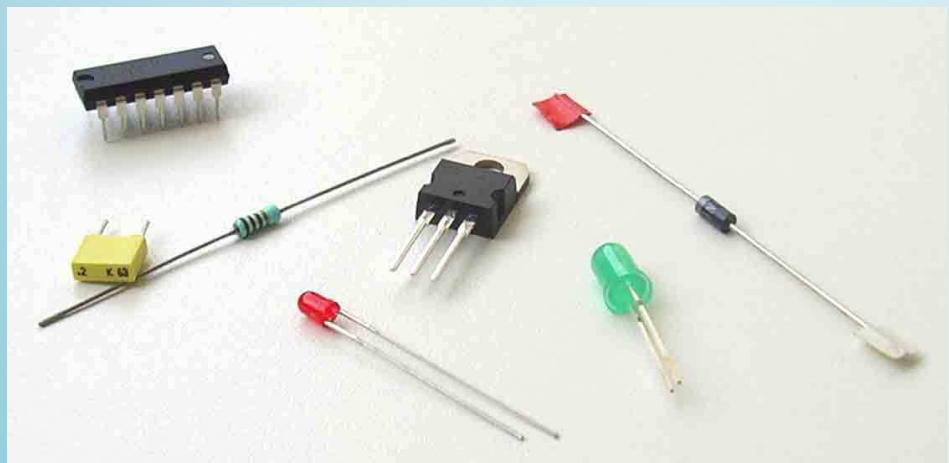


Ministère de l'enseignement supérieur et de  
la recherche scientifique  
Institut supérieur des études technologiques  
de Kairouan

*Département T.I : SEM2*

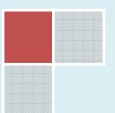
# *Travaux pratiques systèmes électroniques*

Concours maitre technologue  
Janvier 2018



**Mr. SAMIR ARFA**

06-01-18





### *AVANT PROPOS*

Ce fascicule de travaux pratiques correspond aux programmes de l'enseignement supérieur de l'atelier systèmes électroniques dans le réseau des Instituts Supérieurs des Etudes Technologiques (ISETs) pour les étudiants de la deuxième année SEM (département technologie de l'informatique).

Ce document est structuré en cinq travaux pratiques qui couvrent le programme officiel de cette matière.

### *REGLE DE TRAVAIL*

L'objectif principal des travaux pratiques est de donner aux étudiants la possibilité de réaliser des montages électroniques, et de valider leurs fonctionnements au moyen d'appareils de mesures.

Il est donc fortement recommandé de réaliser toutes les parties théoriques ainsi que tous les calculs avant de venir au TP, ceci dans le but de pouvoir consacrer son temps à la mesure et non pas à faire du dimensionnement de circuit lors des travaux pratiques.

Un rapport sera exigé à la fin de chaque TP.

Ce rapport devra comprendre :

Les parties théoriques et calculs.

- Une explication qualitative des montages.
- Les schémas de mesure (schémas + placement des appareils).
- Les mesures, graphes, courbes, relevés de caractéristiques, etc. ...
- Une discussion des résultats, des problèmes rencontrés, etc. ...

***CRITERES D'EVALUATIONS***

- ✓ Câblage correctement un circuit électrique.
- ✓ Méthode de travail de l'étudiant.
- ✓ Exactitude des résultats trouvés.

## Table des matières

<i>Avant propos</i> .....	3
<i>Règle de travail</i> .....	3
<i>Critères d'évaluations</i> .....	4
<i>TP N°1 : familiarisation avec le matériel du laboratoire</i> .....	6
<i>TP N°2 : Validation des lois et des théorèmes généraux en courant continu</i> .....	18
<i>TP N°3 : Etude des circuits : résistif, inductif et capacitif en régime sinusoïdal</i> .....	22
<i>TP N° 4 caractéristiques d'une diode et point de fonctionnement</i> .....	29
<i>TP N° 5 : applications des diodes à jonction</i> .....	35
<i>Bibliographie</i> .....	38

**TP N°1 : FAMILIARISATION AVEC LE MATRIEL DU LABORATOIRE****Objectifs du TP :**

Connaitre le matériel utilisé lors des séances de TP de mesure et métrologie :

- ✓ Oscilloscope numérique
- ✓ Multimètre numérique
- ✓ Générateur Basse Fréquence (GBF)
- ✓ Alimentation stabilisé
- ✓ Voltmètre analogique
- ✓ Ampèremètre analogique
- ✓ Ampèremètre analogique

- 
- 
- ✓ Câbler correctement un circuit électrique.
  - ✓ Interpréter les résultats trouvés.
  - ✓ Présentation d'un résultat

**Critères d'évaluations**

- 
- 
- ✓ Câblage correctement un circuit électrique.
  - ✓ Méthode de travail de l'étudiant.
  - ✓ Exactitude des résultats trouvés.

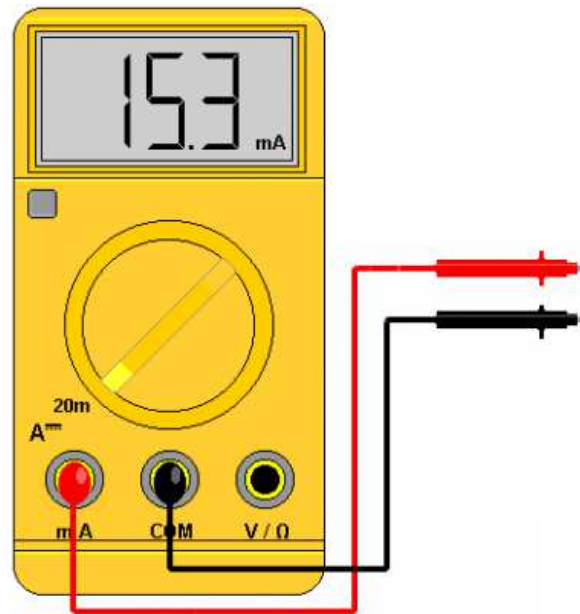
**Matériels**

- 
- 
- ✓ Alimentation stabilisée
  - ✓ Oscilloscope numérique.
  - ✓ GBF
  - ✓ Voltmètre, ampèremètre et ampèremètre analogiques
  - ✓ Fils crocodiles.
  - ✓ Multimètre numérique.

## Matériels électriques utilisés au laboratoire

### ❖ Multimètre numérique

Pour mesurer une grandeur électrique, on a recours à un appareil appelé **multimètre**, qui regroupe, sous un même boîtier, un voltmètre, un ampèremètre, un ohmmètre, etc. Pour un appareil numérique, la valeur de la tension mesurée est celle indiquée par l'afficheur. Il existe de très nombreux modèles de multimètre.



Il permet de mesurer

- en mode DC : des tensions et des courants continus,
- en mode AC : la valeur efficace de tensions et de courants sinusoïdaux, voire la valeur efficace de signaux alternatifs quelconques si l'appareil est un TRMS.
- Pour un signal alternatif le mode DC donnera la valeur moyenne.
- en **ohmmètre** pour mesurer des **résistances** (fonction "ohmmètre")
- vérifier la **continuité d'un fil ou un composant électrique**
- tester une **diode**
- **tester un transistor**

### ❖ Générateur basse fréquence (G.B.F.)

Il génère des signaux alternatifs (carré, sinusoïdale, dent de scie et triangulaire) en sa sortie (output).

Pour chaque signal, on peut modifier :

- l'amplitude (en agissant sur le bouton « **ampl** »)

- la fréquence,
- le rapport cyclique (en agissant sur le bouton « **duty** »)

On peut également, ajouter au signal de sortie une composante continue variable (en agissant sur le bouton « **DC-offset** » lorsqu'elle est tirée)

Le **GBF** possède une deuxième sortie, nommée « **output pulse** », qui génère un signal carré

positif (TTL) d'amplitude fixe 5 V et de fréquence réglable.

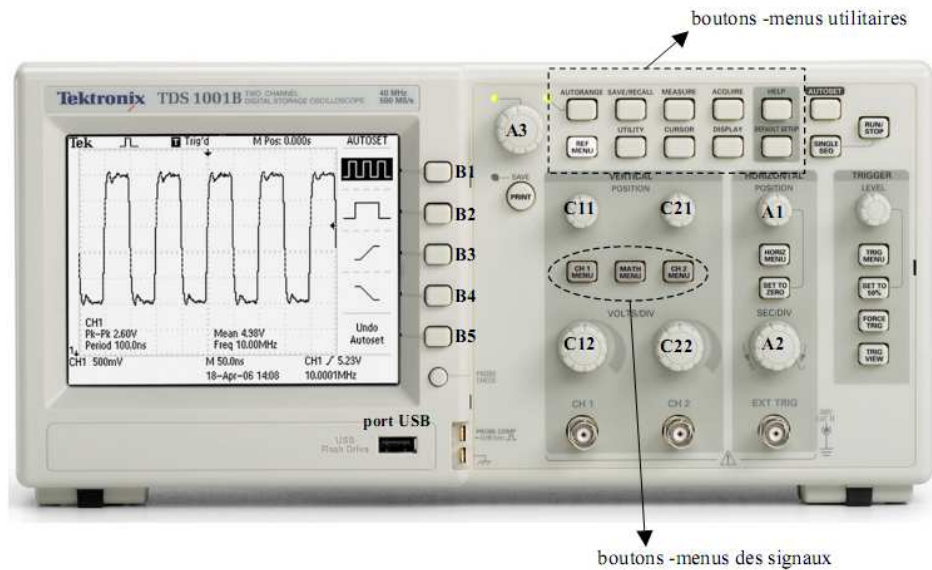
Le GBF possède une entrée, qui sert pour signal modulant lorsqu'on veut générer un signal modulé en amplitude ou en fréquence. Cette entrée est utilisée en électronique de communication.



**Remarque :** les GBF modernes, peuvent générer d'autres signaux (modulés en amplitude et en fréquence) qui sont utilisés en électronique de communication.

### ❖ Oscilloscope numérique





- ✓ L'oscilloscope est un instrument qui permet de **mesurer des tensions en fonction du temps**. Ainsi, il peut s'apparenter à un voltmètre et doit être **branché en dérivation**.
- ✓ Avec cet instrument, on peut mesurer deux tensions simultanément : **pour chaque voie, il y aura toujours un fil noir et un fil différent de noir à brancher**. Les  **fils noirs sont reliés à la masse de l'instrument qui doit être la même que celle du circuit à étudier**.
- ✓ Lors de l'étude d'un circuit quelconque, on procède de la manière suivante :
  - Si la source de tension (GBF par exemple) doit être réglée, **on la relie dans un premier temps tout seul** à l'oscilloscope afin de procéder à son réglage ;
  - On réalise ensuite le montage à étudier **sans faire intervenir l'oscilloscope**.
  - **En dernier lieu, on connecte les deux voies de l'oscilloscope** afin de visualiser les tensions voulues.

### ❖ Alimentation stabilisée

Une [alimentation](#) stabilisée est un système électronique donnant la possibilité le réglage de la [tension](#) et du [courant](#) nécessaires au fonctionnement d'un appareil électrique ou électronique. Il est le plus souvent conçu pour fonctionner en générateur parfait de tension et de courant.



C'est un générateur de courant continu réglable en tension et en courant.

- La tension de sortie variable de **0 à 30 V**.
- Le courant débité variable de **0 à 2 A**.

Pour le modèle disponible aux laboratoires de l'ISET de Kairouan, chaque alimentation stabilisée possède :

- ✓ **2** générateurs réglables en tension (**0 – 30 V**) et en courant (**0 – 2 A**) et qui peuvent être utilisés indépendamment ou en série ou en parallèle selon le besoin. Chaque générateur (réglable) possède un afficheur qui permet de lire la valeur de la tension désirée ou la valeur du courant débité (grâce au commutateur courant – tension)
- ✓ **1** générateur **5 V** fixe en tension et pouvant débiter un courant allant jusqu'à **3 A** maximum.

Pour les générateurs réglables, on peut les associer :

- ✓ En série si on a besoin d'une tension supérieure à **30 V**.
- ✓ En parallèle si on a besoin d'un débit de courant supérieur à **2 A**.

### ❖ Boîtes à décades de résistance

Une boîte de décade ou une boîte de résistance à décades (en anglais : decade) est une résistance dotée d'un sélecteur qui permet de modifier la valeur (en [ohm](#)) de la résistance sur une échelle de dix. Il s'agit d'une pièce préfabriquée qui peut être adaptée sur différents circuits électriques.



### ❖ Boîtes à décades de bobine

Les boîtes à décades d'inductances sont des blocs de bobines alignés les uns à côté des autres et calibrés à la puissance de dix (unité, dizaine, centaine). Le changement de valeur de la bobine se fait en tournant un commutateur rotatif qui lui change de résistance.



### Test d'une inductance par la fonction ohm-mètre.

Pour tester une inductance, il faut la débrancher du circuit.

- Si l'ohm-mètre (**multimètre en mode ohm-mètre**) indique une résistance infinie, l'inductance est en circuit ouvert,
- Si l'ohm-mètre indique une faible résistance (zéro), l'inductance est court-circuitée.
- Si l'ohm-mètre indique une faible résistance (de **1 à quelques 100  $\cdot$** ), l'inductance est en bonne état.

### ❖ Boîtes à décades de capacité :

C'est une boîte à décades de capacités proposant 5 décades avec sortie sur douille de sécurité, le tout dans un boîtier métallique robuste permettant de s'affranchir des perturbations extérieures. Ces petites boîtes sont très répandues pour les phases de test en laboratoire, mais

trouvent un intérêt tout particulier dans le domaine de l'enseignement, du fait de leur robustesse, alliée à une simplicité d'utilisation inégalable.



### Test de capacité par la fonction ohm-mètre.

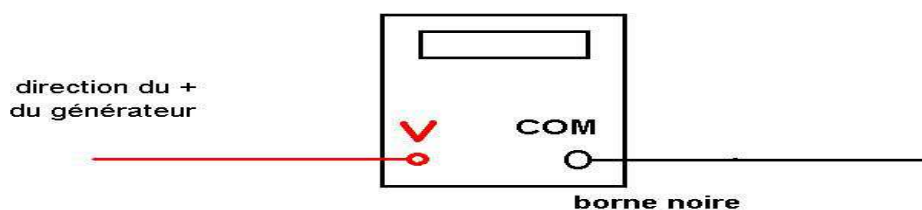
Avant de commencer le test d'une capacité il faut la décharger en court-circuitant ces deux électrodes.

- On connecte le multimètre sur la plus grande gamme de mesure (...  $M\Omega$ ), le multimètre indique une valeur faible (proche **de zéro**) puis, il indique une valeur de plus en plus grande en fonction de la charge du condensateur à partir de la batterie de l'ohm-mètre. Lorsque le condensateur est totalement chargé, l'ohmmètre indique une résistance très élevée.
- Pour des faibles valeurs des capacités (... $pF$ ) la réponse de l'ohm-mètre est insuffisante pour indiquer l'action de la charge du condensateur :
  - Si la capacité est court-circuitée, l'ohm-mètre indique toujours une valeur faible (zéro).
  - Si la capacité est défectueuse, l'ohm-mètre indique une valeur moins faible que celle de l'état normal.
- La plus part des condensateurs ont une résistance de quelques centaines de  $M\Omega$ , à l'exception des capacités électrolytiques dont la résistance est inférieur à  $1 M\Omega$ .
- Si la capacité est ouverte, l'ohm-mètre indique toujours une valeur infinie.

### ❖ Tension électrique

La tension électrique est la grandeur Physique (réelle ou mesurable) mesurée par un voltmètre et l'unité de la tension électrique est le **VOLT** et le symbole de l'unité est **V**.

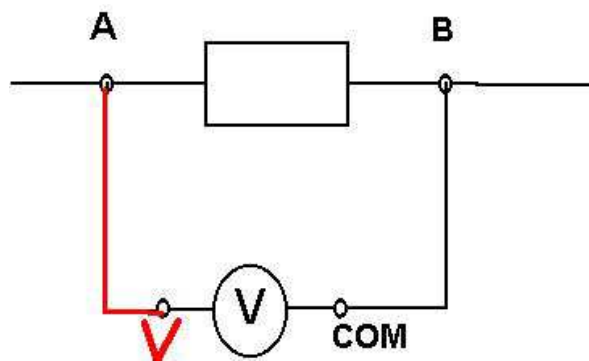
#### ✓ Schéma d'un Voltmètre



On relie la borne du dipôle la plus proche du **+** du générateur à la borne **V** du voltmètre. L'autre borne du dipôle est reliée à la borne **COM** du voltmètre.

### ✓ Branchement du voltmètre

On repère les bornes du dipôle.



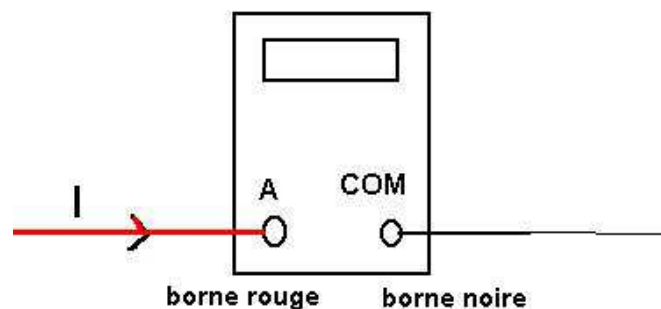
On dit que l'on met le voltmètre en dérivation ou en parallèle sur le dipôle.

$$U_{mesurée} = \frac{\text{calibre tension} * \text{lecture}}{\text{échelle}}$$

### ❖ Courant électrique

L'intensité du courant électrique est la grandeur réelle mesurée par un ampèremètre et l'unité de l'intensité du courant électrique est l'AMPERE et le symbole de l'unité est A.

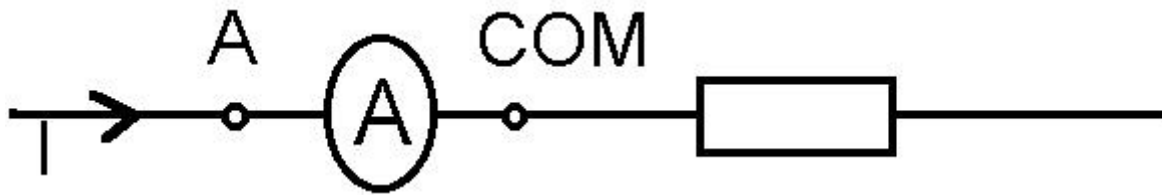
### ✓ Schéma de l'Ampèremètre



Le courant électrique doit entrer par la borne **A** ou **mA** et sortir par la borne **COM** de l'ampèremètre.

Pour faire la mesure, il faut repérer la borne **+** du générateur et déterminer le sens du courant électrique.

✓ **Branchement de l'ampèremètre**

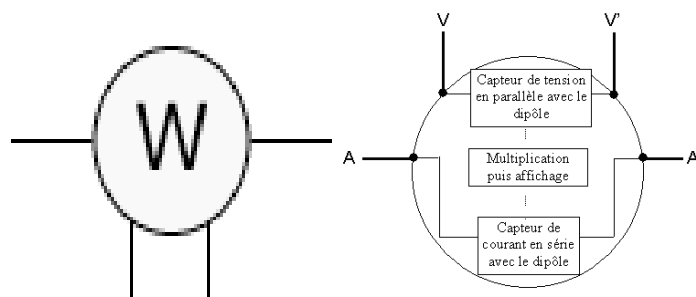


$$I_{mesurée} = \frac{\text{calibre courant} * \text{lecture}}{\text{échelle}}$$

❖ **Puissance électrique**

La puissance électrique que l'on note souvent P et qui a pour unité le watt (symbole W) est le produit de la tension électrique aux bornes de laquelle est branchée l'appareil (en volts) et de l'intensité du courant électrique qui le traverse (en ampères) pour des appareils purement résistifs.

✓ **Schéma de wattmètre**

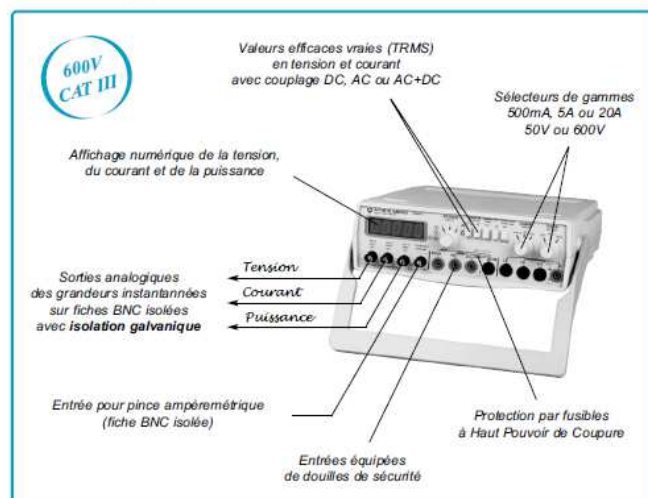


FRANÇAISE  
D'INSTRUMENTATION

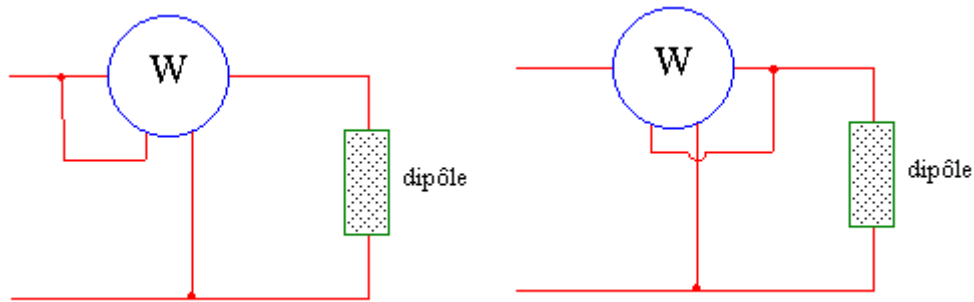


**FIWATT**

Wattmètre numérique



✓ **Branchement d'un wattmètre**



$$P_{\text{mesurée}} = \frac{\text{calibre tension} * \text{calibre courant} * \text{lecture}}{\text{échelle}}$$

## Etude théorique

- 1) Donner les fonctions principales d'un multimètre numérique
- 2) Donner trois applications de l'oscilloscope numérique
- 3) Donner les fonctions d'un GBF numérique ainsi que leurs caractéristiques
- 4) Quels sont les différents types de signaux que peut délivrer le GBF ?
- 5) Quel est le rôle de l'alimentation stabilisée
- 6) Donner l'abréviation du fiche BNC
- 7) Définir le dipôle électrique puis donner trois dipôles électriques ainsi que leurs types
- 8) A l'aide du voltmètre (ou l'ampèremètre) on mesure la valeur efficace ou la valeur maximale de la grandeur électrique correspond. Justifier votre réponse
- 9) Définir le calibre de mesure
- 10) Définir la valeur efficace et la valeur maximale
- 11) Définir les quatre bornes du wattmètre
- 12) Définir les paramètres d'un signal alternatif
- 13 Définir le mot « **signal électrique** »
- 14) Dans un circuit série, quelle est la meilleure place pour l'ampèremètre ?

## Etude pratique

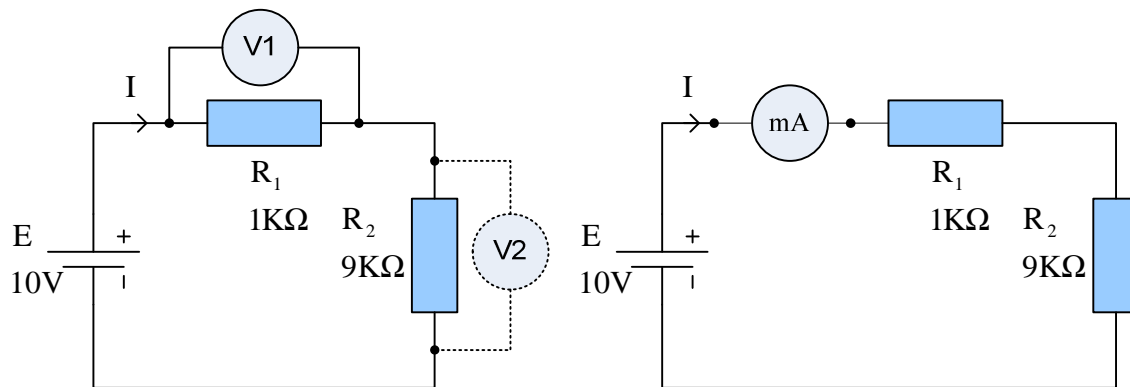
### Partie A : Utilisation des équipements du laboratoire

- 1) Tester le matériel didactique avant de l'utiliser
- 2) Visualiser puis tracer une tension continue pour  $E_{\text{max}}=8\text{V}$
- 3) Visualiser puis tracer une tension alternative sinusoïdale de fréquence 100Hz et d'amplitude  $E_{\text{max}}=8\text{V}$ ,

- 4) Mesurer et noté la valeur de la période et la valeur efficace de la tension du signal.  
Déduire la pulsation du signal noté  $\omega$
- 5) Mesurer la valeur crête à crête  $U_{c-c}$ , notée sa valeur
- 6) Calculer et trouver la valeur moyenne du signal alternatif sinusoïdal notée  $V_{moyenne}$
- 7) Quelle est la différence entre le signal alternatif et le continu
- 8) Visualiser puis tracer les signaux suivants :
  - a. Signal carré avec  $f=1000\text{Hz}$ - $E_{max}=5\text{V}$
  - b. Signal triangulaire avec  $f=100\text{Hz}$ - $E_{max}=6\text{V}$
  - c. Signal dent de scie avec  $f=100\text{Hz}$ - $E_{max}=10\text{V}$
- 9) Interpréter les courbes tracées

## Partie B : mesure des tensions et des courants

Soit le montage donné ci-dessous:



- 1) Quelle est l'intensité dans le circuit si le circuit est ouvert ?
- 2) Calculer la tension  $V_1$  et la tension  $V_2$  (noter la méthode utiliser)
- 3) Calculer le courant  $I$  en utilisant les lois de Kirchoff
- 4) Régler la valeur de la tension  $E$  de l'alimentation stabilisée à 10V puis vérifier la valeur à l'aide du voltmètre. Refaire le même travail pour les deux résistances  $R_1$  et  $R_2$ .
- 5) Brancher le voltmètre aux bornes de  $R_1$  en dérivation (en parallèle) puis mesurer et noter la tension  $V_1$ .
- 6) Maintenant brancher le voltmètre aux bornes de  $R_2$  en dérivation puis mesurer et noter la tension  $V_2$
- 7) Comparer les valeurs théoriques aux valeurs mesurées. Vérifier la loi de maille pour le circuit donné
- 8) Inverser les deux bornes du voltmètre et mesurer de nouveau les tensions  $V'_1$  et  $V'_2$ , que remarquez-vous,
- 9) Brancher l'ampèremètre en série et mesurer le courant  $I$



10) Comparer les valeurs théoriques aux valeurs mesurées.

11) Inverser les deux bornes de l'ampèremètre et mesurer de nouveau le courant  $I'$ , que remarquez-vous,

**Rédiger une conclusion du TP**

## Document réponse


**TP N°2 : VALIDATION DES LOIS ET DES THEOREMES GENERAUX EN COURANT  
CONTINU**

## I. But de manipulation

Vérification et application des lois et des théorèmes généraux en courant continu.

### Matériel utilisé

Alimentation stabilisée	Multimètres numériques, Fils électriques.	Voltmètres analogique, Ampèremètres analogique,	Boîtes à décades de résistances,
-------------------------	--	--	----------------------------------

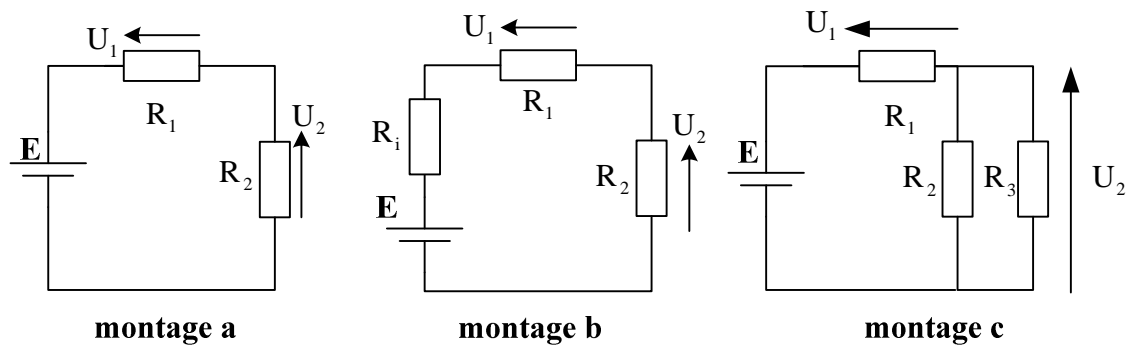
## II. Applications du pont diviseur de Courant

Exprimer d'abord  $I_1$  et  $I_2$  en fonction de  $I$  et des résistances ( $R_1, R_2$ ) ou ( $R_1, R_2$  et  $R_3$ ), puis en fonction de  $E$  et des résistances ( $R_1, R_2$ ) ou ( $R_1, R_2$  et  $R_3$ )

montage a	montage b	Montage c	montage d

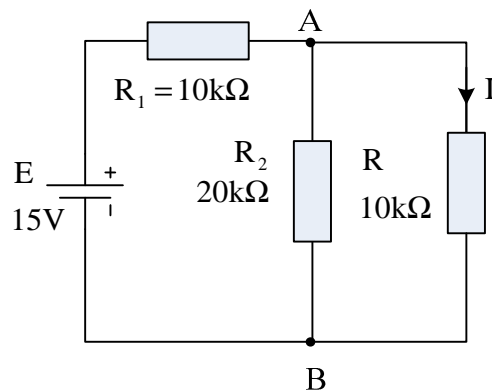
## III. Applications du pont diviseur de tension

Pour chacun des schémas donnés ci-dessous, déterminer les expressions littérales de  $U_1$  et de  $U_2$  en fonction des éléments des montages en utilisant le pont diviseur de tension :



#### IV. lois de Kirchhoff

Le même circuit (celui de la figure ci-dessous) sera utilisé pour vérifier tous les lois et théorèmes généraux.



- 1- Calculez le courant  $I_1$  circulant dans la résistance  $R_1$  en utilisant les lois de Kirchhoff (loi des nœuds).
- 2- Mesurez le courant  $I'_1$  circulant dans la résistance  $R_1$  puis comparez cette valeur à celui de la question précédente.
- 3- Calculez le courant  $I$  circulant dans la résistance  $R$  en utilisant les lois de Kirchhoff.
- 4- Calculez le courant  $I'$  circulant dans la résistance  $R$  en utilisant le pont diviseur de courant,
- 5- Mesurez le courant  $I_{mes}$  circulant dans la résistance  $R$ , puis comparez ces valeurs à celui de des questions précédentes.
- 6- Calculez la tension aux bornes de A et B en utilisant la loi de mailles
- 7- Retrouvez la valeur de cette tension en utilisant le pont diviseur de tension.

8- Mesurez la tension entre les bornes de A et B puis comparez cette valeur à celui de la question précédente.

## V. Théorème de Millman

On considère le circuit celui de la loi des Kirchhoff

- 1) Énoncez le théorème de Millman
- 2) Calculez la tension entre les points A et B en appliquant le théorème de Millman, noté  $V_{AB-théo}$
- 3) Mesurez la tension entre les points A et B (branchez le voltmètre entre A et B), noté  $V_{AB-mes}$
- 4) Comparez la valeur mesurée de la tension à la valeur théorique.
- 5) Déduire la valeur de courant I
- 6) Mesurez la valeur de courant I qui circule dans la résistance R
- 7) Comparez la valeur mesurée de courant à la valeur théorique.

## VI. Théorème de Thévenin

On considère le circuit celui de l'exemple précédent

- 1) Énoncer le théorème de Thévenin pour ce montage.
- 2) Détermination des paramètres de Thévenin [ $E_{Th}$  et  $R_{Th}$ ]
  - a) Donnez les étapes à suivre pour calculer la tension de Thévenin, trouvez la valeur de  $E_{Th}$
  - b) Donnez les étapes à suivre pour calculer la résistance de Thévenin, trouvez puis mesurez la valeur de  $R_{Th}$
  - c) Dessinez le modèle de Thévenin entre les bornes A et B avec la résistance R
  - d) Calculez la valeur de courant qui circule dans la résistance R, noté  $I_{théo-T}$
  - e) Mesurez la valeur de courant qui circule dans la résistance R, noté  $I_{mes-T}$
  - f) Comparez la valeur mesurée de courant à la valeur théorique.

## VII. Théorème de Norton

On considère le circuit celui de la figure donné au début du document pour l'application et la vérification pratiquement du théorème de Norton

- 1) Énoncer le théorème de Norton.
- 2) Détermination des paramètres de Norton [ $I_N$  et  $R_N$ ]
  - a) Donnez les étapes à suivre pour calculer le courant de Norton, trouvez la valeur de  $I_N$
  - b) Donnez les étapes à suivre pour calculer la résistance de Norton, trouvez puis mesurez la valeur de  $R_N$
  - c) Dessinez le modèle de Norton entre les bornes A et B avec la résistance R
  - d) Calculez la valeur de courant qui circule dans la résistance R, noté  $I_{théo-N}$
  - e) Mesurez la valeur de courant qui circule dans la résistance R, noté  $I_{mes-N}$
  - f) Comparez la valeur mesurée de courant à la valeur théorique.

## VIII. Conclusion

Comparer les résultats du courant I obtenus par les différents théorèmes et conclure.

**TP N°3 : ETUDE DES CIRCUITS : RESISTIF, INDUCTIF ET CAPACITIF EN REGIME SINUSOÏDAL**

### I) But du TP

Il s'agit d'étudier le comportement de récepteurs résistif, inductif et capacitif en régime sinusoïdal alternatif.

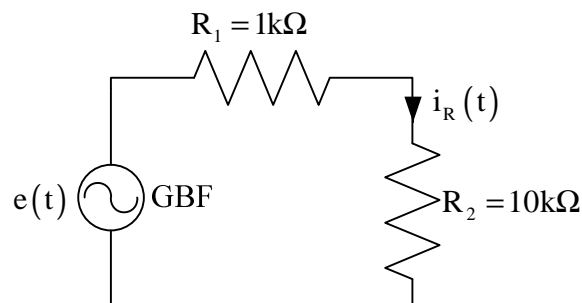
### II) Matériel utilisé

- GBF
- Oscilloscope numérique
- Boîtes à décades de résistance ;
- Boîtes à décades d'inductance ;
- Boîtes à décades de condensateur ;
- Multimètres numériques, voltmètres, ampèremètres et fils.

### III) Etude théorique

#### ✓ Étude du circuit résistif

Soit le montage suivant :

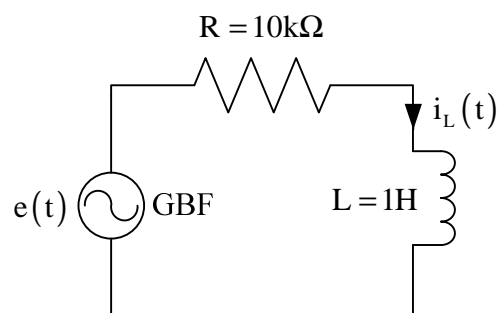


Tel que :  $R_1 = 1k\Omega$ ;  $R_2 = 10k\Omega$ ; et  $e(t) = E_{\max} \sin(\omega t)$  avec :  $E_{\max} = 10V$ ;  $f = 50Hz$ ;

- 1) Donner les expressions des impédances de la résistance  $R_1$  et  $R_2$  de la résistance ( $\bar{Z}_{R_1}$  et  $\bar{Z}_{R_2}$ )
- 2) Calculer l'impédance du circuit résistif ( $\bar{Z}_R$ )
- 3) Calculer le module  $Z_R$  ;
- 4) Calculer le déphasage (l'argument)  $\varphi_R$  de  $\bar{Z}_R$  ;
- 5) Calculer la valeur efficace du courant  $I_{\text{eff-R}}$  ainsi que l'expression de  $\bar{I}_R$  ;
- 6) Tracer le diagramme de Fresnel de la tension d'entrée  $\bar{E}$  et le courant  $\bar{I}_R$  ;
- 7) Dédurre l'expression temporelle du courant  $i_R(t)$  ;
- 8) Tracer sur le **document annexe** la tension d'entrée  $e(t)$  et le courant qui circule dans le circuit  $i_R(t)$  (**respecter échelle**).
- 9) Interpréter les deux courbes.

### ✓ Étude du circuit inductif RL

Soit le montage suivant :



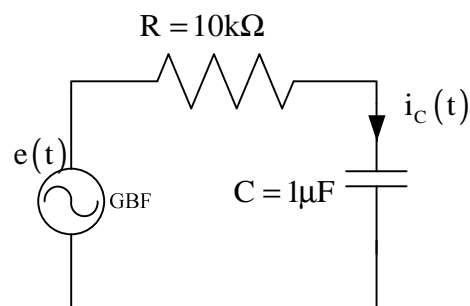
Tel que :  $R = 10\text{k}\Omega$ ;  $L = 1\text{H}$  et  $e(t) = E_{\text{max}} \sin(\omega t)$  avec :  $E = 10\text{V}$ ;  $f = 50\text{Hz}$ ;

- 1) Donner les expressions des impédances de la résistance et de la bobine ( $\bar{Z}_L$  et  $\bar{Z}_R$ )
- 2) Calculer l'impédance du circuit RL ( $\bar{Z}_{RL}$ )

- 3) Calculer le module  $Z_{RL}$  ;
- 4) Calculer le déphasage (l'argument)  $\varphi_{R-L}$  de  $\bar{Z}_{RL}$  ;
- 5) Calculer la valeur efficace du courant  $I_{\text{eff-L}}$  ainsi que l'expression de  $\bar{I}_L$  ;
- 6) Tracer le diagramme de Fresnel de la tension d'entrée  $\bar{E}$  et le courant  $\bar{I}_L$  ;
- 7) Dédurre l'expression temporelle du courant  $i_L(t)$  ;
- 8) Tracer sur le **document annexe** la tension d'entrée  $e(t)$  et le courant qui circule dans le circuit  $i_L(t)$  (**respecter échelle**).
- 9) Interpréter les deux courbes.

### ✓ Étude du circuit capacitif RC

On considère le montage suivant :



Sachant que :  $e(t) = E_{\text{max}} \sin(\omega t)$  avec :  $E = 10\text{V}$ ;  $f = 50\text{Hz}$

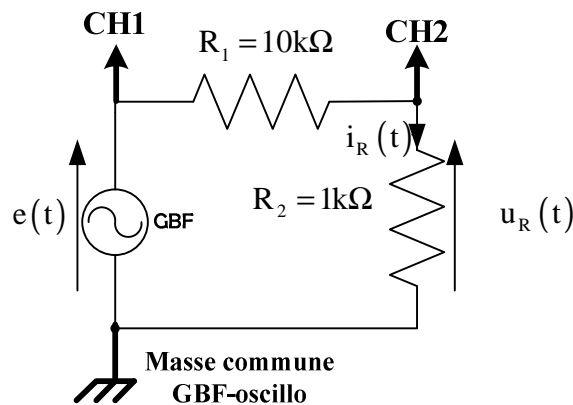
- 1) Donner les expressions des impédances de la résistance et de la bobine ( $\bar{Z}_R$  et  $\bar{Z}_C$ )
- 2) Calculer l'impédance complexe du circuit  $\bar{Z}_{RC}$  ;
- 3) Calculer le module  $Z_{RC}$  ;
- 4) Calculer l'argument  $\varphi_{R-C}$  de  $\bar{Z}_{RC}$  ;
- 5) Calculer la valeur efficace du courant  $I_{\text{eff-C}}$  ainsi que l'expression de  $\bar{I}_C$  ;



- 6) Tracer le diagramme de Fresnel de la tension d'entrée  $\bar{E}$  et le courant  $\bar{I}_C$  ;
- 7) Dédire l'expression temporelle du courant  $i_C(t)$  ;
- 8) Tracer sur le document annexe la tension d'entrée  $e(t)$  et le courant qui circule dans le circuit  $i_C(t)$  (**respecter échelle**).
- 9) Interpréter les deux courbes

#### IV) Étude expérimentale :

##### ✓ Circuit résistif

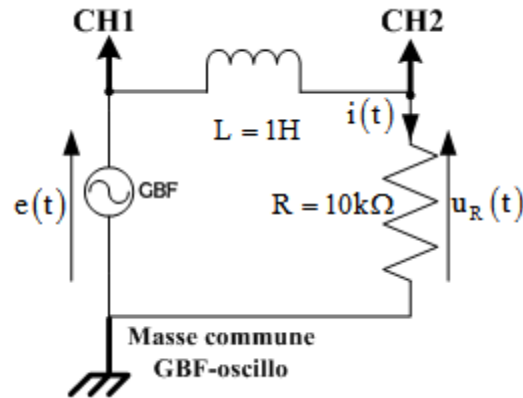


$R = 10k\Omega$ ;  $L = 1H$  et  $e(t) = E_{\max} \sin(\omega t)$  avec :  $E = 10V$ ;  $f = 50Hz$

- 1) Câbler le montage donné ci-dessus ;
- 2) Tracer sur le **document annexe** les grandeurs :  $e(t)$  et  $i_R(t)$  (**respecter l'échelle**).
- 3) Mesurer le déphasage entre les deux signaux  $\varphi_R$  ;
- 4) Mesurer la valeur efficace de la tension  $E_{\text{eff}}$  ainsi que l'intensité du courant  $I_{\text{mes-eff-R}}$
- 5) Interpréter les courbes que vous avez tracées.

##### ✓ Circuit inductif RL

Soit le montage suivant :

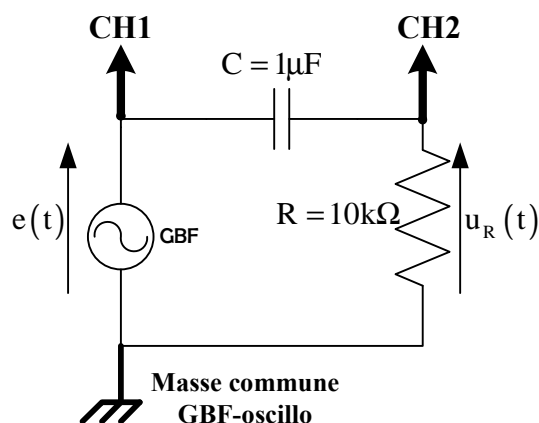


$R = 10\text{k}\Omega$ ;  $L = 1\text{H}$  et  $e(t) = E_{\text{max}} \sin(\omega t)$  avec :  $E = 10\text{V}$ ;  $f = 50\text{Hz}$

- 1) Câbler le montage donné ci-dessus ;
- 2) Tracer sur le **document annexe** les grandeurs :  $e(t)$  et  $i_L(t)$  (**respecter l'échelle**).
- 3) Mesurer le déphasage entre les deux signaux  $\varphi_{R-L}$  ;
- 4) Mesurer la valeur efficace de la tension  $E_{\text{eff}}$  ainsi que l'intensité du courant  $I_{\text{mes-eff-L}}$
- 5) Interpréter les courbes que vous avez tracées.

### ✓ Circuit capacitif RC

Soit le montage suivant :



Sachant que :  $e(t) = E_{\text{max}} \sin(\omega t)$  avec :  $E = 10\text{V}$ ;  $f = 50\text{Hz}$

- 1) Câbler le montage donné ci-dessus ;

- 2) Tracer sur le **document annexe** les grandeurs :  $e(t)$  et  $i_C(t)$  (**respecter l'échelle**).
- 3) Mesurer le déphasage entre les deux signaux  $\varphi_{R-C}$  ;
- 4) Mesurer la valeur efficace de la tension  $E_{\text{eff}}$  ainsi que l'intensité du courant  $I_{\text{mes-eff-C}}$
- 5) Interpréter les courbes que vous avez tracées.
- 6) Conclure.

## V) Conclusion du TP

**ANNEXE**




## TP N° 4 CARACTERISTIQUES D'UNE DIODE ET POINT DE FONCTIONNEMENT

### Objectifs

- Savoir utiliser le multimètre pour mesurer des grandeurs électriques
- Obtenir expérimentalement la caractéristique d'une diode
- Déterminer un modèle simple de la diode
- Déterminer un point de fonctionnement

### Matériels

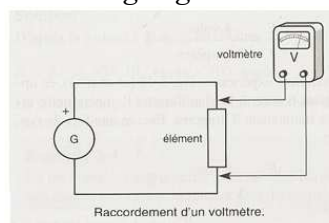
- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Multimètre</li> <li>• GBF</li> <li>• Oscilloscope</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Résistances</li> <li>• Diode</li> <li>• Plaquette à essai</li> </ul> |
|---|---|

### 1) Branchement et grandeurs caractéristiques des multimètres

Le multimètre est un appareil pouvant faire office au minimum de voltmètre pour mesurer une tension et d'ampèremètre pour mesurer une intensité ou d'ohmmètre pour mesurer une résistance. Il comprenant éventuellement d'autres fonctions évoluées. Les bornes de branchement dépendent de la fonction utilisée. Il possède plusieurs calibres. On commence par précaution par utiliser le plus grand calibre pour ensuite diminuer et choisir celui immédiatement supérieur à la valeur à mesurer pour avoir le maximum de chiffres significatifs et donc de précision.

#### a. Voltmètre

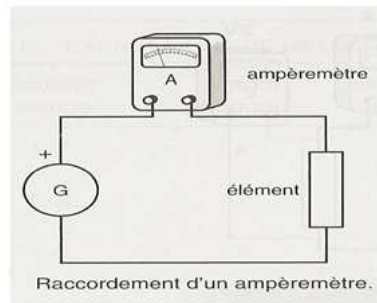
Il se place en parallèle sur le dipôle dont on veut mesurer la tension à ses bornes. Il peut être modélisé par une simple résistance interne de forte valeur  $R_v \approx 10M\Omega$ . La connaissance de l'ordre de grandeur de cette valeur est importante car elle fait partie intégrante du circuit dans lequel cet appareil est placé. En conséquence, le branchement du voltmètre est donc susceptible d'influer sur le fonctionnement du circuit. La perturbation d'une mesure par l'appareil de mesure lui même est une règle générale de l'électronique.



#### b. Ampèremètre

Il se place en série sur le dipôle dont on veut mesurer l'intensité du courant le traversant. Il peut lui aussi être modélisé par une résistance interne de faible

valeur  $R_A \approx 10 \Omega$ . Les mêmes remarques que pour le voltmètre s'appliquent sur l'influence de l'introduction de la résistance de l'ampèremètre dans le circuit étudié.



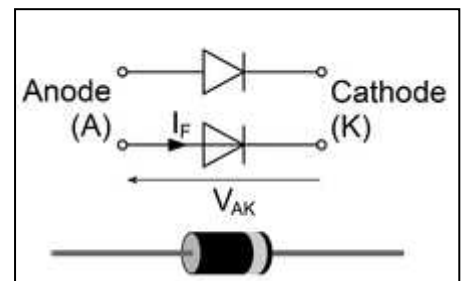
### c. Ohmmètre

Il se place aux bornes du dipôle dont on veut mesurer la résistance. L'appareil envoie alors un courant dans la résistance et détermine sa valeur par application de la loi d'Ohm en mesurant la tension à ses bornes. Il est donc impératif de l'utiliser hors de toute autre connexion susceptible de modifier ce courant et donc de fausser la mesure.

### 2) Diode à jonction

La diode à jonction est un composant semi-conducteur de base. Son fonctionnement est assimilable à celui d'un interrupteur qui ne laisse passer le courant que dans un seul sens. Par exemple, c'est la diode qui va permettre de redresser le courant alternatif issu du secteur. La figure ci-dessous de gauche montre différentes diodes.

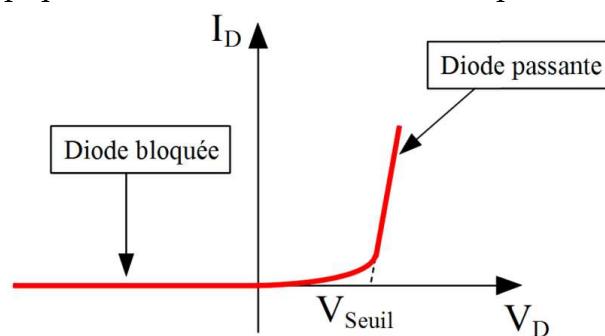
La diode est un dipôle non-linéaire et polarisé (ou non-symétrique). Le sens de branchement de la diode a une importance sur le fonctionnement du circuit électronique. La diode possède une anode (A) et une cathode (K) comme indiqué sur le schéma de droite ci-dessus.



Nous allons travailler par la suite en convention récepteur pour la diode.  $I_D$  et

$V_D$  (ou  $V_{AK}$ ) sont positifs (dans  $I_D$  le D est pour Direct noté  $I_F$  en anglais).

La caractéristique typique d'une diode a l'allure représentée sur le schéma suivant :



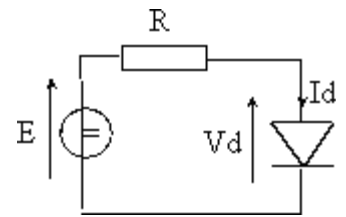
En TP, comme la tension aux bornes de la diode va être relativement faible, on placera le voltmètre directement aux bornes de la diode. Comme le

courant va être très faible, on placera l'ampèremètre en série avec la diode. Le voltmètre sera donc en parallèle sur la diode uniquement.

**3) Trace de la caractéristique statique de la diode**

On souhaite tracer la caractéristique statique  $I_D = f(V_D)$  de la diode. Pour cela on utilise le montage suivant :

On prendra comme générateur l'alimentation stabilisée  
 En polarisation directe, on fera varier la tension d'alimentation  $E$  de 0 à 14 V environ. Pour mesurer  $V_D$  et  $I_D$  on utilisera un voltmètre et un ampèremètre.



$R=330\Omega$  est une résistance de protection pour éviter qu'un courant trop important n'endommage la diode.

**3.1) Tracer le schéma du montage qui va vous permettre de relever la caractéristique en directe de la diode en indiquant l'emplacement des appareils de mesure.**

**3.2) Câbler le montage.**

En variant  $E$ , et en complétant le tableau suivant mesurer  $I_D$  et  $V_D$ :

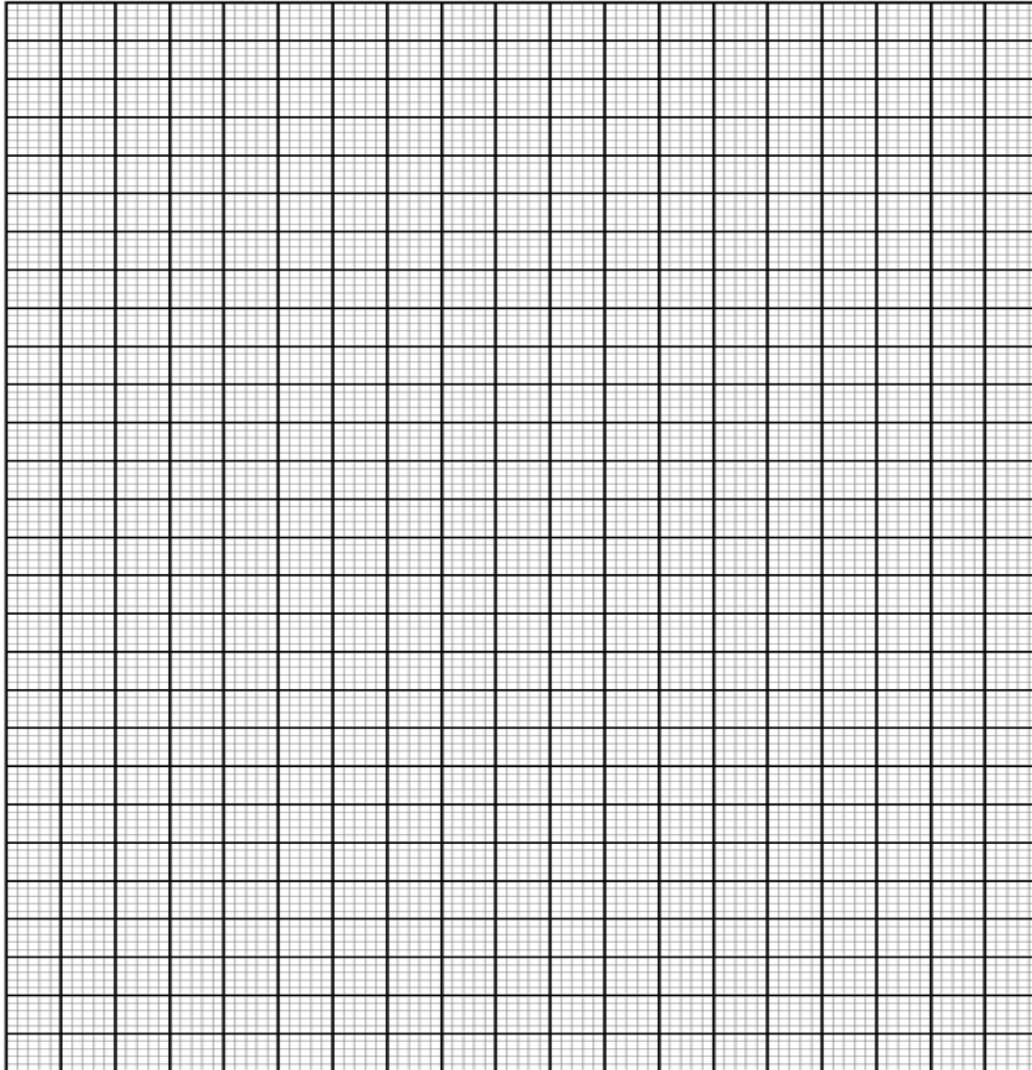
$E(V)$											
$V_D(V)$	0										
$I_D (mA)$											

**3.3) Tracer la caractéristique  $I_D = f(V_D)$  sur papier millimétré.**

Pour l'une échelle :

- axe des abscisses, **0,05V/division**
- axe des ordonnées, **1mA /division**

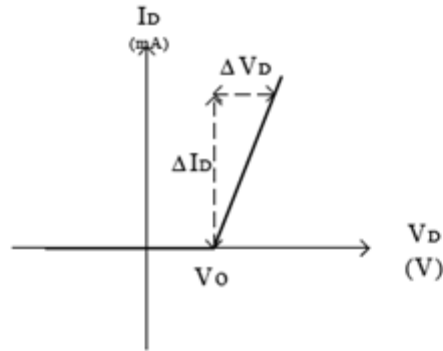
**N.B :** Tout graphique doit comporter : un titre, les noms des grandeurs et les unités sur chacun des axes et l'échelle choisi.



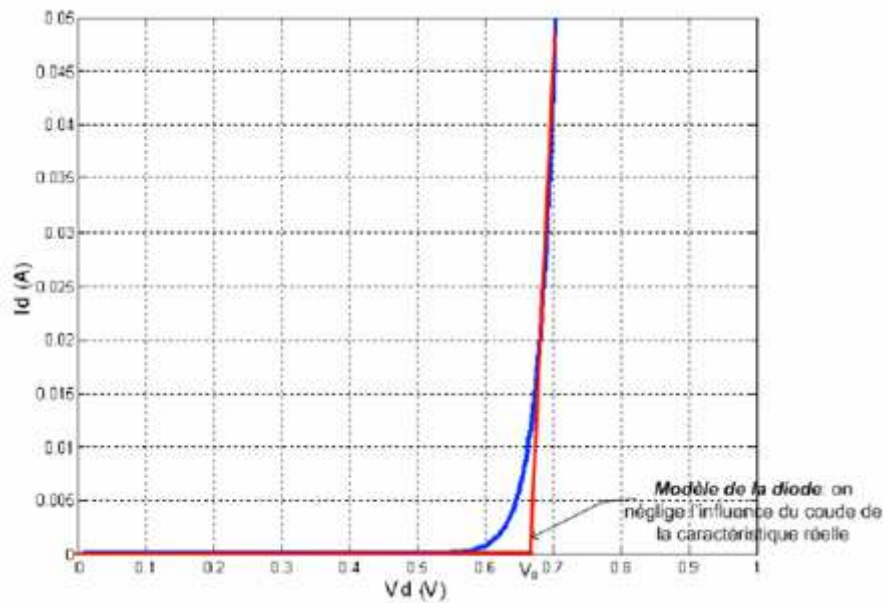
**Rappel :**

En polarisation directe, la caractéristique de la diode a une forme exponentielle au départ, puis elle tend à devenir linéaire. On peut assimiler la caractéristique à une droite à partir de  $V_D = V_0$  (tension de seuil). On peut donc modéliser la diode de la façon suivante :





<p>⇒ <b>En directe:</b></p> <div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;"><math>R_d = \Delta V_d / \Delta I_d</math> (jusqu'à une certaine d'Ohm).</p> <p><b>La diode conduit dès que <math>V_d \geq V_0</math></b></p>	<p>⇒ <b>En inverse:</b></p> <div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;"><math>V_d &lt; V_0</math> et <math>I_d = 0</math></p>
---	---



$V_0$  est l'abscisse obtenue en prolongeant la partie rectiligne de la courbe réelle.

3.4) A partir de la courbe tracée, déterminer la tension de seuil pratique  $V_0$  et la résistance dynamique de la diode.

.....  
 .....

3.5) En déduire le modèle électrique équivalent de la diode en polarisation directe.

**3.6)** En utilisant la loi des mailles, établir l'expression de  $I_D$  en fonction de  $V_D, R$  et  $E$

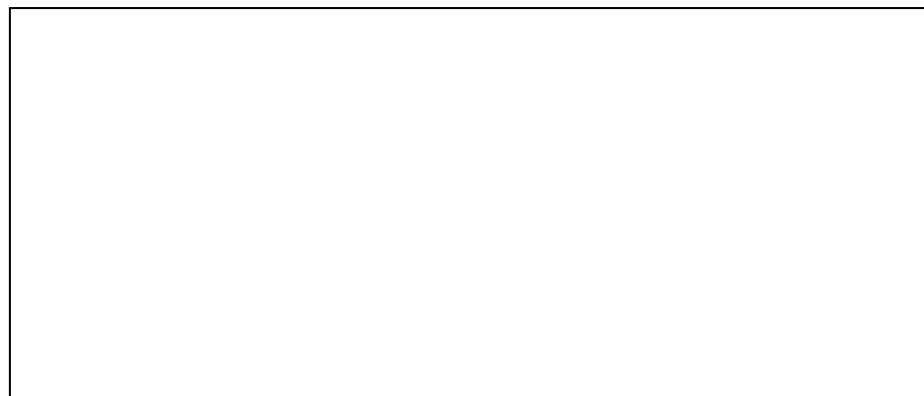
.....  
 .....

**3.7)** Sur la même caractéristique de la diode, Tracer la droite de charge statique d'équation  $I_D = f(V_D)$ , Déduire les coordonnées du point de fonctionnement  $Q$

$Q\{I_{D0} = \dots\dots\dots, V_{D0} = \dots\dots\dots\}$ .

**3.8)** Pour vérifier les valeurs des coordonnées du point de fonctionnement, on ajoute au montage de mesure précédent une diode LED en série avec la diode à jonction,

- ✓ Tracer le nouveau montage.



- ✓ Augmenter  $E$  jusqu'à la diode LED s'allume, et mesurer les valeurs de  $I_{D \text{ mesuré}}$  et  $V_{D \text{ mesurée}}$  ;

$I_{D \text{ mesuré}} = \dots\dots\dots$        $V_{D \text{ mesurée}} = \dots\dots\dots$

**3.9)** Conclure

.....  
 .....

**TP N° 5 : APPLICATIONS DES DIODES A JONCTION****Objectifs**

Familiarisation avec les différentes applications par diode à jonction PN

**Spécifiques**

- Visualiser le redressement simple alternance et double alternances
- Visualiser l'écrtage d'une tension à travers une diode à jonction

**Matériels**

<ul style="list-style-type: none"><li>• GBF</li><li>• Oscilloscope</li><li>• Plaquette à essai</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Résistances</li><li>• Diodes</li></ul>
--	--

**Préalables**

<ul style="list-style-type: none"><li>• Connaissance de la caractéristique courant-tension de la jonction PN.</li><li>• Reconnaître le symbole de la diode et identifier ses bornes.</li><li>• Savoir lire des fiches des caractéristiques, les interpréter et comprendre la littérature professionnelle.</li><li>• Etre capable de concevoir et de mettre en œuvre des montages de circuits électroniques en respectant les règles d'utilisation du matériel électronique.</li></ul>
---

# I. ETUDE THEORIQUE

Soit le montage à diode de la figure 1.

La diode est supposée idéale.

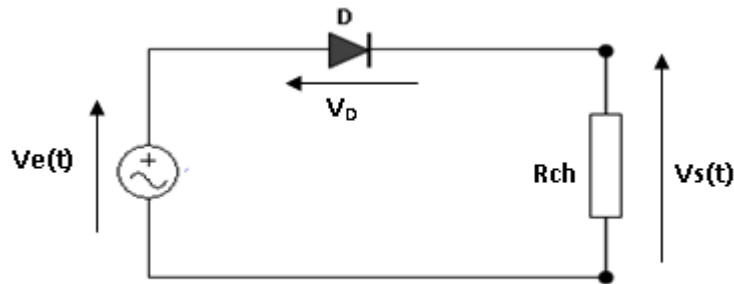


Figure 1 : Montage redresseur à simple

On donne  $V_e(t) = V_M \sin(\omega t)$

## 1.1 Pendant la 1<sup>ère</sup> demi période ( $0 < t < T/2$ ) ;

1.1.1) Donner l'état de la diode, justifier votre réponse :

.....  
 .....

1.1.2) Etablir l'expression des tensions  $V_s$  et  $V_D$

$V_s =$  .....  $V_D =$  .....

## 1.2 Pendant la 2<sup>ième</sup> demi période ( $T/2 < t < T$ ) ;

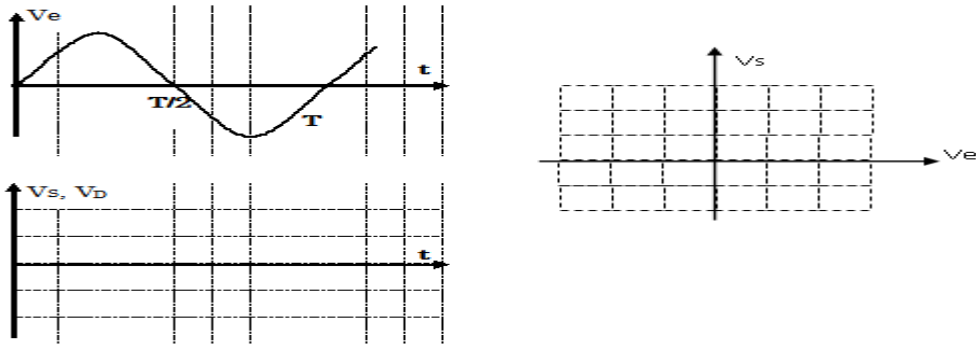
2.2.1) Donner l'état de la diode, justifier votre réponse :

.....  
 .....

2.2.2) Etablir l'expression des tensions  $V_s$  et  $V_D$

$V_s =$  .....  $V_D =$  .....

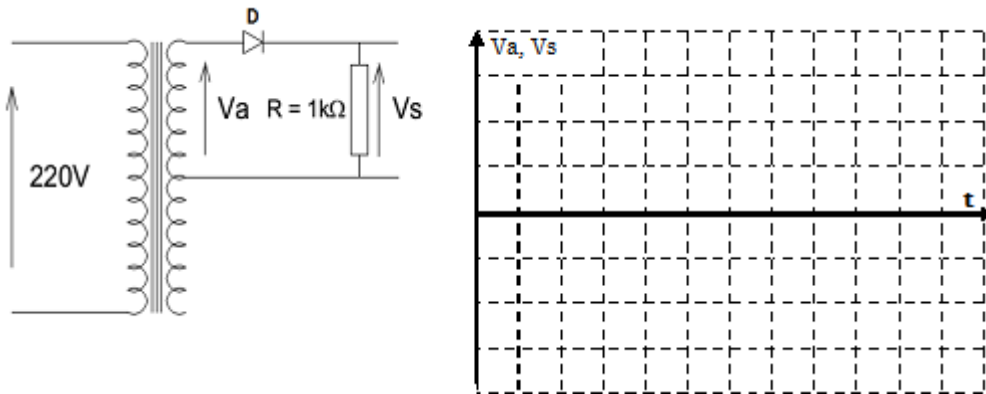
## 1.3 Tracer la courbe de $V_s(t)$ , de $V_D(t)$ et de $V_s=f(V_e)$ .



### ETUDE PRATIQUE

#### Le redressement simple alternance.

- ❖ Réaliser le circuit de la figure 2 et relever les formes d'onde de la tension d'alimentation  $V_a$  et de la tension de sortie  $V_s$



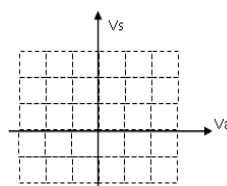
- ❖ Mesurer les amplitudes des tensions d'entrée  $V_e$  et de sortie  $V_s$  :

$V_{a_{max}} = \dots\dots\dots$        $V_{s_{max}} = \dots\dots\dots$

- ❖ A partir des résultats obtenus, Comparer les résultats théoriques et expérimentaux, et sur cette base, expliquer le comportement de la diode en polarisation directe et en polarisation inverse dans ce circuit.

.....  
 .....  
 .....  
 .....

- ❖ Tracer la courbe  $V_s = f(V_a)$ .



**BIBLIOGRAPHIE**

- [1] B.Dubois, A.Le Gall, J. Floch et R. Prêt “Mesures et essais électriques” Ed. Bordas, 1988
- [2] François Mésa, « Les cours supérieurs d’électricité : méthodes d’études des circuits électriques »
- [3] Francis Milsant « Circuits électriques et électronique » Ed. Ellipses, 1994
- [4] Pierre-André Paratte et Philippe Robert, Traité d’Electricité, Systèmes de mesure, Volume XVII, Presses polytechniques et universitaires romandes. ISBN : 2-88074-321-4.
- [5] Site internet <http://perso.wanadoo.fr/xcotton/electron/coursetdocs.htm>