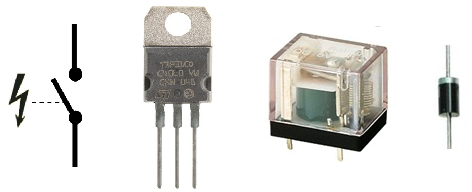
****

* **Diodes**
* **Relais électromagnétiques**
* **Transistors bipolaires**
* **Transistors à effet de champ MOSFET**

**Synthèse**

1. Les composants en commutation.

# 11 La diode à jonction.

Une diode à jonction est un dipôle à base de semi-conducteurs qui ne laisse passer le courant que dans un seul sens : c'est un conducteur unidirectionnel.

Anode

**A**

**K**

Cathode

• **Polarisée en direct**, la diode se comporte comme un interrupteur fermé : elle est **passante**.

R

E

D

**A**

**K**

Schéma équivalent

R

E

D

**A**

**K**

E est une tension positive (ex : +12 V)

**I > 0**

**I > 0**

uD

uD

• Polarisée en inverse, la diode se comporte comme un interrupteur ouvert : elle est bloquée.

R

E

D

**K**

**A**

E est une tension positive (ex : E = +12 V)

**I = 0**

R

E

D

**K**

**A**

Schéma équivalent

**I = 0**

uD

uD

• **Remarque :** Lorsqu'on assimile une **diode passante** à un **interrupteur fermé**, on considère

que cette **diode est idéale**. Dans la réalité, une **diode réelle** se comporte

comme une **source de tension** en série avec une **résistance**.

D

D

**I > 0**

**I > 0**

rD

**K**

**A**

**K**

**A**

E0

uD

uD

E

R

E

R

E est une tension positive (ex : +12 V)

Schéma équivalent

• **E0** : **tension de seuil** (0,6 V pour une diode au silicium)

• **rD** : **résistance dynamique**

# 12 Le relais électromagnétique.

## 121 Constitution. Principe de fonctionnement.

• Un relais électromagnétique est un dispositif qui permet, à partir d'une information électrique de faible intensité (provenant de la partie commande), d'actionner un ou plusieurs contacts qui appartiennent à la partie puissance.

Palette

Noyau

magnétique

Pivot

Symbole normalisé

T

R

C

Bobine

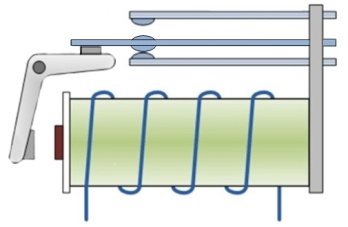
d'excitation

Position repos

Position travail

Commun

Contact mobile



Bobine

d'excitation

Contact mobile

Contacts fixes

Connexions électriques :

Constitution d'un

relais électromagnétique

Normalement ouvert (au repos)

Commun

Normalement fermé (au repos)

• Lorsque la bobine d'excitation est alimentée, celle-ci produit un champ magnétique qui fait passer le contact mobile initialement en position repos (R), en position travail (T). Lorsque la bobine d'excitation n'est plus alimentée, le contact mobile revient en position repos (R).

## 122 Exemple d'utilisation.

Le schéma électrique ci-dessous représente un exemple de commande d'un moteur électrique grâce à un relais électromagnétique.

5 V

T

K

Partie commande

120 V

Partie puissance

D

R

C

M

Remarque : La diode D est une diode de roue libre : elle permet d'évacuer sous forme d'un courant induit, l'énergie électromagnétique emmagasinée dans la bobine, lorsque l'on ouvre l'interrupteur K.

## 123 Intérêts du relais électromagnétique.

**1231 Gain en puissance.**

Un relais électromagnétique apporte un **gain en puissance** important.

Une bobine alimentée sous quelques volts et traversée par une dizaine de milliampères peut commuter quelques dizaines de watts à quelques kilowatts.

**1232 Isolation galvanique.**

Un relais électromagnétique permet de réaliser une **isolation galvanique** entre la partie commande et la partie puissance (pas de liaison électrique entre ces deux parties). Une isolation galvanique permet de protéger la partie commande et l'utilisateur contre un risque électrique éventuel provenant de la partie puissance.

# 13 Les transistors bipolaires.

## 131 Présentation.

Un transistor bipolaire est un transistor commandé en courant.

Il existe deux types de transistors bipolaires :

- les transistors bipolaires NPN

- les transistors bipolaires PNP.

## 132 Symbole normalisé et structure interne des transistors bipolaires.

Transistor bipolaire **NPN :**

Transistor bipolaire **PNP :**

Base

Symbole normalisé

**B**

**E**

**C**

**E**

**P**

**B**

**C**

**N**

**P**

Émetteur

**C**

**N**

**B**

**E**

**P**

**N**

Collecteur

**B**

**C**

**E**

Symbole normalisé

Base

Collecteur

Émetteur

Émetteur

Structure interne

Structure interne

## 133 Définition des grandeurs électriques caractéristiques.

Transistor bipolaire **PNP :**

**B**

**E**

**C**

**iB**

**iE**

**iC**

**vEC**

**vEB**

Transistor bipolaire **NPN :**

**vCE**

**B**

**C**

**E**

**iB**

**iC**

**iE**

**vBE**

Les tensions et les courants repérés ci-dessus sont fléchés positifs pour les deux types de transistors (NPN et PNP) :

● iB : courant de base

● iC : courant de collecteur

● iE : courant d'émetteur

● VCE : tension collecteur émetteur pour un transistor NPN (VEC pour un transistor PNP)

● VBE : tension base émetteur pour un transistor NPN (VEB pour un transistor PNP)

**iE = iB + iC**

La loi des nœuds s'applique au niveau de ces deux transistors :

## 134 Régimes de fonctionnement.

**1341 Fonctionnement en régime linéaire.**

En **régime linéaire**, le transistor est **passant** : il réalise une **amplification** du courant d'entrée iB.

**iC = β . iB**

**β** est appelé **gain en courant** du transistor ou **coefficient d'amplification en courant** (β est parfois noté hFE).

**1342 Fonctionnement en régime de commutation.**

En **régime de commutation**, le transistor se comporte comme un **interrupteur** (entre C et E) commandé par le courant de base.

Règles de fonctionnement :

**C**

**E**

Modèle équivalent

d'un transistor

bloqué

● Si **iB = 0** => **iC = 0** => Le transistor est **bloqué**,

il se comporte comme un **interrupteur ouvert** :

● Si **iB > 0** => **iC = iCsat** => Le transistor est **saturé**,

Modèle équivalent

d'un transistor

saturé

**C**

**E**

il se comporte comme un **interrupteur fermé** :

**1343 Remarque concernant le fonctionnement des transistors bipolaires.**

**B**

**E**

La **jonction BE** d'un transistor bipolaire **NPN** se comporte comme une **diode** :

- si la **jonction BE conduit** alors le **transistor conduit** (iC > 0)

- si la **jonction BE est bloquée** alors le **transistor est bloqué** (iC = 0).

La **jonction EB** d'un transistor bipolaire **PNP** se comporte comme une diode :

**B**

**E**

- si la **jonction EB conduit** alors le **transistor conduit** (iC > 0)

- si la **jonction EB est bloquée** alors le **transistor est bloqué** (iC = 0).

# 14 Les transistors à effet de champ MOSFET à enrichissement.

## 141 Présentation.

Un transistor à effet de champ **MOSFET à enrichissement** est un transistor

**commandé en tension**.

## 142 Symbole normalisé des transistors MOSFET à enrichissement.

Il existe deux types de transistors MOSFET à enrichissement :

- les transistors **MOSFET à enrichissement canal N**

- les transistors **MOSFET à enrichissement canal P**.

Transistor MOSFET **canal P :**

Transistor MOSFET **canal N :**

Sourcen

Drain

Grille

**S**

**D**

**G**

Drain

Source

Grille

**D**

**S**

**G**

## 143 Définition des grandeurs électriques caractéristiques.

Transistor MOSFET **canal P :**

Transistor MOSFET **canal N :**

**S**

**D**

**G**

**vSG**

**vSD**

**iG**

**iS**

**iD**

**S**

**iD**

**D**

**iG**

**vDS**

**iS**

**G**

**vGS**

Les tensions et les courants repérés ci-dessus sont fléchés positifs pour les deux types de transistors MOSFET (canal N et canal P) :

● VGS : tension grille source pour un transistor canal N (VSG pour un transistor canal P)

● VDS : tension drain source pour un transistor canal N (VSD pour un transistor canal P)

● iG : courant de grille, **sachant que iG est égal à 0** pour un transistor à effet de champ

● iD : courant de drain

● iS : courant de source.

car loi des nœuds

**iG = 0 => iD = iS**

Remarque : La **tension VGS** d'un transistor **MOSFET canal P** est donc **négative**.

## 144 Fonctionnement en régime de commutation.

En **régime de commutation**, le transistor se comporte comme un **interrupteur** (entre D et S) **commandé par la tension VGS**.

La valeur de la tension VGS qui détermine si un transistor **conduit** ou est **bloqué**, est appelée **tension de seuil**. Elle est notée **VT** ou **VGS(th)** dans les documentations techniques.

La tension de seuil dépend du transistor utilisé (il faut consulter sa documentation technique).

Remarque : La tension de seuil VT d'un transistor canal N est positive (car VGS est positive).

La tension de seuil VT d'un transistor canal P est négative (car VGS est négative).

Règles de fonctionnement (MOSFET canal N ou canal P) :

Modèle équivalent

d'un transistor

bloqué

**D**

**S**

**D**

**S**

● Si Ι**VGS**Ι **<** Ι**VT**Ι => Le transistor est **bloqué**,

il se comporte comme un **interrupteur ouvert** :

Modèle équivalent

d'un transistor

conducteur

● Si Ι**VGS**Ι **>** Ι**VT**Ι => Le transistor **conduit**,

il se comporte comme un **interrupteur fermé** :