



Régime continu

Système linéaire d'ordre 1

I - Caractéristique statique d'une diode

La diode est un dipôle passif non linéaire, mais de caractéristique linéarisable par morceaux.

Elle est constituée d'une jonction PN ; c'est donc un dipôle dissymétrique. Le côté de la cathode (jonction N) est repéré par un anneau (liseré de couleur sur le boîtier cylindrique de la diode) ou par un méplat sur le boîtier en plastique ou une patte plus courte pour les LEDs.

Une photodiode est un composant constitué de semi-conducteurs ayant la capacité de détecter un rayonnement du domaine optique et de le transformer en signal électrique.

On désire réaliser la caractéristique statique (point par point) $i = f(u)$ d'une diode de redressement.

ATTENTION : toujours commencer par noter les caractéristiques techniques d'une diode et surtout ses limitations en courant et en tension.

✎ Proposer un montage permettant de tracer la caractéristique statique de cette diode.

Vous disposez d'un GBF pouvant délivrer un signal continu, d'un multimètre de table, d'un multimètre à main, de conducteurs ohmiques de résistance 100 Ω , 1,0 k Ω et 10 k Ω .

✕ Réaliser le montage. Relever la caractéristique de la diode (vous prendrez une douzaine de couples de valeurs entre -10 V et +10 V).

ATTENTION : vous veillerez à ne jamais dépasser $I = 200$ mA

✎ Tracer la caractéristique sur papier millimétré.

✎ Déterminer graphiquement les éléments remarquables de la caractéristique : tension de seuil, résistance directe.

✎ Proposer un dipôle équivalent pour les différents mode de fonctionnement de la diode.

II - Mesure de résistances

1 - Mesure d'une résistance accessible.

a) Utilisation de la fonction ohmmètre

Les multimètres présents sur vos tables peuvent mesurer directement la valeur de la résistance d'un dipôle. Pour cela les bornes à utiliser sont COM et celle notée Ω . Il faut aussi sélectionner la fonction ohmmètre du multimètre.

Important : lorsque l'on cherche à mesurer la résistance d'un résistor à l'aide d'un ohmmètre, il faut commencer par déconnecter ce dipôle du circuit.

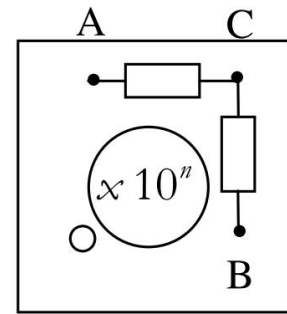
✕ Matériel : multimètre de table MTX 3250, multimètre à main MX 512, 1 boîtiers à résistances AOIP,

deux conducteurs ohmiques de résistance $R_1 = 15 \, \Omega$ et $R_2 = 33 \, \Omega$.

Les boîtiers de résistances (souvent appelés "boîtes AOIP" du nom de l'entreprise qui les fabriquait autrefois), dont on donne une vue de dessus sur la figure ci-contre fonctionnent de la façon suivante :

L'entier n est fixé pour un boîtier, c'est-à-dire que vous pouvez avoir sur votre table des boîtes $\times 1$, $\times 10$, $\times 10^2$ ou $\times 10^3$, etc ...

La molette est graduée et peut tourner : soit k le chiffre situé en face du repère (représenté sur la figure ci-contre par un petit cercle) alors $R_{AC} = k \cdot 10^n \, \Omega$, $R_{BC} = (11 - k) \cdot 10^n \, \Omega$ et $R_{AB} = R_{AC} + R_{BC} = 11 \cdot 10^n \, \Omega$.



Sur la plupart des boîtiers, le schéma indiquant la connexion des résistors dans la boîte est rappelé. Ainsi, si vous avez un doute sur le fonctionnement de ces boîtiers aux prochains TP, vous pourrez vous y reporter.

✕ Manipulation 1 : choisir un boîtier, une valeur de k et mesurer à l'aide d'un ohmmètre chacune des trois résistances R_{AC} , R_{BC} et R_{AB} .

✎ Vous avez choisi $n = \underline{\hspace{2cm}}$ et $k = \underline{\hspace{2cm}}$.

Vous avez mesuré $R_{AC} = \underline{\hspace{2cm}}$, $R_{BC} = \underline{\hspace{2cm}}$ et $R_{AB} = \underline{\hspace{2cm}}$.

Ces résultats sont-ils en accords avec la précision de l'ohmmètre indiquée par le constructeur ?

✕ Manipulation 2 : mesurer à chaque fois la valeur obtenue avec les deux multimètres. Vous ferez de même avec les deux résistances R_1 et R_2 . Vous présenterez les résultats dans ces tableaux :

Multimètre à main

Valeur indiquée	Lecture	Expression de ΔR , calibre	Valeur de ΔR

Multimètre de table

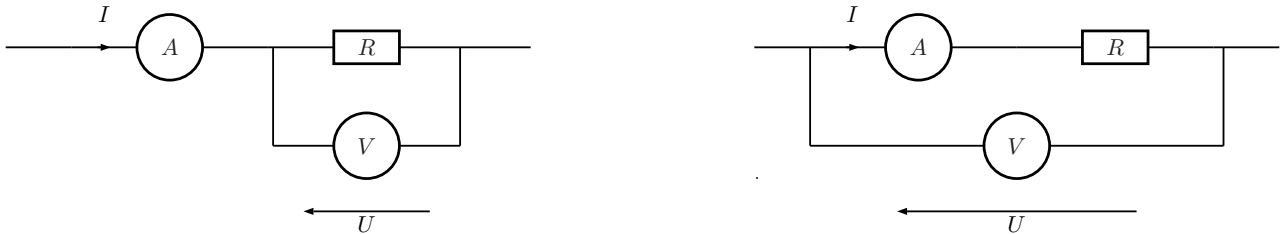
Valeur indiquée	Lecture	Expression de ΔR , calibre	Valeur de ΔR

✕ Manipulation 3 : **vérification des lois d'association**. On utilise les des conducteurs ohmiques R_1 et R_2 .

- Association série : mesurer la résistance de l'association série, conclure.
- Association parallèle : mesurer la résistance de l'association parallèle, conclure.

b) Utilisation de la loi d'Ohm

Approche théorique La mesure d'une résistance R se fait couramment à l'aide d'un ampèremètre et d'un voltmètre. Du fait de l'existence de résistance interne pour ces appareils de mesure (R_a pour l'ampèremètre et R_v pour le voltmètre, avec $R_v \gg R_a$), on commet une erreur systématique car la résistance R est différente de la mesure $R_m = \frac{U}{I}$ (U tension lue sur le voltmètre, I intensité lue sur l'ampèremètre). Pour effectuer cette mesure, nous avons le choix entre deux types de montage (courte ou longue dérivation) :



- Reproduire les deux circuits en remplaçant les appareils de mesure par leur résistance interne. Placer les flèches tensions U et I (grandeurs mesurées).
- Exprimer dans les deux montages la valeur de la résistance mesurée R_m en fonction de R , R_a et R_v , puis l'erreur relative $\delta = \frac{|R_m - R|}{R}$.
- Discuter, selon la valeur de R , du bon choix de montage. Donner une expression, en fonction de R_a et R_v , de la valeur limite R_0 qui sépare les deux choix possibles.

Protocole expérimental

- Les deux types de montage doivent être soumis à une tension continue E .
- Les conducteurs ohmiques employés ne peuvent dissiper, par effet Joule, qu'une puissance limitée sans être endommagés.
- Pour chaque valeur de résistance, déterminer les valeurs I_{max} et U_{max} à ne pas dépasser.

Valeur indiquée	15 Ω	$k \cdot 10^n \Omega$	47 k Ω
P_{max}			
I_{max}			
U_{max}			

Mesures

- ✗ Réaliser le montage longue dérivation en utilisant le multimètre de table comme voltmètre et le multimètre à main comme ampèremètre.
- ✗ Pour chacun des trois conducteurs ohmique faire 4 relevés de couples de valeur (U, I) .
- ✗ Calculer pour chaque couple la valeur de résistance et en déduire la valeur moyenne pour chaque réglage. Vous présenterez vos résultats expérimentaux dans un tableau, en donnant pour chaque réglage U , I et R_{LD} .
- ✗ Comparer ces valeurs avec celles obtenues à l'ohmmètre.
- ✗ Reprendre les étapes précédentes avec le montage courte dérivation.

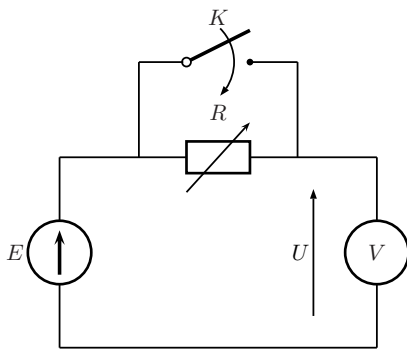
2 - Résistances non accessibles

a) Résistance interne d'un voltmètre

Un voltmètre peut être modélisé par un simple conducteur ohmique de résistance R_v . Cette résistance est importante (de 1 M Ω à 1 G Ω) afin de perturber le moins possible le circuit lors de la mesure.

Le principe de la mesure Pour évaluer la valeur de la résistance interne du voltmètre, on peut utiliser un montage pont diviseur de tension.

Le montage étudié est le suivant :



- Recopier le schéma du montage en remplaçant le voltmètre par un conducteur ohmique de résistance R_v .
- L'interrupteur K étant fermé, que vaut U ? Soit U_0 cette valeur.
- L'interrupteur K étant ouvert, on règle R afin d'observer aux bornes du voltmètre la tension $U = \frac{U_0}{2}$. Établir l'expression générale de R_v en fonction de U_0 , U et R . Que vaut R_v dans le cas où $U = \frac{U_0}{2}$?

Les mesures Déterminer ou essayer de déterminer les résistances d'entrée des deux voltmètres.

3 - Résistance interne du GBF

➤ Proposer un protocole expérimental de mesure de R_g .

✗ Le mettre en œuvre.

III - Étude d'un dipôle RL en régime transitoire

1 - Principe

Grâce au signal créneau délivré par un générateur basse fréquence, nous allons observer à l'oscilloscope les régimes transitoires d'un dipôle RL.

Si la période T choisie est assez grande par rapport à la constante de temps τ du circuit, le régime inductif (ou le régime libre) a le temps de s'établir avant que la tension délivrée par le GBF ne change. La tension $u_R(t)$ existant aux bornes du conducteur ohmique varie alors de 0 à $+E_0$ et inversement.

2 - Étude expérimentale à l'oscilloscope

a) Montage

➤ Dessiner le circuit étudié (association série d'un conducteur ohmique, d'une bobine et d'un G.B.F.) et placer les voies CH1 et CH2 de l'oscilloscope afin d'observer la tension $u_g(t)$ aux bornes du GBF sur la

voie *CH1* et la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique sur la voie *CH2*.

Attention, le GBF et l'oscilloscope (ou le boîtier d'acquisition) peuvent avoir une masse commune, qui est la terre du secteur. Il faut donc prendre garde à réaliser convenablement le montage afin de ne pas court-circuiter involontairement un dipôle.

⚡ Peut-on visualiser simultanément $u_R(t)$ et la tension aux bornes de la bobine sur l'oscilloscope (justifier) ?

b) Choix des grandeurs expérimentales

⚡ Donner une condition sur la période pour bien visualiser le régime transitoire, en déduire la fréquence du signal créneau.

Un deuxième problème guide le choix des paramètres. On souhaite en effet que le signal d'entrée reste un créneau. Or, le GBF utilisé présente une résistance interne R_g , assez faible certes (de l'ordre de $50\ \Omega$), mais ceci n'est pas toujours négligeable. La tension réellement délivrée par le GBF est alors modifiée et vaut $u_g = E_0 - R_g \times i$, où le signal $i(t)$ n'est pas un créneau (voir paragraphe précédent). Le signal du GBF est alors déformé.

Pour que cette déformation reste négligeable, il faut finalement que l'on puisse négliger le terme $R_g i$ devant le terme $u_R = Ri$, et il faut donc choisir une résistance R suffisamment grande devant R_g .

La bobine étudiée a une inductance propre d'environ $0,1\ \text{H}$.

On choisit finalement

$R = \text{_____}\ \Omega$; $L \simeq 1\ \text{mH}$; $f \simeq \text{_____}\ \text{Hz}$

✗ Dans un premier temps, relier le GBF seul à l'oscilloscope, et régler le GBF de manière à avoir un signal créneau de fréquence $f = \text{_____}\ \text{Hz}$ entre 0 et 5,0 V. Faites vérifier le signal par l'enseignant.

✗ Réaliser le circuit.

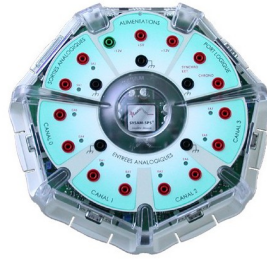
c) Détermination de la constante de temps.

Si la fréquence des signaux carrés est bien choisie, sur une demi-période la tension aux bornes du conducteur ohmique varie de 0 (ou E_1) à l'instant $t = 0$ jusqu'à E_1 (ou 0) à l'instant $t = T/2$ (assimilé à l'infini).

- ⚡ Reproduire les courbes visualisées à l'oscilloscope sur un graphe.
- ⚡ Que peut-on dire de la continuité de $u_R(t)$? Est-ce le résultat attendu ?
- ⚡ Mesurer $t_{1/2}$ et t_m en indiquant votre façon de procéder (réglages, vitesse de balayage, nombre de divisions...), puis utiliser les mesures automatiques de l'oscilloscope.
- ⚡ En déduire une valeur de τ : τ_m .
- ⚡ Calculer l'écart relatif de la valeur expérimentale par rapport à la valeur théorique.
- ⚡ Conclure.

3 - Étude expérimentale grâce à une carte d'acquisition SYSAM

L'oscilloscope est remplacé par l'interface informatique (centrale d'acquisition SYSAM SP5 et logiciel LatisPro).



a) Mesure du temps caractéristique par modélisation

- ✗ Relier votre circuit au boîtier SySam (envoyer les tensions u_g et u_R sur les voies EA0 et EA1 de la centrale) puis ouvrir Latis Pro.
- ✗ Dans la boîte de dialogue "Acquisition" indiquer quelles sont les entrées analogiques actives en cliquant sur les icônes (EA0 et EA1).
- ✗ Régler aussi le type d'acquisition ("Temporelle" en générale) ainsi que les paramètres durée de l'acquisition (T_{totale}) et le nombre de points.
- ✗ Afficher les courbes obtenues (vous devez au moins avoir une charge et une décharge d'affichées sur l'écran).
- ✗ Dans le menu "Traitement", choisir "Modélisation". Faire glisser la courbe à modéliser dans la case "Courbe". Choisir alors dans "Modèle" l'équation mathématique qui modélise la courbe. Il faut alors sélectionner la partie de courbe à modéliser. Cela se fait à la souris en définissant les deux extrémités. Appuyer ensuite sur "Calculer le Modèle".
- ✗ Pour la suite, on se concentre sur l'établissement du régime inductif. Régler le déclenchement ainsi que le temps d'acquisition afin d'observer que cet établissement sur l'écran.

b) Étude de la tension aux bornes de la bobine

- ✗ Tout l'intérêt d'utiliser un logiciel par rapport à un oscilloscope est de pouvoir réaliser des calculs à partir des données disponibles. Pour cela, faire apparaître la feuille de calcul en cliquant sur le menu "Traitements" puis "Feuille de calculs".

Exemple de feuille de calcul :

$$U_g = \text{EA0}$$

$$U_R = \text{EA1}$$

$$U_L = U_g - U_c$$

$$R = 1000$$

$$L = 0,1$$

$$i = U_R / R$$

- ✗ Calculer et tracer u_L .

➤ Que peut-on dire de la continuité de u_L ? Est-ce le résultat attendu ?

- ✗ Mesurer de nouveau τ .

c) Bilan en puissance

✕ Tracer une fonction du temps la puissance fournie par le générateur, la puissance reçue par le conducteur ohmique ainsi que celle reçue par la bobine.

✎ Commenter.

IV - Réalisation de signaux particuliers

1 - Objectif

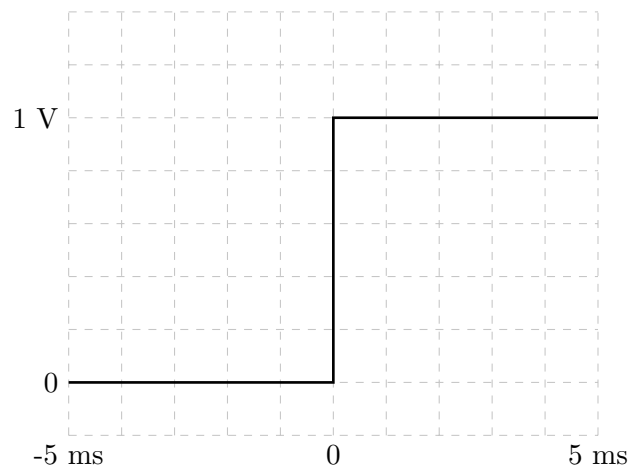
Il s'agit de réaliser des montages permettant d'obtenir des réponses à un échelon de tension conformes à un modèle imposé. Pour se faire, vous utiliserez un condensateur et des conducteurs ohmiques alimentés par un GBF.

2 - Signal d'entrée

Régler le générateur et l'oscilloscope de telle sorte que le front montant d'un échelon de tension d'amplitude 1 V apparaisse au centre de l'écran ($t = 0$ par convention).

On choisira l'échelle de temps de telle sorte que le bord gauche de l'écran corresponde à $t = -5$ ms et le bord droit à $t = +5$ ms.

On doit obtenir l'oscillogramme ci-contre, correspondant au signal d'entrée.



Indiquer les paramètres de réglage :

- de l'oscilloscope ;
- du générateur.

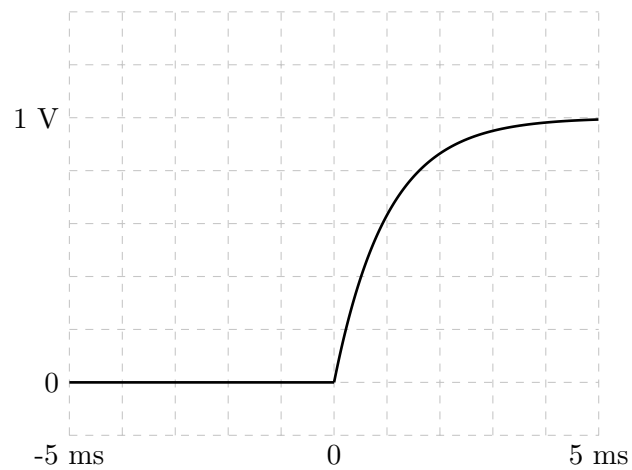
3 - Réalisation d'un système linéaire d'ordre 1

a) Circuit A

Faire le schéma du circuit A pour lequel l'échelon précédent donne la sortie correspondant à l'oscillogramme ci-dessous.

On précisera

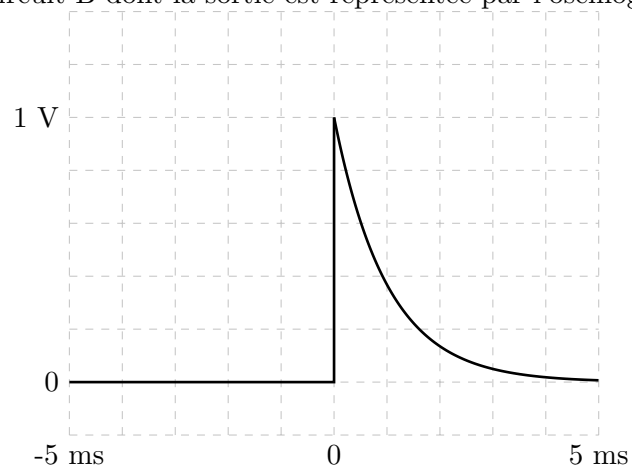
- l'équation différentielle reliant la tension d'entrée à la tension de sortie ;
- le schéma du circuit ;
- les valeurs choisies pour les composants (résistance(s) et capacité(s)).



Réaliser le circuit et observer le signal de sortie. Commenter.

b) Circuit B

Procéder de même pour le circuit B dont la sortie est représentée par l'oscillogramme ci-dessous.



c) Circuit C

Procéder de même pour le circuit C dont la sortie est représentée par l'oscillogramme ci-dessous.

