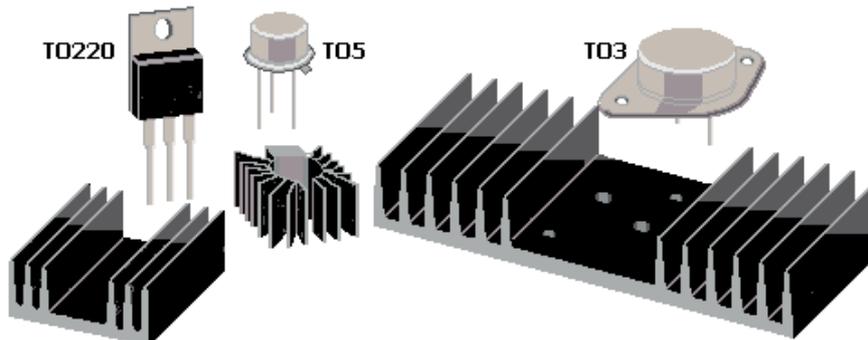


## 6 LES DISSIPATEURS THERMIQUES

En fonction de la puissance à dissiper : le composant ne peut pas toujours assurer seul l'évacuation de l'énergie calorifique à évacuer. Pour l'aider, on lui adjoint un dissipateur thermique approprié.

### 6.1 Association dissipateur thermique/composant

Les dimensions intérieures du dissipateur thermique sont fonction du boîtier du composant à refroidir.



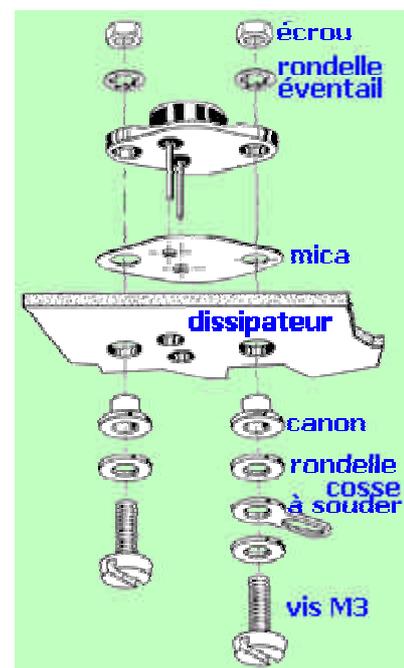
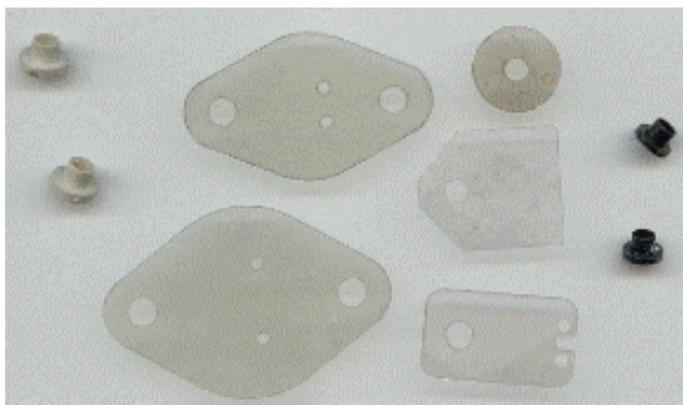
A chaque type de boîtier, il peut y correspondre un ou plusieurs dissipateurs.



Exemples de dissipateurs thermiques pour boîtier TO220

### 6.2 Montage avec canon isolant et plaque mica

Le boîtier métallique des composants n'est pas toujours isolé électriquement des broches des composants. Il est donc nécessaire d'insérer entre le composant et le dissipateur une plaque isolante ayant une très bonne conductibilité thermique (mica) afin de ne pas détériorer le transfert des calories vers l'air ambiant.



### 6.3 Exemples de dissipateurs thermiques

Longueur = 37,5 mm -  $R_{th} = 8^{\circ}C/W$

