



*Jeter ? Pas question !*

Le test des composants  
électroniques

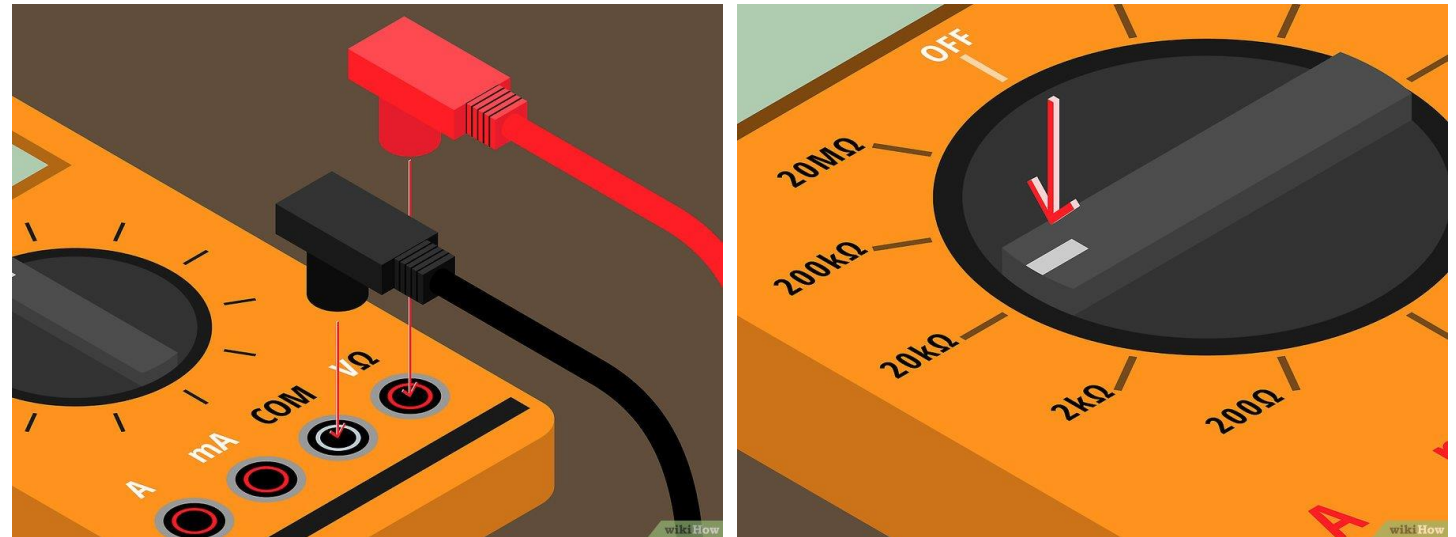
# Introduction

- Dans tous les appareils électroniques on rencontre les composants suivants:
  - Résistance
  - Thermistance
  - Condensateur
  - Diode
  - Diode Zener
  - Transistor
  - Thyristor
  - Triac
  - Varistance ou VDR
  - Fusible thermique

# Résistance

- Une résistance limite le courant qui le traverse. Sa valeur s'exprime en Ohms.
- Multiples:
  - K(x1000=10<sup>3</sup>),
  - M(x1000 000=10<sup>6</sup>)

- Utiliser un multimètre:



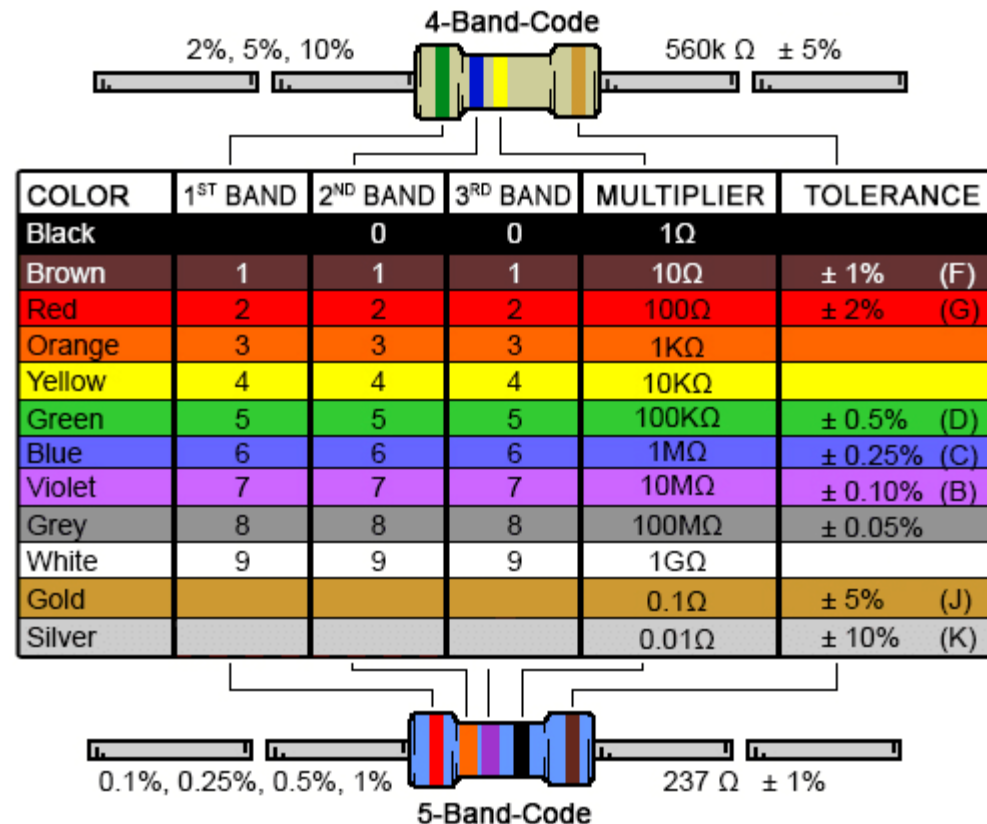
- La valeur affichée est mesurée en Ohms ou multiple: Kohms, Mohms.
- Attention: Si la mesure est réalisée sans démonter la résistance du circuit sur laquelle elle est montée, la valeur peut être différente.

# Résistances: les diverses valeurs

- Une résistance de chauffage permet de dissiper de l'énergie par effet Joule en faisant passer un certain courant. Pour les éléments chauffants la tension d'alimentation étant la tension secteur: 230V, on peut calculer la valeur de la résistance en fonction de la puissance suivant la formule:  $P=U \times I$ , ou  $P=U \times U / R$  ( $P$ =puissance en W,  $U$ =tension en Volt,  $I$ =courant en Ampère,  $R$ =résistance en Ohm)
- Bouilloires de 1000W:  $R=U^2/P=(230)^2/1000=52,9\text{ohms}$
- Résistance chauffante de 1500W:  $R=(230)^2/1500=35,2\text{ohms}$
- Résistance de sèche cheveux de 300W:  $R=(230)^2/300=176\text{ohms}$

# Résistances: les diverses valeurs

- Dans les circuits électroniques les résistances sont largement utilisées.
- Les résistances montées en traversant sont identifiées par un code couleur:



# Résistances: les diverses valeurs

- Les résistances CMS (Montage en surface):
- Le marquage de la série E24 s'effectue avec trois chiffres.  
Le premier et le deuxième chiffre sont les chiffres significatifs.  
Le troisième est le nombre de zéros (coefficient multiplicateur).



R = 47 Kohms



R = 6,80 ohms



R = 0,010 ohm

- Le marquage de la série E96 (1%) est réalisé avec 4 chiffres ou un code fabricant à trois caractères.  
L'image suivante illustre les deux types de marquage.

Boîtiers 0805 - 1206



Marquage E-96  
R = 44,2 Kohms

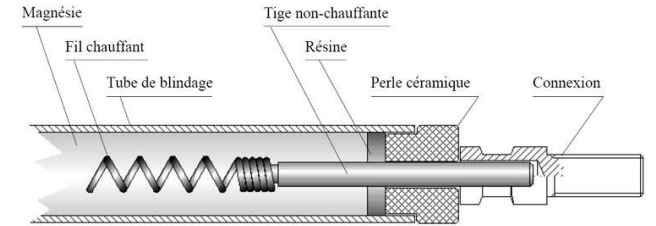
Boîtiers 0603



Marquage EIA-96  
R = 12,4 Kohms

# Résistances chauffantes

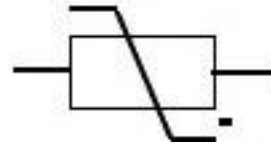
- Résistances blindées (four, bouilloires, fer à repasser,...)
  - Constituées d'un tube inox à l'intérieur duquel se trouve la résistance chauffante et isolée du tube par de la poudre magnésie.
  - Lorsque ces résistances sont stockées dans un endroit humide, l'humidité pénètre et imbibe la magnésie créant une résistance de fuite vers la terre d'où disjonction des disjoncteurs différentiels.
  - On peut parfois récupérer une résistance chauffante faisant disjoncter, en laissant chauffer 5 minutes la résistance (En la raccordant au secteur en débranchant la terre, ATTENTION)
- Résistances chauffantes (Sèche-cheveux, grille pain,...)
  - C'est un fil résistant fixé sur une plaque isolante en mica.
  - Si coupée on peut essayer de réparer avec un morceau de domino électrique.



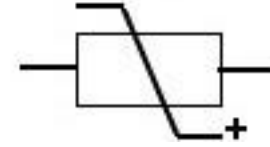
Pour un différentiel de 30mA,  
la résistance de fuite  
conduisant à la disjonction  
est de:  
 $7666 \text{ Ohms} = (230\text{V}/30\text{mA})$

## Représentation schématique

CTN

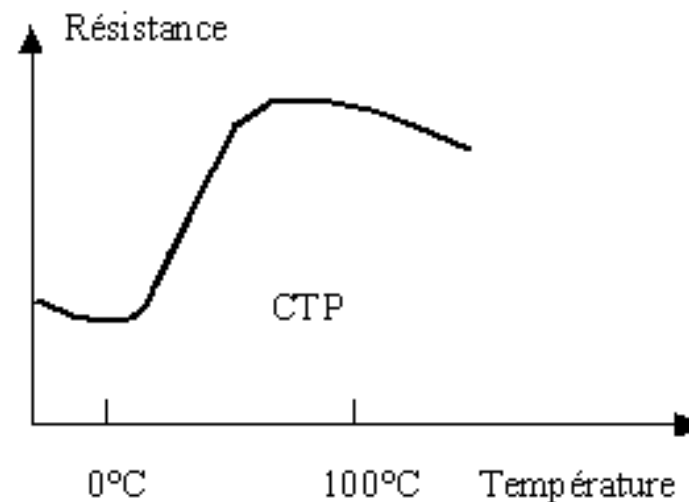
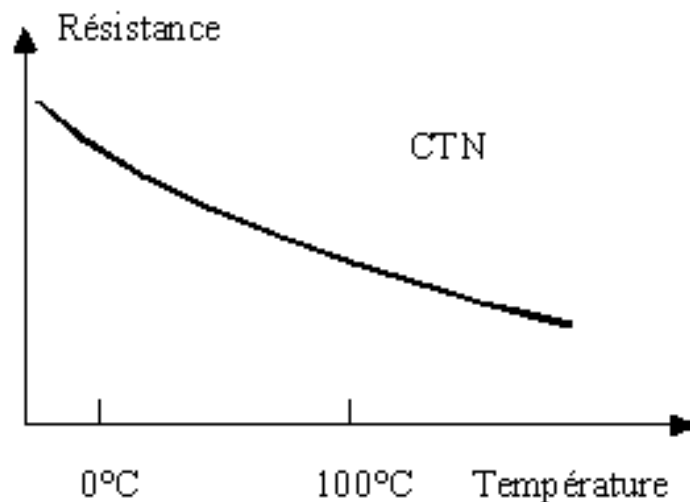


CTP



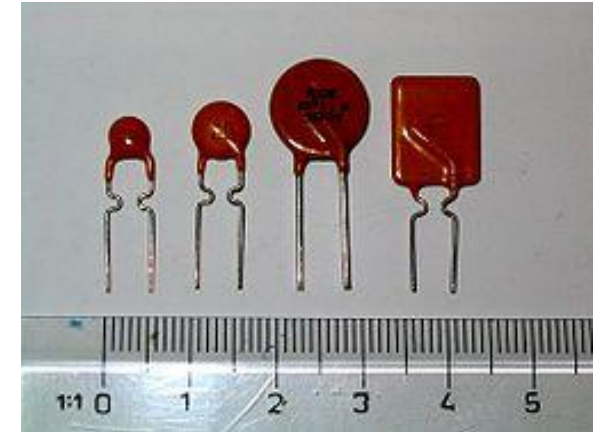
# Thermistance

- Une thermistance est une résistance variable en fonction de la température. On trouve deux types de thermistances: CTN (Coefficient de température Négatif) et les CTP (Coefficient de température Positif).
- Les **CTN** ont leur valeur qui **diminue** lorsque la température augmente
- Les **CTP** ont leur valeur qui **augmente** lorsque la température augmente

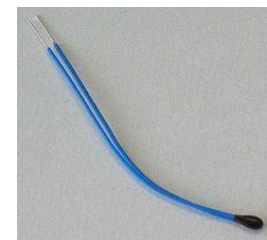


# Utilisation des thermistances

- Les CTP (ou PTC) sont surtout utilisées en organe de protection, par exemple fusible ré-armable lorsque la température redescend

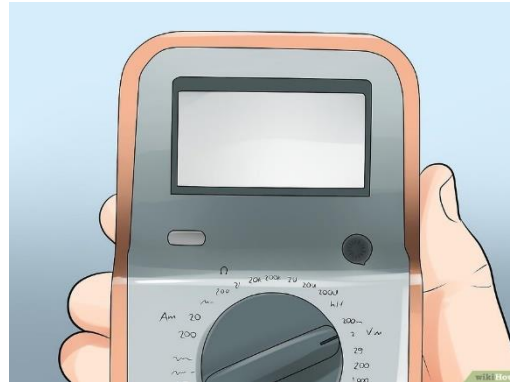
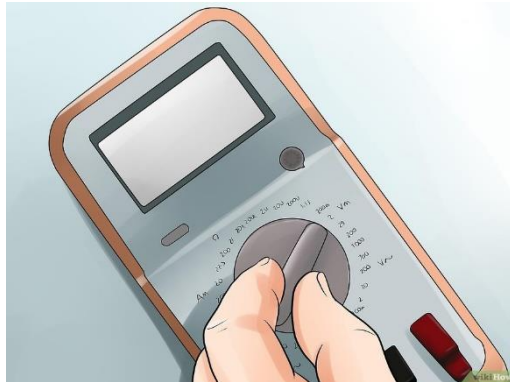


- Les CTN (ou NTC) sont utilisées:
  - Limitation de courant à la mise sous tension d'alimentation à découpage lors de la charge des condensateurs.
  - Mesure de température



# Condensateur

- Un condensateur stocke l'énergie électrique lorsqu'une tension lui est appliquée. Sa valeur s'exprime en Farad ou plutôt sous multiples:  $\mu\text{F}$ ,  $\text{nF}$ ,  $\text{pF}$
- Utiliser un multimètre avec fonction capacimètre:



- La mesure se fait en  $\mu\text{F}$  et ses sous multiples:  $\text{nF}$  ( $=10^{-3}\mu\text{F}$ ),  $\text{pF}$  ( $=10^{-6}\mu\text{F}$ )
- Attention: Si la mesure est réalisée sans démonter le condensateur, la valeur peut être différente de celle affichée sur le condensateur à cause des composants raccordés en parallèle.

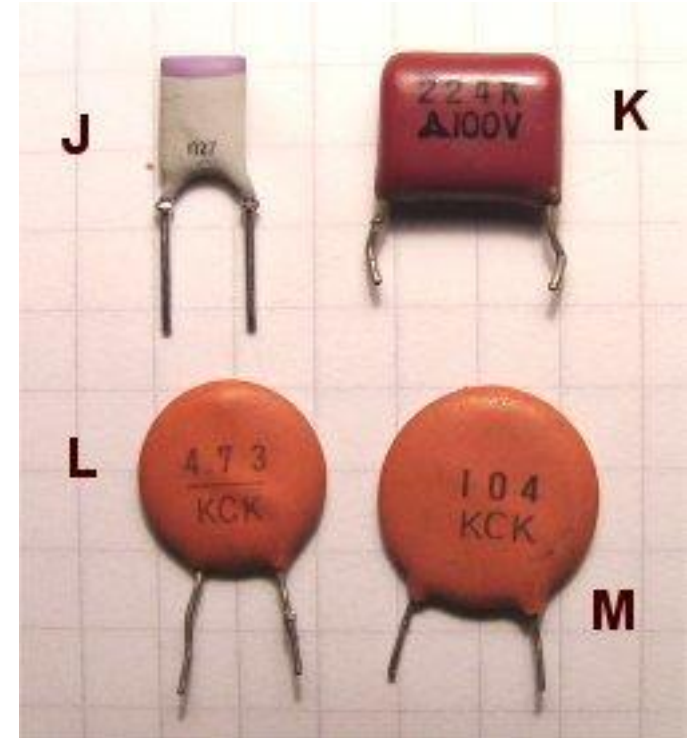
# Condensateurs comment lire les valeurs

- Unité codée:
- Repère J de la photo :  
code : n27 = 0,27 nF  
capacité : 270pF  
(la bande violette est le coefficient de température :  $(750 \cdot 10^{-6} / ^\circ\text{C})$ )

Repère K de la photo :  
code : 224K 100V  
capacité : 220 000pF (220nF) - 10% - 100 volts

Repère L de la photo :  
code : 473 KCK  
capacité : 47000pF (47nF) - fabricant KCK

Repère M de la photo :  
code : 104 KCK  
capacité : 100 000pF (100nF) - fabricant KCK



# Condensateurs comment lire les valeurs

- **Unité codée:**

**Condensateur au tantale** - Repère **A** sur la photo

Il est marqué : 226F, ce qui peut se traduire par :

2 : premier chiffre significatif

2 : deuxième chiffre significatif

6 : 6 zéros à ajouter aux deux premiers chiffres pour obtenir la capacité en pF

capacité du condensateur repère **A** : 22 000 000 pF = 22µF

La lettre F indique une tolérance de ±1% (voir tableau ci-dessous)

Remarque : on trouve aussi le type de marquage suivant :

22u 25V qui indique une capacité de 22µF et une tension maxi de 25 volts

**Condensateur à film plastique**

Le repère B sur la photo est marqué :

.1 K 160V MKT ce qui signifie :

capacité : 0,1µF

K : tolérance de ±10% (voir tableau ci-dessous)

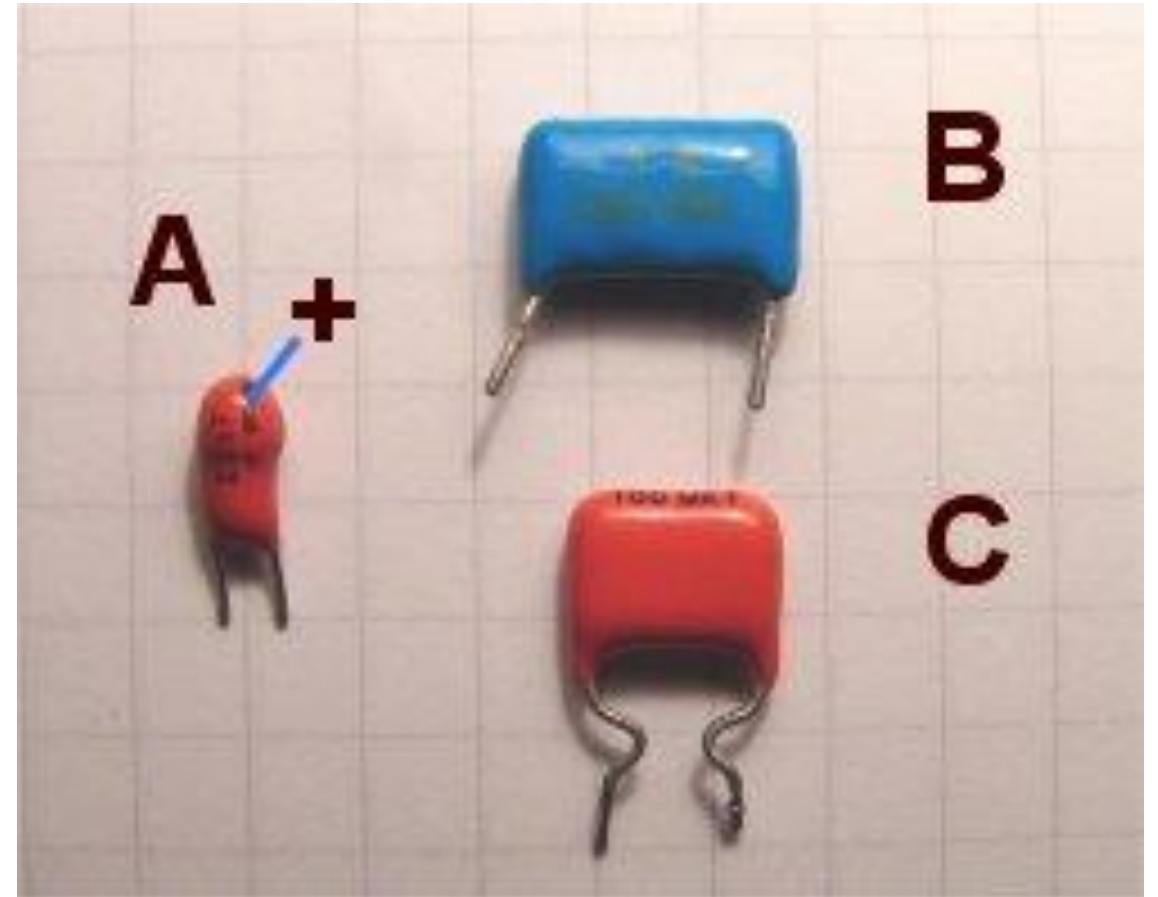
160V : tension de service en continu maximale

MKT : type de diélectrique, ici du polyester (voir tableau ci-dessous)

Le repère C sur la photo est marqué :

.1 K 100V MKT

La seule différence avec le repère B est la tension de service maximale qui est de 100 volts



# Condensateurs comment lire les valeurs

## Marquage avec des bandes de couleur

Ce type de condensateur n'est plus fabriqué mais on les rencontre très fréquemment dans les appareils datant des années 1970 à 1990.

Les bagues de couleurs se lisent de haut en bas selon le code des couleurs du tableau ci-dessous.

Repère D de la photo :

marron : 1 - premier chiffre significatif

vert : 5 - deuxième chiffre significatif

jaune : x10000 - multiplicateur, la capacité est de 150nF

blanc : 10% - tolérance

marron : 100 V - tension de service en continu maximale

Repère E de la photo :

marron - noir - jaune - noir - rouge

capacité : 100nF, tolérance 20%, tension maxi 250 volts

Repère F de la photo :

marron - gris - orange - blanc - marron

capacité : 18nF, tolérance 10%, tension maxi 100 volts

Repère G de la photo : les bandes se lisent de bas en haut

marron - vert - rouge

capacité : 1,5nF

Repère H de la photo

marron - vert - rouge

capacité : 1,5nF



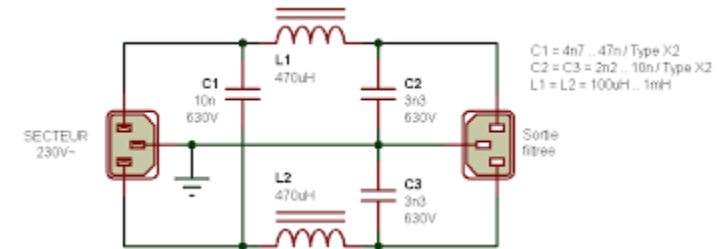
# Condensateurs electrolytiques

- Leur valeur est écrite en clair
- Les capacités des condensateurs electrolytiques sont supérieures au  $\mu\text{F}$  (de  $0,47\mu\text{F}$  jusqu'à  $22\,000\mu\text{F}$ )
- Ils sont polarisés: il faut impérativement qu'ils soient montés dans le sens correct (pôle positif sur tension positive) sous peine d'éclatement!
- La tension qui leur est appliquée doit impérativement être inférieure à la tension spécifiée.
- Ils vieillissent: c'est souvent une cause de dysfonctionnement sur les alimentations à découpage

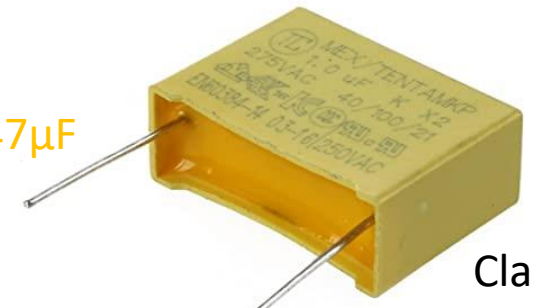


# Condensateurs de filtrage secteur

- La plupart des alimentations à découpage sont équipées de filtres entre le connecteur secteur et l'alimentation.
- Les condensateurs situés entre deux phases doivent impérativement être de type X (Ne doit pas se mettre en **circuit ouvert**):
  - X1 tient jusqu'à 4KV
  - X2 tient jusqu'à 2,5KV
  - X3 tient jusqu'à 1,2KV
- Les condensateurs situés entre une phase et la terre doivent impérativement être de type Y (Ne doit pas se mettre en **court circuit**):
  - Y1 tient jusqu'à 8KV
  - Y2 tient jusqu'à 5KV
  - Y3 tient jusqu'à 2,5KV



Valeurs courantes: 0,1 $\mu$ F – 0,47 $\mu$ F



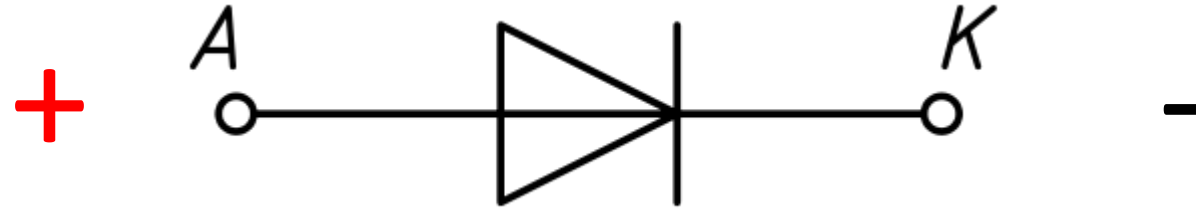
Classe X

Valeurs courantes: 100pF – 22nF

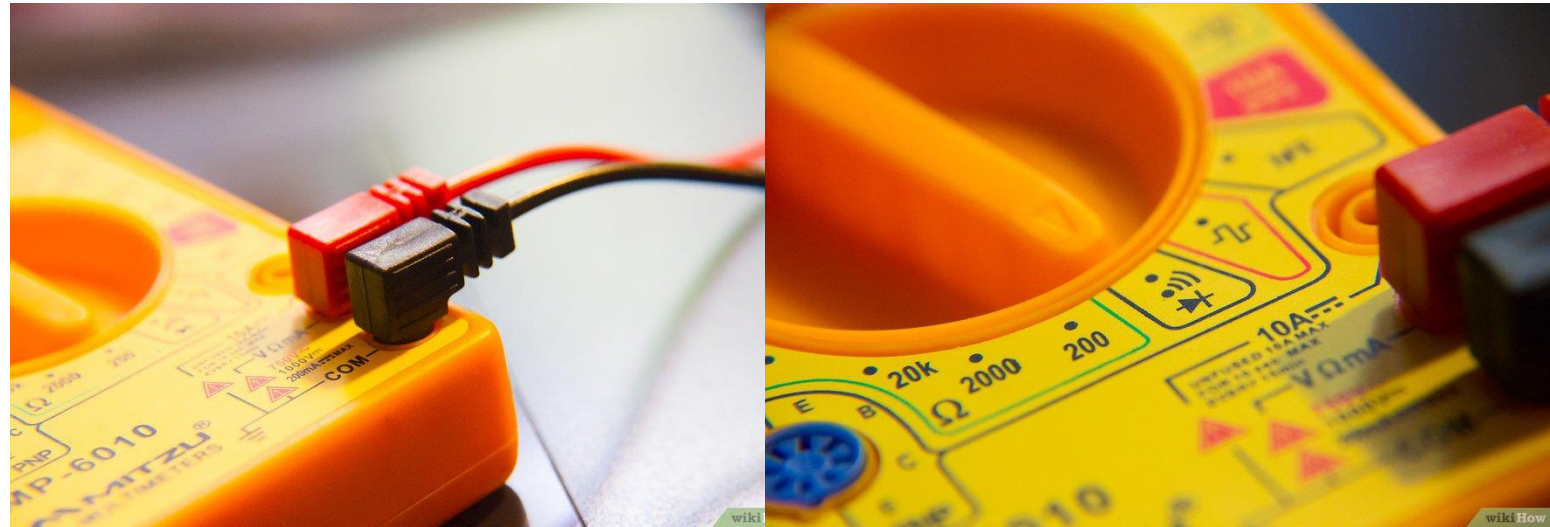


Classe Y

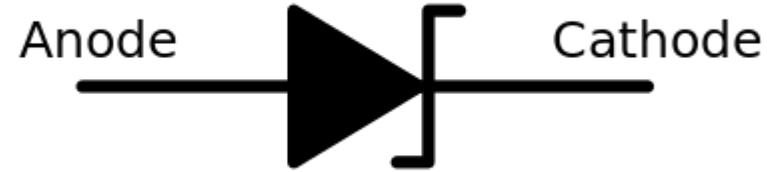
# Diode



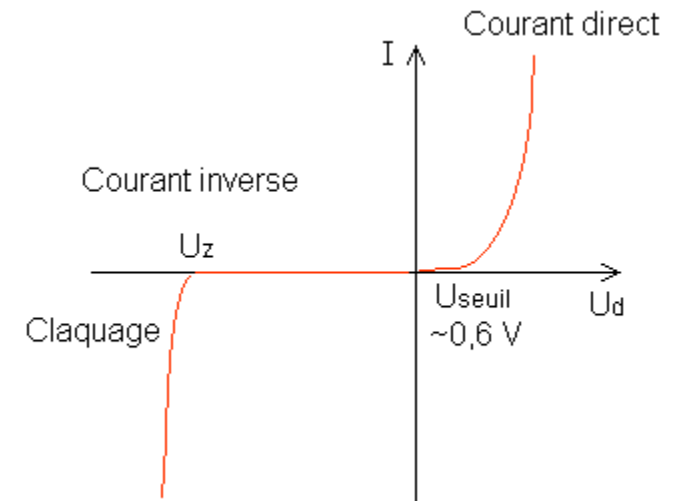
- Une diode ne laisse passer le courant que dans un seul sens.
- Lorsqu'un courant direct la parcourt, une tension dite de déchet s'établit à ses bornes (valeurs de 0,2V à 0,7V)
- Utiliser un multimètre en mode test diode  
On doit mesurer la tension de déchet en mode direct et OL (Résistance infinie) dans l'autre sens



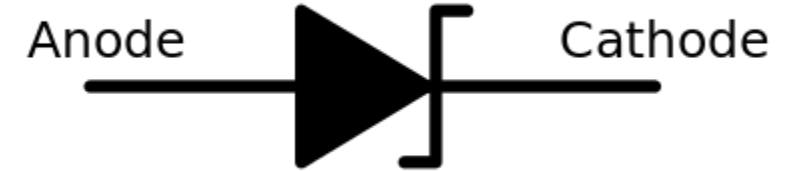
# Diode Zener



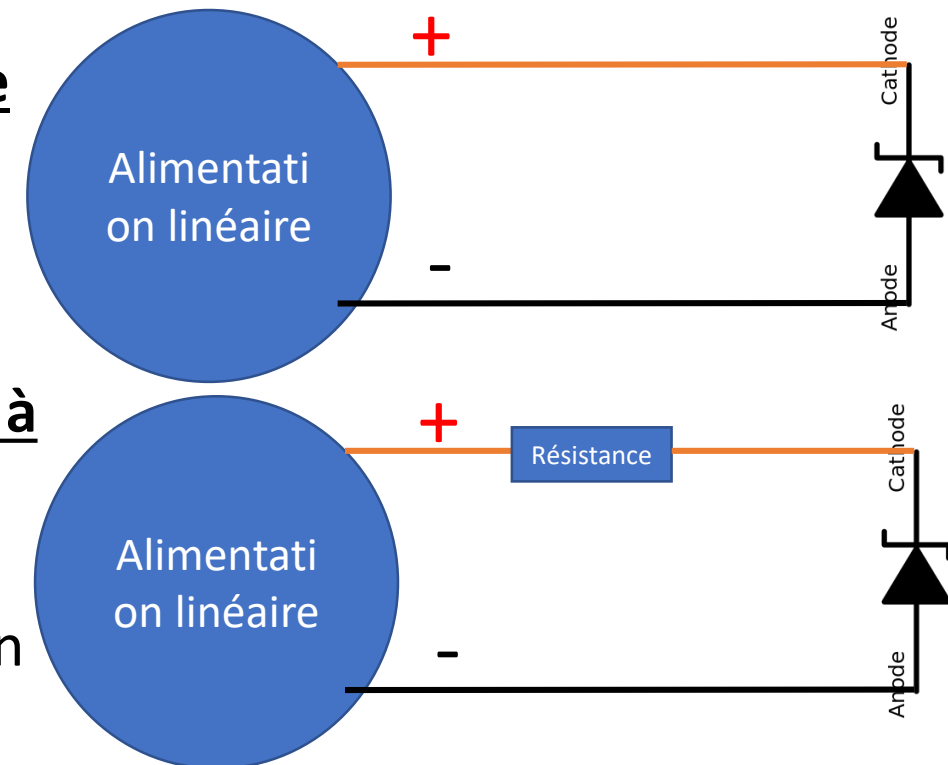
- Une diode Zener présente la caractéristique de devenir conductrice dans le sens inverse, lorsque la tension inverse dépasse une certaine valeur (Tension Zener).
- Il convient de limiter le courant inverse à l'aide d'une résistance pour ne pas détruire la diode.
- Les diodes Zener sont utilisées pour réguler une tension et la maintenir constante.
- On peut trouver des diodes Zener ayant des valeurs entre 1V et 200V



# Tester une diode Zener



- Pour tester la diode Zener dans le sens passant: procéder comme pour une diode classique.
- Si l'on veut vérifier le fonctionnement Zener, il faut utiliser une alimentation linéaire avec **limitation de courant**.
- **Mettre la limitation de courant au minimum.**
- **Augmenter lentement la tension jusqu'à ce le courant augmente brusquement, cela correspond à la tension Zener**
- Nota: si on ne dispose pas d'une alimentation limitée en courant, il faut rajouter une résistance en série (1Kohm par exemple)



# Les transistors

- Il existe plusieurs types de transistors:

Les transistors bipolaires

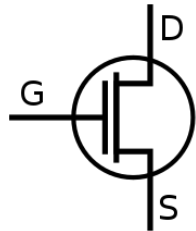


NPN

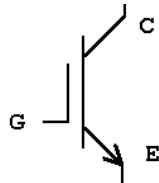


PNP

Les transistors MosFET



Les transistors IGBT

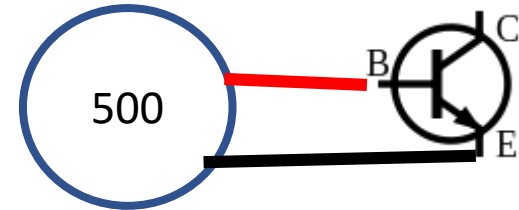


# Principe des différents transistors

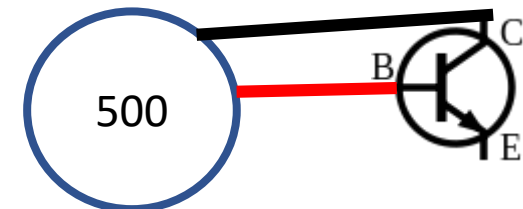
- Bipolaire: Commande en courant: Un faible courant entrant dans la Base permet de commander un fort courant dans le Collecteur.
- MosFET: Commande en tension: La tension (Entre 0 et 12V) appliquée sur la Grille (Gate) permet de faire varier la résistance Drain-Source sur une large plage.
- IGBT: Commande en tension: La tension (Entre 0 et 12V) appliquée sur la Grille (Gate) permet de faire varier le courant dans le collecteur. Ce transistor fonctionne en entrée comme un MosFET et comme un bipolaire en sortie.

# Test des transistors bipolaires NPN

- Le test d'un transistor bipolaire revient à tester deux diodes.
- Utiliser un multimètre en mode test diode:
- Connecter le fil rouge (+) du multimètre sur la base du transistor et le fil noir (-) sur l'émetteur:
- On doit lire une valeur entre 400 et 700



- De même avec le fil rouge du multimètre sur la base du transistor et le fil noir sur le collecteur:

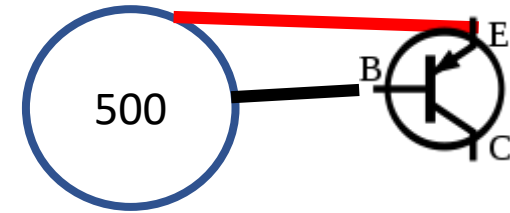


- Dans l'autre sens le multimètre doit afficher OL.

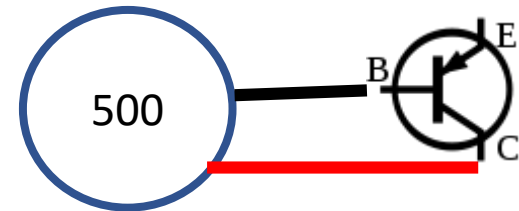
# Test des transistors bipolaires PNP

- Connecter le fil noir du multimètre sur la base du transistor et le fil rouge sur l'émetteur:

- On doit lire une valeur entre 400 et 700



- De même avec le fil noir du multimètre sur la base du transistor et le fil rouge sur le collecteur:



- Dans l'autre sens le multimètre doit afficher OL.

# Test des transistors bipolaires

- Les divers boitiers de transistors bipolaires traversants:

- TO92



- TO220



TO247



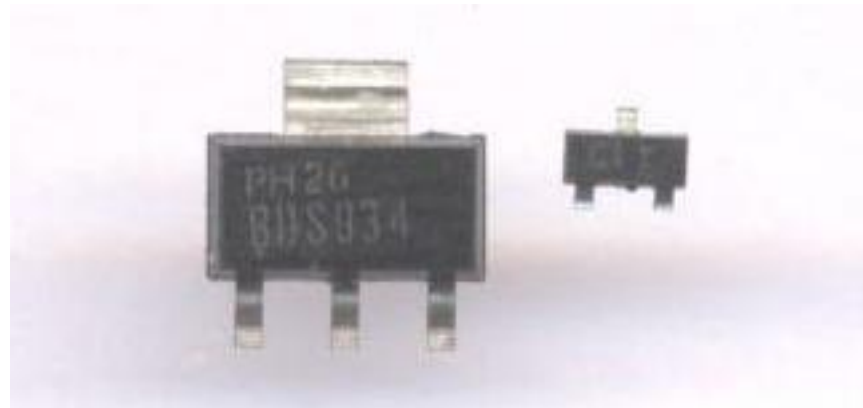
**ADAPTATEUR TEST  
POUR TO247**

- TO3



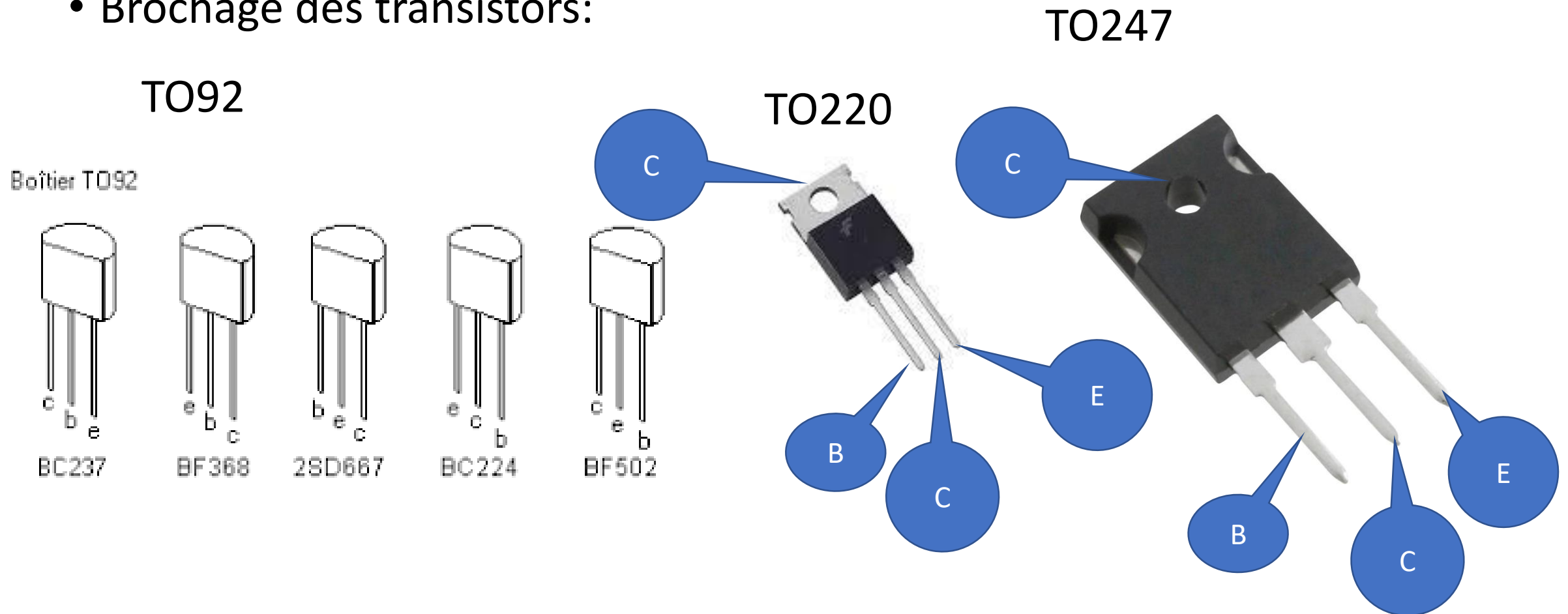
# Test des transistors bipolaires

- Les divers boitiers de transistors bipolaires CMS (Soudés en surface):
- SOT23 et SOT 223



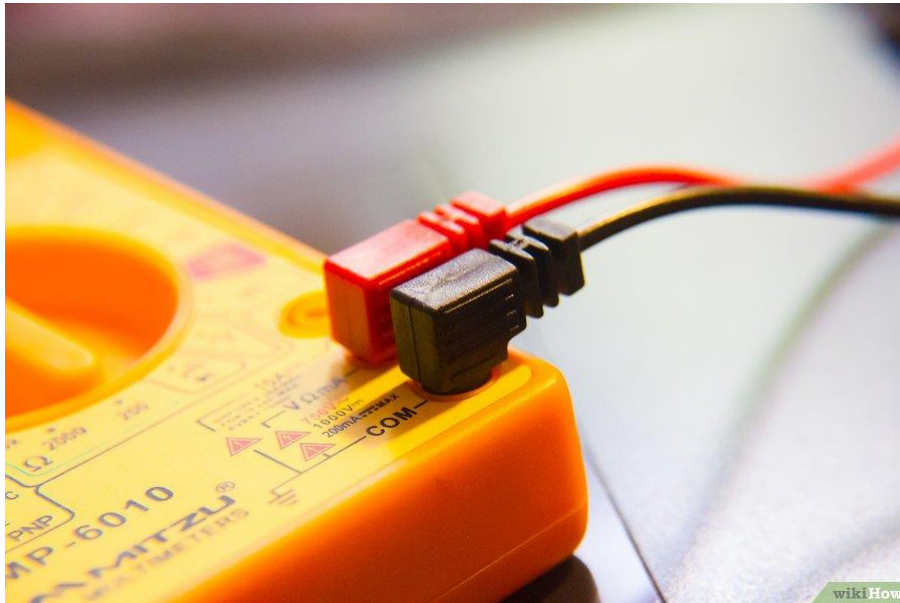
# Test des transistors bipolaires

- Brochage des transistors:



# Test des transistors MOSFET

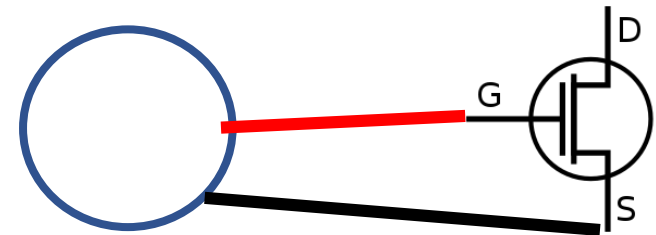
- Un transistor Mosfet ne peut pas être testé directement avec un multimètre lorsqu'il est monté sur un circuit, mais on peut vérifier son fonctionnement comme suit lorsqu'il est démonté:
- Utiliser un multimètre en mode test diode:



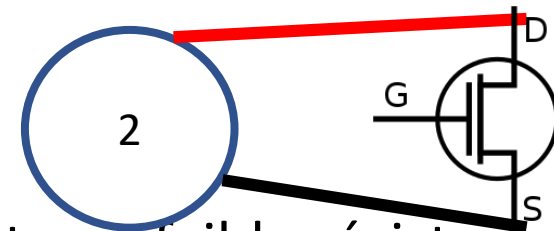
# Test des transistors MOSFET canalN

## (Non montés sur Circuit)

- Connecter le fil rouge du multimètre sur la Gate (Grille) du transistor et le fil rouge sur le Drain ou la Source:



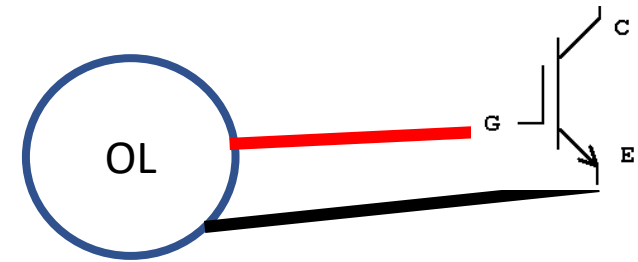
- De cette manière on charge positivement la gate du transistor et il se met en conduction, ensuite on teste que le transistor conduit bien en branchant le multimètre entre Drain et Source, le multimètre affiche une faible résistance:



- Dans l'autre sens le multimètre doit afficher également une faible résistance.

# Test des transistors IGBT (Non montés sur Circuit)

- Connecter le fil rouge du multimètre sur la Gate (Grille) du transistor et le fil rouge sur le Collecteur ou l'Emetteur:



- De cette manière on charge positivement la Gate du transistor et il se met en conduction, ensuite on teste que le transistor conduit bien en branchant le multimètre entre Emetteur et Collecteur, le multimètre affiche une tension d'environ 0,500V, de même en inversant les polarités du multimètre:



# Test des transistors MosFET et IGBT

- Les divers boitiers de transistors MOSFET et IGBT traversants:

- TO92



- TO220



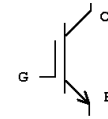
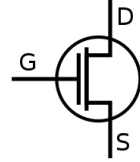
TO247



- TO3



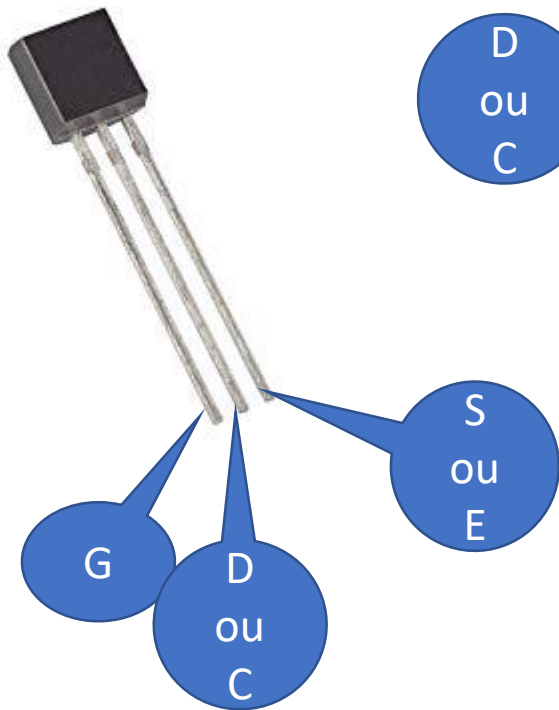
# Test des transistors MOSFET ou IGBT



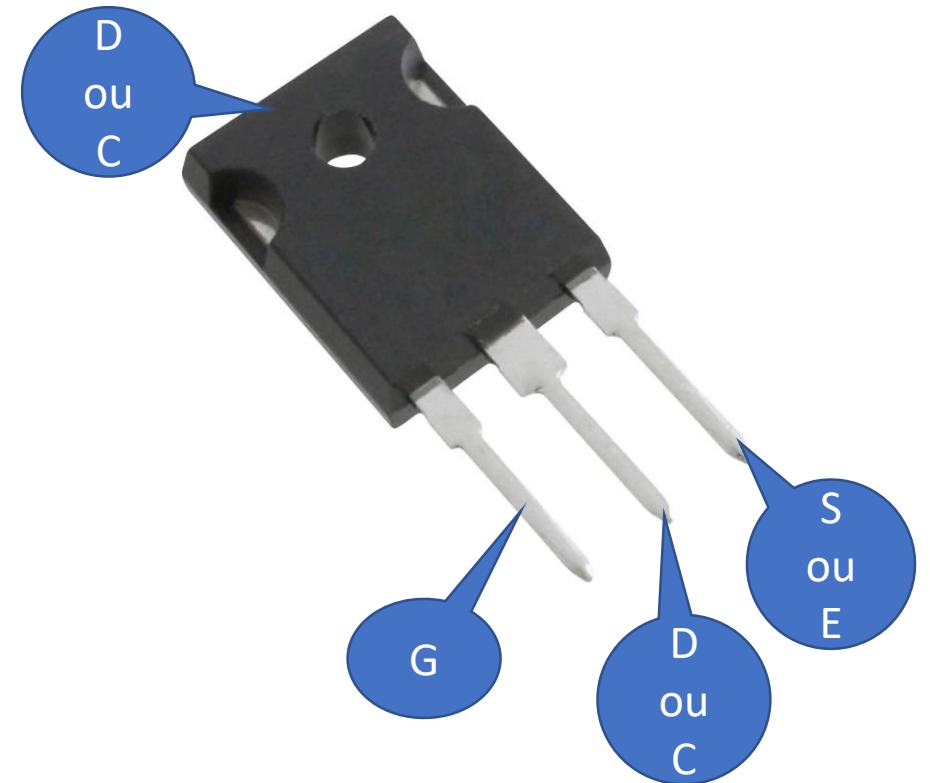
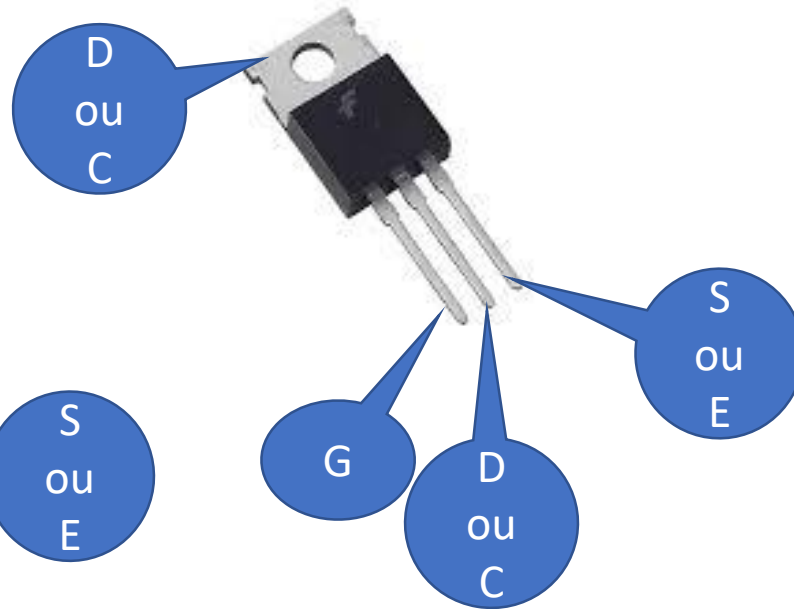
- Brochage des transistors:

TO247

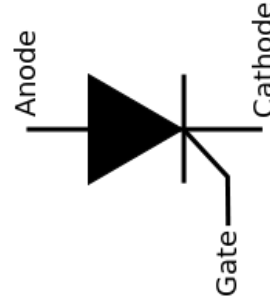
TO92



TO220



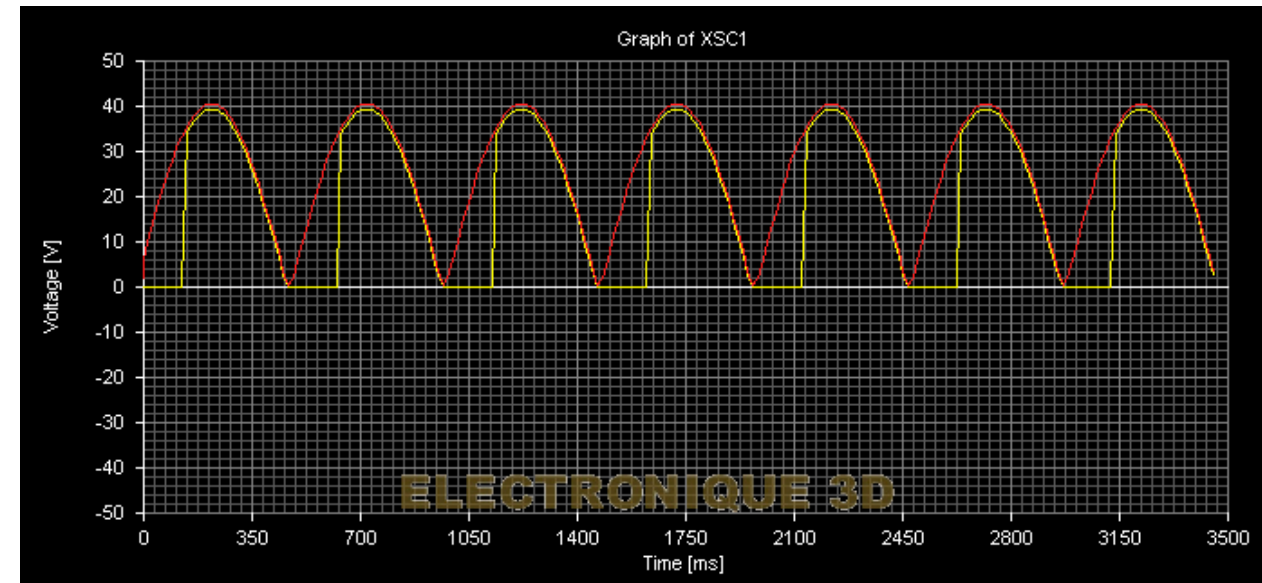
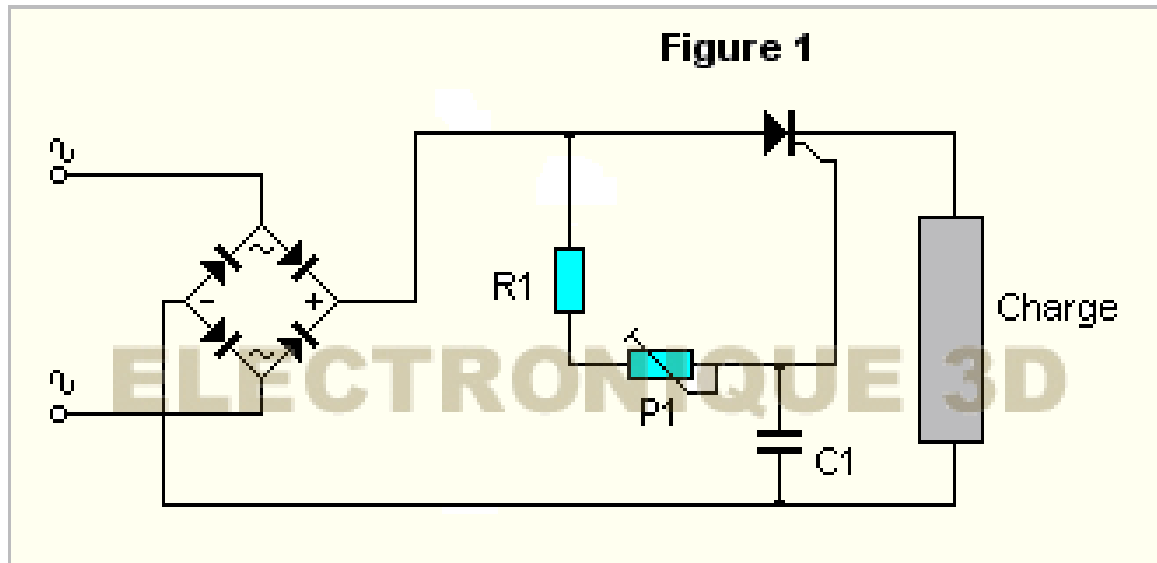
# Thyristors



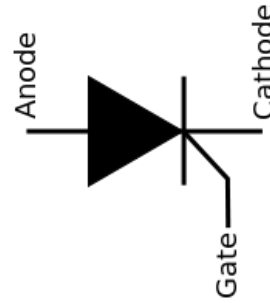
- Un Thyristor est un interrupteur unidirectionnel, il ne laisse passer le courant que dans un seul sens, il est commandé par la Gate ou gâchette.
- Lorsque le thyristor est commandé en conduction, il le reste tant que le courant qui le traverse n'est pas nul, il faut donc interrompre le courant pour le bloquer à nouveau.
- Ce passage à zéro du courant se fait naturellement à chaque demie alternance lorsque la tension d'alimentation est alternative (Secteur).

# Utilisation d'un thyristor pour gradateur

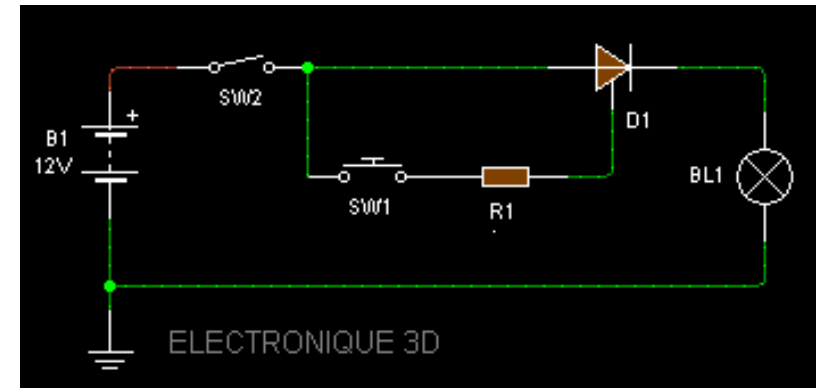
Les composants R1, P1 et C1 réalisent un circuit de déphasage pour piloter la gâchette du thyristor. En faisant varier P1 on décale la commande du thyristor et commande ainsi une ouverture plus ou moins importante du thyristor et donc un courant réglable dans la charge. En rouge sur l'oscillogramme: la tension aux bornes de sortie du pont de diodes, en jaune le courant dans la charge.



# Test des Thyristors



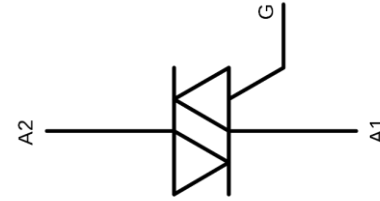
- On peut vérifier qu'un thyristor est fonctionnel avec un multimètre:
  - Circuit ouvert entre Anode et Cathode, si thyristor grillé: résistance nulle (mais pas toujours!!!)
  - Résistance pouvant varier de 20 ohms à 1000 ohms entre gate et Cathode, si thyristor grillé: résistance infinie ou court circuit.
- Un test fonctionnel complet utilise une alimentation de tension continue (12V par exemple), une charge constituée par une ampoule, et une résistance raccordée à la gâchette du thyristor.
- Lorsque la résistance n'est pas raccordée, le thyristor est bloqué et la lampe reste éteinte.
- En connectant l'extrémité libre de la résistance au +12V, le thyristor conduit et la lampe s'éclaire et reste éclairée même si la résistance est débranchée, il faut interrompre le circuit par SW2 pour éteindre la lampe.



# Utilisation des thyristors

- Gradateur pour moteur : permet de faire varier la vitesse
- Gradateur de chauffage : permet de régler la puissance
- Protection du secondaire des alimentations contre les surtensions: met en court circuit l'alimentation si la tension de sortie de l'alimentation dépasse une certaine valeur
- Interrupteur commandé pour lave linge, lave vaisselle: ouverture compartiment lessive ou électrovanne d'eau

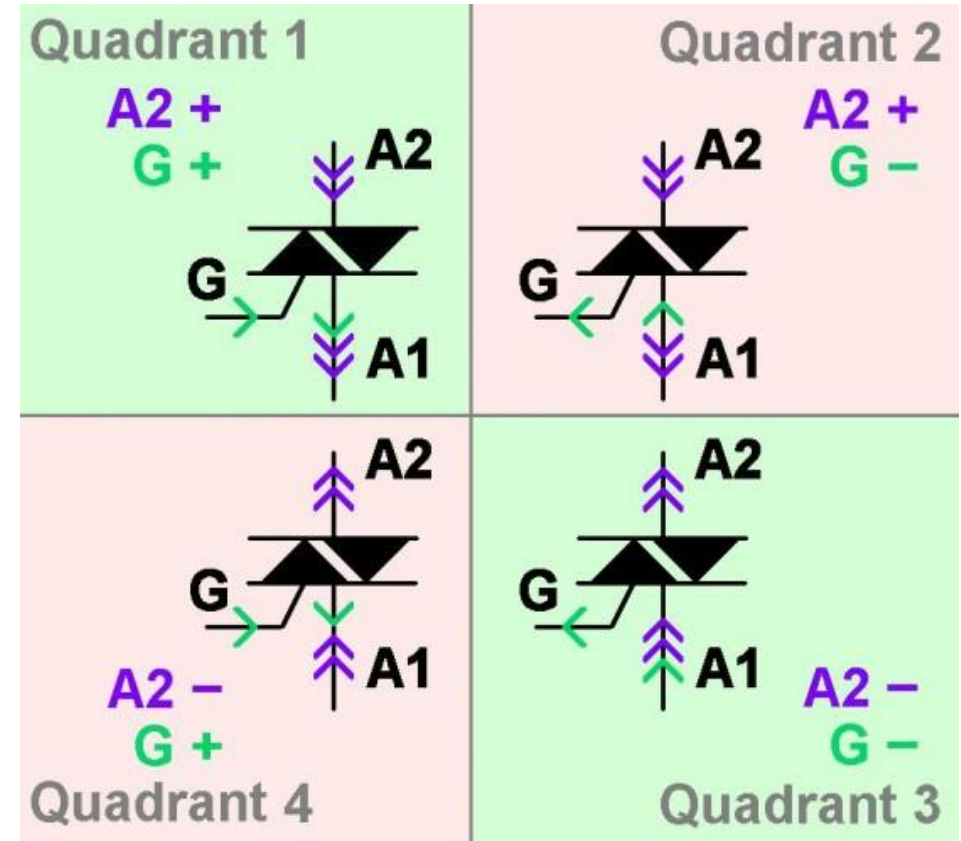
# Test des Triacs



- Un Triac est un interrupteur bidirectionnel, il se comporte comme deux thyristors tête bêche. Il laisse passer le courant dans les deux sens.
- On peut vérifier qu'un triac est fonctionnel avec un multimètre.
- Circuit ouvert entre Anode1 et Anode 2
- Résistance pouvant varier de 20ohms à 1000 ohms entre gate et Anode1

# Principe fonctionnement triacs

- Il existe 4 façons de commander un triac, représentés par 4 quadrants. Ces 4 quadrants sont caractérisés par les signes des potentiels de gâchette et d'anode 2. L'anode 1 est considérée comme référence des potentiels. Si le signe est "+", le courant "rentre", s'il est "-", il sort. On construit ainsi les 4 quadrants suivants :



# Utilisation des triacs

- Gradateur pour moteur : permet de faire varier la vitesse (Aspirateur)
- Gradateur de chauffage : permet de régler la puissance
- Variateur de lumière: permet de faire varier la puissance d'éclairage
- Interrupteur commandé pour lave linge, lave vaisselle: ouverture compartiment lessive ou électrovanne d'eau

# Varistance

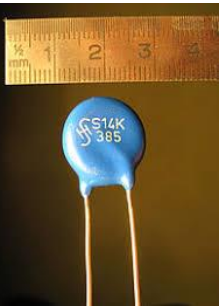
- Une varistance est un composant électronique non linéaire qui protège les circuits contre les surtensions



- Lorsque la tension aux bornes de la varistance dépasse une certaine valeur la varistance se met en court circuit protégeant ainsi les composants situés en aval. Si la surtension ne dure pas trop longtemps la varistance reprend sa forte valeur ohmique initiale permettant au système de refonctionner. Si par contre la surtension dure ou est répétée trop souvent la varistance reste en court circuit
- Pour tester la varistance il suffit de mesurer sa résistance: elle doit être très élevée lorsqu'elle est bonne, si la résistance est faible (<quelques dizaines KOhm) la varistance est détruite.

Varistance marquée: S14K385

Est une varistance 385V diamètre 14 (Indique sa capacité énergétique)



# Fusible thermique



- Un fusible est un organe de sécurité qui se coupe lorsque le courant qui le parcourt est trop important (Fusible classique) ou bien lorsque la température est trop forte (Fusible thermique)
- La valeur de la température au dessus de laquelle le fusible thermique se coupe est indiquée en clair sur le corps du fusible.

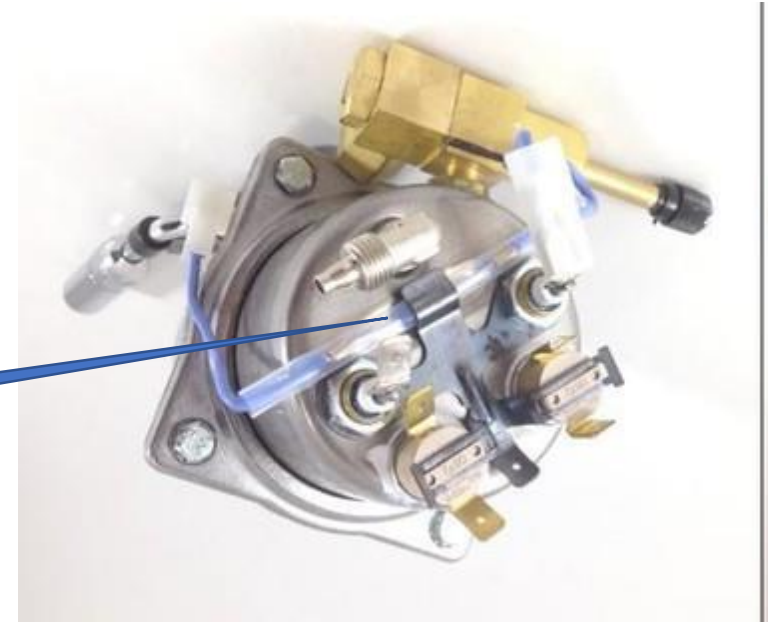


# Utilisation des fusibles thermiques

- Cet organe de protection est utilisé sur les éléments chauffants:

- Bouilloire
- Cafetière
- Auto cuiseur
- Grille pains
- Centrale vapeur
- Machine à pain
- ....

Fusible thermique



- Du fait de sa sensibilité à la chaleur, il faut prendre des précautions si l'on veut souder un fusible thermique au risque de le détruire.

# Travaux pratiques

Mesure de résistance avec multimètre

Mesurer une tension avec un multimètre

Mesurer un condensateur

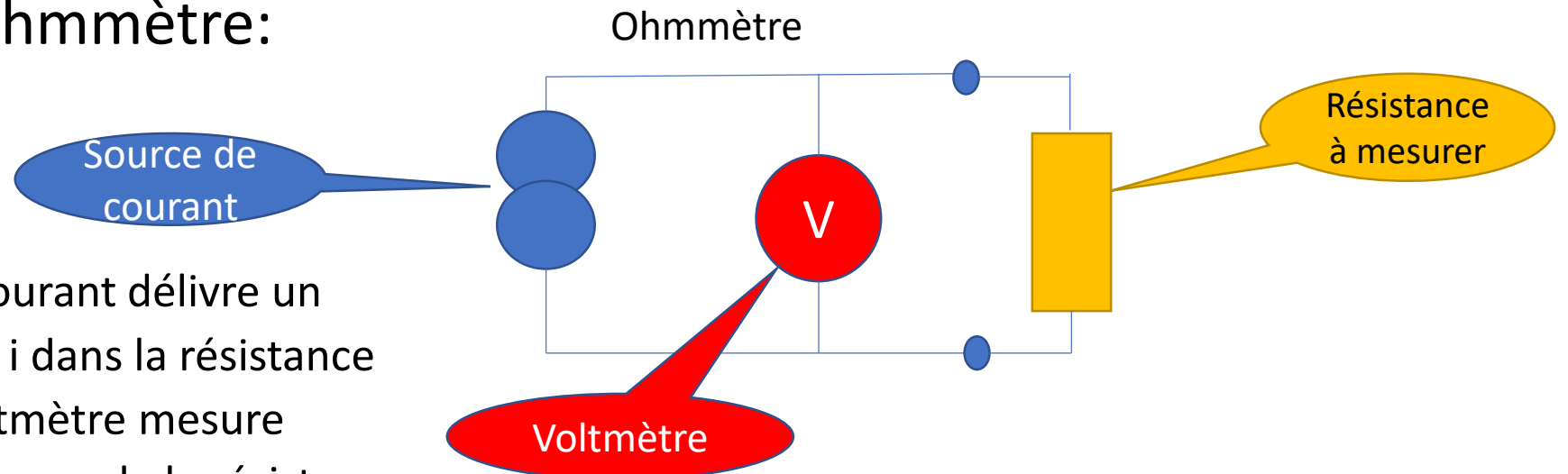
Tester une diode

Tester un transistor MOSFET

Tester un triac avec une alimentation de laboratoire

# Mesure de résistance

- Tous les multimètres sont pourvus de la fonction ohmmètre
- L'ohmmètre est constitué d'une source de courant et d'un voltmètre
- Schéma de l'ohmmètre:



- La source de courant délivre un courant constant  $i$  dans la résistance à mesurer, le voltmètre mesure la tension aux bornes de la résistance:

$$R = V/i$$

# Mesure de résistances

- A l'aide de l'ohmmètre mesurer les 5 résistances du sachet et indiquer leur valeurs

# Mesurer une tension avec un multimètre

- Il faut d'abord évaluer si la tension est continue ou bien alternative:
  - On trouve des tensions continues sur les piles, accumulateurs et les tensions dans les circuits électroniques situés aux secondaires des alimentations. Aux bornes d'un condensateur la tension est en général continue.  
Pour mesurer une tension continue il faut régler le multimètre sur le calibre adapté =
  - Les tensions alternatives se trouvent sur le secteur (230V ou 380V) ou bien au secondaire des transformateurs placés directement sur le secteur.  
Pour mesurer une tension alternative il faut régler le multimètre sur le calibre adapté ≈

# Mesurer une tension avec multimètre

- Mesurer la tension délivrée par des batteries Lithium
- Mesurer la tension secteur
- Mesurer la tension délivrée par une alimentation de laboratoire

# Mesurer un condensateur

- La valeur ( $\mu\text{F}$ ) d'un condensateur peut être mesurée par certains multimètres.
  - A noter que les condensateurs utilisés dans les alimentations à découpage présentent deux caractéristiques très importantes:
    - La valeur en  $\mu\text{F}$  (Sous multiples: « pF »picofarad= $10^{-6}\mu\text{F}$ , « nF »nanofarad= $10^{-3}\mu\text{F}$ )
    - Leur résistance série (ESR=Equivalent Series Resistance)
  - Les multimètres ne mesurent que la valeur en  $\mu\text{F}$
  - Il se peut qu'un condensateur conserve une valeur en  $\mu\text{F}$  correcte mais ait vu son ESR augmenter et donc ne plus donner satisfaction.

# Tester une diode

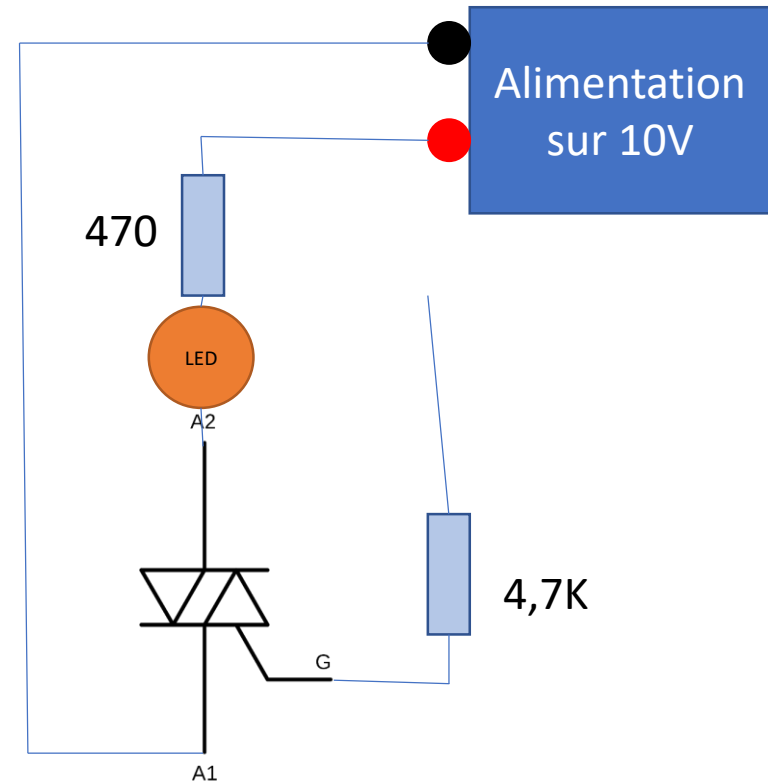
- La diode doit être passante dans un sens et ouverte (Résistance infinie) dans l'autre
- Tester les diverses diodes.

# Tester transistor MOSfet

- Tester les transistors MOSfet avec un multimètre ou testeur composant.

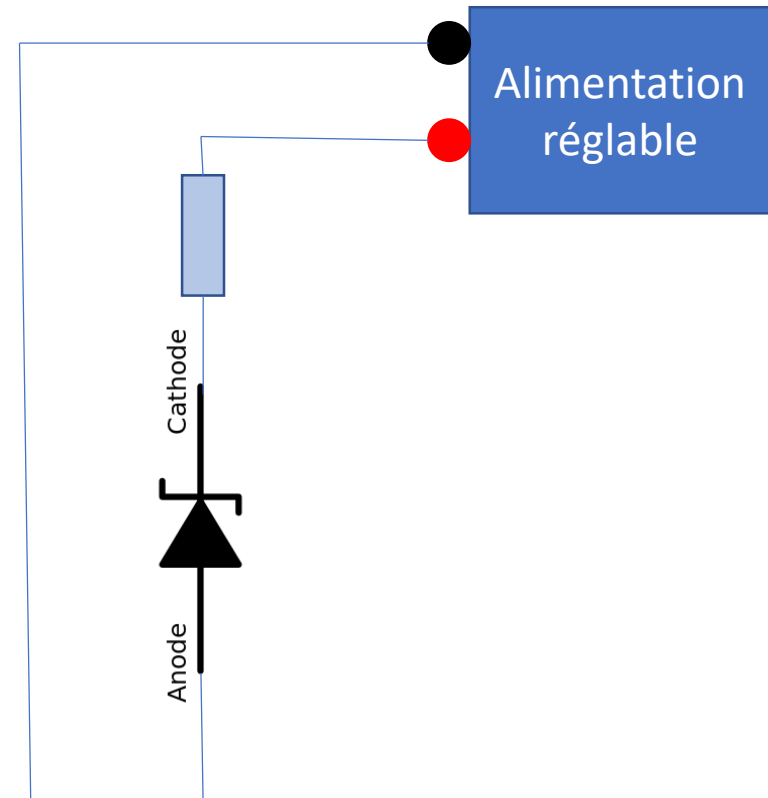
# Tester Triac avec alimentation

- Effectuer le montage ci-contre:
- En touchant la borne + de l'alimentation avec la résistance de 7,7K, le triac devient passant allumant la LED
- Le triac reste passant tant que l'alimentation est sous tension.



# Tester Zener avec alimentation

- Evaluer la valeur de la diode Zener à l'aide d'une alimentation réglable.
- Toujours régler l'alimentation à 0V avant de brancher et régler la limitation courant au minimum.



# Tester bandes LEDs rétro éclairage

- Avec testeur de rétroéclairage, identifier les bonnes et les mauvaises LEDs



Questions?

# Organisation TP

- 6 multimètres: mesure de résistances, capa, transistor, triac
- 4 alimentations: test de Zener, triac, mesure de résistance
- 1 Testeur composant: résistance, condensateur, transistor, triac
- 1 testeur rétroéclairage: test bandes de LEDs

# Matériel

- Alimentations: 2 labo, 3 alim chargeur
- Multimètres: Fluke, Chinois
- Mesureur de composants
- Alimentation LED
- Résistances: 15 sachets de 5 résistances
  - ( 10, 330, 2200,10K,220K)
- Condensateurs: 10 condensateurs
  - (10pF, 470pF, 1nF, 4,7nF, 22nF, 470nF, 10μF, 220μF, 1000μF, 33300μF)
- Diodes: 10 diodes redressement
- Transistor MOSfet: 10 bons, 5 mauvais
- Bandes LEDS: 10 comportant bonne et mauvaises LEDs