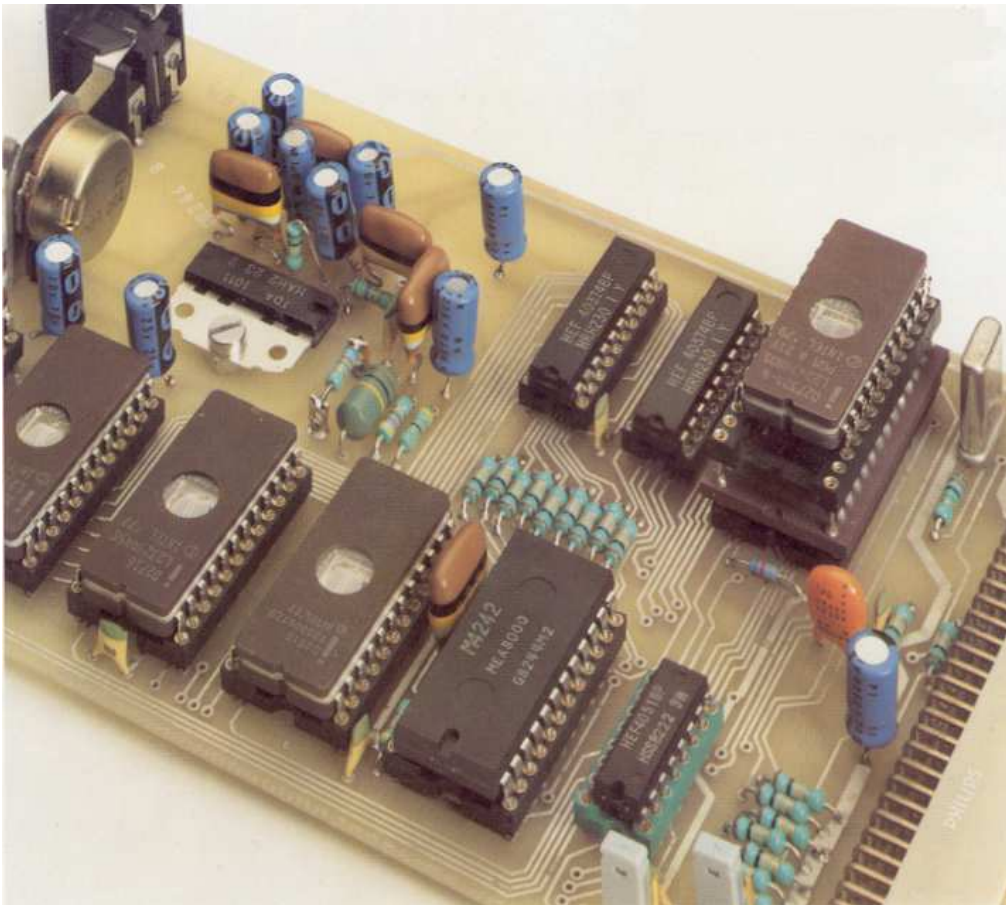


Cours d'électronique

THEORIE SUR L'ELECTRONIQUE



LES COMPOSANTS DE BASE

TABLE DES MATIERES

PARTIE N°1 : La description de la matière

PARTIE N°2 : La diode

PARTIE N°3 : Le redressement

PARTIE N°4 : Le transistor

PARTIE N°5 : Le thyristor

PARTIE N°6 : Le diac

PARTIE N°7 : Le triac

PARTIE N°8 : L'ampli opérationnel

Nomenclature

Symbole	Description	Unité	
$I_s = I$	Courant de saturation (Majoritaire)	Ampère	A
I_d	Courant de diffusion (minoritaire)	Ampère	A
U_d	Différence de potentiel de la zone de transition	Volt	V
E_d	Champ électrostatique développé par une zone de transition		
U ou U_g	Tension d'alimentation	Volt	V
« + »	Représentation des trous		
O	Ion positif		
« - »	Représentation des électrons		
O	Ion négatif		
Zone N	Zone dopée avec des atomes à 5 électrons		
Zone P	Zone dopée avec des atomes à 3 électrons		
Zone de transition	Zone composée exclusivement d'ions développant une différence de potentiel et un champ électrostatique		
A	Anode du semi conducteur		
K	Cathode du semi conducteur		
B	Base du semi conducteur		
G	Gâchette du semi conducteur		
R_s	Résistance statique	Ohm	Ω
R_d	Résistance dynamique	Ohm	Ω
U_{RM}	Tension maximum inverse	Volt	V
I_{av}	Courant moyen direct	Ampère	A
T_j	Température de jonction	Degré	$^{\circ}C$
I_r	Courant inverse	Ampère	A
E_o	Seuil de conduction	Volt	V
C	Collecteur du semi conducteur		
E	Emetteur du semi conducteur		
β	Gain du transistor		
P_d	Puissance dissipée par le semi conducteur	Watt	W
R_{th}	Résistance thermique du système	$^{\circ}C/W$	$^{\circ}C/W$
I_g	Courant de gâchette	Ampère	A
V_{ak}	Potentiel anode cathode	Volt	V
α	Représente l'angle de retard d'allumage d'un thyristor	Degré	$^{\circ}$
V_{br}	Seuil de tension d'enclenchement	Volt	V
V_e	Seuil de tension de déclenchement	Volt	V

Bibliographie

Electro-technique tome2
Edition EL educative
G. VAUGEOIS

Electronique pratique
Edition Dumod
J.-M. FOUCHET
A. PEREZ-MAS

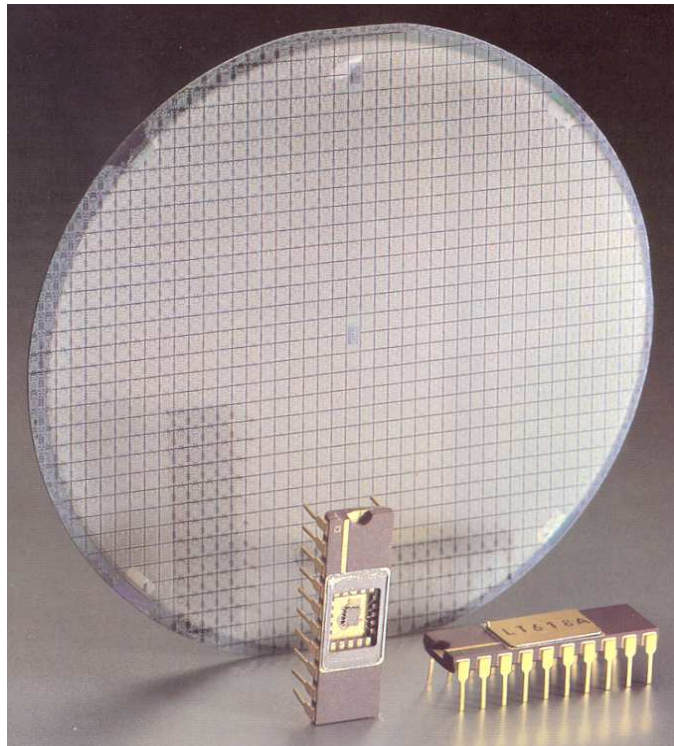
L'électronique de l'électricien F3 (génie électrique)
Edition Delagrave
F. LUCAS
P. CHARRUAULT

Electronique et machines électriques
Collection J. NIARD
Edition Nathan
J. NIARD
R. MOREAU

Cours d'électronique

LA THEORIE SUR L'ELECTRONIQUE

LES COMPOSANTS DE BASE



PARTIE N°1 :

LA DESCRIPTION DE LA MATIERE

TABLE DES MATIERES

1.	Rappel sur la structure de la matière	2
2.	Propriétés électriques des solides	2
2.1.	Structures des solides	2
2.2.	Mouvements des électrons libres dans les solides	3
2.2.1.	Mouvement désordonné	3
2.2.2.	Mouvement ordonné	3
2.3.	Les conducteurs	3
2.4.	Les isolants	4
2.5.	Les semi-conducteurs	4
3.	Conductibilité intrinsèque d'un semi conducteur	4
3.1.	Origine de la conductibilité	4
3.2.	Double conduction	4
4.	Dopage d'un semi conducteur	5
4.1.	Dopage de type N	5
4.2.	Dopage de type P	5
4.3.	Influence de la température	5

1. Rappel sur la structure de la matière

La matière est constituée de particules assemblées sous forme de **molécules**.
Ces molécules sont composées de particules élémentaires que l'on appelle **atomes**.
Un corps composé d'atomes **identiques** est appelé **un corps simple**.
Signalons encore que l'atome est la plus petite partie d'un corps simple.

L'atome est électriquement neutre, il ne possède aucune charge électrique.

La structure d'un atome est la suivante :

- un **NOYAU** composé uniquement de deux types de particules :
 - les **PROTONS** : ce sont des particules chargées positivement, elles constituent à elles seules la charge positive du noyau.
 - Les **NEUTRONS** : ce sont des particules neutres du point de vue électrique, ces particules constituent la masse du noyau et de l'atome.
- Des **ELECTRONS** qui gravitent autour du noyau et restent sur des orbites ou couches . Un atome peut posséder plusieurs couches. Pour un atome donné, le nombre d'électron est toujours le même et la répartition de ces derniers sur les différentes couches de l'atome sont également identique. Ce sont les électrons qui se situent sur la couche extérieure, la plus éloignée du noyau, qui définissent les propriétés de l'atome. On entend par propriété d'un atome, sa faculté de se lier plus ou moins facilement aux autres atomes. Les électrons sont des particules chargées négativement, leur nombre est égale à celui des protons de manière à ce que la charge totale de l'atome soit nulle.

Lorsqu'un atome arrive à capter ou perdre des électrons il se transforme en **ION**.

On appelle **ION POSITIF** si il perd des électrons.

On appelle **ION NEGATIF** si il gagne des électrons.

2. Propriétés électriques des solides

2.1. Structures des solides

A l'état de solide, la matière est formée de corps simples cristallisés. Un cristal est un arrangement régulier d'atomes liés entre eux par des liaisons. Ces liaisons donnent au solide sa rigidité.

On trouve deux types de liaisons :

- Liaisons ioniques : ce sont des liaisons au cours desquelles il y a transfert d'électrons d'un atome vers un autre.
- Liaisons covalentes : Ce sont des liaisons au cours desquelles il y a mise en commun des électrons par des atomes voisins.

Dans tous les types de liaisons l'atome qui y participe n'a qu'un seul but, atteindre la stabilité électronique c'est-à-dire avoir 2 ou 8 ou 18 électrons à sa périphérie.

Les électrons qui participent à une liaison sont des électrons liés, les électrons excédentaires, s'il en existe, sont des électrons libres.

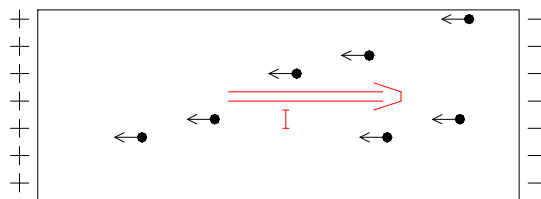
2.2. Mouvements des électrons libres dans les solides

2.2.1. Mouvement désordonné

Les électrons libres, s'il en existe, circulent en tout sens de façon désordonnée. Cependant, statistiquement, à un instant déterminé, la somme des projections des vecteurs vitesses sur un axe quelconque est nulle et globalement le solide reste électriquement neutre. En d'autre terme, quelque soit le réseau cristallin formé par des atomes identiques, le solide ainsi formé ne possédera pas de charge électrique.

2.2.2. Mouvement ordonné

Si nous appliquons une différence de potentiel entre les extrémités d'un solide comportant des électrons libres, à l'agitation désordonnée se superpose un mouvement d'ensemble vers le pôle positif et il en résulte un courant de sens contraire (rappel : le courant électrique se déplace en sens inverse du sens de déplacement des électrons). Notons encore que la différence de potentiel appliquée est sans effet apparent sur les électrons liés.



2.3. Les conducteurs

La résistivité des bons conducteurs est faible. La conductivité est donc grande. Les métaux et alliages ont un coefficient de température positif assez faible ce qui sous entend que leur résistivité et leur résistance croissent avec la température. Remarque, à température constante, la résistance de ces conducteurs est invariable. De plus, la résistance est indépendante de la tension qui leur est appliquée. Le nombre d'électrons libres d'un conducteur ne dépend pas de sa température ; tous ces électrons sont disponibles pour la conduction même à très basse température.

2.4. Les isolants

Les isolants ont une très grande résistivité. Cette résistivité décroît quand la température augmente mais reste toutefois très importante. Si nous appliquons une tension croissante à un isolant, le courant reste à peu près nul puis, brusquement, l'isolant « claque » quand la tension atteint une valeur déterminée dite tension disruptive. Nous pouvons considérer que quelle que soit sa température, l'isolant est totalement dépourvu d'électrons libres et que par conséquent, sa conductivité est nulle.

2.5. Les semi-conducteurs

Entre les isolants et les conducteurs, on peut classer un certain nombre de solides ayant, à la température ambiante, une résistivité comprise entre 10^{-4} et 10^6 ohms-mètres ; ce sont les semi-conducteurs.

Voici les plus utilisés à ce jour : silicium, germanium, sélénium et oxyde de fer. Aux très faibles températures (voisines de zéro Kelvin) un semi-conducteur est dépourvu d'électrons libres : il se comporte comme un isolant. Quand la température croît, des électrons se trouvent libérés et la résistivité du semi-conducteur diminue. Le fait que l'on ait des électrons libres à la température ambiante est ce qu'on appelle la conductibilité intrinsèque.

3. Conductibilité intrinsèque d'un semi conducteur

3.1. Origine de la conductibilité

L'augmentation de température produit la libération d'électrons. Quand il est libéré, un électron laisse dans l'atome qu'il a quitté une place disponible appelée « TROU » et une charge positive excédentaire sur le noyau. Un électron lié voisin de ce trou aura la possibilité de l'occuper en libérant ainsi un autre trou, lequel pourra à son tour être occupé par un nouvel électron et ainsi de suite. C'est le carrousel des électrons liés.

3.2. Double conduction

Pourquoi une double conduction, nous savons que nous avons au sein deux types d'électrons, les libres et les liés. Nous aurons donc mise en mouvement des électrons libres (rappelons que ces électrons peuvent circuler dans le semi-conducteur mais non de le quitter) et mise en mouvement des électrons liés. Ce second type de conduction est bien dû à un déplacement d'électrons mais, pour le distinguer du premier type en abrégant le langage, on l'appelle « conduction par trou positif ».

Les électrons sont des porteurs « n » (négatif) et les trous sont des porteurs « p » (positif).

La création d'un trou positif étant indissociable de la libération d'un électron, on dit qu'il se crée une paire électron-trou. Dans un volume déterminé de semi-conducteur, il y a autant de porteurs de chaque type « n » et « p ».

4. Dopage d'un semi conducteur

L'opération est intéressante pour les deux semi-conducteurs usuels : le germanium (Ge) et surtout le silicium (Si).

4.1. Dopage de type N

Il est obtenu en introduisant à très faible dose des atomes pentavalents (qui possèdent 5 électrons sur la couche périphérique) du type azote, phosphore, arsenic ou antimoine. Le cinquième électron périphérique de ces éléments va être immédiatement libéré dans le substrat qui sert de support.

Pratiquement, le semi conducteur ne contient que des porteurs « n » il est du type « N ».

4.2. Dopage de type P

Il est obtenu en introduisant à très faible dose des atomes trivalent (qui possèdent 3 électrons sur la couche périphérique) du type bore, aluminium, gallium ou indium. N'ayant que trois électrons périphériques, ces éléments offrent une place disponible qui permettra la libération d'un électron lié du semi-conducteur initial et, par suite, la libération d'un trou positif dans le substrat qui sert de support. Pratiquement, le semi-conducteur ne contient que des porteurs « p » il est du type « P ».

4.3. Influence de la température

Au zéro absolu (soit zéro Kelvin ou -273°C), aucun porteur n'est libre et les conductibilités intrinsèque (conductivité au sein du substrat) et extrinsèque (conductivité avec l'extérieur) sont nulles.

Quand la température croît, les porteurs de type unique (N ou P), cause de la conductibilité extrinsèque, sont tous libérés bien avant 0°C . A cette température, les porteurs N et P responsables de la conductibilité intrinsèque sont en nombre négligeable.

A une température de 100°C pour le germanium et de 200°C pour le silicium, le nombre de paires électron-trou, dont dépend la conductibilité intrinsèque, commence à croître très rapidement tandis que le nombre de porteur N et P qui sont à l'origine de la conductibilité extrinsèque reste pratiquement inchangé. Au delà de ces températures, notre semi conducteur devient assez bon conducteur et ne présente plus d'intérêt.

Rappelons que le fait d'élever la température sous-entend que nous fournissons de l'énergie au substrat et que dès lors nous créons une agitation des atomes et une accélération de la mise en mouvement des électrons et donc des trous.