

OFPPT

ROYAUME DU MAROC

مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل
Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail
DIRECTION RECHERCHE ET INGENIERIE DE FORMATION

RESUME THEORIQUE
&
GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES

MODULE N°:8

ELECTRONIQUE DE BASE

SECTEUR :FROID ET GENIE THERMIQUE

SPECIALITE :MAINTENANCE HOTELIERE

NIVEAU :TECHNICIEN

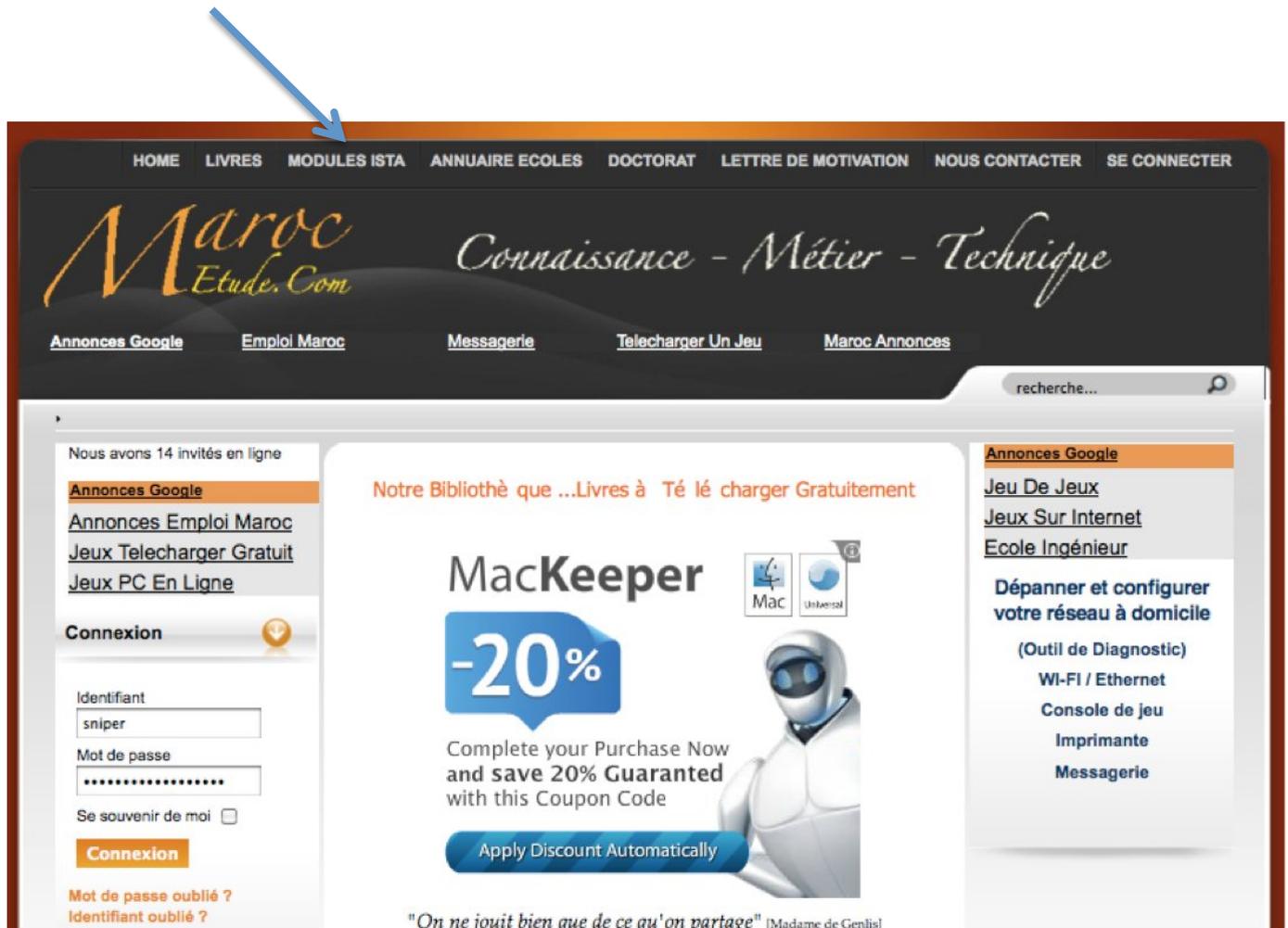
DECEMBRE 2004

PORTAIL DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE AU MAROC

Télécharger tous les modules de toutes les filières de l'OFPPT sur le site dédié à la formation professionnelle au Maroc : www.marocetude.com

Pour cela visiter notre site www.marocetude.com et choisissez la rubrique :

[MODULES ISTA](#)



The screenshot shows the website's interface. At the top, a navigation menu includes: HOME, LIVRES, **MODULES ISTA**, ANNUAIRE ECOLES, DOCTORAT, LETTRE DE MOTIVATION, NOUS CONTACTER, and SE CONNECTER. Below the menu is the site logo "Maroc Etude.Com" and the tagline "Connaissance - Métier - Technique". A secondary menu contains: Annonces Google, Emploi Maroc, Messagerie, Telecharger Un Jeu, and Maroc Annonces. A search bar is located on the right. The main content area features a central advertisement for MacKeeper with a "-20%" discount and a coupon code. The ad includes logos for Mac and Universal, a robot character, and the text: "Complete your Purchase Now and save 20% Guaranteed with this Coupon Code". Below the ad is the quote: "On ne jouit bien que de ce qu'on partage" [Madame de Genlis]. On the left side, there is a login section with fields for "Identifiant" (containing "sniper") and "Mot de passe", and a "Connexion" button. On the right side, there is a sidebar with "Annonces Google" and a list of links: "Jeu De Jeux", "Jeux Sur Internet", "Ecole Ingénieur", "Dépanner et configurer votre réseau à domicile", "(Outil de Diagnostic)", "Wi-Fi / Ethernet", "Console de jeu", "Imprimante", and "Messagerie".

Remerciements

La DRIF remercie les personnes qui ont participé ou permis l'élaboration de ce Module de formation.

Pour la supervision :

Mr GHRAIRI RACHID : Directeur de Secteur Electricité/Froid et Génie Thermique

Mr BOUJNANE MOHAMED: Chef de Pôle Froid et Génie Thermique

Pour l'élaboration

Mme NATOVA BISSERKA : Formatrice Animatrice CDC /FGT

Pour la validation

Les utilisateurs de ce document sont invités à communiquer à la DRIF toutes les remarques et suggestions afin de les prendre en considération pour l'enrichissement et l'amélioration de ce programme.

Mr: Said SLAOUI
DRIF

Sommaire

	<i>Page</i>
<i>Présentation du module</i>	7
<i>Résumé théorique</i>	8
Objectif N°1 – <i>Lire les schémas de circuits</i>	9
Objectif N°2 – <i>Expliquer la fonction des composants des circuits.</i>	11
Objectif N°3 – <i>Expliquer sommairement le fonctionnement des circuits</i>	23
Objectif N°4 – <i>Mesurer les valeurs des circuits.</i> <i>Comparer les valeurs mesurées aux données d'origine</i> <i>Expliquer les écarts</i>	58
<i>Guide pratique</i>	60
TP N°1	61
TP N°2	61
TP N°3	64
TP N°4	66
TP N° 5	68
TP N°6	71
<i>Evaluation</i>	74
<i>Bibliographie</i>	78

MODULE N° 8 :

ELECTRONIQUE DE BASE

Durée : 25 h

Théorie 16 h

Pratique 9 h

**OBJECTIF OPÉRATIONNEL DE PREMIER NIVEAU
DE COMPORTEMENT**

COMPORTEMENT ATTENDU

*Pour démontrer sa compétence, le stagiaire doit
appliquer des notions d'électronique
selon les conditions, les critères et les précisions qui suivent.*

CONDITIONS D'ÉVALUATION

- À partir :
 - de directives;
 - du schéma d'un circuit.
- À l'aide :
 - de fiches techniques des composants;
 - d'instruments de mesure;
 - de l'équipement de protection individuelle.

CRITÈRES GÉNÉRAUX DE PERFORMANCE

- Respect des règles de santé et de sécurité au travail.
- Utilisation appropriée des instruments de mesure.
- Exactitude de la terminologie.

**OBJECTIF OPÉRATIONNEL DE PREMIER NIVEAU
DE COMPORTEMENT (suite)**

**PRÉCISIONS SUR LE
COMPORTEMENT ATTENDU**

**CRITÈRES PARTICULIERS
DE PERFORMANCE**

A. Lire des schémas de circuits.

- Reconnaissance précise de la signification des symboles.
- Localisation exacte :
 - des points de branchements;
 - des sections des circuits.

B. Expliquer la fonction des composants des circuits.

- Exactitude des explications.

C. Expliquer sommairement le fonctionnement des circuits.

- Exactitude des explications.

D. Mesurer les valeurs des circuits.

- Précision des mesures.

E. Comparer les valeurs mesurées aux données d'origine.

- Justesse des résultats.

F. Expliquer les écarts.

- Justesse des explications.

OBJECTIFS OPÉRATIONNELS DE SECOND NIVEAU

LE STAGIAIRE DOIT MAÎTRISER LES SAVOIRS, SAVOIR-FAIRE, SAVOIR-PERCEVOIR OU SAVOIR-ÊTRE JUGÉS PRÉALABLES AUX APPRENTISSAGES DIRECTEMENT REQUIS POUR L'ATTEINTE DE L'OBJECTIF DE PREMIER NIVEAU, TELS QUE :

Avant d'apprendre à lire des schémas de circuits (A) :

1. Reconnaître les semi-conducteurs les plus couramment utilisés.
2. Distinguer les principaux types de thyristors et leurs symboles.

Avant d'apprendre à expliquer la fonction des composants des circuits (B) :

3. Reconnaître la structure des semi-conducteurs.
4. Reconnaître les principales caractéristiques des semi-conducteurs.

Avant d'apprendre à expliquer sommairement le fonctionnement des circuits (C) :

5. Décrire le fonctionnement de circuits redresseurs.
6. Expliquer le principe de fonctionnement d'un circuit régulateur simple.
7. Décrire sommairement les procédés d'amorçage et de blocage des thyristors.
8. Reconnaître les principaux circuits de contrôle utilisant des thyristors.

Avant d'apprendre à mesurer les valeurs des circuits (D) :

9. Reconnaître les mesures de sécurité relatives à l'utilisation des semi-conducteurs.
10. Établir un lien entre les symboles d'un schéma et les composants constituant un circuit.
11. Localiser les points de vérification d'un circuit.

Présentation du module

Le module se situe à la deuxième partie de la première année. Se module comporte le contenu suivant :

Les schémas de circuits.

La fonction des composants des circuits.

Le fonctionnement des circuits.

La mesure des valeurs des circuits.

Module N° 8: INITIATION DE BASE EN ELECTRONIQUE
RESUME THEORIQUE

1. Les schémas de circuit

Matériaux semi-conducteurs

1.1. Introduction

Avant de citer les semi-conducteurs les plus répandus on tient à rappeler que les composants à semi-conducteurs sont constitués des matériaux dits semi-conducteurs, ceux là ne font partie ni de catégorie des conducteurs comme le cuivre ou l'aluminium ni de catégorie des isolants comme le caoutchouc ou la porcelaine. Les semi-conducteurs sont des matériaux qui appartiennent à une catégorie intermédiaire: ils peuvent être considérés, soit comme des conducteurs, soit comme des isolants selon les conditions d'utilisation.

Les matériaux semi-conducteurs les plus importants sont des éléments comme le silicium(Si), le germanium(Ge) ainsi que l'arséniure de gallium(GaAs). Leur utilisation dans la fabrication des diodes, transistors et circuits intégrés a révolutionné l'électronique moderne.

Le silicium à l'état pur, se comporte comme un non-conducteur et il n'est guère utile. On modifie la résistance des semi-conducteurs en introduisant des **impuretés** appropriées dans leur structure cristalline. On dit alors que le semi-conducteur est dopé. Le dopage est réalisé en introduisant des atomes ayant des électrons en plus, ou en moins, sur leur dernière couche par rapport au semi-conducteur à doper ayant 4 électrons. Ainsi l'arsenic, le phosphore et l'antimoine en ont cinq, donc un de trop. Le bore, le gallium et l'indium en ont trois, il en manque un. Les trois premiers sont appelés pentavalents et les trois derniers - trivalents.

L'addition d'un élément pentavalent crée un surplus d'électron. Les liens étant tous complétés, les électrons en trop peuvent se promener d'un atome à l'autre. Ce type de dopage produit un matériau semi-conducteur de type **N** (comme Négatif)..

L'addition d'un élément trivalent crée un manque d'électrons qu'on appelle trou. Un électron manquant dans la structure cristalline laisse une place libre où un électron peut venir se placer en provenant du lien voisin, laissant à son tour un trou là où il était. Le courant électrique est appelé un courant de trous, les trous semblant se déplacer. Ce type de dopage produit un matériel de type **P** (comme Positif).

Les électrons libres dans un matériau de type N et les trous dans un matériau de type P sont appelés les porteurs majoritaires du courant électrique.

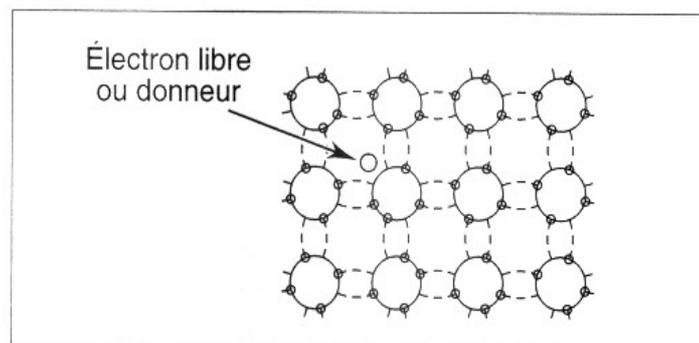


Figure 1.1-1 matériau semi-conducteur type N

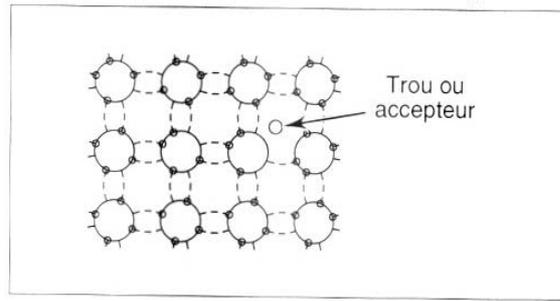


Figure 1.1-2 matériau semi-conducteur type P

1.2. Jonction P-N

Lors de la réunion de deux types de matériaux semi-conducteurs (type P et type N) on obtient ce qu'on appelle une jonction P-N. A la frontière de cette jonction les électrons libres (-) du côté N sont attirés vers les trous (+) du côté P. De même, les trous provoquent un effet d'attraction sur les électrons libres. Il s'établit alors une zone d'**appauvrissement** (ou région de **déplétion**) en porteurs de charge qui constitue une sorte de barrière sur le chemin du courant.

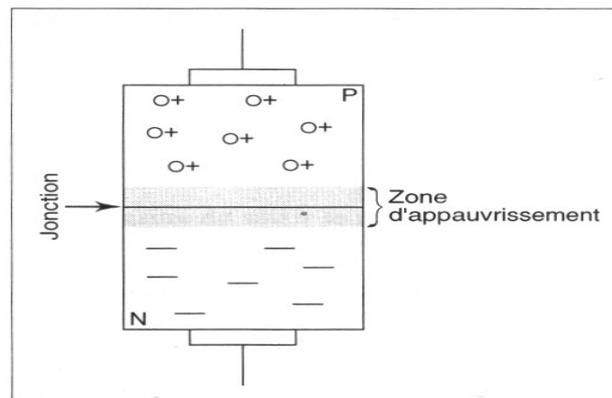


Figure 1.2-1 Zone d'appauvrissement (ou de déplétion) autour de la jonction PN

2 La fonction des composants des circuits

Les aspects des semi-conducteurs

2.1. Diode

Une diode est un semi-conducteur formé par la juxtaposition de matériaux semi-conducteurs de types N et P auxquels on a raccordé des broches.

Une diode possède deux électrodes : la première appelé **anode** La deuxième **cathode** et ne laisse passer le courant que dans un seul sens : sens anode cathode.

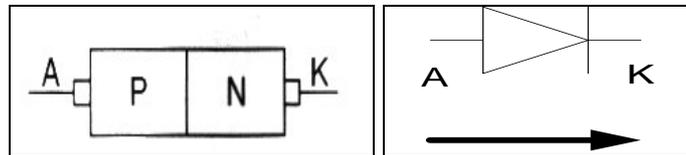


Figure 2.1-1 Diode semi conductrice et le sens de courant

2.1.1 Polarisation d'une diode

a) Polarisation directe

On dit que la diode est polarisée en directe lorsque on applique une tension positive au matériau P (anode A) pendant qu'une tension négative est appliquée simultanément au matériau N (cathode K).

Ceci a pour effet de réduire la zone d'appauvrissement permettant ainsi la circulation du courant de A vers K. La diode est dans l'état **passant**, elle se comporte alors comme un **conducteur**.

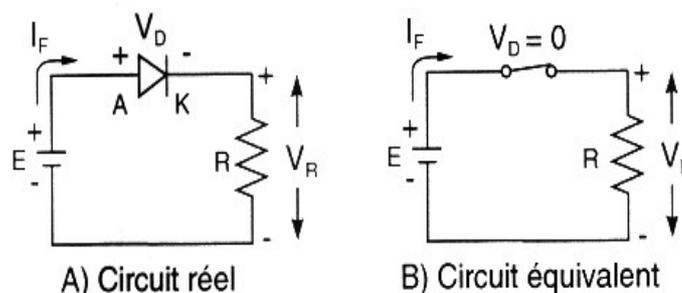


Figure 2.1-2 Polarisation directe

En pratique, on arrondit la chute de la tension aux bornes de la diode à :

$V_f = 0.7 \text{ V}$ pour le silicium

$V_f = 0.3 \text{ V}$ pour le germanium

b) Polarisation inverse

Une diode soumise à une polarisation inverse se comporte comme un isolant. Elle est à l'état **bloqué**.

On conclut que le courant dans une diode a un **sens unique** celui de l'anode **vers** la cathode.

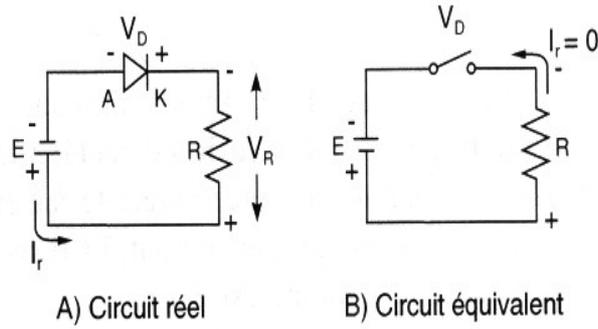


Figure 2.1-3 Polarisation inverse

2.1.2 Aspect physique de la diode:

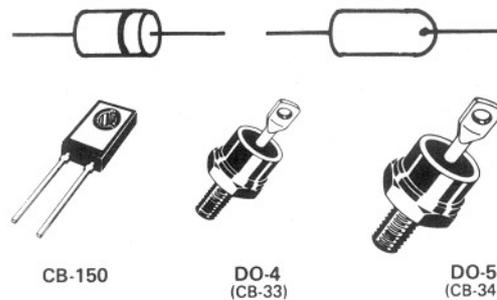


Figure 2.1-4 Diode de redressement - diode de puissance

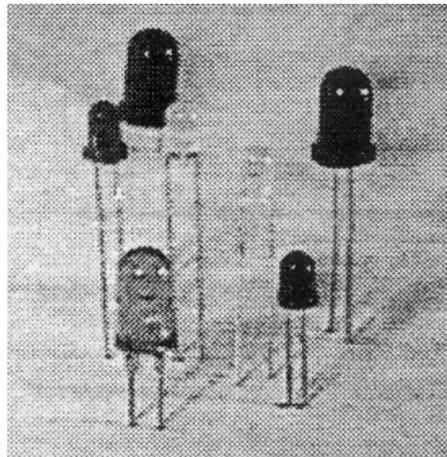


Figure 2.1-5 Diode électroluminescente

2.2 Transistor bipolaire

2.2.1 Structure physique du transistor

Le terme 'bipolaire' explique que dans ce type de transistor on fait appel à la fois à des porteurs de charge négatifs (électrons) et positifs (trous) pour assurer son fonctionnement.

Le transistor bipolaire est un dispositif à trois couches qui forment en conséquence deux jonctions P-N. La figure 2.2-1 représente schématiquement les deux types de transistors bipolaires. Dans le cas du transistor **NPN**, la région commune de type P est prise « en sandwich » entre deux couches de type N. En ce qui a trait au transistor **PNP**, une région N est commune à deux couches de type P. Les trois éléments qui correspondent à chacune des bornes d'un transistor bipolaire à jonctions s'appellent l'**émetteur**, la **base** et le **collecteur**.

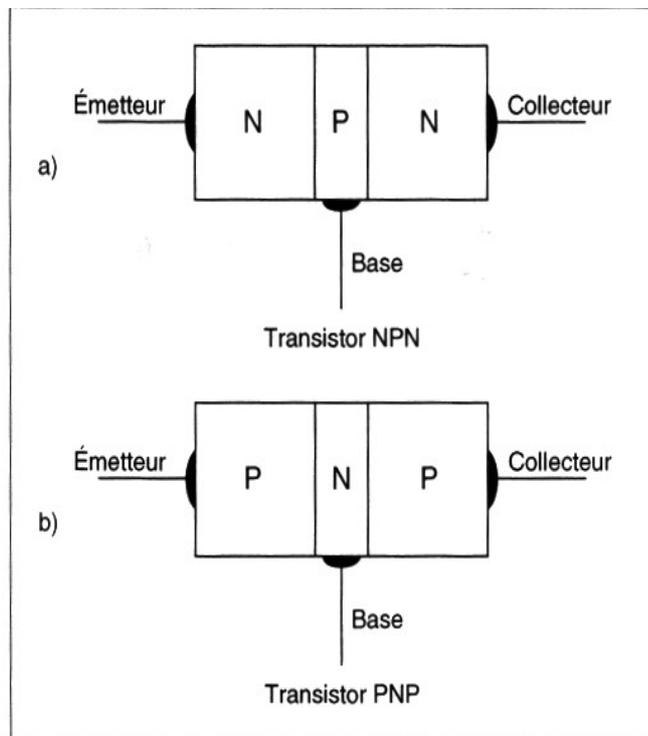


Figure 2.2-1 Résultat de la juxtaposition des trois blocs.

2.2.2 Symbole de transistor et son modèle à diodes

Un transistor bipolaire peut être, comme on a déjà vu soit de type NPN (positif), soit de type PNP (négatif). La figure 2.2-2 présente leurs symboles respectifs et leurs structures schématisées à l'aide des diodes.

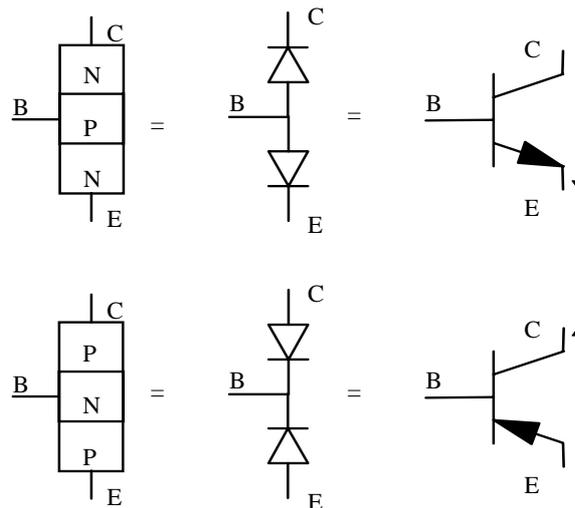


Figure 2.2-2 Deux types de transistors.

2.2.3 Aspect physique du transistor

Les transistors On reconnaît le transistor par la figure suivante :

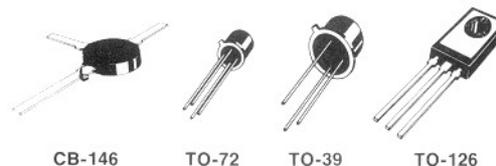


Figure 2.2-3 Différents boîtiers de transistors

2.3. Transistor à effet de champ

2.3.1 Principe de fonctionnement

La principale différence fonctionnelle entre un transistor bipolaire et un transistor à effet de champ, est que le premier est contrôlé par un courant et que le deuxième est contrôlé par une tension.

Comme le montre la figure 2.3-1, la structure physique du transistor à effet de champ à jonction - JFET (ang. : **J**onction **F**ield **E**ffect **T**ransistor) comporte trois bornes. La borne centrale (Borne 2) est connectée à deux régions qui entourent le canal du JFET (borne 1 et borne 3).

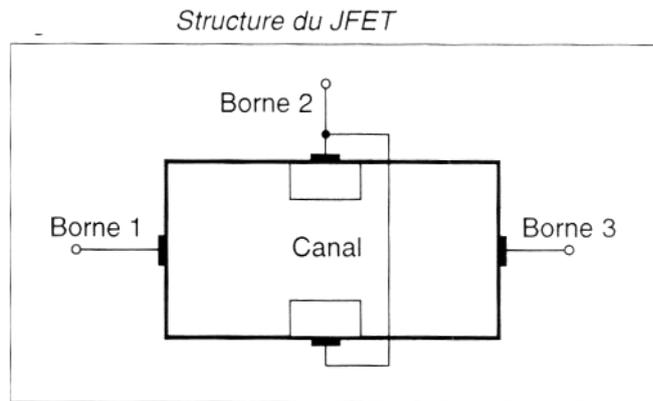


Figure 2.3-1 Structure d'un transistor à effet de champ à jonction

Il existe deux types de JFET, celui à canal N et celui de canal P. La figure 2 présente la structure avec l'identification des bornes respectives : La source, la grille et le drain

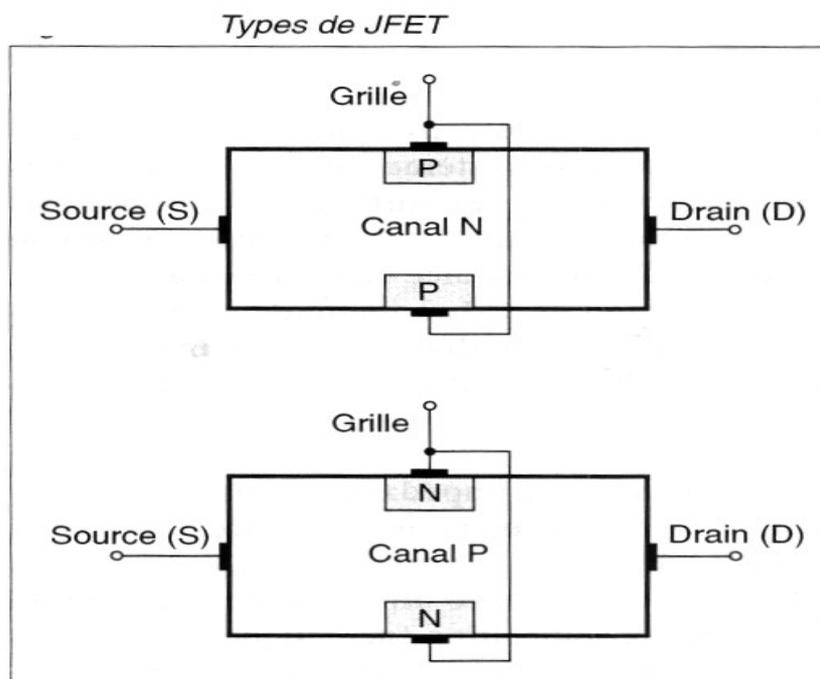


Figure 2.3-2 Structure d'un transistor à effet de champ à jonction

La source et le drain constituent le circuit de sortie du transistor analogiquement à l'émetteur et le collecteur du transistor bipolaire. La grille est l'électrode de contrôle de l'état du transistor voilà pourquoi on la considère comme le côté d'entrée.

Un transistor à effet de champ ne demande à toute fin pratique aucun courant de grille pour se contrôler. Ceci a comme qualité de produire une impédance d'entrée d'une valeur extrêmement élevée. Au courant d'entrée presque nul la puissance qu'il faut fournir pour commander ce type de transistor est pratiquement nulle.

2.3.2 Symbole graphique de JFET

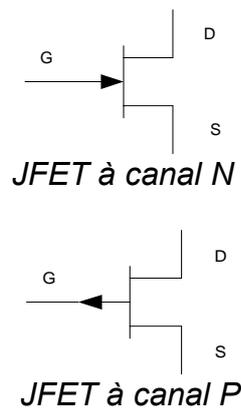


Figure 2.3-3 Symbole d'un transistor à effet de champ à jonction

2.3.3 Aspect physique du transistor à effet de champ



Figure 2.3-4 Exemples des transistors à effet de champ à jonction

2.4. Thyristor ou SCR

2.4.1 Principe de fonctionnement

Le thyristor est composé de quatre couches semi-conductrices PNPN. La juxtaposition de ces quatre couches met en évidence trois jonctions, J_1 , J_2 et J_3 , qui sont essentiellement des diodes en série. L'abréviation SCR provient de l'appellation anglaise « **Silicone Controlled Rectifier** »

Le thyristor ou SCR comporte 3 électrodes qui sont l'anode, la cathode, et la gâchette. La gâchette est l'électrode différenciant le SCR d'une diode simple.

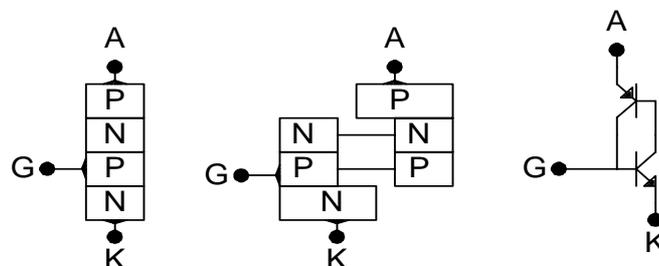


Figure 2.4-1 Structure semi-conductrice d'un thyristor et son schéma équivalent à transistors.

Le thyristor est un composant qui devient totalement conducteur, en courant continu, à la suite d'une impulsion électrique sur son électrode appelée "gâchette" ou "G". Non

seulement cette conduction est franche et brutale mais elle est permanente même après cessation de ce courant de gâchette. Donc il n'a rien à voir avec un transistor dont la conduction reste proportionnelle au courant de base .Il peut permettre l'allumage d'une lampe (jusqu'à 1200V ; 35A) depuis un circuit électrique sans passer par un relais par exemple.

2.4.2 Symbole graphique de thyristor

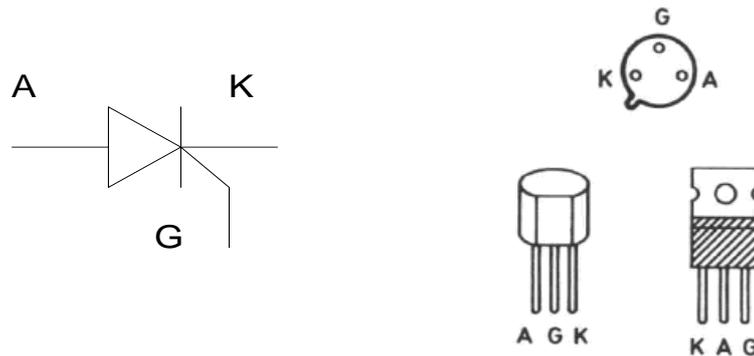


Figure 2.4-2 Symbole d'un thyristor

Les bornes A et K sont comme en cas de diode : anode et cathode. L'électrode de contrôle est toujours celle gâchette.

2.4.3 Aspect physique du thyristor

Comme le thyristor est un composant de puissance, son boîtier est fabriqué de sorte à pouvoir supporter et à dissiper une puissance importante tout en assurant les meilleurs conditions de refroidissement.

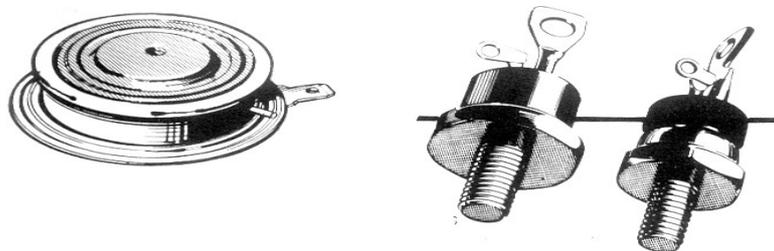


Figure 2.4-3 Différents boîtiers d'un thyristor

2.5. TRIAC

2.5.1 Principe de fonctionnement

C'est en 1964 qu'est apparu sur le marché un dispositif assurant la mise en conduction et le blocage des deux alternances d'une tension alternative par une seule électrode (la gâchette). Ce composant à trois électrodes a été appelé TRIAC (Triode Alternating Current).

Un Triac est un composant semi-conducteur équivalent à deux thyristors montés en parallèle inverse. Une telle configuration permet une utilisation de triac de façon similaire au thyristor dans des circuits où la conduction du courant doit être du type bipolaire ou alternatif. La commande d'un triac est cependant plus simple car on a à gérer qu'une seule gâchette. En plus la gâchette – pour amorcer un triac accepte aussi bien le courant I_g positif que négatif.

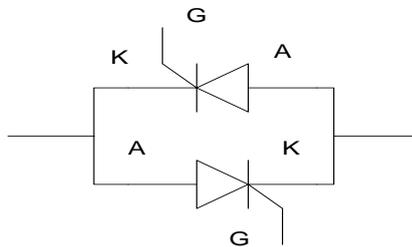


Figure 2.5-1 Equivalence de triac - deux thyristors montés en parallèle inverse

2.5.2 Le symbole de Triac

Un triac possède deux bornes principales qui ne sont plus appelées anode et cathode. Elle sont appelées MT2 et MT1 (ou parfois tout simplement B2 et B1) . MT1 est la borne de référence .

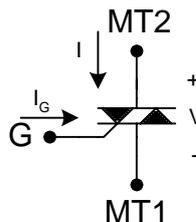


Figure 2.5-2 Symbole de triac

2.6 DIAC

Le déclenchement du Triac est commandé par un composant appelé « diac » qui est un semi-conducteur à conduction bidirectionnelle équivalent en quelque sorte à deux diodes Zéner montées en opposition.

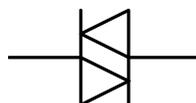


Figure 2.6-1 Symbole de triac

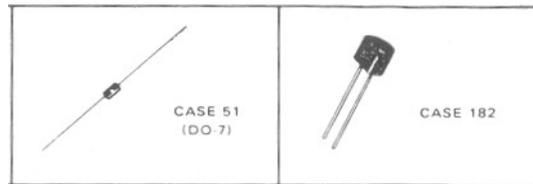


Figure 2.6-2 Exemples de diac

2.7 Circuits intégrés

Un circuit intégré est composé d'un boîtier et de plusieurs bornes en fonction de type du circuit. Parmi les bornes on trouve des bornes d'alimentation et des bornes d'entrées ou des sorties. Les circuits intégrés sont regroupés en deux familles : circuits numériques et circuits analogiques.

2.7.1 Le principe d'intégration :

L'intégration des circuits consiste à « entasser » jusqu'à à plusieurs centaines de milliers de transistor sur une puce de silicium ne mesurant pas plus de 1 centimètre carré. C'est un vrai tour de force. Plus le niveau d'intégration augmente plus le facteur d'échelle diminue. Il existe plusieurs modèles de boîtiers. Ce pendant, les boîtiers standard de circuit intégrés, spécialement conçus pour être montés sur des plaquettes de circuits imprimés, sont appelés DIP (dual in line package). Ils possèdent deux rangées de connexions, pouvant compter de six jusqu'à 56 broches.

2.7.2 Boîtiers

Boîtiers de circuits intégrés

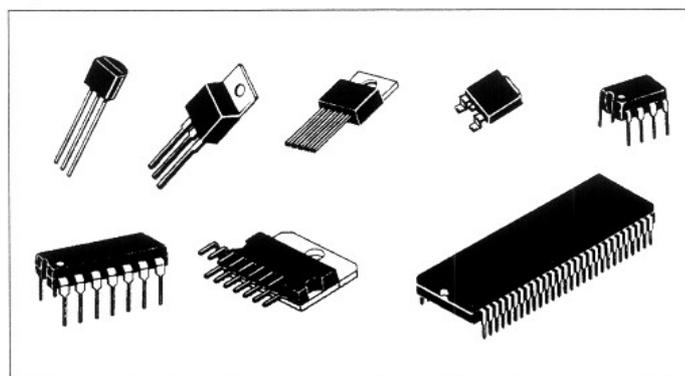


Figure 2.7-1 Exemples de boîtiers de circuits intégrés

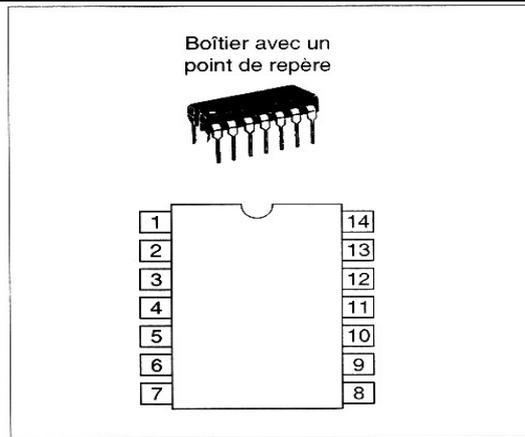


Figure 2.7-2 Brochage DIL 14

A l'intérieur du circuit intégré LM 741 par exemple, se trouve une puce de silicium contenant des transistors, des résistances et un condensateur. Son boîtier est montré à la figure 2.7-2. Le point dans le coin supérieur gauche ou encore la coche en demi-lune, identifie l'extrémité à partir de laquelle il faut compter le numéro des broches. Comme pour la plupart des circuits intégrés, on compte en allant dans le sens contraire des aiguilles d'une montre.



Figure 2.7-3 Boîtier type MiniDIP

2.8 Thermistance

Un Thermistor est une résistance variable en fonction de la température. La figure 2.8-1 montre que cette variation est non proportionnelle : sa résistance diminue quand la température augmente.

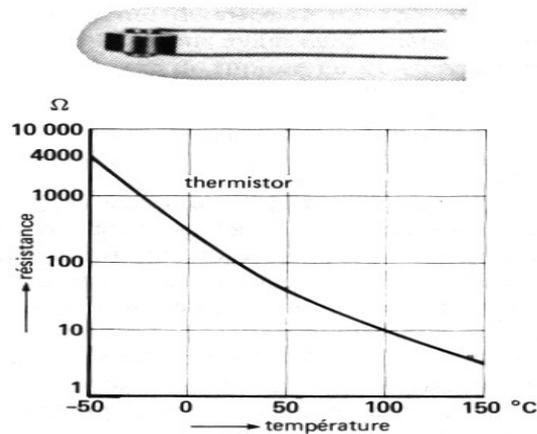


Figure 2.8-1 Caractéristique d'un thermistor

2.9 Les Optocoupleurs

Description

Les optocoupleurs s'utilisent pour créer une isolation galvanique entre le circuit de commande en basse tension et le circuit de puissance (charge) de tension supérieure (par ex : 220 V~).

Symboles

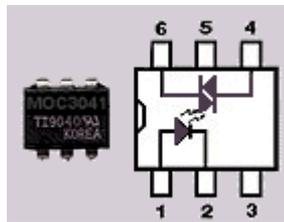


Figure 2.9-1 Optotriac

Les optocoupleurs sortie triacs :

La broche 1 : Anode de la led de commande

la broche 2 : Cathode de la led de commande

les formules sont celles des leds , il faut limiter le courant dans la led avec une résistance .

la broche 4: A1 du triac

la broche 5 : ne pas connecté , correspond au substrat du composants dans certain cas .

la broche 6 : A2 du triac

De même que pour les triacs il ne faut pas dépasser l'intensité max

Les autres paramètres d'un optocoupleur sont :

sa tension de sortie (pour les plus courant 400 V~)
sa tension d' isolation (la plupart 7500 V)

Références

Les optocoupleur sortie triac :

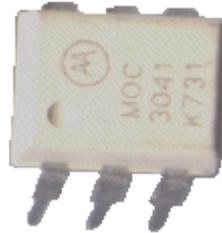


Figure 2.9-2 Boîtier d'optotriac MOC 3041

3. Le fonctionnement des circuits

Caractéristiques des semi-conducteurs

3.1 Caractéristiques de la diode

La figure 3.1-1 présente la caractéristique courant – tension de différentes diodes. Le quadrant nr. 1 décrit le comportement de diodes au cas de la tension et du courant positifs. C'est donc le cas de la polarisation directe. Le quadrant nr. 3 décrit le comportement de diodes si la tension anode – cathode est négative ce qu'on appelle la polarisation inverse ou en sens bloqué.

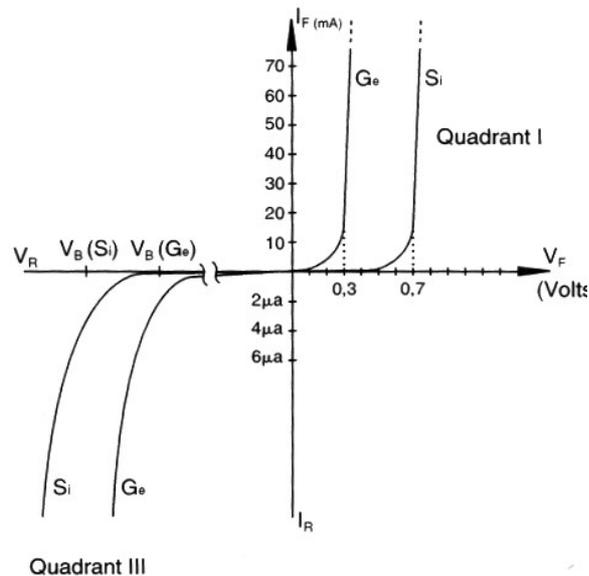


Figure 3.1-1 Caractéristique courant de la diode

Sur la fiche technique on trouve les informations suivantes :

- La tension inverse de crête répétitive V_{RRM} que peut supporter la diode à l'état bloqué sans limitation de durée;
- Tension inverse crête non répétitive V_{RSM} que peut supporter la diode à l'état bloqué pendant un temps très court et inférieur à un cycle;
- Le courant direct moyen I_0 qui peut traverser la diode en permanence sans limitation de durée;
- Le courant direct maximal répétitif I_{FRM} pouvant traverser la diode en fonctionnement normal;
- Le courant direct de surcharge non répétitif I_{FSM} qui est un courant accidentel de très courte durée, admissible pendant un cycle seulement;
- La température maximale de la jonction T_{JMAX} de fonctionnement sans risque d'être détériorée.

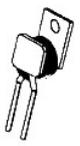
V _{RRM} (Volts)	I _O , AVERAGE RECTIFIED FORWARD CURRENT (Amperes)						
	1	3	6	12	20	24	
	59-03 (DO-41) Plastic 	60-01 Metal 	267-02 Plastic 	194-04 Plastic 	245A-02 (DO-203AA) Metal 	339-02 Plastic Note 1 	
50	†1N4001	1N4719	1N5400	MR750	MR1120 1N1199,A,B	MR2000	MR2400
100	†1N4002	1N4720	1N5401	MR751	MR1121 1N1200,A,B	MR2001	MR2401
200	†1N4003	1N4721	1N5402	MR752	MR1122 1N1202,A,B	MR2002	MR2402
400	†1N4004	1N4722	1N5404	MR754	MR1124 1N1204,A,B	MR2004	MR2404
600	†1N4005	1N4723	1N5406	MR756	MR1126 1N1206,A,B	MR2006	MR2406
800	†1N4006	1N4724		MR758	MR1128	MR2008	
1000	†1N4007	1N4725		MR760	MR1130	MR2010	
I _{FSM} (Amps)	30	300	200	400	300 Note 2	400	400
T _A @ Rated I _O (°C)	75	75	T _L = 105	60			
T _C @ Rated I _O (°C)					150	150	125
T _J (Max) (°C)	175	175	175	175	190	175	175

Figure 3.1-2 Fiche technique

3.2 Caractéristiques du transistor bipolaire

Le transistor est une source de courant contrôlée. On peut le considérer comme un quadripôle (quatre bornes) avec deux bornes d'entrée et deux bornes de sortie. Comme le transistor n'a que trois bornes (Émetteur, Base, Collecteur) pour agir comme un quadripôle il faut que l'une des bornes appartienne à la fois à l'entrée et à la sortie. Cette borne commune définira la configuration dans la quelle le transistor sera utilisé :

- Circuit émetteur commun E.C
- Circuit base commune B.C
- Circuit collecteur commun C.C

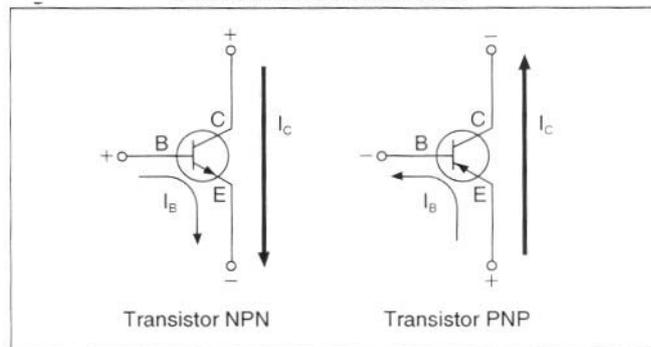


Figure 3.2-1 Distribution des courants du transistor

La principale qualité du transistor consiste à réaliser le contrôle du courant du circuit collecteur – émetteur en moyennant du courant de base. Ainsi on peut parler du côté d'entrée et du côté de sortie. La comparaison relative des courants entre ces deux côtés porte nom du gain en courant.

Le gain en courant se définit par la relation suivante : $\beta = \frac{I_c}{I_b}$

a) Émetteur commun

La plupart des circuits à transistor bipolaire utilisent le montage émetteur commun c'est-à-dire l'émetteur est commun à la base et au collecteur et par le fait même un circuit d'entrée et un circuit de sortie.

Pour mieux comprendre le fonctionnement des transistors, disons qu'il existe, pour chacun de montage (EC, BC, CC), deux courbes caractéristiques (fig.) :

L'une pour le circuit d'entrée : I_B en fonction de V_{be} (pour le montage en E.C)

L'autre le circuit de sortie : I_c courant collecteur en fonction de la tension collecteur V_{CE}

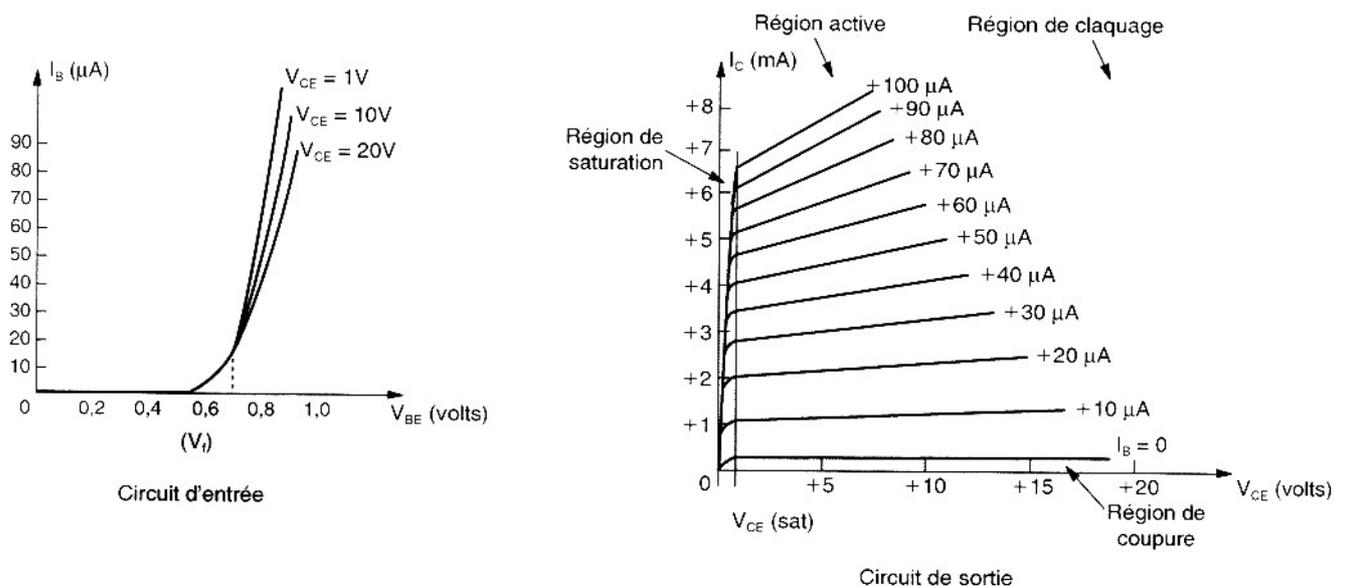


Figure 3.2-2 Caractéristiques courant – tension du transistor bipolaire en émetteur commun

À la figure 3.2-2 on voit bien qu'il ne peut y avoir de courant circulant dans le collecteur du transistor s'il n'y a pas de courant de base. La résistance se trouvant en série avec le

collecteur et la source U_{CC} ne chute alors aucune tension. On retrouve ainsi toute la tension de la source U_{CC} aux bornes du transistor (U_{CE}), celui-ci étant un circuit ouvert. Si on regarde cependant sur le graphique I_C vs U_{CE} (figure 3.2-3), lorsque I_B vaut 0A, un très faible courant de collecteur est présent. La raison de ce phénomène est qu'un courant de coulage est présent entre le collecteur et la base du transistor créant ainsi un courant de base non désiré par l'intérieur du transistor.

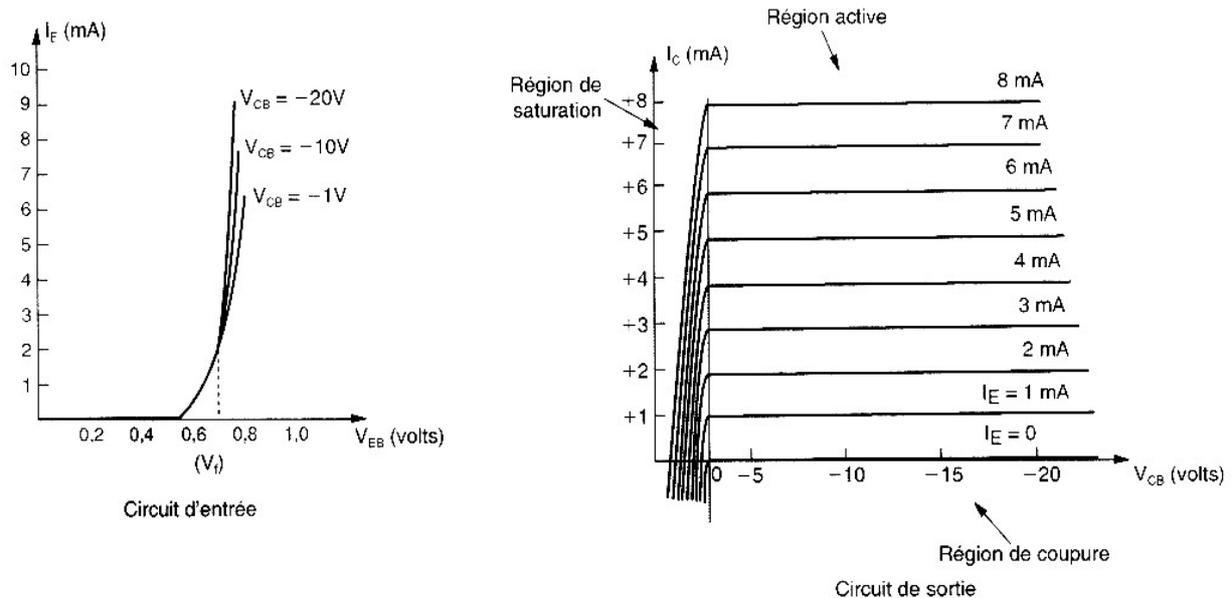


Figure 3.2-3 Caractéristiques courant – tension du transistor bipolaire en base commune

b) β . En fonction de I_C et de la température

Le gain en courant d'un transistor (β ..) varie énormément. La figure 3.2-4 montre une variation typique du β .

A une température donnée le β passe par une valeur maximale à mesure que le courant de collecteur augmente. Les variations du β peuvent être dans l'ordre de 3 pour 1 à l'intérieur des limites d'utilisation utiles du transistor ; cela dépend évidemment aussi du type de transistor. Un changement dans la température ambiante a aussi un effet sur le β .

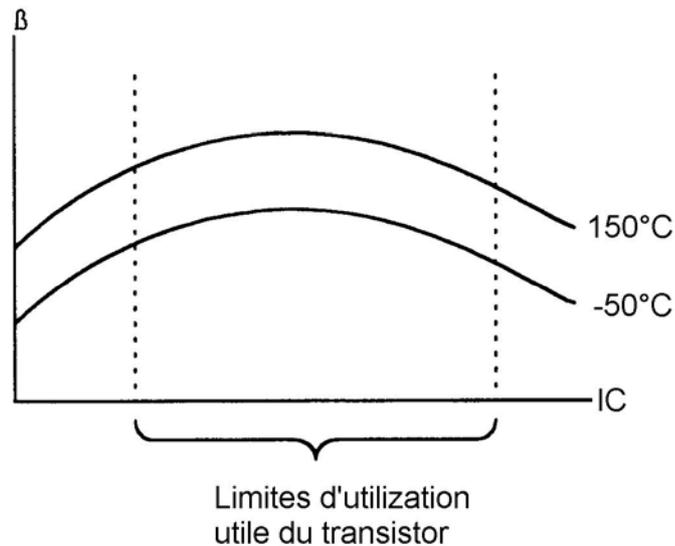


Figure 3.2-4 Variation du β en fonction de I_C et de la température

Dans le pire des cas, où la température et le courant I_C vont varier de beaucoup, le β peut varier jusque dans des proportions de 9 pour 1. Rappelez vous que la conception d'un circuit exigeant une valeur précise du β est condamné à l'échec dès le départ. Une bonne conception signifie d'arriver à des circuits qui ne dépendent pas de la valeur β .

c) Les fiches techniques

VCBO : Tension maximale collecteur -base

C'est la tension applicable à la jonction, la borne de l'émetteur est un circuit ouvert.

ICEO : Courant de collecteur résiduel même s'il n'y a pas de I_B . Ceci est causé par la multiplication de I_s par le β du transistor.

On notera aussi l'effet de V_{bc} de la jonction base- collecteur. A mesure que U_{CE} augmente, un courant est apporté à la base par cette résistance de coulage et sera aussi multiplié par le β . Son effet sera de donner une légère pente aux courbes I_C vs U_{CE} .

Caractéristiques électriques

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T _A = 25°C unless otherwise noted)					
Characteristic		Symbol	Min	Max	Unit
OFF CHARACTERISTICS					
Collector-Emitter Breakdown Voltage (I _C = 10 mA, I _B = 0)	Non-A Suffix A-Suffix, 2N5581, 2N5582	V _{(BR)CEO}	30 40	—	Vdc
Collector-Base Breakdown Voltage (I _C = 10 μA, I _E = 0)	Non-A Suffix A-Suffix, 2N5581, 2N5582	V _{(BR)CBO}	60 75	—	Vdc
Emitter-Base Breakdown Voltage (I _E = 10 μA, I _C = 0)	Non-A Suffix A-Suffix, 2N5581, 2N5582	V _{(BR)EBO}	5.0 6.0	—	Vdc
Collector Cutoff Current (V _{CE} = 60 Vdc, V _{EB(off)} = -3.0 Vdc)	A-Suffix, 2N5581, 2N5582	I _{CEX}	—	10	nAdc
Collector Cutoff Current (V _{CB} = 50 Vdc, I _E = 0) (V _{CB} = 60 Vdc, I _E = 0) (V _{CB} = 50 Vdc, I _E = 0, T _A = 150°C) (V _{CB} = 60 Vdc, I _E = 0, T _A = 150°C)	Non-A Suffix A-Suffix, 2N5581, 2N5582 Non-A Suffix A-Suffix, 2N5581, 2N5582	I _{CBO}	—	0.01 0.01 10 10	μAdc
Emitter Cutoff Current (V _{EB} = 3.0 Vdc, I _C = 0)	A-Suffix, 2N5581, 2N5582	I _{EBO}	—	10	nAdc
ON CHARACTERISTICS					
DC Current Gain (I _C = 0.1 mA, V _{CE} = 10 Vdc)	2N2218,A, 2N2221,A, 2N5581(1) 2N2219,A, 2N2222,A, 2N5582(1)	h _{FE}	20 35	—	—
(I _C = 1.0 mA, V _{CE} = 10 Vdc)	2N2218,A, 2N2221,A, 2N5581 2N2219,A, 2N2222,A, 2N5582		25 50	—	—
(I _C = 10 mA, V _{CE} = 10 Vdc)	2N2218,A, 2N2221,A, 2N5581(1) 2N2219,A, 2N2222,A, 2N5582(1)		35 75	—	—
(I _C = 10 mA, V _{CE} = 10 Vdc, T _A = -55°C)	2N2218A, 2N2221A, 2N5581 2N2219A, 2N2222A, 2N5582		15 35	—	—
(I _C = 150 mA, V _{CE} = 10 Vdc(1))	2N2218,A, 2N2221,A, 2N5581 2N2219,A, 2N2222,A, 2N5582		40 100	120 300	—
(I _C = 150 mA, V _{CE} = 1.0 Vdc(1))	2N2218,A, 2N2221,A, 2N5581 2N2219,A, 2N2222,A, 2N5582		20 50	—	—
(I _C = 500 mA, V _{CE} = 10 Vdc(1))	2N2218, 2N2221 2N2219, 2N2222 2N2218A, 2N2221A, 2N5581 2N2219A, 2N2222A, 2N5582		20 30 25 40	—	—
Collector-Emitter Saturation Voltage(1) (I _C = 150 mA, I _B = 15 mA)	Non-A Suffix A-Suffix, 2N5581, 2N5582	V _{CE(sat)}	—	0.4 0.3	Vdc
(I _C = 500 mA, I _B = 50 mA)	Non-A Suffix A-Suffix, 2N5581, 2N5582		—	1.6 1.0	—
Base-Emitter Saturation Voltage(1) (I _C = 150 mA, I _B = 15 mA)	Non-A Suffix A-Suffix, 2N5581, 2N5582	V _{BE(sat)}	0.6 0.6	1.3 1.2	Vdc
(I _C = 500 mA, I _B = 50 mA)	Non-A Suffix A-Suffix, 2N5581, 2N5582		—	2.6 2.0	—

Figure 3.2-5 Fiche technique de transistors

Remarque : comment peut-on identifier les broches « pattes » d'un transistor bipolaire ?

La méthode de vérification comporte trois étapes :

Identifier la borne de la base;

Déterminer le type du transistor;

Différencier l'émetteur du collecteur.

En plus les multimètres numériques possèdent une gamme de vérification du gain β (h_{fe}).

3.3 Caractéristiques du transistor à effet de champ

Tout comme dans le cas des transistors bipolaires, il est nécessaire de polariser un JFET. Il faut donc déterminer la tension U_{GS} qui produira le courant de (I_D) désiré.

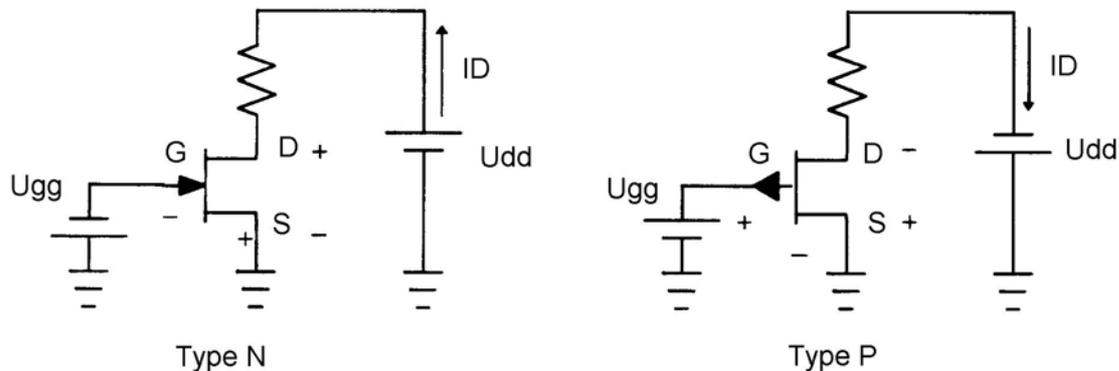


Figure 3.3-1 Polarisation de JFET

Courbe $i_D(u_{DS})$ et $i_D(u_{GS})$

La Figure 13 montre la relation entre le courant de drain I_D et la tension U_{DS} pour une valeur de U_{GS} données. Remarquez la similitude entre ces courbes et celles d'un transistor bipolaire $I_C(U_{CE})$. Les différences sont la tension de saturation qui est élevée et qui change selon de U_{GS} et le fait que les courbes ne sont pas espacées régulièrement

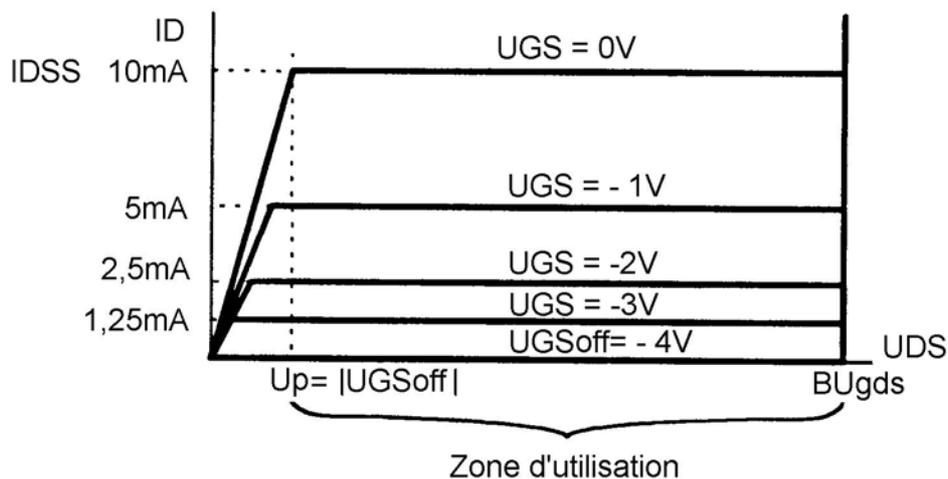


Figure 3.3-2 Caractéristique courant – tension d'un JFET

Les valeurs inscrites à la Figure 3.3-2 sont à titre d'exemple. Voici ce qu'elles signifie :
 I_{DSS} est le courant de drain lorsque $U_{GS}=0V$
 U_{GSoff} est la tension entre grille et source nécessaire pour bloqué le JFET.
 U_P (tension de pincement) est la tension de saturation du transistor I_{DSS} .
 U_{Buds} («break down voltage») est la tension de rupture du JFET.

Circuit de polarisation

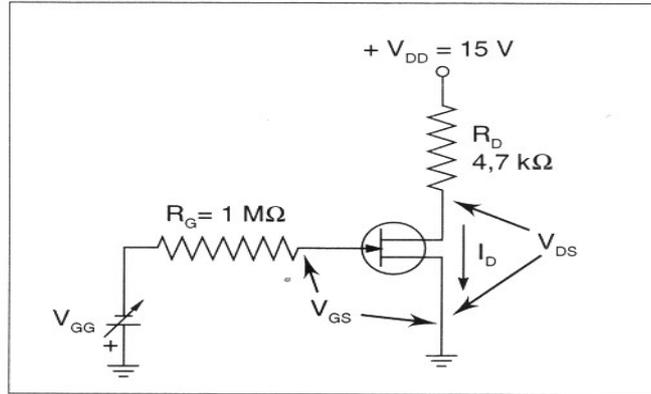


Figure 3.3-3

Remarque : comment peut-on identifier les broches « pattes » d'un transistor à effet de champ ?

La méthode de vérification comporte trois étapes :

- identifier la borne de la grille;
- déterminer le type du transistor;
- différencier la source du drain.

3.4 Caractéristiques du thyristor

On représente dans ce tableau les principales symboles des thyristors :

Tableau récapitulatif des thyristors

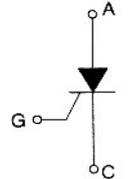
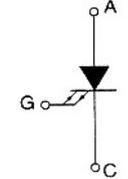
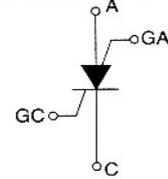
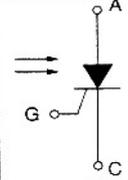
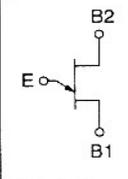
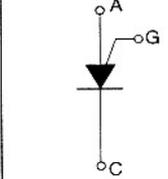
Thyristor	Symbole	Sens de conduction	Amorçage normal	Particularité
SCR		Unidirectionnel	Impulsion positive entre la gâchette et la cathode	Contrôle de puissance
GTO		Unidirectionnel	Impulsion positive entre la gâchette et la cathode	Contrôle de puissance Peut être bloqué par une impulsion négative entre la gâchette et la cathode.
SCS		Unidirectionnel	Impulsion positive entre la gâchette de cathode Impulsion négative entre la gâchette d'anode et l'anode	Peut être bloqué par une impulsion positive entre la gâchette d'anode et l'anode.
LASCR		Unidirectionnel	Faisceau de lumière	Optocoupleur à sortie SCR
UJT		Unidirectionnel	Tension d'émetteur supérieure à V_A	Synchronisation automatique Oscillateur à relaxation Amorçage des SCR et des TRIAC
PUT		Unidirectionnel	Impulsion positive entre la gâchette et l'anode	SCR complémentaire Caractéristiques programmables similaires à celles du UJT

Figure 3.4-1 Symboles et caractéristiques des SCR

Comment l'utiliser

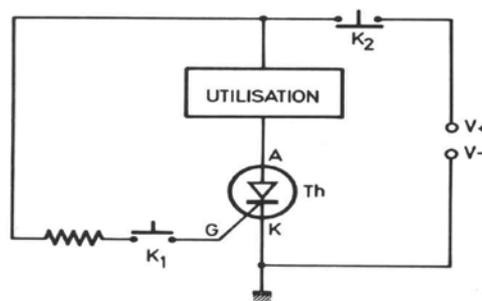


Figure 3.4-2 Schéma de la commande du SCR par un interrupteur K1

Après avoir examiné ce schéma vous comprendrez le fonctionnement du thyristor. Un bref courant de gâchette par K1 laisse le thyristor conducteur. Seule une coupure par K2 le laissera isolant.

Voyons d'autres particularités intéressantes :

- 1) La tension (anode-cathode) A/K maximale peut atteindre des valeurs élevées, de 100 à 1200V selon les modèles. C'est donc un contacteur haute tension.
- 2) Le courant de gâchette "I_g" minimal pour déclencher la conduction A/K est de l'ordre de 10mA, parfois 1mA pour les modèles sensibles. Ce courant entre par "G" et sort par "K" vers la masse. Sa durée n'a aucune importance.
- 3) Le temps de réponse est très court (quelques nanosecondes).
- 4) L'intensité de conduction I_{ak} est également élevée, de 0.3 à 35A selon les modèles
- 5) Le thyristor ne peut revenir à l'état bloqué (isolant) que si l'intensité passante I_{ak} tombe au dessous d'une valeur minimale. Ce seuil dit "courant d'arrêt" est de l'ordre de 2% de l'intensité maximale du modèle.

Repérages et encombrement des boîtiers

Il existe une très grande variété de boîtiers contenant les thyristors ; on peut les classer en deux groupes :

- boîtiers plastique (en général jusqu'à 50 A maxi) ;
- boîtiers métalliques (depuis 20 A).

A titre indicatif, la figure ci-dessous montre différentes présentations de ces boîtiers et le repérage des bornes.

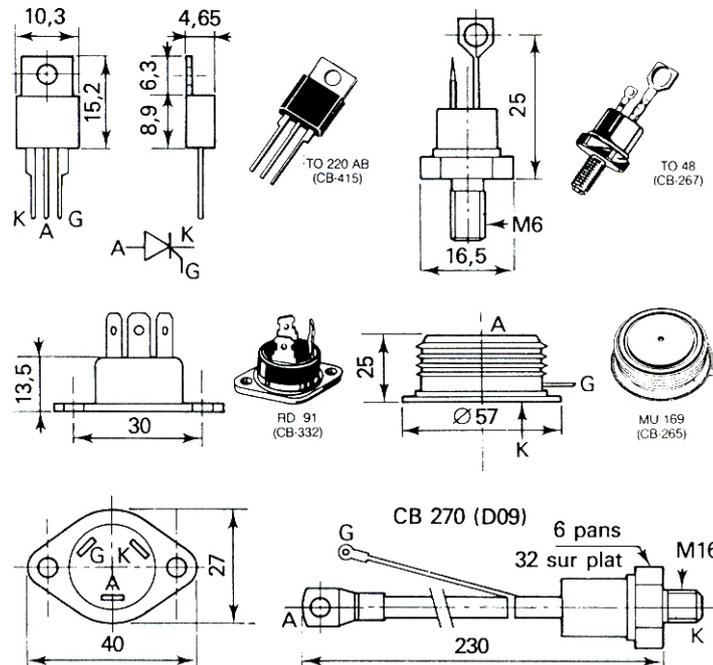


Figure 3.4-3 Références des boîtiers des SCR

Protection des thyristors

- a). Contre les surintensités: La protection peut être assurée soit par un fusible rapide, soit par un système limiteur électronique.
- b). Contre les amorçages trop rapides di/dt : Une inductance montée en série avec le thyristor limite le di/dt.

Protection contre les blocages trop rapides dv/dt.

On emploie soit un condensateur, soit un ensemble condensateur avec une résistance pour limiter le courant.

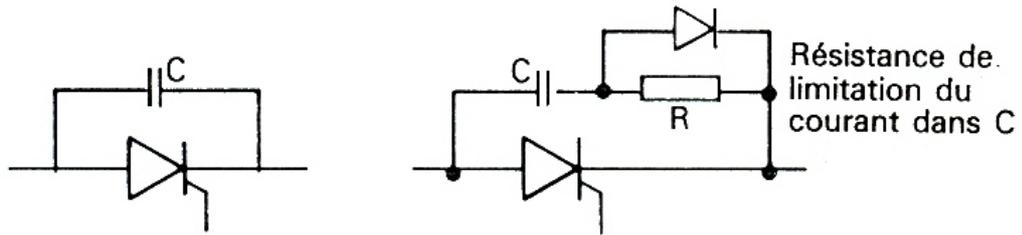


Figure 3.4-4 Protection des SCR contre l'amorçage inattendu

Protection contre les surtensions.

On peut mettre en parallèle avec le thyristor soit un demi conducteur (GEMOV) (Métal oxyde varistor), soit un ensemble de deux diodes tête-bêche ou sélénium (thyrector).



Figure 3.4-5 Protection des SCR contre les surtensions

Thyristors G. T.O. (gate turn off)

Ce sont des thyristors appelés aussi thyristor à blocage. Une impulsion négative sur la gâchette assure le blocage des thyristors. Il existe des thyristors GTO jusqu'à 400 A sous 2500 V.

Les circuits d'amorçages des thyristors

Le circuit d'amorçage a pour but d'appliquer sur la gâchette du thyristor une tension positive; en redressement commandé, cette tension devra être synchronisée pour que l'amorçage s'effectue à des instants précis, en général, sous forme d'impulsions.

Synchronisation avec le réseau :

-Par redressement et obtention de signal carré par diode zenner. l'isolement est obtenu au moyen d'un transformateur.

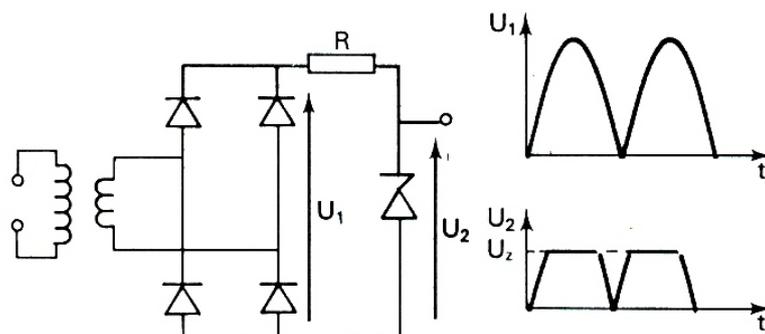


Figure 3.4-6 Circuit de synchronisation d'amorçage du SCR

-Par système optocoupleur, le transformateur n'est pas nécessaire mais recommandé.

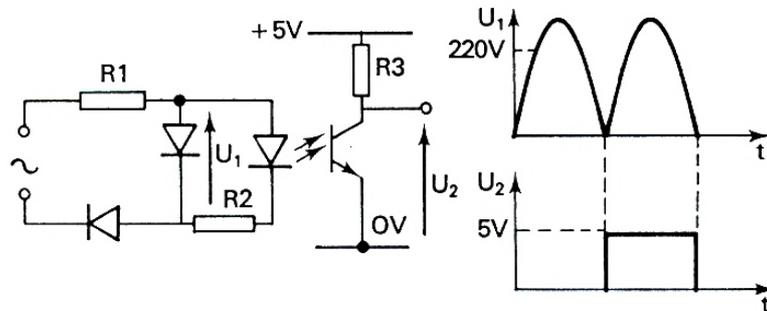


Figure 3.4-7

Production des impulsions d'amorçage

-Par multivibrateur : deux portes " NAND » sont utilisées en inverseur; le changement d'état s'effectue avec une constante de temps RC; on obtient, en sortie, des impulsions de fréquence variable selon la constante RC ;

-Par circuits avec amplificateurs opérationnels ;

- par système à micro- processeurs.

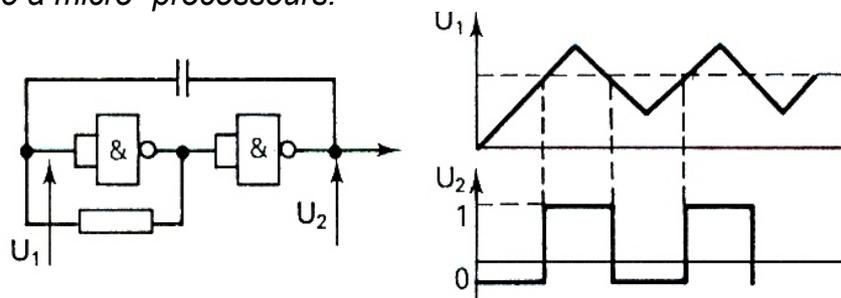


Figure 3.4-8 Multivibrateur astable et son signal de sortie

Application des impulsions aux gâchettes

Il est préférable d'isoler le circuit de commande des gâchettes du circuit principal; pour cela, on a recours à des transformateurs d'impulsions. Quel que soit le mode d'obtention des impulsions, on est pratiquement toujours conduit à employer un transistor de sortie.

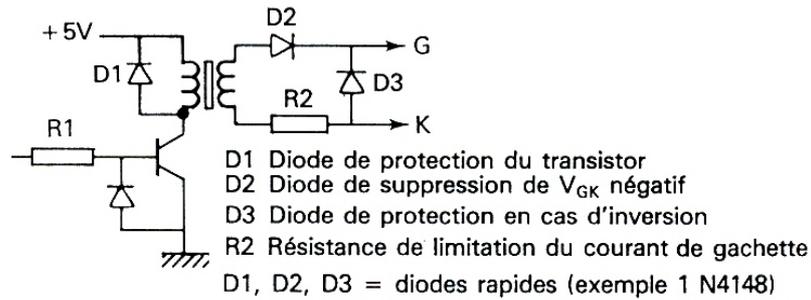


Figure 3.4-9

Remarque: Ce qui importe pour l'amorçage d'un thyristor n'est pas la largeur d'impulsion, mais plutôt les charges injectées en début de commande; on a intérêt à envoyer des trains d'impulsions

3.5 Caractéristiques du triac

Composition

C'est un élément semi conducteur qui comprend deux structures de thyristor NPNP en sens inverse. On remarque sur le schéma les deux thyristors $N_4P_1N_1P_2$ et $P_1N_1P_2N_2$. C'est un composant constitué comme deux thyristors montés « tête-bêche ». mais il ne comporte qu'une seule gâchette; il est essentiellement utilisé dans les gradateurs

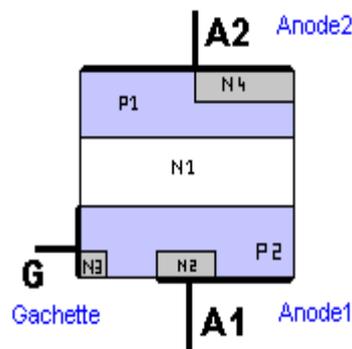


Figure 3.5-1 Coupe simplifiée d' un triac

Caractéristiques électriques

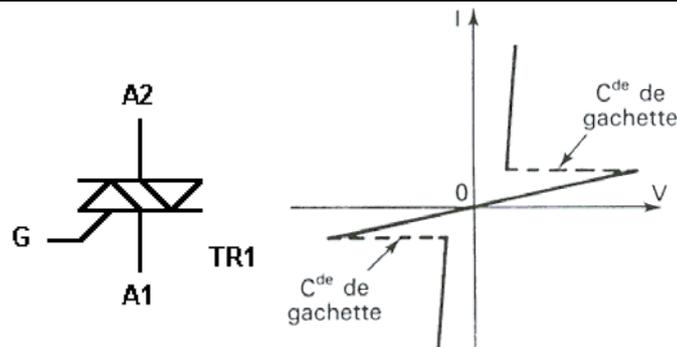


Figure 3.5-2 Caractéristique courant – tension d'un triac

Elles correspondent aux caractéristiques de 2 thyristors dans deux quadrants opposés. Suivant que l'anode A1 ou l'anode A2 est positive par rapport à l'autre, le triac s'amorcera dans le premier ou le troisième quadrant.

Amorçage

Le déclenchement des triacs peut s'effectuer dans les quatre modes suivants :

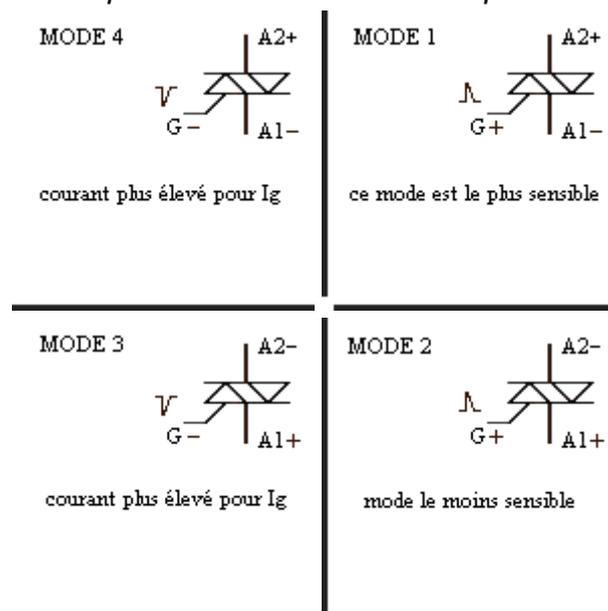


Figure 3.5-3 Modes d'amorçage de triac

Lorsque l'on alimente un Triac en alternatif il y a 4 possibilités de déclenchement :

Le mode 1 et 2 : la tension alternative change la polarité des Anodes A1,A2 et le signal de déclenchement est toujours positif .(système peu recommandé).

Le mode 1 et 3 : la tension alternative sur A1,A2 et le signal de déclenchement est identique au courant principale (déclenchement économique).

Le mode 4 et 2 : la tension alternative sur A1,A2 et le signal de déclenchement est opposé au courant principal (sans intérêt , déconseillé).

Le mode 4 et 3 : la tension alternative sur A1,A2 et le signal de déclenchement négatif par rapport A1

(déclenchement industriel performant).

le tableau ci-dessous résume l'amorçage qui peut être utilisé avec un courant de gâchette positif ou négatif, que la tension U21 soit positive ou négative; il y a donc quatre combinaisons possibles :

Tension	U21 positif		U21 négatif	
Courant de gâchette	$I_g > 0$	$I_g < 0$	$I_g > 0$	$I_g < 0$
commutation	Très bonne	Moyenne	Mauvaise	Bonne

Tension $U_{21} = V_{A1} - V_{A2}$

On choisira de préférence un courant de gâchette positif. Dans le cas où on travaille suivant toutes les consignes, il faut que la commande fonctionne dans le cas le plus défavorable (tension U21 négatif, courant de gâchette négatif) .

Le circuit d'amorçage peut être effectué :

- a) par diac : voir l'étude sur les diacs (paragraphe suivant) ;
- b) par transformateur d'impulsions. comme pour les thyristors ;
- c) par circuits intégrés spécialisés: ces circuits permettent la détection de passage à 0 de la tension à contrôler et une génération de train d'ondes pour la commande de gâchette.

Le blocage est obtenu après suppression du courant de gâchette et application d'une tension inverse à celle qui maintenait la conduction.

Références



Figure 3.5-4 Exemple d'un boîtier de triac

Ex : BTA 08-700S

BTA indique la série (isolé) , 08 = 8 Ampères , 700 Volts .Pour un boîtier TO220 il existe des Triacs isolés ou non isolés , en fait c' est le support de fixation qui est isolé ou non par rapport aux Anodes .De préférence on utilise des triacs isolés bien qu' ils soit légèrement plus chère .

Caractéristiques constructeurs

Le courant de gâchette est indiqué en fonction des quatre quadrants, un suffixe permet de repérer sa valeur .

QUADRANTS

suffixe	I ++	II + -	III - -	IV - +
T	5	5	5	5
D	5	5	5	10
S	10	10	10	10
A	10	10	10	25

Les autres valeurs sont identiques à celles données pour les thyristors

Utilisations

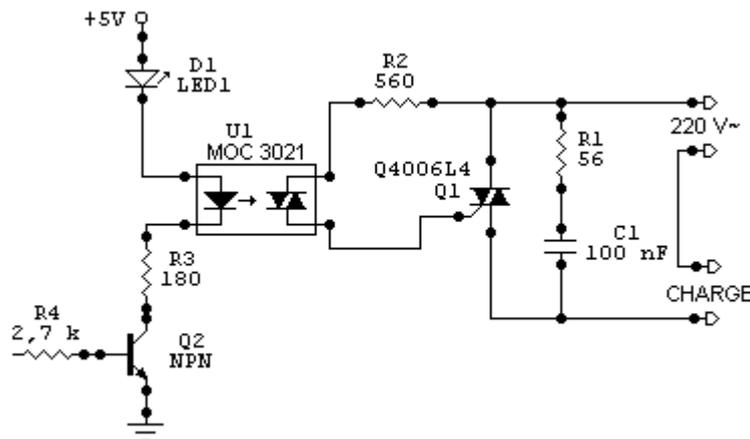


Figure 3.5-5 Contrôle du courant dans la charge

Les triacs permettent de remplacer les deux thyristors dans les gradateurs. Ils peuvent contrôler des courants de 1 à 60 A avec des tensions inverses de 700 à 1 000 v. Leurs principales applications sont :

- les gradateurs de lumière ;
- les alimentations de radiateurs de chauffage électrique ;
- la commande de petits moteurs universels alimentés en courant alternatif .

3.6 Caractéristiques du diac

Caractéristiques électriques

Le diac peut être considéré aussi comme un triac mais sans électrode de commande. Il s'amorce automatiquement dès que sa tension atteint environ 35 V (de 32 à 42 V selon les modèles) . Dès qu'il est amorcé la tension à ses bornes baisse considérablement !

Au départ il se comporte comme deux diodes zeners montées en séries tête-bêche, mais il se désamorçe comme un thyristor .Il ne devient conducteur qu'à partir d'une certaine tension positive ou négative : quelques volts. Si cette tension redescend, il reste conducteur, sauf si l'intensité devient trop faible, ce qui le bloque.

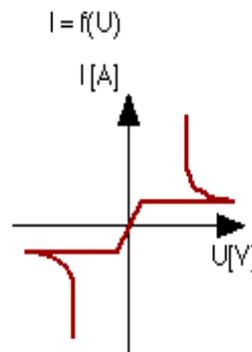


Figure 3.6-1 Caractéristique courant – tension d'un diac

Références

La valeur d' un diac n' est pas indiqué dessus .



Le boîtier d'un diac ressemble à celui d'une diode mais le trait repère est situé au milieu. Plus rarement, c'est un boîtier plastique genre transistor mais avec deux pattes seulement, ne pas tenir compte de l'orientation du méplat de ce boîtier puisqu'un diac n'a pas de polarité.

Sous la forme de CMS :

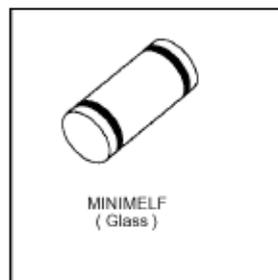


Diac

TRIGGER DIODES

FEATURES

- VBO : 32V VERSION
- LOW BREAKOVER CURRENT



Fonctionnement

Le diac est surtout employé pour fournir des impulsions tantôt positives, tantôt négatives.

Étant donné le montage ci-dessous, l'ensemble à courant alternatif, diac est alimenté par une tension alternative

$V > 50 \text{ V}$.

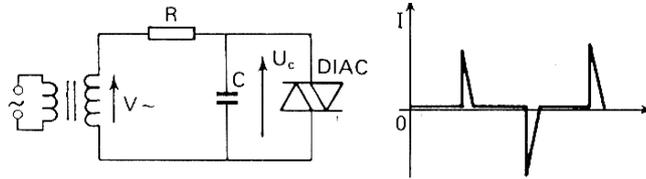


Figure 3.6-2 Impulsions du courant produites par un diac

Lorsque la tension U_c est inférieure à la tension V_{BR} (tension d'avalanche), le diac présente une résistance infinie. Dès que $U_c = V_{BR}$; cette résistance devient très faible ; (équivalente à celle d'un interrupteur fermé), ce qui a deux conséquences :

- le courant ne passe plus par le condensateur, mais par le diac ;
- le condensateur se décharge à travers le diac ; on obtient ainsi une impulsion du courant à chaque alternance.

Commande de triac

Le circuit de puissance comportant la source alternative, la charge et le triac, est commandé par les impulsions sur la gâchette qui proviennent du circuit $R C$ avec le diac.

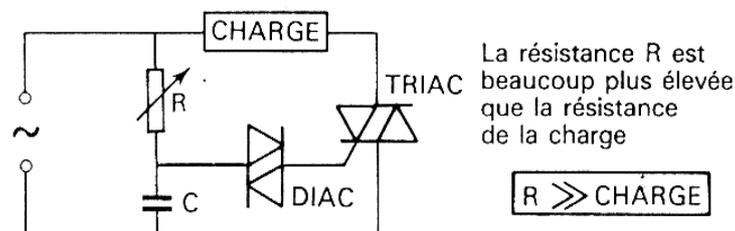


Figure 3.6-3 Circuit d'amorçage du triac par le diac

La charge a une très faible impédance par rapport à celle présentée par le circuit $R C$.

Exemple: résistance $A = 100 \text{ k}\Omega$, $C = 0,1 \mu\text{F}$ résistance de la charge: 100Ω ,

La tension d'alimentation du montage sera la tension du secteur, soit $220 \text{ V}; 50\text{Hz}$.

Utilisations

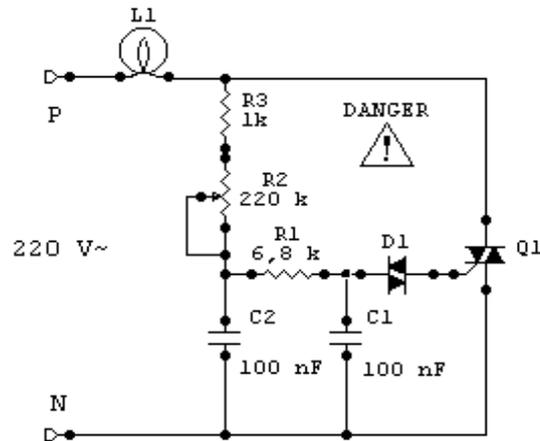


Figure 3.6-4 Gradateur de lumière

Le fait d'intercaler un diac dans un circuit gâchette de triac (ou de thyristor...) rend le seuil de déclenchement plus franc et plus fidèle, surtout en fonction de la température du triac. Revenons au variateur de puissance de la figure 3.6-3 : à partir d'une certaine tension le condensateur se décharge brutalement par le diac dans G et A1 mais il subsiste un courant faible venant de R ; le diac reste conducteur mais le condensateur ne peut se charger qu'à une tension très faible. La tension de secteur passe par zéro volt, l'intensité venant de P1 devient nulle et le diac se bloque. Puis, la tension secteur quitte zéro, le condensateur peut donc se charger par R car le diac est bloqué, ainsi de

Suite :

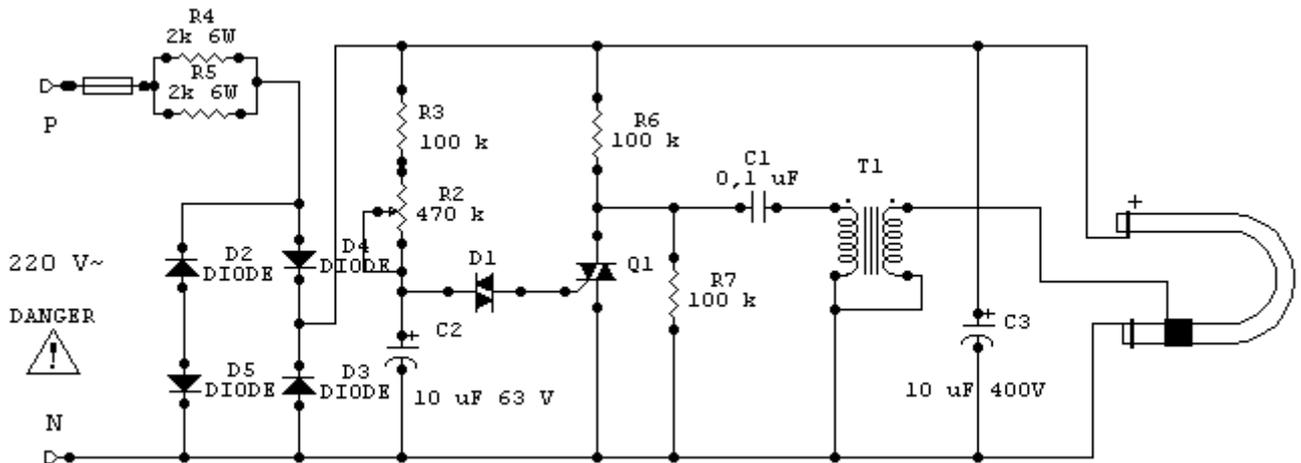


Figure 3.6-5

3.7 Caractéristiques de l'amplificateur opérationnel

C'est un amplificateur à circuit intégré linéaire comportant deux entrées et une sortie, il doit être alimenté sous une tension continue symétrique, en général + 15 V, -15 v.

3.7.1 Symboles et branchements

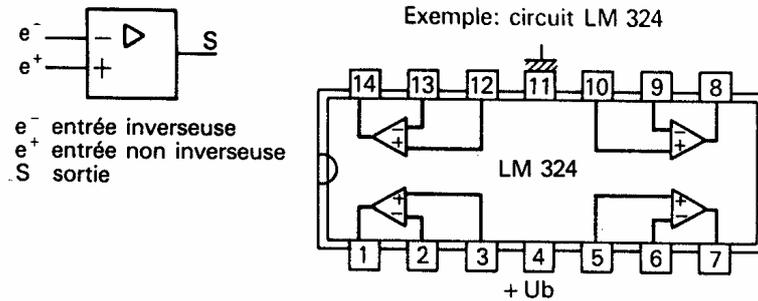


Figure 3.7-1

L'amplificateur opérationnel est un circuit intégré linéaire qui amplifie la différence des tensions V_1^+ et V_1^- appliquées entre ses entrées et la masse.

3.7.2 Caractéristiques

Amplification :

Ad: facteur d'amplification différentiel

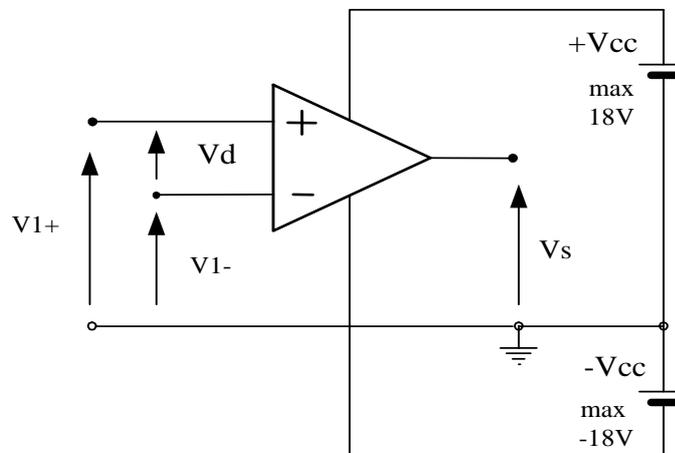


Figure 3.7-2

$$V_s = Ad(V_1^+ - V_1^-)$$

Le facteur Ad est très grand, de l'ordre de 10^5 . Etant donné que la tension de sortie ne peut dépasser la tension d'alimentation continue, une différence entre 1 V à l'entrée de V_1^+ et V_1^- ne peut donner $Ad(V_1^+ - V_1^-) = 10^5 \times 1 = 100000$ V. On n'aura alors que 10 ou 30 V par exemple; on dit dans ce cas que l'amplificateur est saturé.

3.7.3 Régime de fonctionnement

Régime linéaire: la tension de sortie V_s est proportionnelle à la tension d'entrée.

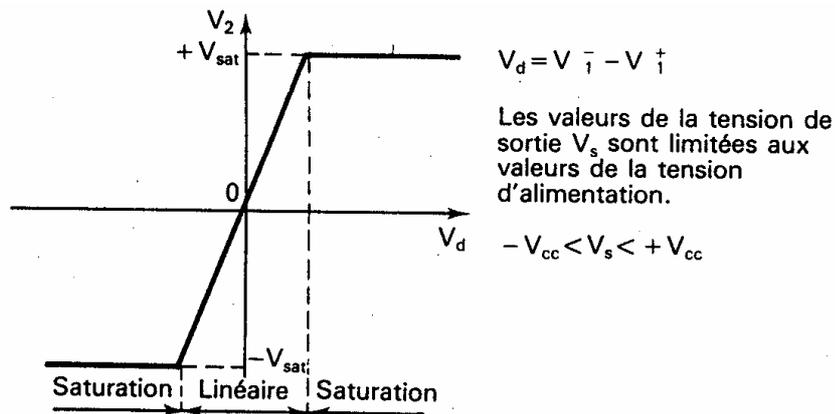


Figure 3.7-3

Les valeurs de la tension de sortie V_s sont limitées aux valeurs de la tension d'alimentation.

Régime saturé: la tension de sortie est maximale et ne dépend que du signe de la tension d'entrée.

Règles relatives à l'emploi des amplis OP :

Les courants d'entrée sont négligeables

La tension aux bornes des entrées e^+ et e^- est voisine de 0.

3.7.4 Amplification linéaire

3.7.4.1 Amplificateur inverseur

C'est un montage de base le plus utilisé, on l'appelle aussi amplificateur proportionnel.

Au point A (Fig. 3.7-4), le courant $i^- = 0$, ce qui entraîne: $i_1 + i_2 = 0$. Si on pose sur i_1 et i_2 on a

$$\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} = 0$$

D'où la tension de sortie est :

$$V_2 = -\frac{R_2}{R_1} V_1$$

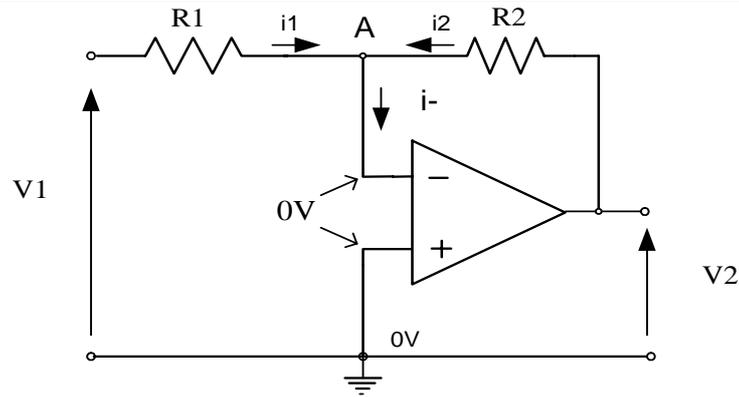


Figure 3.7-4

L'amplification est négative; par exemple, une tension sinusoïdale en entrée, donnera une tension sinusoïdale en sortie, mais en opposition de phase.

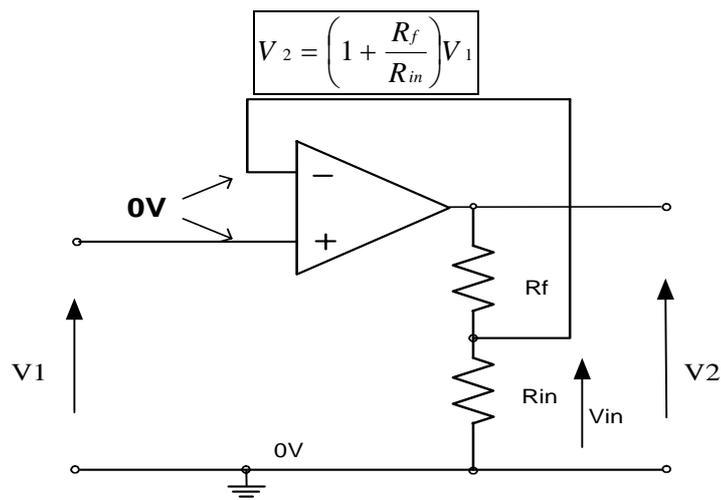
On peut obtenir un amplificateur non inverseur en inversant les bornes d'entrée, avec le même montage.

3.7.4.2 Amplificateur non inverseur

C'est un second montage largement utilisé dans des différentes applications. Un pont diviseur installé à la sortie fournit une part de cette tension à l'entrée inverseuse. La valeur de cette tension d'entrée est :

$$V_1 = \frac{R_{in}}{R_f + R_{in}} V_2$$

d'où on a :



$$V_2 = \left(1 + \frac{R_f}{R_{in}}\right) V_1$$

3.7.4.3 Suiveur

Ce montage fonctionne en linéaire, son gain en tension est égal à 1, c'est-à-dire $V_2 = V_1$. C'est un cas particulier de l'amplificateur non inverseur où $R_f = 0$ et $R_{in} = \infty$

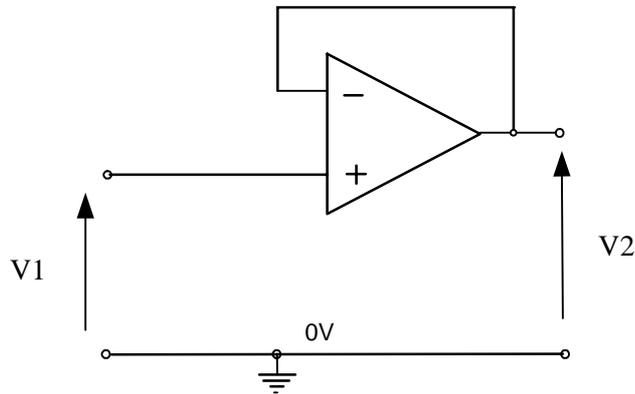


Figure 3.7-5

Amplification en tension $A_v = 1$

Très grande résistance d'entrée : $R_e = 10^5 M\Omega$

Très faible résistance de sortie : $R_s = 1m\Omega$

Il est utilisé comme adaptateur d'impédance, comme un circuit séparateur d'étages ou encore comme amplificateur en courant.

3.7.4.4 Additionneur inverseur

La tension de sortie est proportionnelle à la somme des tensions d'entrée; la tension de sortie est inversée.

Schéma:

On peut écrire :

$$V_s = R_2 \left(\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_1'}{R_1'} \right)$$

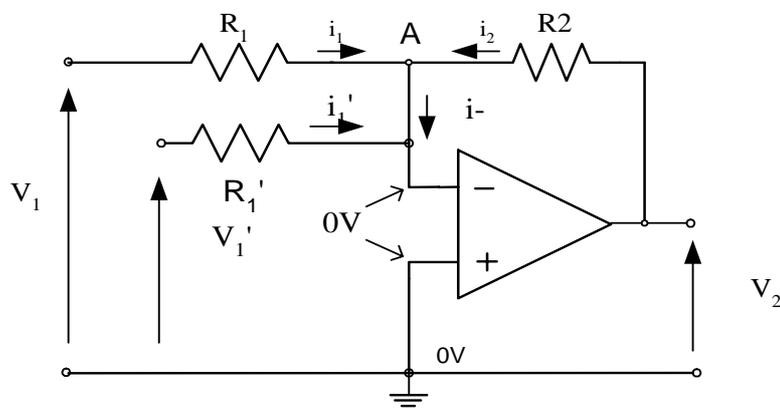


Figure 3.7-6

L'additionneur inverseur permet l'addition des signaux de tensions des différentes natures (par exemple alternatives de même fréquence mais déphasées).

3.7.4.5 Soustracteur

Ce montage est équivalent au précédent mais il effectue la différence entre les tensions V_1 ,

Une tension est appliquée à chaque entrée :

si $R_1 = R_3$ et $R_2 = R_4$ on a :

L'amplification en boucle fermée est alors :

$$A_v = \frac{R_2}{R_1}$$

Les deux premiers montages sont les plus employés dans les systèmes d'électronique de puissance.

On préfère, pour les opérations de somme ou de soustraction, utiliser des systèmes numériques.

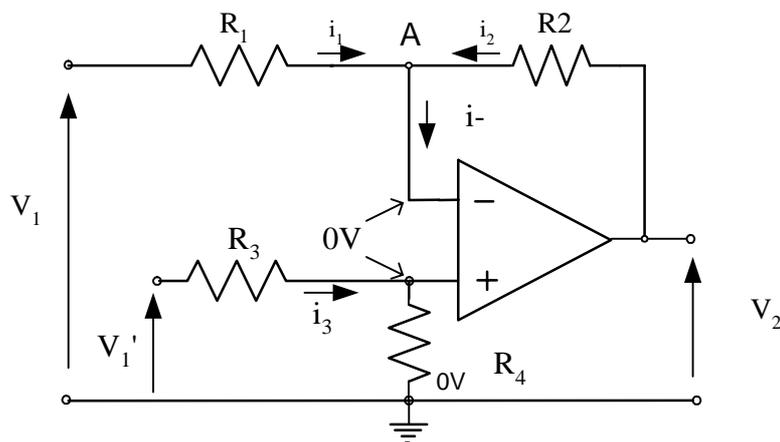


Figure 3.7-7

Redressement

Même si les piles jouent toujours un rôle important dans certains systèmes électroniques de faible puissance, il faut dans la plus part du temps convertir la tension alternative du secteur nécessaire au fonctionnement des circuits à courant continu. Les circuits de redressement favorisent l'utilisation des diodes semi-conductrice appelées diodes de redressement.

3.8 Redresseur simple alternance

Le redresseur demi onde est composé d'une source de tension alternative et d'une diode de redressement placé en série dans un circuit de charge.

Tension de sortie positive

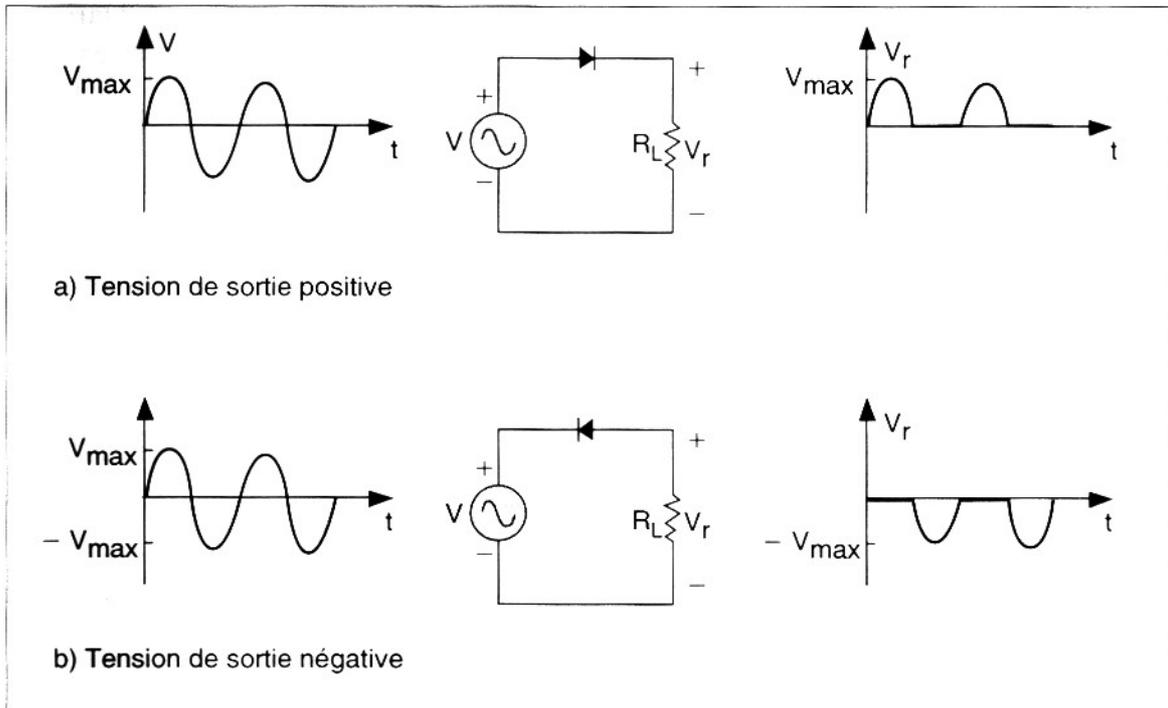


Figure 4.1-1 Allure de la tension aux bornes de la charge

Tension de sortie négative

La tension de sortie est celle prise aux bornes de la charge R_L . La polarité de la tension de sortie dépend du sens de la diode dans le circuit. D'après la figure, lorsque la tension alternative d'entrée est positive, la tension à l'anode de la diode est positive par rapport à la cathode. La diode considérée comme idéale laisse donc circuler le courant dans la charge pour toute la durée de l'alternance positive. Par contre, lorsque le potentiel d'entrée est négatif, la diode se trouve polarisée en sens inverse et se comporte comme un interrupteur ouvert. Puisque aucun courant ne peut parcourir le circuit pendant que la diode est à l'état bloqué, la tension aux bornes de la charge demeure nulle pour toute l'alternance négative.

Il faut remarquer que le signal de sortie ne consiste pas en un niveau continu constant. Un circuit redresseur transforme une tension alternative en une tension à courant continu (CC) pulsée. Il dispose néanmoins d'une valeur moyenne positive.

3.9 Redressement double alternance à prise médiane

Les circuits qui utilisent deux diodes et un transformateur à prise médiane s'appellent redresseurs double alternance à prise médiane.

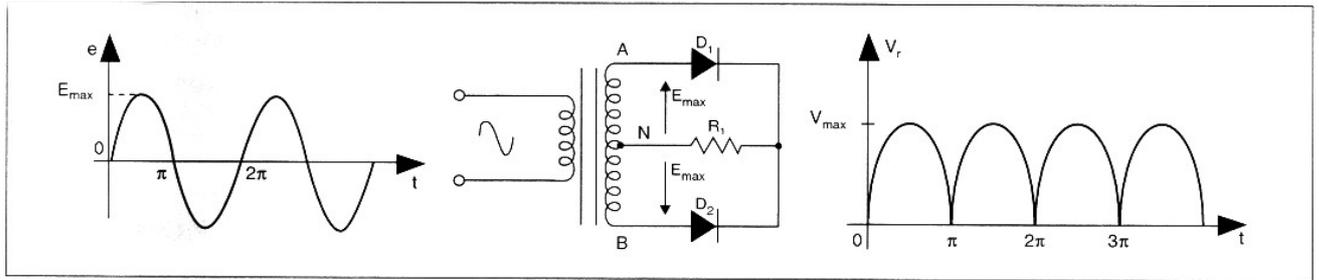


Figure 4.2-1

Fonctionnement durant l'alternance positive

Pendant toute la durée de l'alternance positive du signal d'entrée, la borne **A** du secondaire du transformateur est positive par rapport à **N**, la diode **D1** est polarisé en sens direct. Pendant ce temps, la diode **D2** se trouve en polarisation inverse et bloque le passage du courant. Durant toute l'alternance positive, un courant circule à travers la charge par l'entremise de la diode **D1**.

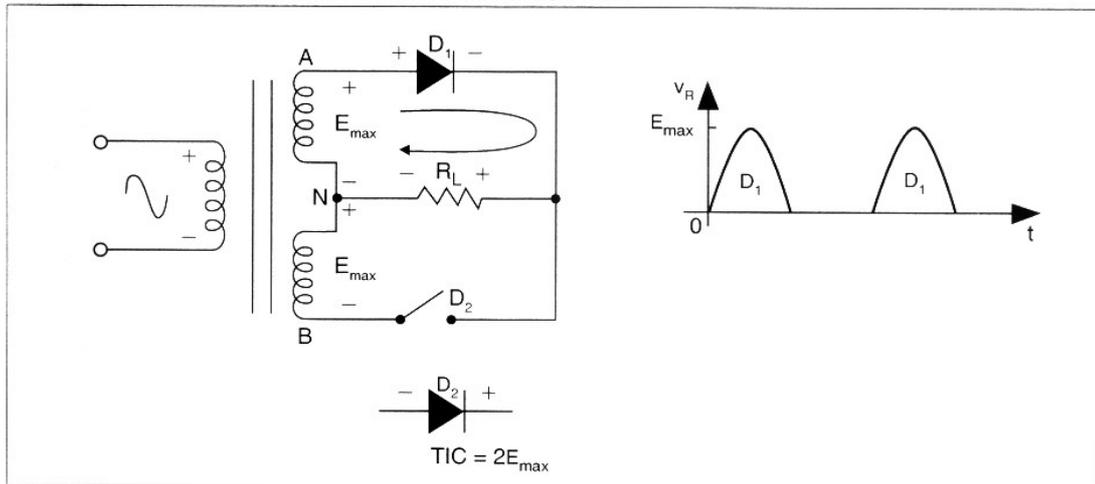


Figure 4.2-2 Allure de la tension de charge pendant l'alternance positive

Fonctionnement durant l'alternance négative

Au contraire, pendant toute la durée de l'alternance négative du signal d'entrée, la borne **B** du secondaire du transformateur devient positive par rapport à **N** et polarise la diode **D2** en sens direct. Pendant ce temps, c'est la diode **D1** qui se trouve en polarisation inverse bloque le passage du courant. Durant toute l'alternance négative, un courant circule à travers la charge par l'entremise de la diode **D2**.

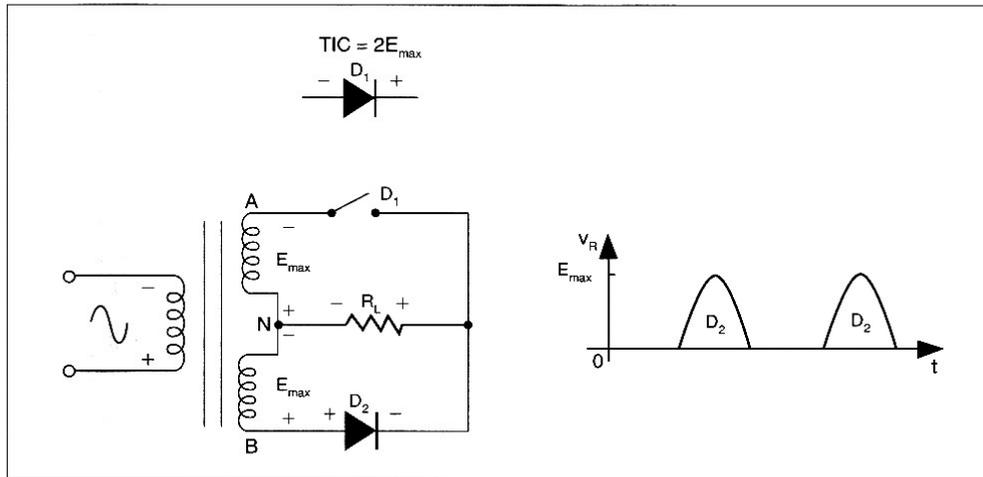


Figure 4.2-3 Allure de la tension de charge pendant l'alternance négative

3.10 Redressement double alternance en pont

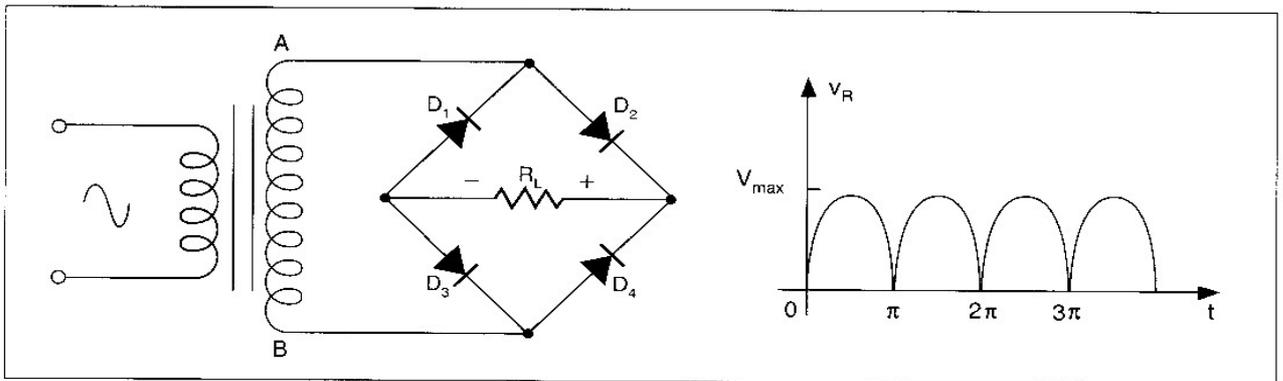


Figure 4.3-1 Allure de la tension de charge R_L

Fonctionnement durant l'alternance positive

Pendant toute la durée de l'alternance positive du signal d'entrée, la borne A du secondaire du transformateur est positive par rapport à la borne B et polarise les diodes D_2 et D_3 en sens direct. Pendant ce temps les diodes D_1 et D_4 se trouvent en polarisation inverse et bloquent le passage du courant. Durant toute l'alternance positive, un courant circule à travers la charge par l'entremise des diodes D_2 et D_3 .

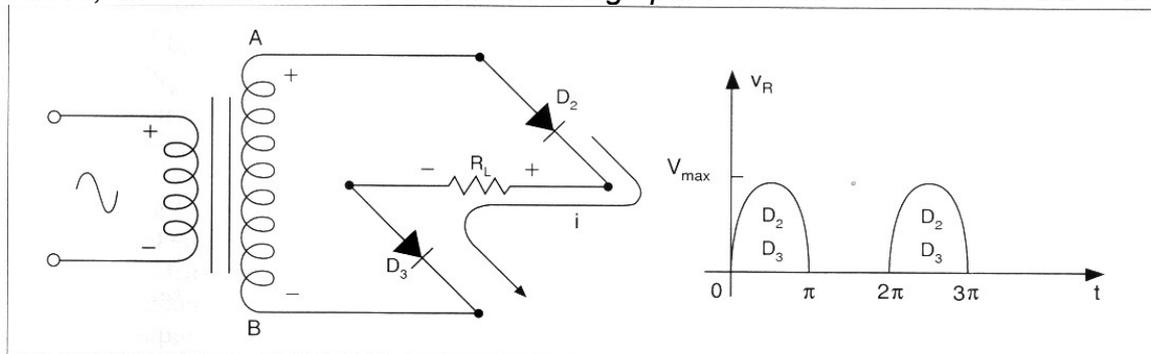


Figure 4.3-2 Allure de la tension de charge pendant l'alternance positive

Fonctionnement durant l'alternance négative

Au contraire, pendant toute la durée de l'alternance négative du signal d'entrée, la borne B du secondaire du transformateur devient positive par rapport à la borne A et polarise les diodes D1 et D4 en sens direct. Pendant ce temps ce sont les diodes D2 et D3 qui se trouvent en polarisation inverse et bloquent le passage du courant. Durant toute l'alternance négative, un courant circule à travers la charge par l'entremise des diodes D1 et D4 .

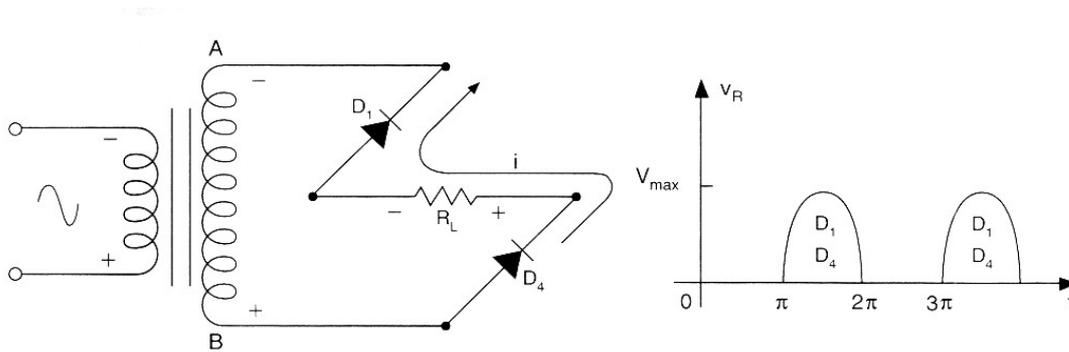


Figure 4.3-3 Allure de la tension de charge pendant l'alternance négative

3.11 Comparaison entre les différentes tensions des redresseurs

Le tableau ci dessous compare entre la valeur maximale et moyenne dans une charge R_L donnée.

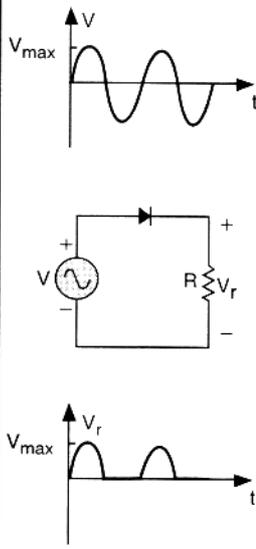
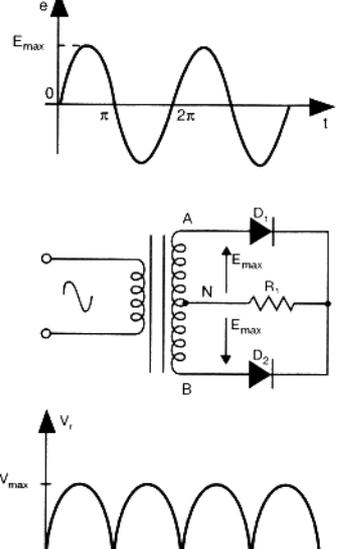
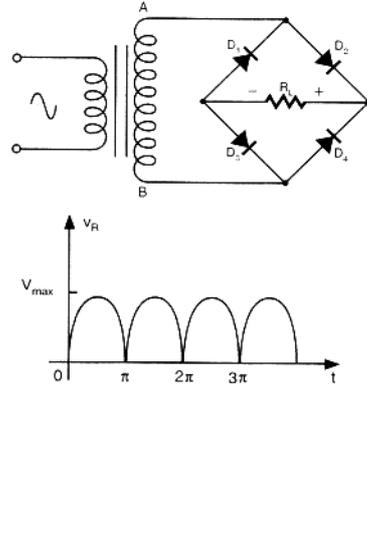
	Redresseur simple alternance	Redresseur double alternance	
		à prise médiane	en pont
			
Avantages	Simplicité	Bon rendement	Le plus avantageux
Inconvénients	Faible rendement	<ul style="list-style-type: none"> - Nécessite un transformateur à prise médiane - TIC élevée 	Aucun °
Tensions d'entrée	E_{eff} ou E_{AB}	E_{eff} prise médiane ou E_{AN} ou E_{BN}	E_{eff} ou E_{AB}
V_{max}	$\sqrt{2}E_{AB}$	$\sqrt{2}E_{AN}$ ou $\sqrt{2}E_{BN}$	$\sqrt{2}E_{AB}$
$I_{max,R}$ et $I_{max,D}$	V_{max}/R_L	V_{max}/R_L	V_{max}/R_L
V_{moy}	$0,318V_{max}$	$0,636V_{max}$	$0,636V_{max}$
$I_{moy,R}$	V_{moy}/R_L	V_{moy}/R_L	V_{moy}/R_L
$I_{moy,D}$	$I_{moy,R}$	$I_{moy,R}/2$	$I_{moy,R}/2$
P_{cc}	$V_{moy} \times I_{moy,R} = V_{moy}^2/R_L$	$V_{moy} \times I_{moy,R} = V_{moy}^2/R_L$	$V_{moy} \times I_{moy,R} = V_{moy}^2/R_L$
$V_{eff,R}$	$0,5V_{max}$	$0,707 V_{max}$	$0,707V_{max}$
Nbre de diodes	1	2	4
TIC	E_{max}	$2E_{max}$	E_{max}
f d'ondulation	f source d'alimentation	$2f$ source d'alimentation	$2f$ source d'alimentation
n	40%	81%	81%

Figure 4.4-1 Tableau comparatif des circuits redresseurs

Pont de diodes

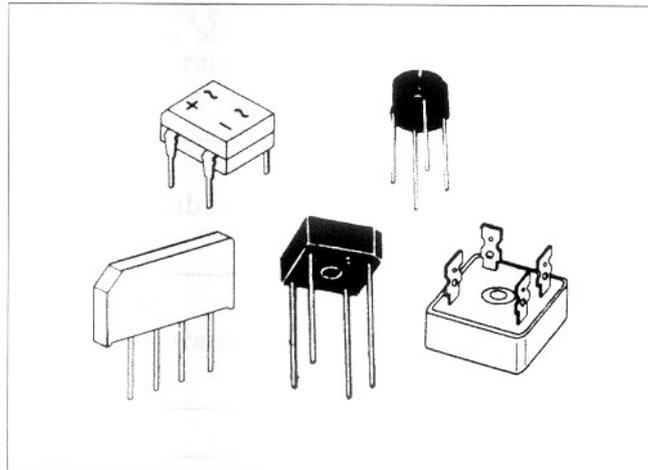


Figure 4.4-2 Divers aspect des ponts redresseurs

3.12 Filtrage

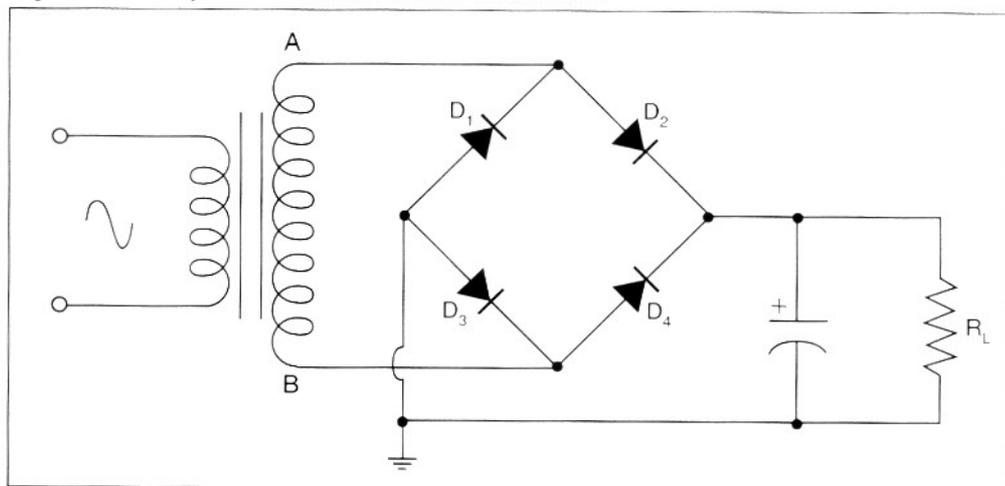


Figure 4.5-1 Circuit de pont redresseur avec un filtre RC

4.6 Principe de fonctionnement d'un régulateur de tension monolithique

Une meilleur conception des alimentations consiste à utiliser assez de condensateurs pour ramener l'ondulation du bloc de redressement à un niveau assez bas (environs 10% de la tension) et à utiliser ensuite un circuit actif à contre réaction pour éliminer l'ondulation résiduelle. Un tel composante est un circuit intégré qui « surveille » la tension de sortie et agit de façon à maintenir constante la tension de sortie. Ce circuit actif est appelé régulation de tension et possède trois broches. Il en existe à tension positive et d'autres à tension négative. Afin d'améliorer la stabilité du régulateur, le fabricant mentionne d'ajouter des condensateurs de découplage à l'entrée et à la sortie du dispositif. Un régulateur il peut être fixe ou réglable (vis de réglage 25 tours) et être

positif ou négatif par rapport à la masse (ex: 7805 positif avec en sortie +5V et 7905 négatif avec en sortie -5V).

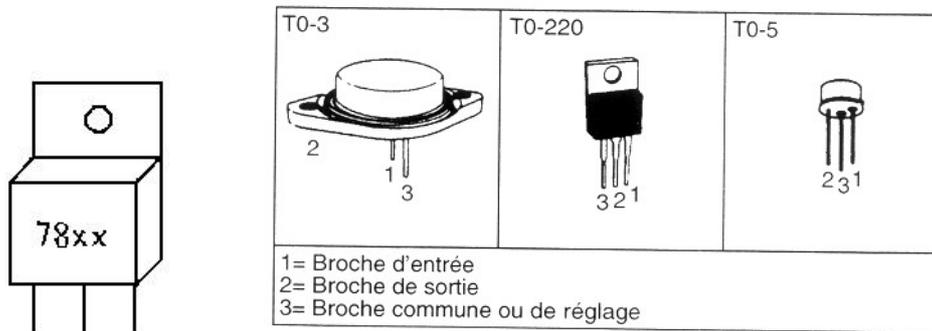


Figure 4.6-1 Boîtiers de régulateurs de tensions

Le montage d'un régulateur est très simple, la patte 1 est l'entrée, la patte 2 se branche à la masse et la patte 3 est la sortie.

Il faut éviter d'alimenter l'entrée avec une tension trop forte par rapport à la sortie pour éviter que le régulateur ne chauffe pour rien, de préférence 2 à 4 volts en plus (voir figure4-10).

Références et valeurs

La valeur indique généralement la tension de sortie, 7805 pour 5 Volts ; 7812 pour 12 Volts

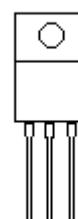
La série 78xx indique une sortie positive par rapport à la masse et la série 79xx indique une sortie négative.

Boîtier TO92

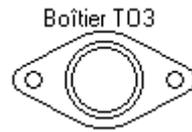


Le " L " est utilisé pour les boîtiers TO 92, I max 100mA

Boîtier TO220



Le " T " est utilisé pour les boîtiers TO220, I max 1,5A



Le " K " ou " CK " pour des boîtiers TO3, I max 3 A.

	Us	Is	C1	D1	TR1	Utr1	Fu1
Type	Tension de sortie	Intensité de sortie MAX	Condensateur de filtrage MINI	Pont ou Diodes	Puissance transfo	Tension transfo	Fusible secteur
7805	+ 5 V	1 A	2200 μ F - 16 V	1,5A 100V	16 VA	9 V	100 ma
78L05	+ 5 V	0,1 A	220 μ F - 16 V	0,5A 100V	1 VA	9 V	100 ma
78T05	+ 5 V	3 A	4700 μ F - 16 V	4 A 100V	30 VA	9 V	200 ma
7806	+ 6 V	1 A	2200 μ F - 16 V	1,5A 100V	16 VA	9 V	100 ma
7808	+ 8 V	1 A	2200 μ F - 25 V	1,5A 100V	16 VA	12 V	100 ma
7809	+ 9 V	1 A	2200 μ F - 25 V	1,5A 100V	16 VA	12 V	100 ma
7812	+ 12 V	1 A	2200 μ F - 35 V	1,5A 100V	16 VA	15 V	100 ma
78L12	+ 12 V	0,1 A	220 μ F - 35 V	0,5A 100V	3 VA	15 V	100 ma
78T12	+ 12 V	3 A	4700 μ F - 35 V	4 A 100V	48 VA	15 V	400 ma
7815	+ 15 V	1 A	2200 μ F - 35 V	1,5A 100V	26 VA	18 V	200 ma
7818	+ 18 V	1 A	2200 μ F - 40 V	1,5A 100V	26 VA	24 V	200 ma
7824	+ 24 V	1 A	2200 μ F - 40 V	1,5A 100V	26 VA	24 V	200 ma

Schéma d'application

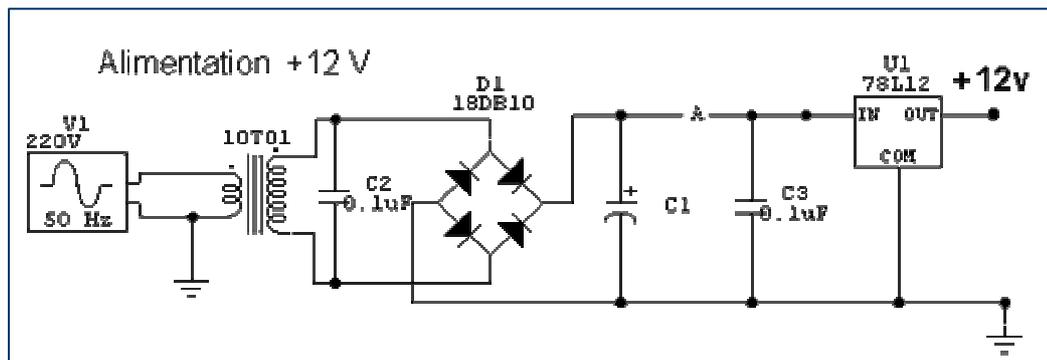


Figure 4.6-2

Exercices d'application :

Exercice 1 :

Exprimer par les expressions « faible » ou « grande » la valeur qui devrait être lue par l'ohmmètre, si les transistors sont en bon état

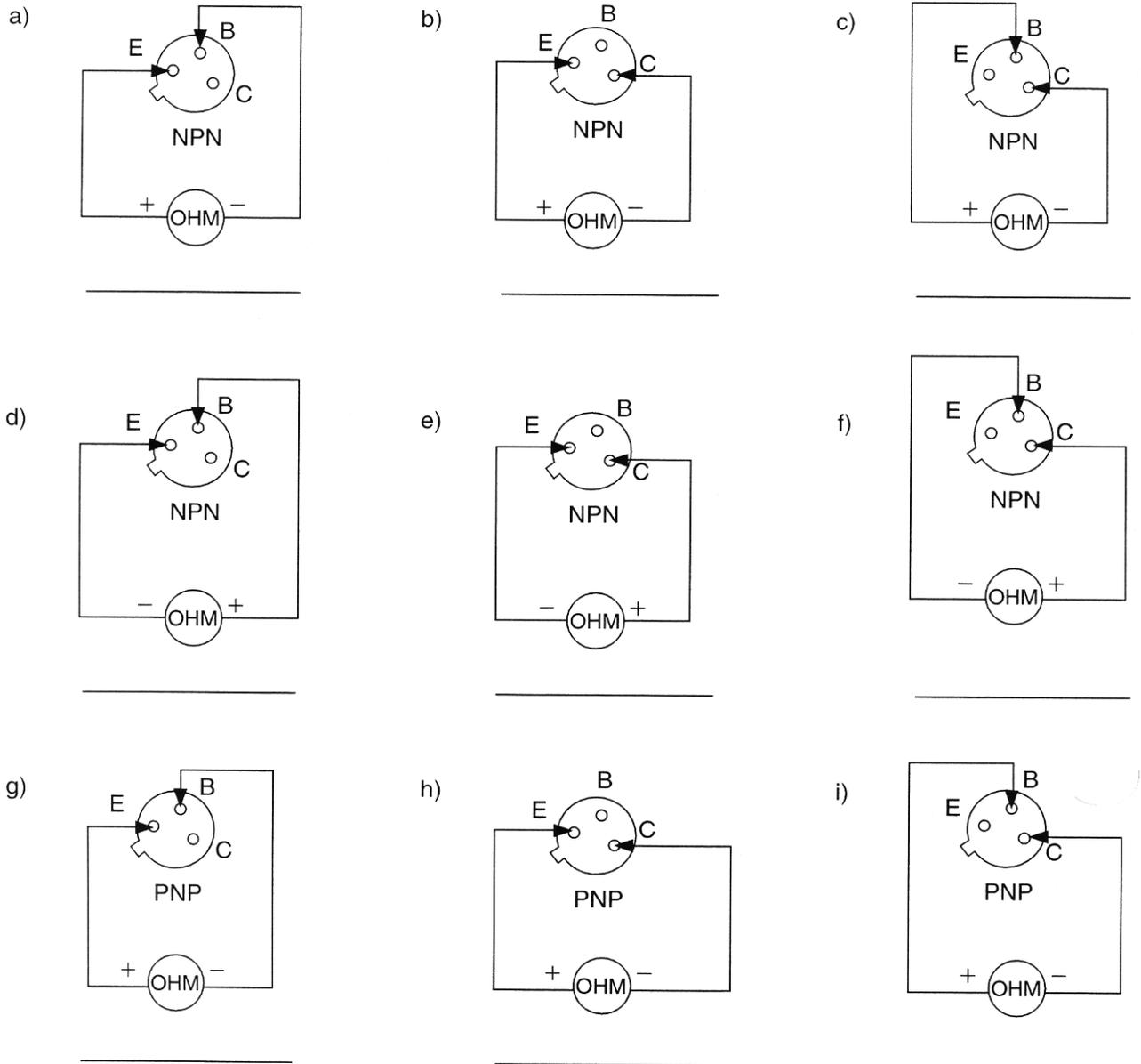


Figure 4.6-3

Exercice 2 :

Selon la lecture de l'ohmmètre, déterminer le type de canal (canal P ou canal N) de chacun des transistors à effet de champ.

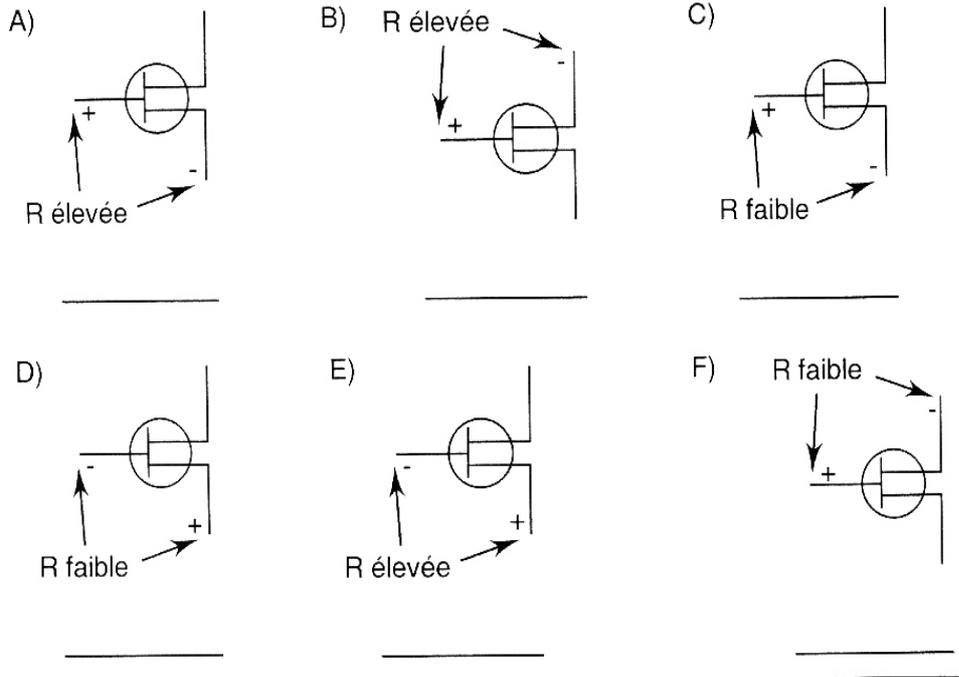


Figure 4.6-

4.Mesure des composants de circuit

Les instruments nécessaires pour les travaux pratiques

Le voltmètre :pour la mesure des tensions alternatifs et continus(ac ,cc)

On peut choisir un voltmètre à aiguille ou digitale(numérique) selon le matériel disponible à l'atelier. Le voltmètre se branche toujours en parallèle avec la branche ou on veut mesurer la tension.

L' ampèremètre : pour la mesure des courants alternatifs ou continus.

Branchement est toujours en série avec la branche ou on veut mesurer le courant.

L'oscilloscope pour relever les formes de signaux.

On peut se disposer d'un appareil universel qui peut regrouper plusieurs fonctions telle que :

voltmètre, ampèremètre, ohmmètre, capacimètre, testeur de diode et transistors

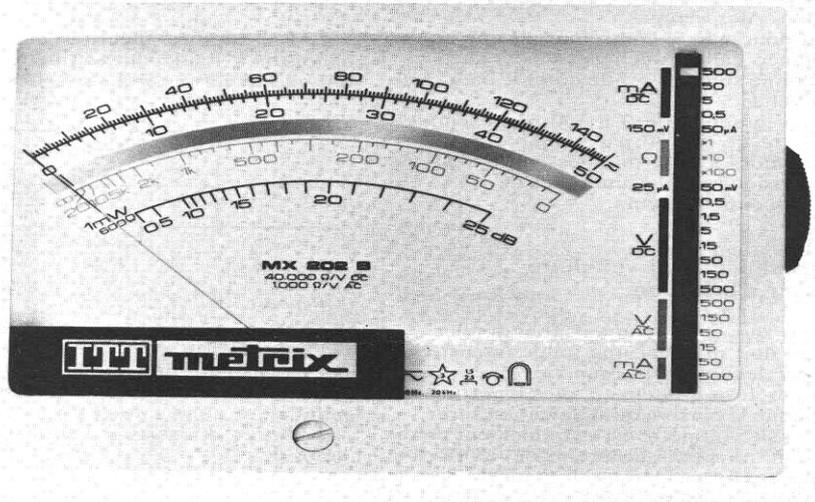


Figure 5-1



Figure 5-2

Plaquette : pour essai des divers montages avant implantation de ces composants sur circuit imprimé .

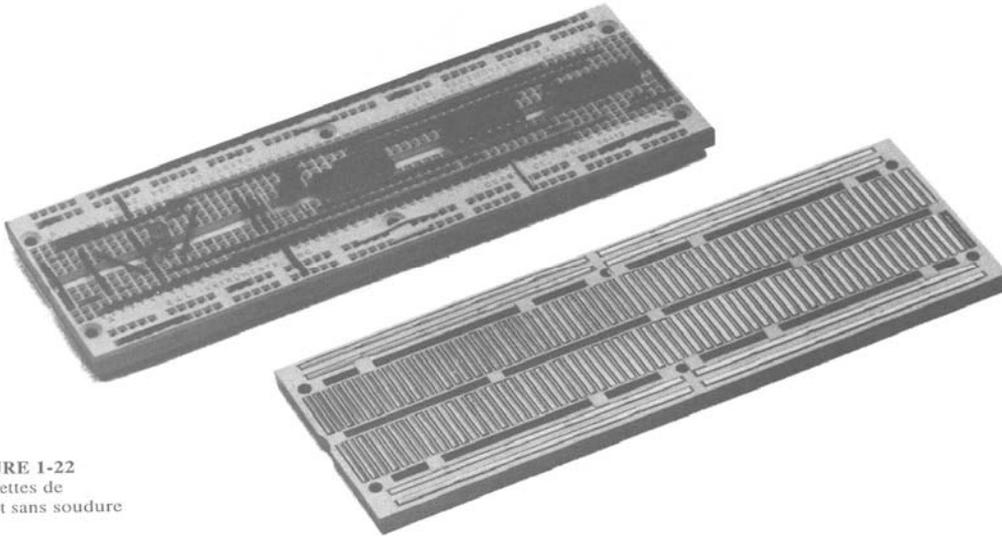


FIGURE 1-22
Plaquettes de circuit sans soudure

Figure 5-3

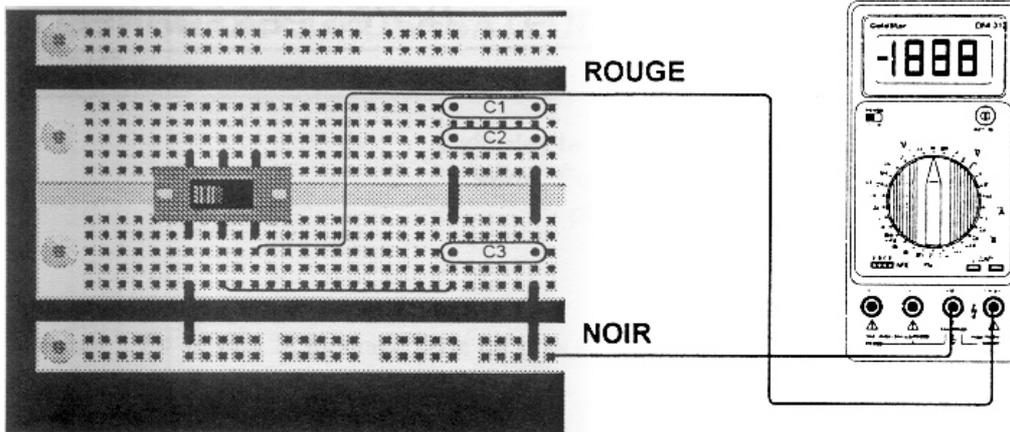


Figure 5-4

Module N° 8 : Électronique de base .

GUIDE DES TRAVAUX PRATIQUES

TP1. Identification d'une diode

Utiliser un ohmmètre ou un appareil universel en positions test diode pour identifier l'anode et la cathode de la diode.

On observe l'intensité de la lumière pour le cas comme (a) et on la compare avec celle de l'ampoule alimenté directement par la pile. Quelle est la conclusion ?

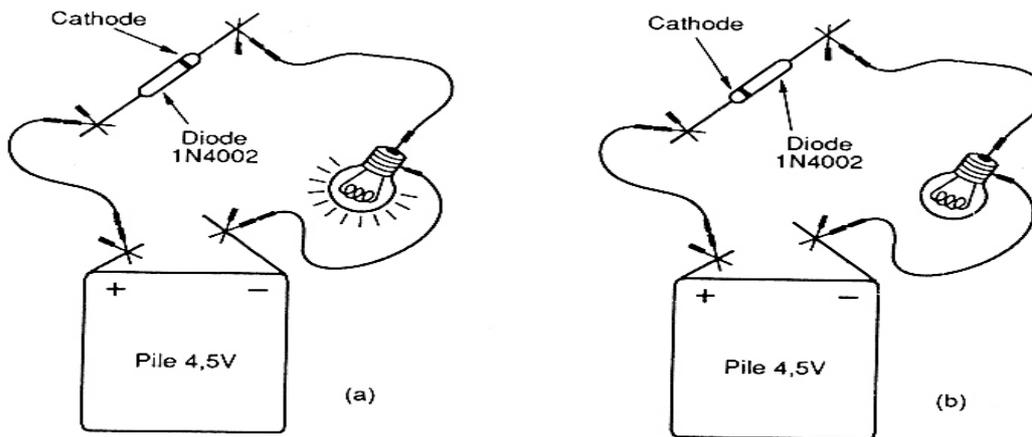


Figure 6-1

TP2. Redressement et filtrage

Durée du travail pratique:

La durée du travail pratique est de 4 heures.

Matériel nécessaire pour les TP de redressement :

Transformateur 2 x 6V ou 2x 12V

4 diodes 1N4004

1 condensateur de 100µF, 2 x 470µF, 1 x 10µF

1 résistance de 2kΩ, 0,5W

2 résistances de 390Ω, 0,25W

1 résistance de 1kΩ, 0,25W

2 sondes pour oscilloscope

Multimètre et sondes

oscilloscope

1. Redressement demi onde simple (sans capacité)

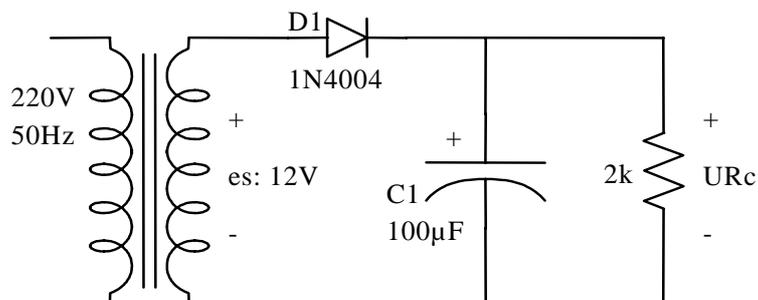


Figure 6-2

Réalisez le circuit de la 2 sans placer le condensateur C1 et prenez les mesures nécessaires de sorte à compléter le Tableau 6-1

Tableau 6-1

Mesures	Résultats	Appareil utilisé
es crête		
PIV de D1		
U max aux bornes de Rc		
URc moyen		

A quoi sert le commutateur AC GND DC de l'oscilloscope?

Retirez Rc du circuit. Est-ce que les résultats du Tableau ci-dessus changent ?

Changez Rc pour une 1k. Est-ce que les résultats du tableau changent?.

NB :TIC=PIV(tension inverse de crête =pic invers voltage :en anglais)

2. Redressement demi onde simple (avec capacité)

Mettez le condensateur C1 dans le circuit et prenez les mesures nécessaires de sorte à compléter le Tableau 6-12

Tableau 6-2

Mesures	Résultats	Appareil utilisé
es crête		
PIV de D1		
U max aux bornes de Rc		
URc moyen		

3. Redressement pleine onde

Durée du travail pratique:

La durée du travail pratique est de 4 heures

Matériel nécessaire:

- 4 diodes 1N4004 ou équivalent
- 1 diode 1N4733, (Diode zener de 5,1V)
- Transformateur 2 x 6V
- 2 résistances de 1k Ω / 0,25 watt
- 2 sondes d'oscilloscope
- Cordon d'alimentation 220V
- 5 connecteurs isolés
- Multimètre et sondes
- oscilloscope
- Fils #22 pour faire les connexions sur la plaquette de montage

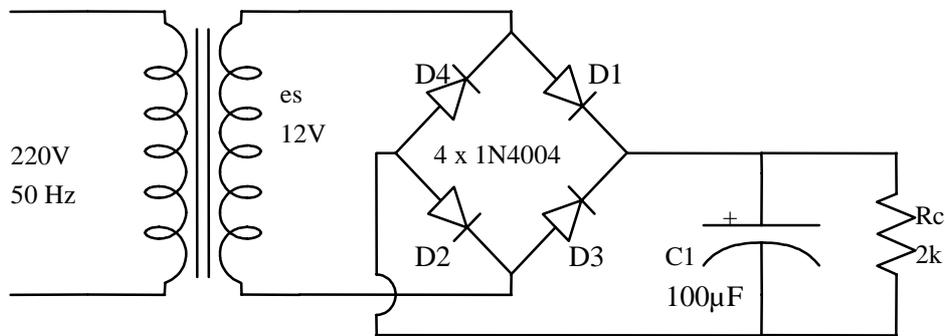


Figure 6-3

Réalisez le circuit de la Figure 6-3 et prenez les mesures nécessaires de sorte à compléter le Tableau 6-3.

Tableau 6-3		
Mesures	Résultats	Appareil utilisé
es crête		
PIV de D1		
U max aux bornes de Rc		
URc moyen		

Est-ce que ce circuit de la Figure 6-3 donne des résultats meilleurs que ceux de la Figure 6-2? Expliquez.

Que se passe-t-il lorsqu'on remplace C1 par une valeur de 470µF?

Que se passe-t-il lorsqu'on remplace C1 par une valeur de 10 μ F?

Que se passe-t-il lorsque D1 est retirée du circuit?

TP3. Utilisation des régulateurs monolithiques

Durée du travail pratique :

La durée du travail pratique est de 4 heures

Matériel nécessaire :

- 1 résistance 100 Ω , 2W
- 2 condensateurs 470 μ F, radial, 63V
- 1 condensateur 100 μ F, radial, 63V
- 1 condensateur 47 μ F, radial, 63V
- 1 radiateur thermique Thermaloy 6099B ou équivalent (12°C/W)
- 1 Vis et 1 écrou 4/40
- 1 régulateur 7812 (TO 220)
- 4 diodes 1N4004
- 1 transformateur 2 x 12V
- 1 cordon d'alimentation 220V et 5 connecteurs isolés
- Multimètre et sondes
- oscilloscope

Quel est le brochage d'un régulateur de type 78XX?

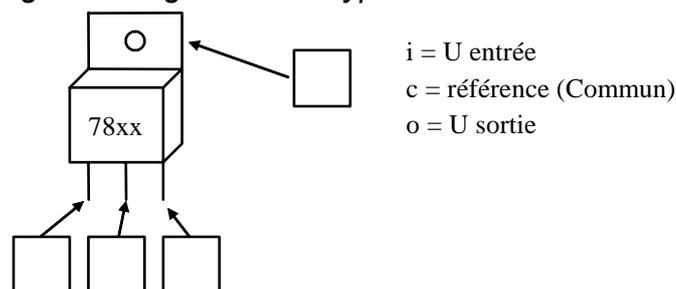


Figure 6-4

Réalisez le circuit de la Figure 6-5 et prenez les mesures nécessaires afin de compléter le Tableau 6-4. Dans ce dernier, on remarque deux colonnes de résultats de mesures. Une est indiquée par tel quel ; c'est la prise de mesures dans le circuit comme dessiné et fonctionnel. L'autre colonne identifiée par $C1 = 47\mu F$, est la simulation d'un défaut au niveau du filtrage. On vous demande donc d'observer ce dysfonctionnement.

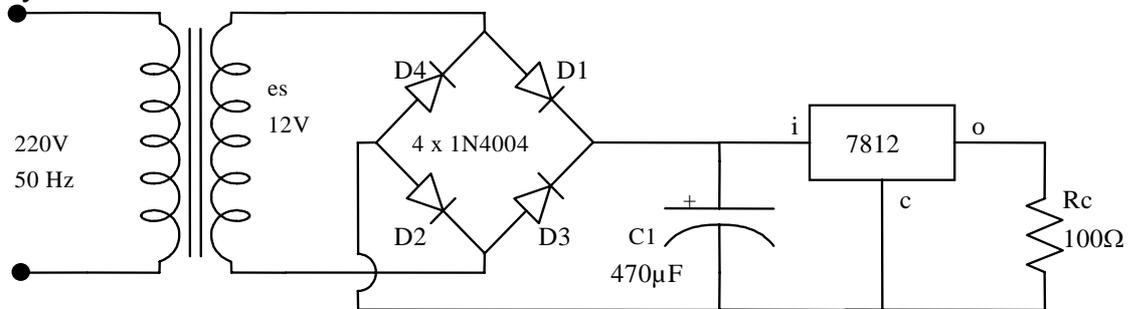


Figure 6-5

Tableau 6-4

Mesures	Tel quel	$C1 = 47\mu F$
URc		
er aux bornes de Rc		
er aux bornes de C1		
U min aux bornes de C1		

Prenez les formes d'onde aux broches i et o dans les deux conditions indiquées dans le Tableau 6-4. Dans le cas $C1 = 47\mu F$, observez les signaux à l'oscilloscope et évaluez la valeur de la tension d'entrée minimale applicable à un 7812 pour un fonctionnement correct.

U entrée min. pratique (7812) = _____

Est-ce que la tension différentielle du régulateur de la Figure 6-5 est dans la région idéale?

Quelle est la tension minimum requise à l'entrée d'un 7812 de sorte que son fonctionnement soit normal (caractéristiques)?

TP4. Amplificateur Opérationnel

1. Montage non inverseur

Durée du travail pratique :

La durée du travail pratique est de 6 heures

Matériel nécessaire :

- 1× amplificateur opérationnel 741
- 1× 200k Ω , 2W
- 1× résistance 10k Ω , 2W
- 1× résistance 20 k Ω , 2W
- 1 × résistance 1 k Ω , 2W
- 2 × condensateurs 470 μ F, radial, 63V
- deux alimentations : +18V et -18V ou 15V et -15V
- Multimètre et sondes
- oscilloscope
- un générateur B.F.

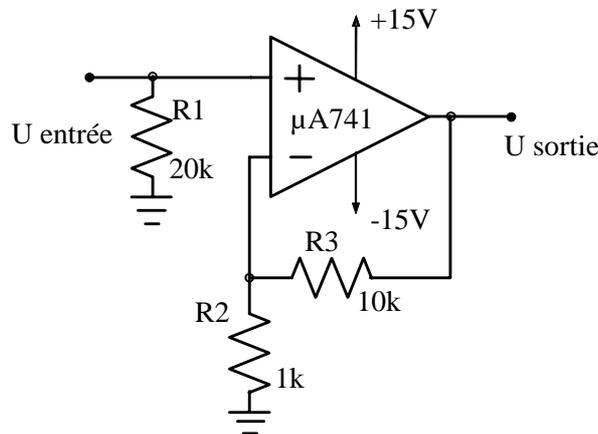


Figure 6-6

Réalisez le montage de la Figure 6-6. Prenez les mesures nécessaires afin de compléter le Tableau 6-5 et prenez les formes d'ondes U entrée et U sortie présentes lors du test #1. Transformez ensuite le circuit afin d'obtenir un gain de 4 en modifiant $R3$.

$R3 =$ _____

Quelle est l'impédance d'entrée du montage de la Figure 6-6 ?
 ? _____.

Tableau 6-5

Test	U entrée	U sortie	U_f	Av
#1	2V c-à-c (sinus), 1kHz			
#2	1V C.C.			
#3	-1V C.C.			

2. Montage inverseur

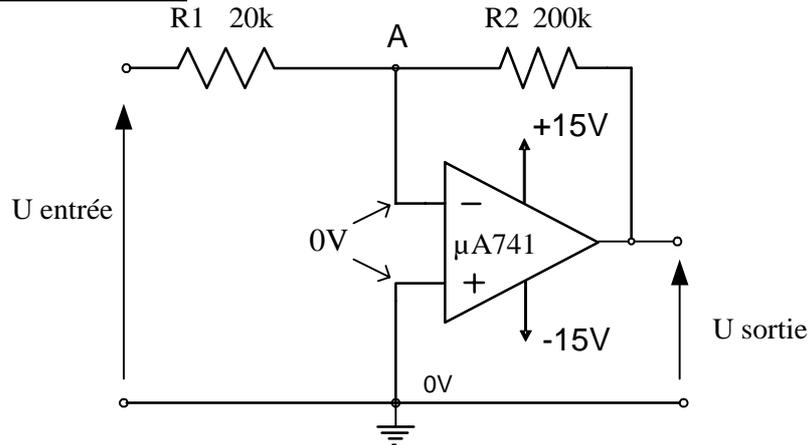


Figure 6-7

Prenez les mesures nécessaires afin de compléter le Tableau 6-6 et prenez les formes d'ondes $U_{\text{entrée}}$ et U_{sortie} présentes lors du test #1. Transformez ensuite le circuit afin d'obtenir un gain de -5 en modifiant R_2 .

$R_2 =$ _____

Quelle est l'impédance d'entrée du montage de la Figure 6-7? _____.

Tableau 6-6

Test	$U_{\text{entrée}}$	U_{sortie}	U_f	A_v
#1	2V c-à-c (sinus), 1kHz			
#2	1V C.C.			
#3	-1V C.C.			

3. Montage mélangeur (ou additionneur)

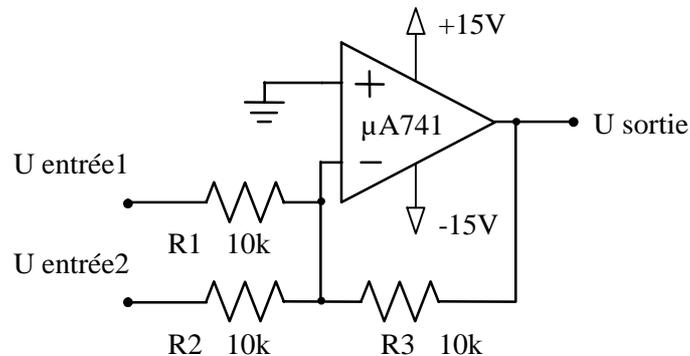


Figure 6-8

Prenez les mesures nécessaires afin de compléter le Tableau 6-7 et prenez les formes d'ondes U entrées et U sortie présentes lors du test #1. Transformez ensuite le circuit afin d'obtenir un gain de -5 en modifiant $R3$.

$R3 =$ _____

Quelle est l'impédance d'entrée du montage de la Figure 6-8? _____.

Tableau 6-7

Test	U entrée 1	U entrée 2	U sortie	U_f	A_v
#1	2V c-à-c (sinus), 1kHz	1V C.C.			
#2	1V C.C.	0,5V C.C.			
#3	-1V C.C.	2V c-à-c (sinus), 1kHz			

TP5. Transistors bipolaires NPN et PNP

Durée du travail pratique :

La durée du travail pratique est de 6 heures

Matériel nécessaire :

Semi-conducteurs

1 x 2N4401

1 x 2N4403

Résistances:

47k \square

82k \square ,

2 x 4k7 \square

Multimètre et sondes

Oscilloscope

Un générateur B F

1. Vérification d'un transistor bipolaire

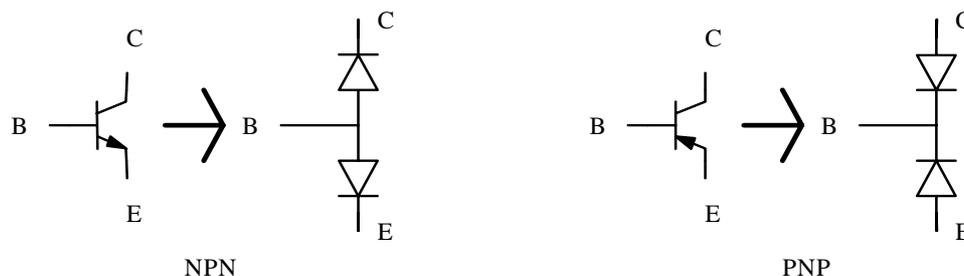


Figure 6-9

Afin de vérifier qu'un transistor est en état de fonctionner, la procédure habituelle consiste à vérifier l'état des jonctions base-émetteur et base collecteur. Il s'agit ainsi de vérifier si les jonctions bloquent dans un sens et conduisent dans l'autre.

Le multimètre, étant en position diode, fait passer un courant dans la jonction sous test. En direct, on retrouve à l'affichage du multimètre la tension de la jonction. Elle devrait se situer entre 0,4V et 0,7V. La borne rouge du multimètre indique alors le côté P et la borne noire indique le côté N.

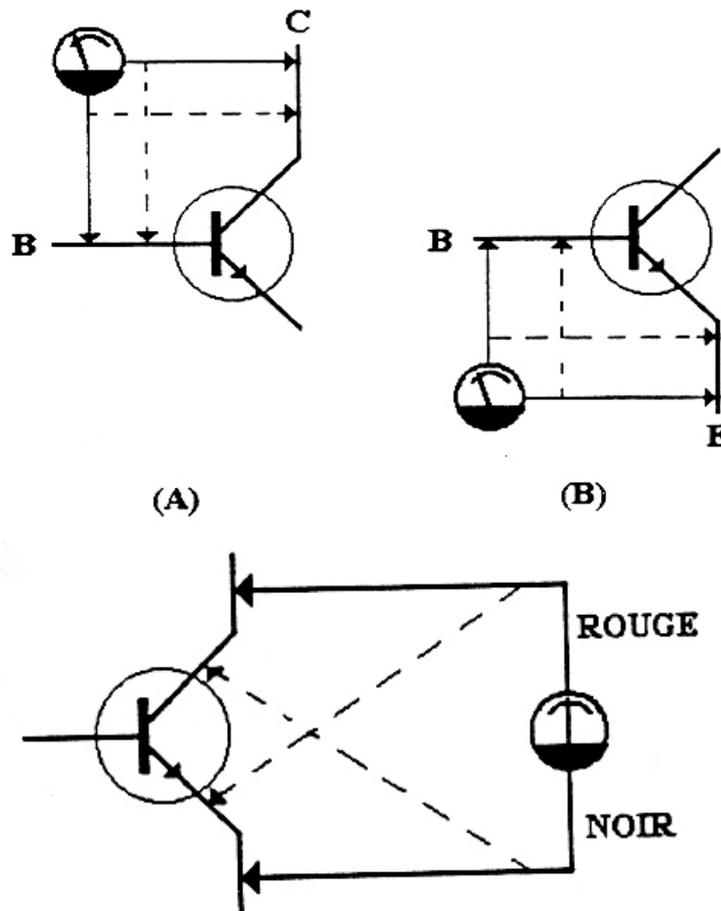


Figure 6-10

En utilisant votre multimètre, vérifiez vos transistors et découvrez de quel ils sont (NPN ou PNP).

Tableau 6-8

Transistors	Type
2N4401	
2N4403	

2. Montage d'un transistor bipolaire

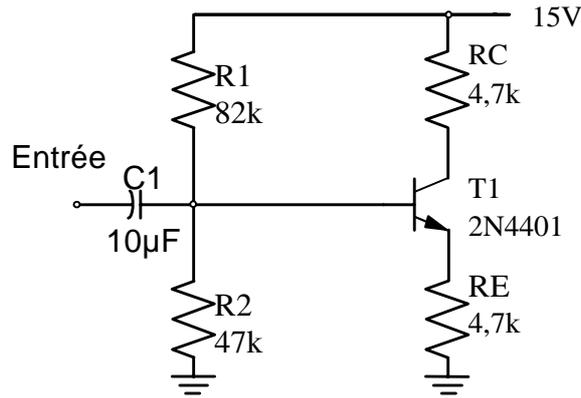


Figure 6-11

a) Réalisez le montage de l'amplificateur de la Figure 6-11 et prenez les mesures nécessaire afin de compléter le Tableau 6-9 e

Tableau 6-9	
Calculs	
U_B	
U_E	
I_C	
U_C	
U_{CE}	

Utilisez le générateur de signaux comme source d'une tension sinusoïdale à l'entrée de l'amplificateur de la Figure 6-11. Ajustez l'amplitude du signal à 0,5V crêt à crêt et la fréquence à 1 kHz environ.

b) Observez et relevez les formes des tensions, au collecteur à l'émetteur et à la base du transistor. Remplissez le tableau 6-10 (cases du côté droit).

Tableau 6-10					
Mesures	Amplitude [V]		Composante continue [V]		Phase par rapport à U_{en}
U_C					
U_E					
U_B					
U_{CE}					

- c) Remplacez la résistance R_c de 4,7k par une autre de 8,2k et recommencez le travail comme en point b), en inscrivant les nouvelles valeurs dans les colonnes à droit du tableau 6-10.
- d) Comparez les résultats et justifier les.

TP6. Thyristor – triac - diac

Durée du travail pratique :

La durée du travail pratique est de 6 heures

Matériel :

Semi-conducteurs

- 1 x MOC3021
- 1 x Led
- 1 x Triac Q4006
- 1 x TIP41
- 1 x transistor NPN

Résistances:

- 1 x 4,7 Ω / 2W
- 560 Ω , 56 Ω ;180 Ω ;2.7k Ω
- 2 x 4k7 Ω
- multimètre

1. Vérification d'un SCR à l'Ohmmètre

Il est possible de tester à l'ohmmètre les SCRs de faible puissance. Ceux-ci nécessitent, pour l'amorçage, le courant de gâchette I_{GT} de l'ordre de quelques centaines de microampères au maximum. La Figure 6-12a) montre que la résistance anode-cathode d'un SCR bloqué est très élevée. Par contre, à la Figure 6-12b), on court-circuite momentanément la gâchette et l'anode du SCR. Si l'ohmmètre est capable de fournir un $I_G > I_{GT}$ et un $U_G > U_{GT}$, alors le SCR amorce et la résistance anode-cathode devient très faible. En débranchant la gâchette, le SCR restera amorcé si le courant I_A fourni par l'appareil est supérieur au courant de maintien I_H . Sinon, le SCR reprendra son état bloqué. On a donc intérêt à travailler avec les basses échelles.

Comme on peut le constater, ce test n'est pas toujours concluant si le SCR n'amorce pas. Il est donc recommandé dans ce cas d'essayer le SCR dans un circuit d'application simple avant de conclure qu'il n'est pas bon.

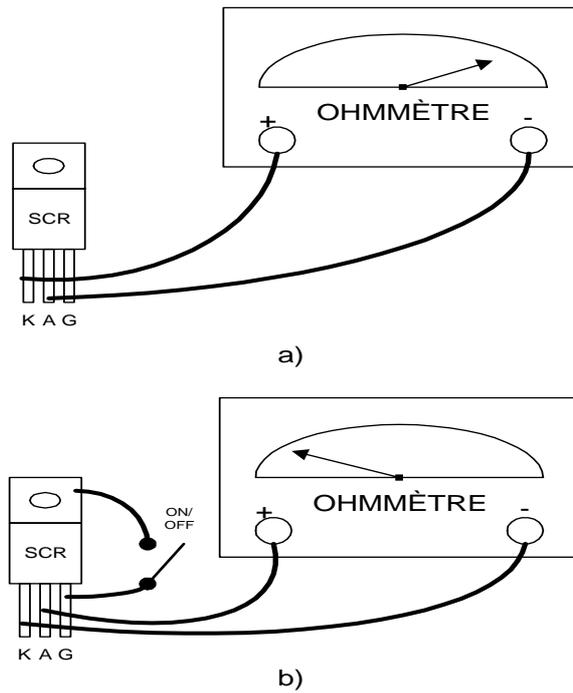
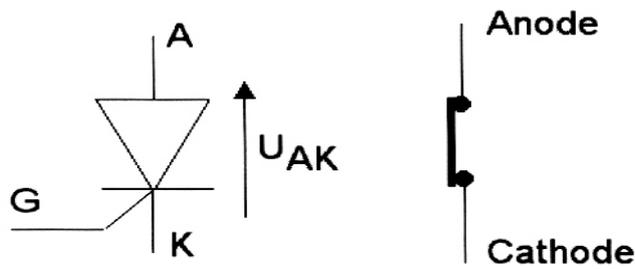


Figure 6-12 Vérification d'un SCR à l'ohmmètre

Thyristor conducteur

I_G existe, $U_{AK} = 0v$



Thyristor bloqué

$I_G = I_A = 0$

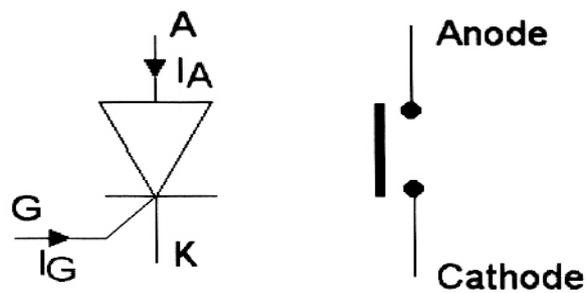


Figure 6-13

2. Application du SCR pour la commande tout ou rien.

Réaliser le montage de la Figure 6-14

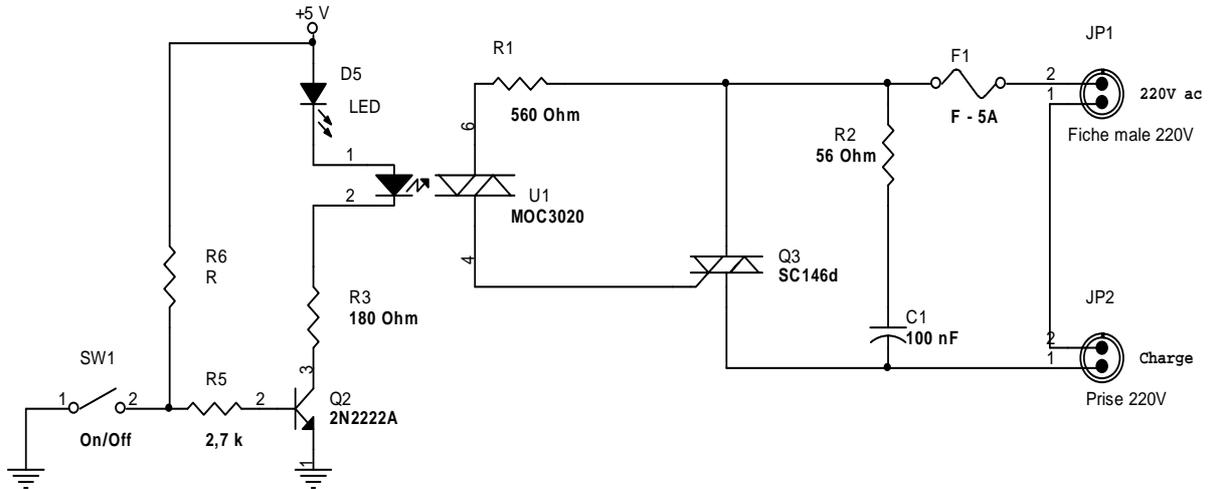


Figure 6-14

Mettez comme charge un moteur à courant alternatif ou universel ou une lampe.
 Explique comment se fait l'amorçage du triac ?
 Relever le signal de la gâchette du triac.

3. Application du SCR pour la commande progressive.

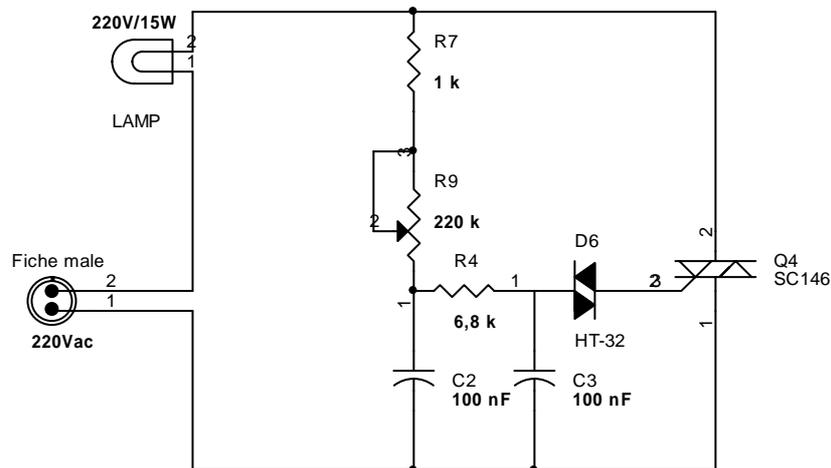


Figure 6-15 Gradateur de lumière

Réaliser le montage de la Figure 6-15. Observez la variation de la lumière de l'ampoule en fonction de la position du potentiomètre R2.
 Explique comment se fait l'amorçage du triac ?
 Relever le signal de la gâchette du triac

Evaluation de fin de module

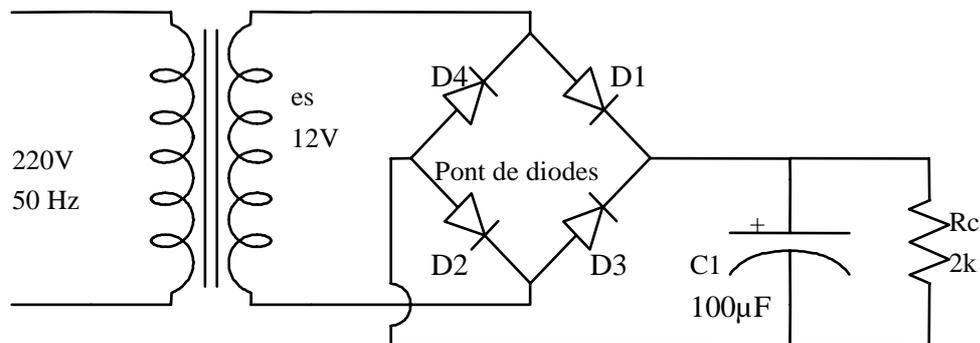
Épreuve d'évaluation du module
Cahier du stagiaire

Nom :
Prénom :
Spécialité :
Groupe :
Durée de l'épreuve : 4 h

SUJET

Partie1

On considère le circuit suivant :



question n°1 :

que signifient les valeurs suivantes:

220 V :

50 Hz :

100 µF:

question n°2

que représentent les éléments suivants :

D1 :

C1:

Rc:

question n °3

que signifie :

la borne 1 :

la borne 2:



question n °4

cocher les bonnes réponses

- le courant primaire est plus grand que le courant secondaire
- le courant primaire est plus petit que le courant secondaire
- la section de l'enroulement primaire est petite par rapport à celle du secondaire
- la section de l'enroulement primaire est grande par rapport à celle du secondaire

question n °5

quel est le rôle des composants suivants :

D1 :

C1 :

question n °6

Expliquer sommairement le fonctionnement du circuits ?

Partie 2

Réaliser le circuit ci dessus :

1) Effectuer les mesures et remplir le tableau suivant :

Tensions à mesurer	Appareil utilisé	calibre	Valeurs mesurées	Valeur théorique	Ecart obtenu
Tension secondaire Es					
La tension au borne de Rc					

2) justifier les écarts obtenus

Barème de notation

Partie 1 :

Question 1/10

Question 2/5

Question 3/5

Question 4/5

Question 5/10

Question 6/10

Partie 2

1)/35

2)/10

Épreuve d'évaluation du module EM11

Cahier de l'examinateur

Durée :4

Spécialité :électromécanique

Liste de matériel :

transformateur 220/ 12V

pont de diodes

condensateur de 100 μ F ,

résistance de 2k Ω , 0,5W

multimètre

Notation sur la fiche d'évaluation

On fait correspondre à chaque élément critère un certain nombre de questions selon le tableau suivant :

<i>Eléments critères</i>	<i>Questions correspondantes</i>
<i>1.1 A repéré l'information pertinente</i>	<i>Partie n°1/Question n°1</i>
<i>2.1 A décodé correctement les symboles</i>	<i>Partie n°1/Question n°2</i>
<i>3.1 A localisé les points de branchement</i>	<i>Partie n°1/Question n°3</i>
<i>3.2 A localisé les sections des circuits</i>	<i>Partie n°1/Question n°4</i>
<i>4.1 A expliqué sommairement la fonction des composants des circuits</i>	<i>Partie n°1/Question n°5</i>
<i>5.1 A expliqué sommairement le fonctionnement des circuits</i>	<i>Partie n°1/Question n°6</i>
<i>6.1 A sélectionné avec exactitude l'échelle de mesure appropriée</i>	<i>Partie n°2 / N°1</i>
<i>6.2 A branché l'instrument de mesure</i>	<i>Partie n°2 / N°1</i>
<i>7.1 A obtenu des mesures exactes</i>	<i>Partie n°2 / N°1</i>
<i>8.1 A effectué les comparaisons exactes des valeurs mesurées aux valeurs d'origines</i>	<i>Partie n°2 / N°1</i>
<i>9.1 A expliqué avec exactitude les écarts</i>	<i>Partie n°2 / N°2</i>

**FICHE D'EVALUATION
MODULE
NOTIONS D'ELECTRONIQUE**

Date :
Spécialité :
Nom de Formateur de la spécialité :
Nom et prénom du stagiaire :
Durée de l'évaluation :

<i>Eléments critères</i>	<i>NOTATION</i>
<i>1.1 A repéré l'information pertinente</i>	<i>/10</i>
<i>2.1 A décodé correctement les symboles</i>	<i>/5</i>
<i>3.1 A localisé les points de branchement</i>	<i>/5</i>
<i>3.2 A localisé les sections des circuits</i>	<i>/5</i>
<i>4.1 A expliqué sommairement la fonction des composants des circuits</i>	<i>/10</i>
<i>5.1 A expliqué sommairement le fonctionnement des circuits</i>	<i>/10</i>
<i>6.1 A sélectionné avec exactitude l'échelle de mesure appropriée</i>	<i>/10</i>
<i>6.2 A branché l'instrument de mesure</i>	<i>/10</i>
<i>7.1 A obtenu des mesures exactes</i>	<i>/15</i>
<i>8.1 A effectué les comparaisons exactes des valeurs mesurées aux valeurs d'origines</i>	<i>/10</i>
<i>9.1 A expliqué avec exactitude les écarts</i>	<i>/10</i>
TOTAL	/100

Liste des références bibliographiques.