



TP ELECTRICITE

Module MC 2-1

1^{ère} année

JC. Labrune
F. Palmino
V. Chollet

SOMMAIRE

Consignes pour les compte-rendus	page 3
Séances de TP EEA	page 4
TP 1	page 5
TP 2	page 7
TP 3	page 9
TP 4	page 12
TP 5	page 14
TP 6	page 18

CONSIGNES POUR LES COMPTE-RENDUS

1 CR par binôme

Eviter que ce soit toujours le même rédacteur.

CONSIGNES GENERALES

Soigner la présentation et l'écriture.

Présenter le but du montage.

Dessiner les schémas des circuits réalisés.

Faire apparaître les appareils de mesure.

Expliquer les méthodes de mesures quand elles sont nouvelles ou peu souvent utilisées.

Les résultats de mesure doivent apparaître clairement et être encadrés. Préciser l'appareil utilisé et éventuellement les calibres.

Ne pas oublier les unités.

Les commentaires et conclusions demandés doivent être clairement formulés.

LES GRAPHIQUES

Les graphiques sont relevés sur papier millimétré ou $\frac{1}{2}$ log.

Ils doivent être collés au bon endroit dans le compte rendu (éviter les annexes).

Nommer les abscisses et ordonnées.

Graduer régulièrement les axes, avec des échelles pratiques et lisibles.

Donner un titre au graphique.

Soigner le tracé des courbes.

Chronogrammes :

Les fronts des signaux doivent être dessinés (pas de discontinuité).

L'axe des ordonnées est tracé à gauche.

Vous pouvez éventuellement agrandir l'échelle, il ne s'agit pas d'une photo de l'oscilloscope.

LES CR BROUILLONS SERONT REJETES

SEANCES DE TP d'EEA

TRAVAIL EN BINOME

Les binômes peuvent être modifiés par les enseignants à tout instant.

LES ETUDIANT DOIVENT :

- Venir en TP en ayant préparé le sujet
- Etre actifs pendant la séance
- Rester à leur poste de travail
- Signaler tout matériel détérioré
- Solliciter les enseignants en cas de difficultés

CERTAINS TP NECESSITENT UNE PREPARATION ECRITE :

Elle doit être faite

Les excuses du type : « je ne sais pas faire » ne sont pas admises.

Il est en effet toujours possible de trouver des aides (autres étudiants, ouvrages en BU, enseignants ...)

**Les étudiants n'ayant pas travaillé la préparation
ne seront pas admis en salle de TP**

NOMBRE DE SEANCES

3 séances, un examen, 3 séances, un examen.

TP n° 1 - OSCILLOSCOPE 1

1 Étude de l'oscilloscope

1.1 Préparation

Étudier la page de description (dernière page du TP) de la face avant de l'oscilloscope HAMEG et situer les éléments sur l'appareil.

1.2 Mise en route et configuration de l'oscilloscope

Afin de retrouver la trace, il convient de procéder avec méthode.

1.2.1 Réglages

Mettre tous les potentiomètres (2-3-6-17-21-36) en milieu de course, sauf le 7 (holdoff) qui doit être mis en butée à gauche.

1.2.2 Base de temps

- Positionner la base de temps (12) sur 1 ms. Le bouton « calibrage base de temps » (13) doit être tourné à fond vers la droite.
- Ne pas mettre d'amplification X. Pour cela le bouton (18) doit être sorti.

1.2.3 Déclenchement

- Mettre le séparateur de synchro télé (9) sur OFF.
- Déclenchement de la base de temps :
 - o en interne, (14) sorti.
 - o bouton (11) sorti.
 - o niveau automatique (16) sorti.

1.2.4 Amplificateur verticaux

- Mettre le balayage sur alterné, (27) et (29) sortis, (28) enfoncé.
- Voie 2 non inversée, (33) sorti.
- Amplificateur de chaque voie sur 5 V/Div à l'aide de (24) et (30). Mettre (25) et (31) en position calibrée à fond à droite.
- Entrée sur masse, (22) et (35) enfoncés.
- Amplification x5 non active, (26) et (32) sortis.

Mettre ensuite l'oscilloscope sous tension et chercher les deux traces en manipulant Ypos1 (21) et Ypos2 (36). Lorsque les traces sont trouvées, on affine le réglage focus et intensité. Positionner alors le zéro de chaque voie puis sortir les touches de mise à la masse (22) et (35).

1.3 Derniers tests

- Dérégler complètement l'appareil
- En suivant les instructions précédentes reconfigurer l'oscilloscope.
- En changeant la vitesse de balayage (50 ms/Div), observer les effets sur le balayage du mode « choppé » ((28) et (29) enfoncés) et du mode « alterné » ((28) enfoncé et (29) sorti). Conclure.
- Recommencer les opérations de configuration jusqu'à être capable de reconfigurer seul l'appareil sans l'aide du mode d'emploi.
- Faire la démonstration devant le professeur.

2 Mesures à l'oscilloscope

2.1 Consignes

Afin de minimiser les erreurs de lecture, il faut choisir les calibres amplification et base de temps pour avoir une excursion maximale du signal sur l'écran en X et Y et pour permettre de définir les tensions crêtes et les périodes. La représentation des signaux sur papier millimétré sera faite comme un graphe $V(t)=f(t)$. les axes doivent être définis et gradués.

2.2 Mesures

Pour les différents signaux de sortie de la platine (1-2-3-4-5), relever les oscillogrammes dans les deux positions du couplage de l'entrée AC et DC. En AC, le couplage est fait à travers un condensateur qui se charge sous la valeur moyenne du signal : la déviation est donc proportionnelle à $(V(t)-V_{moy})$. **En AC on ne voit que la composante alternative du signal.** En DC, les plaques de déviation sont soumises à une tension proportionnelle à celle appliquée en entrée. **En DC, on voit la composante continue et alternative du signal.**

Déduire des relevés et pour chaque signal : Les valeurs mini et maxi des tensions

- Sa valeur moyenne
- sa fréquence exprimée en Hz

Veiller à exprimer ces résultats avec une précision compatible avec celle des mesures. Donner une estimation des erreurs commises en tenant compte de l'erreur de lectures (à estimer) et de l'erreur due à l'appareil (erreur relative de 3% en X et Y).

2.3 Observations

Lors de la visualisation des signaux, changer les paramètres de déclenchement. Observer et expliquer. Veiller tout particulièrement à déclencher l'oscilloscope en mode manuel et à faire varier le niveau de déclenchement.

TP n° 2 - GBF et OSCILLOSCOPE

1 Utilisation d'un générateur de fonctions : GBF

Générer et relever l'oscillogramme des signaux suivants :

- $V(t)=2\sin(2\pi \cdot 1000 \cdot t)$ signal sinusoïdal d'amplitude 2 Volts et de fréquence 1 KHz.
- $V(t)=1+2\sin(2\pi \cdot 5000 \cdot t)$ signal sinusoïdal d'amplitude 2 Volts et de fréquence 5 KHz auquel on ajoute une composante continue (offset) de 1V.

2 Mesure de gain et de déphasage

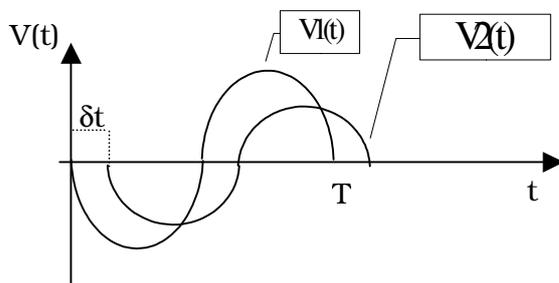
2.1 Mesure de gain

Ces mesures sont effectuées en régime sinusoïdal. Si on observe les tensions d'entrée V_e et de sortie V_s d'un quadripôle à l'oscilloscope, on peut définir le gain en tension du quadripôle par : **$G=20 \log(V_s/V_e)$ exprimé en dB**

Comme le log met en jeu un quotient, V_s et V_e peuvent aussi bien représenter les valeurs maximales (amplitudes), efficaces que crêtes à crêtes.

2.2 Mesure du déphasage - Méthode des 9 carreaux

Considérons deux tensions déphasées d'un temps δt .



Dans la figure ci-dessus δt est le retard temporel de V_2 sur V_1 .

Si $v_1(t) = V_1 \sin(2\pi t/T)$ et $V_2(t) = V_2 \sin(2\pi t/T + \varphi)$ on peut facilement déduire le déphasage φ de l'oscillogramme. Dans ce cas φ est <0 car V_2 est en retard sur V_1 et sa valeur vaut : $\varphi = -360 \cdot \delta t/T$.

Ce retard peut être facilement mesuré à l'oscilloscope en mesurant T et δt .

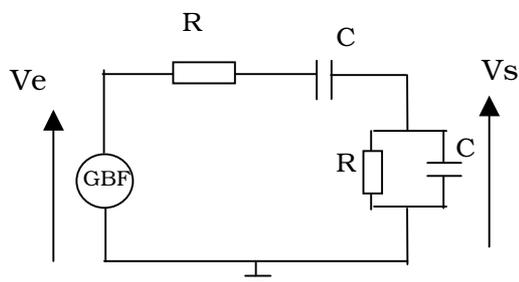
En pratique on utilise plutôt la méthode des 9 carreaux :

- bien régler le 0 V des 2 voies.
- Décaler la base de temps de l'oscilloscope pour avoir $\frac{1}{2}$ période sur 9 carreaux (9 carreaux correspondant à 180° , on a ainsi une échelle de 20° par carreaux).
- Augmenter la sensibilité en Y de l'oscilloscope pour accroître la précision de la lecture.
- Mesurer δt en nombre de carreaux, en déduire le déphasage ($20^\circ/\text{carreaux}$).
- Attention au signe de φ

3 Relevés expérimentaux

3.1 Montage n°1

Câbler le montage ci-dessous avec $R = 2200 \Omega$ et $C = 100 \text{ nF}$:



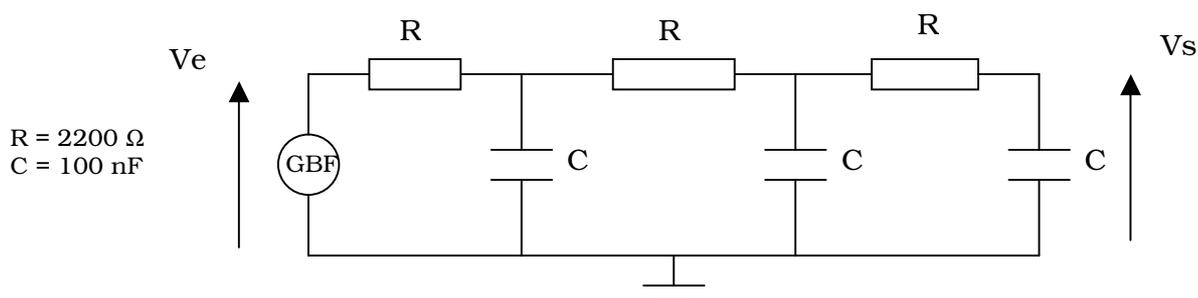
3.1.1 Mesures

Représenter sur papier semi-log (4 ou 5 décades) l'évolution du gain (dB) et du déphasage de V_s par rapport à V_e (en degrés) pour un intervalle de fréquence du signal d'entrée variant de 10 Hz à 100 KHz. On choisira $V_e = 4 \text{ V}$ d'amplitude max.

3.1.2 Exploitation des mesures

- Donner la valeur maximum du gain notée G_m et la fréquence correspondante F_m .
- Noter les deux fréquences F_i et F_s pour lesquelles $G = G_m - 3 \text{ dB}$
- Mesurer la pente moyenne de la courbe de gain entre 10 et 100 Hz ainsi qu'entre 10 KHz et 100 KHz. On mesurera la variation du gain sur une décade et on l'exprimera en dB/décade.
- Noter la fréquence F_0 pour laquelle le déphasage est nul. Pour cette fréquence, visualiser sur l'oscilloscope V_e et v_s . Relever l'oscillogramme puis passer en mode X-Y. Relever la courbe obtenue.

3.2 Montage n°2



3.2.1 Mesures

Représenter sur papier semi-log (4 ou 5 décades) l'évolution du gain (dB) et du déphasage de V_s par rapport à V_e (en degrés) pour un intervalle de fréquence du signal d'entrée variant de 10 Hz à 100 KHz. On choisira $V_e = 4 \text{ V}$ d'amplitude max.

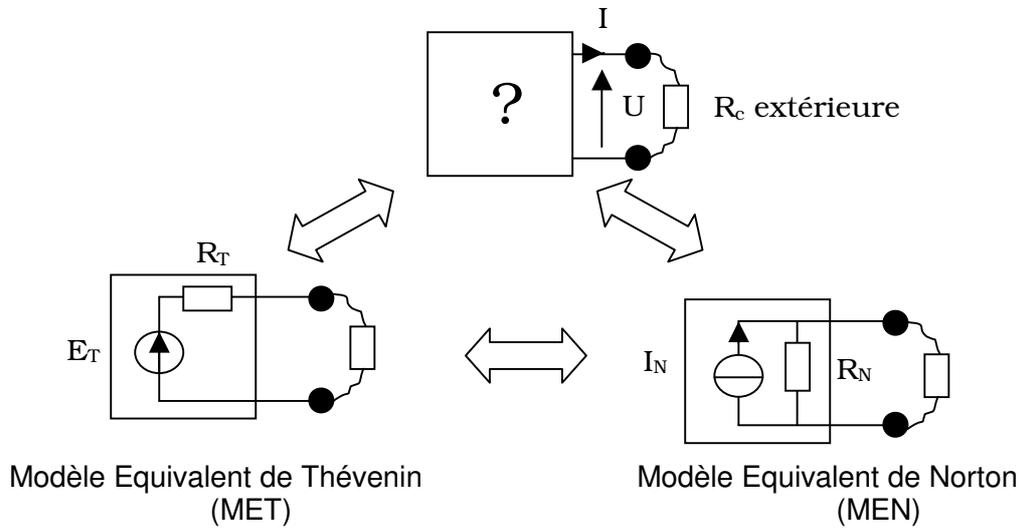
3.2.2 Exploitation des mesures

- Donner la valeur maximum du gain notée G_m et la fréquence correspondante F_m .
- Noter les deux fréquences F_i et F_s pour lesquelles $G = G_m - 3 \text{ dB}$.

TP n° 3 : THEOREMES DE THEVENIN ET NORTON

I – RAPPELS

1°/ Modèle équivalent



$E_T = U$ à vide ($R_c \infty$)
 R_T : résistance interne apparente

$I_N = I$ de court circuit ($R_c=0$)
 R_N : résistance interne apparente

L'équivalence entre les deux modèles du même dipôle entraîne les relations suivantes :

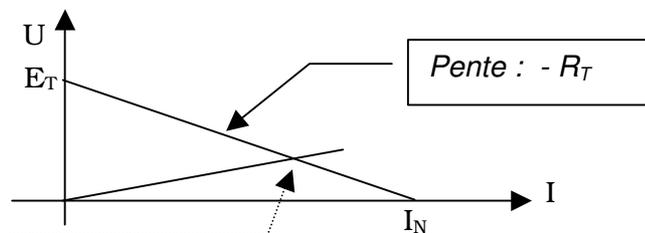
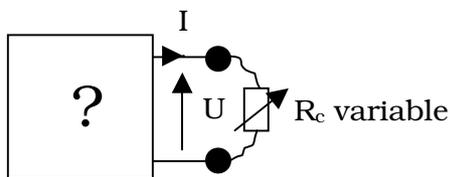
$$R_T = R_N \text{ et } E_T = R_T I_N$$

2°/ Relation Tension-Courant en Charge

$$U = E_T - R_T I \text{ et } U = R_c I$$

$$I = I_N - U/R_N \text{ et } I = U / R_c$$

La caractéristique $U(I)$ se trace en faisant varier R_c :



Pour R_c donnée, la valeur de U et I sont les coordonnées du point d'intersection de la caractéristique $U(I)$ du dipôle et de la droite de charge $U = R_c I$.

3°/ Générateur de tension ou de courant ?

Un générateur de tension est un dipôle actif capable de maintenir une tension quasi constante à ses bornes pour toutes valeurs de R_c pour lesquelles il est conçu.

Un générateur de courant est un dipôle actif capable de délivrer un courant quasi constant pour toutes valeurs de R_c pour lesquelles il est conçu.



Chute de tension interne faible :
 $R_T I \ll U \Rightarrow R_T \ll R_c$



Dérivation de courant interne faible :
 $U/R_N \ll I \Rightarrow R_N \gg R_c$

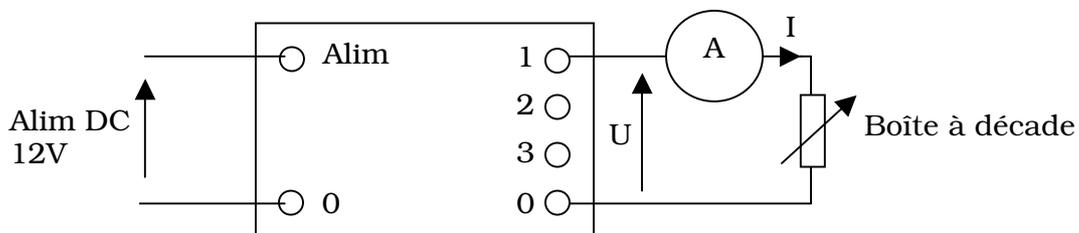
Un même dipôle peut donc être considéré comme un générateur de courant ou de tension selon la valeur de la résistance de charge.

Un générateur de tension peut être aussi bien représenté par un MET que par un MEN.

De même pour un générateur de courant.

II - MODELES EQUIVALENTS DETERMINES A PARTIR DE LA CARACTERISTIQUE EXTERNE

Vous disposez d'un boîtier disposant de 3 sorties et devant être alimenté par une alimentation continue de 12 V.



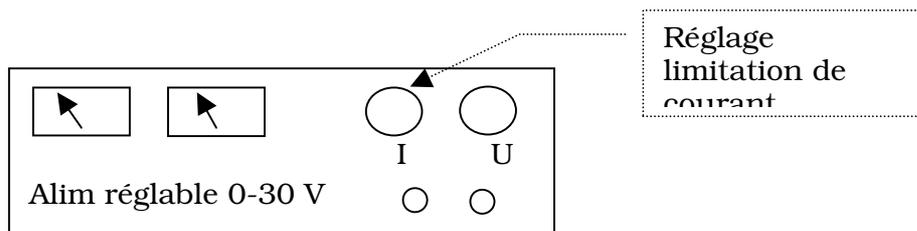
1° Pour chaque sortie, relever la caractéristique $U(I)$ sur papier millimétré et en déduire les éléments du MET et du MEN. (Dessiner les deux schémas équivalents pour chaque sortie avec les valeurs des éléments).

2° Pour chaque sortie, préciser si on dispose d'un générateur de tension ou de courant sachant que la résistance de charge nominale est de $1\text{ k}\Omega$.

3° Sur chaque caractéristique, tracer la droite de charge $U = R_c I$ pour $R_c = 1\text{ k}\Omega$. En déduire les valeurs de U et I obtenus quand on branche R_c entre la sortie considérée et la masse. Vérifier expérimentalement.

III – CARACTERISTIQUE D'UNE AMPOULE

1° Réglage de la limitation de courant de l'alimentation

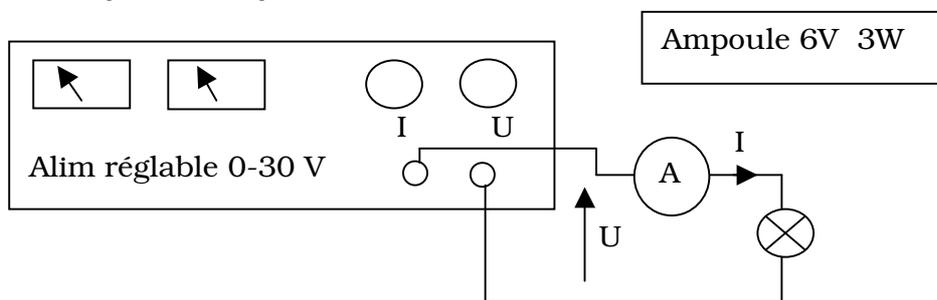


Vous devez utiliser une ampoule conçue pour fonctionner sous une tension U_n et dissipant la puissance P . ($U_n = 6V$ $P = 3W$)

Procédure :

Mettre le bouton I à mi-course. Ajuster U 6 V.
Brancher un ampèremètre entre les deux bornes de l'alim. Elle est ainsi en court circuit et délivre le courant maxi.
Tourner progressivement le bouton I pour amener le courant mesuré à l'ampèremètre à la valeur maxi souhaitée : $P/U_n = 500$ mA.
La limitation de courant est ainsi réglée : **ne plus toucher le bouton I**

2° Caractéristique de l'ampoule



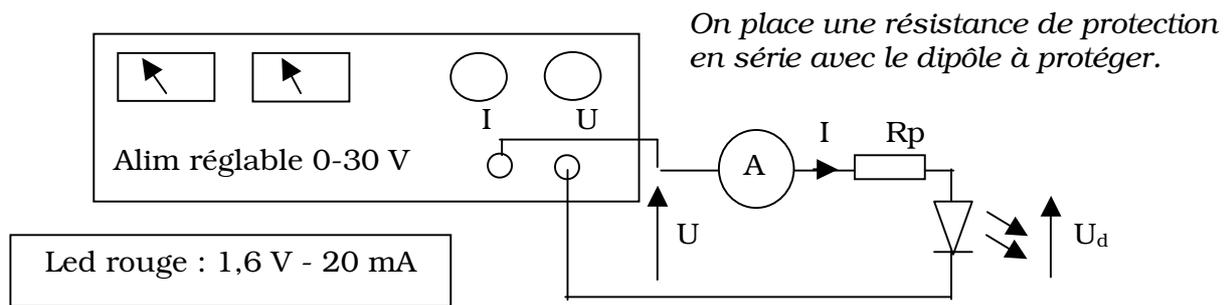
Pour U compris entre 0 et 6 V, et en veillant à ce que I ne dépasse pas $I_{max} = 500$ mA, relever la caractéristique $U(I)$ de l'ampoule sur la courbe caractéristique de la sortie 1 du boîtier.

En déduire le point de fonctionnement prévu quand la lampe est connectée entre la sortie 1 et la masse.

Vérifier expérimentalement en branchant directement l'ampoule sur la sortie 1 du boîtier lui-même alimenté en 12 V.

V – CARACTERISTIQUE D'UNE LED

1° Autre façon de limiter le courant



Soit P_{\max} la puissance maxi que peut dissiper la led. Soit U_{\max} ($=30$ V) la tension maxi de l'alimentation. Soit U_d la tension aux bornes de la led.

On a $I_{\max} = P_{\max}/U_d$ et $U_{\max} - U_d = R_p I_{\max}$
 d'où $R_p = (U_{\max} - U_d) / I_{\max}$

Calculer R_p permettant de protéger la led fournie. ($U_d = 1,6$ V $I_{\max} = 20$ mA)

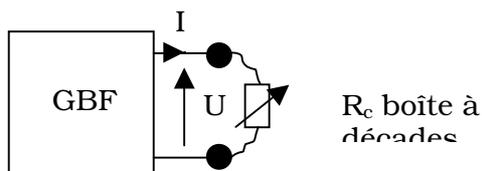
2° Caractéristique de la led

En faisant varier U , relever la caractéristique $U_d(I)$ de la led sur le graphique caractéristique de la sortie 3 du boîtier.

En déduire le point de fonctionnement prévu quand la led est connectée entre la sortie 3 et la masse.

Vérifier expérimentalement en branchant directement la led sur la sortie 3 du boîtier lui même alimenté en 12 V.

VI - MODELE EQUIVALENT DU GBF



Les essais sont réalisés en régime sinusoïdal
 100 Hz
 Amplitude maximale

sur papier millimétré la caractéristique $U(I)$ obtenue faisant varier R_c .

En déduire les éléments des MET et MEN du GBF.

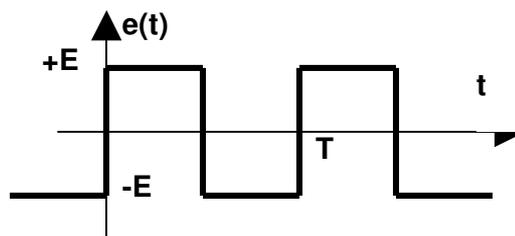
Pour quelle valeur de R_c a-t-on $U = E_T / 2$?

En déduire (expliquer par écrit) une méthode de détermination expérimentale rapide de R_T .

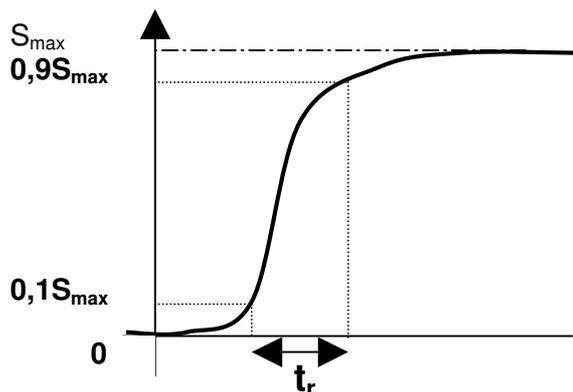
T
 racer
 en

TP n° 4 - REGIME TRANSITOIRE des CIRCUITS R,L et R,C.

On utilisera dans ce T.P., comme signal d'entrée $e(t)$, un signal rectangulaire, de période $T = 1/f$, variant entre $-E$ et $+E$, et délivré par le générateur BF.



On définit le **temps de montée** t_m ou t_r (« rise time ») d'un signal évoluant entre 0 et S_{max} comme l'intervalle de temps séparant le passage du signal de la valeur $0,1 S_{max}$ à la valeur $0,9 S_{max}$.



Pour le **temps de descente** t_d ou t_f (« fall time ») c'est le contraire : c'est l'intervalle de temps séparant le passage du signal de la valeur $0,9 S_{max}$ à la valeur $0,1 S_{max}$.

1 – CAS DU CIRCUIT RL

1.1 - Préparation

On rappelle que le courant ne peut pas subir de discontinuité dans une bobine. Ceci impose que $i(t=0_-) = i(t=0_+)$. Par contre si on connaît la valeur de $v_L(t=0_-)$, on ne peut rien dire de la valeur de $v_L(t=0_+)$.

P1/ Ecrire les deux équations différentielles qui régissent les variations du courant $i_L(t)$ suivant que $e(t) = E$ ou $e(t) = -E$.
En déduire la constante de temps τ du circuit.

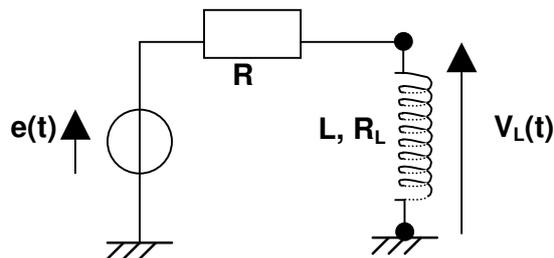
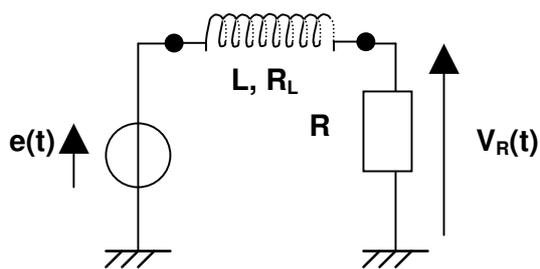
P2/ Etablir la forme de $i_L(t)$ en prenant comme condition initiale, selon le cas :
 $i_L(0_-) = -E/R$ ou $i_L(0_-) = +E/R$.

P3/ En déduire les deux expressions de $v_L(t)$, tension aux bornes de la bobine.

P4/ Représenter sommairement l'allure de $i_L(t)$ et de $v_L(t)$.

1.2 - Manipulation

Suivant que l'on voudra observer $i_L(t)$ (par l'intermédiaire de $v_R(t)$) ou $v_L(t)$, on utilisera l'un des deux montages ci-après :



M1/ Mesurer la résistance R_L de la bobine. Son inductance L est de 10 mH.

M2/ Relever les oscillogrammes de $v_R(t)$ puis de $v_L(t)$ pour

$R = 2,2 \text{ k}\Omega$ et $f = 300 \text{ Hz}$

$R = 20 \text{ }\Omega$ et $f = 30 \text{ kHz}$

M3/ En comparant les signaux précédents au signal d'entrée $e(t)$, conclure, dans les deux cas, quant au rôle intégrateur, différenciateur ou transmetteur du circuit R,L lorsqu'on prend comme signal de sortie $v_R(t)$ ou $v_L(t)$ et suivant que $\tau \ll T$ ou que $\tau \gg T$.

M4/ Pour $R = 100 \text{ }\Omega$ et $f = 300 \text{ Hz}$, mesurer à l'oscilloscope le temps de montée du signal $v_R(t)$. Montrer au professeur la technique employée. En déduire la valeur expérimentale de la constante de temps τ du circuit et la comparer à la valeur théorique. Conclure sur l'influence du générateur d'attaque.

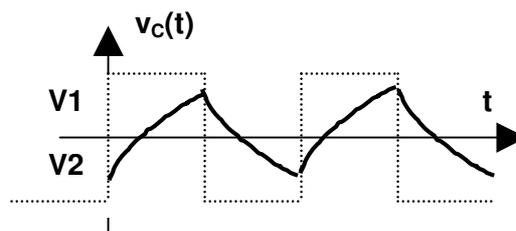
2 – CAS DU CIRCUIT RC

2.1 - Préparation

On considère le montage série R,C alimenté par le signal rectangulaire $e(t)$ de période T et variant entre $-E$ et $+E$.

P5/ En supposant la charge du condensateur complète sur une demi-période,, établir la relation qui lie le temps de montée t_m et la constante de temps τ du circuit (dont on donnera l'expression).

On se place dans le cas où la charge et la décharge du condensateur ne sont pas complètes. Ceci est obtenu lorsque la constante de temps τ est grande devant la période T . On obtient pour $v_C(t)$ l'oscillogramme ci-contre avec $V_1 > V_2$.



P6/ Etudier la charge du condensateur entre 0 et $T/2$, en prenant comme condition initiale :
 $v_C(0^-) = V_2$.

On rappelle qu'il ne peut y avoir de discontinuité pour la charge d'un condensateur, ce qui impose ici que $v_C(0^+) = v_C(0^-) = V_2$.

Sachant que $v_C(T/2) = V_1$, établir une première relation entre V_2 et V_1 .

P7/ En décalant l'origine des temps en $T/2$, étudier la décharge du condensateur sous la tension $e(t) = -E$. Sachant qu'avec cette nouvelle variable temps, $v_C(T/2) = V_2$, établir une deuxième relation entre V_2 et V_1 .

En déduire les expressions de V_2 et V_1 en fonction de E , T et τ .

2.2 - Manipulation

M5/ Prendre comme valeur de la résistance $R = 2,2 \text{ k}\Omega$ et comme capacité $C = 100 \text{ nF}$. Le signal $e(t)$ est un signal rectangulaire délivré par le générateur BF Hameg.

Relever les oscillogrammes de $v_C(t)$ et de $v_R(t)$ lorsque la fréquence f de $e(t)$ vaut :

- a/ $f = 200 \text{ Hz}$
- b/ $f = 2 \text{ kHz}$
- c/ $f = 20 \text{ kHz}$

M6/ Dans le cas où la charge et la décharge sont complètes, mesurer à l'oscilloscope le temps de montée t_m du signal $v_C(t)$. En déduire la valeur de la constante de temps τ et la comparer à la valeur théorique.

Conclure.

M7/ Dans l'un des trois cas où la condition $\tau \ll T/2$ est satisfaite, que représentent $v_C(t)$ et $v_R(t)$ par rapport à $e(t)$?

M8/ On considère l'un des trois cas où $\tau \approx T/2$. Observer à nouveau $v_C(t)$ et mesurer précisément les valeurs de V_2 et de V_1 . Les comparer aux valeurs théoriques déterminées dans la partie « préparation ».

M9/ On se place enfin dans le cas où $\tau \gg T/2$.

Que représente $v_C(t)$ par rapport à $e(t)$?

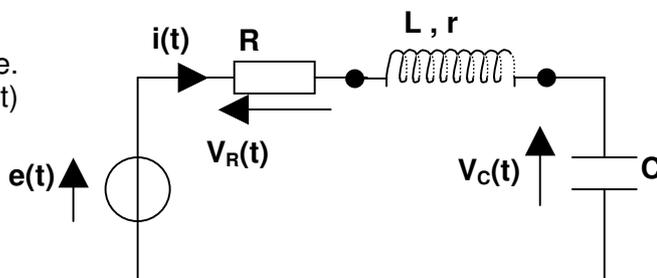
Que représente $v_R(t)$ par rapport à $e(t)$?

Conclure quant au rôle intégrateur, différenciateur ou transmetteur du circuit R,C lorsqu'on prend comme signal de sortie $v_R(t)$ ou $v_C(t)$ et suivant que $\tau \ll T$ ou que $\tau \gg T$.

TP n° 5 - CIRCUIT R,L,C série en REGIME TRANSITOIRE et en REGIME PERMANENT SINUSOIDAL

1 - REGIME TRANSITOIRE

On considère le montage de la figure ci-contre. Le générateur BF délivre un signal $e(t)$ rectangulaire évoluant entre E et $-E$.



1.1 - Préparation

P1/ On suppose que la bobine présente une inductance L et une résistance r . Quelle est l'expression de la différence de potentiel régnant à ses bornes ? Avec la convention du cours et les sens affectés à $i(t)$ et à $v_C(t)$ sur la figure, quelle relation lie ces deux grandeurs ?

P2/ Etablir l'équation différentielle qui régit les variations du courant $i(t)$, en fonction de $e(t)$ et des constantes électriques du circuit.

P3/ En déduire l'expression de la pulsation propre du circuit ω_0 ainsi que celle du degré d'amortissement m .

P4/ Sachant que $L = 10$ mH et $C = 10$ nF, calculer $f_0 = \omega_0/2\pi$ ainsi que la valeur de la résistance du circuit correspondant au régime critique, qu'on nommera R_c .

P5/ Dans le cas où le degré d'amortissement m est inférieur à 1, établir l'expression de la solution générale en $i(t)$ et la représenter sommairement. Déduire de cette expression la valeur de la pseudo-période T des oscillations amorties en fonction de $T_0 = 1/f_0$ et de m .

P6/ Les amplitudes maximales successives des oscillations de $i(t)$ sont distantes de T . Déterminer le rapport $i(t)/i(t+T)$ puis la quantité $\delta = \ln(i(t)/i(t+T))$, appelée décrement logarithmique.

Montrer que dans le cas où $m \ll 1$, la mesure de ce rapport permet d'obtenir la valeur du degré d'amortissement m , moyennant une approximation légitime.

1.2 – Manipulation

M1/ On se place dans le cas où $R = 0$ et on prend $E = 5$ V et $f = 300$ Hz.

Relever l'oscillogramme de $v_C(t)$. Mesurer la pseudo-période des oscillations. Conclure.

M2/ On prend $R = 200 \Omega$ avec $E = 5$ V et $f = 300$ Hz.

2a/ Observer $v_R(t)$ et $v_C(t)$ et mesurer précisément la pseudo-période des oscillations. En déduire la valeur de m .

**2b/ Déterminer, à partir des amplitudes maximales successives des oscillations, le décrétement logarithmique δ .
En déduire la valeur de m .**

2c/ Comparer les valeurs expérimentales de m obtenues en 2a/ et 2b/ à la valeur théorique obtenue au § P3/.

2 - REGIME PERMANENT SINUSOIDAL - RESONANCES

On applique maintenant un signal d'entrée $e(t)$ sinusoïdal, délivré par un générateur BF, de fréquence variable $f = \omega/2\pi$. Ce signal présente la forme : $e(t) = E\sqrt{2} \cos\omega t$.

On utilisera l'écriture efficace complexe en associant à $e(t)$ la quantité :

$$\underline{E} = E \exp(j0) = E$$

2.1 - Préparation

P7/ Etablir l'expression de \underline{I} .

P8/ En déduire celle de \underline{V}_C , tension efficace complexe aux bornes du condensateur.

P9/ Etudier les variations de $I = |\underline{I}|$ en fonction de la pulsation ω du signal d'entrée. Que se passe-t-il lorsque le degré d'amortissement m varie ?

P10/ Etudier les variations de $V_C = |\underline{V}_C|$ en fonction de la pulsation ω du signal d'entrée. Que se passe-t-il lorsque le degré d'amortissement m varie ?

1.2 – Manipulation

On veillera à maintenir l'amplitude du signal $e(t)$ à une valeur crête égale à 1 volt au cours de toutes les manipulations.

M3/ Tracer les variations de $I = |\underline{I}|$ en fonction de la fréquence f du signal d'entrée $e(t)$ pour les trois valeurs de la résistance R :

- $R = 30 \Omega$
- $R = 600 \Omega$
- $R = 3 \text{ k}\Omega$

**M4/ Pour ces mêmes valeurs, tracer les variations de V_C en fonction de f .
En déduire, lorsque cela est possible, la valeur expérimentale du coefficient de qualité Q du montage (encore appelé coefficient de surtension) et la comparer à la valeur théorique $Q = 1/(2m) = L\omega_0/R$.**

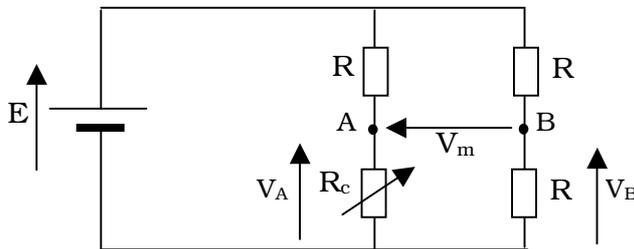
M5/ Les valeurs de la fréquence f correspondant aux différents maximums sont-elles en accord avec la théorie ?

Pour chaque courbe; mesurer la bande passante Δf à - 3 dB et la comparer à la valeur théorique $2mf_0$.

M6/ Conclure sur les phénomènes de résonance en courant et de résonance en charge (ou en tension aux bornes du condensateur).

TPn° 6 : PONT DE WHEASTONE

I – ETUDE D'UN PONT DE WHEASTONE



1° Préparation

En utilisant la relation du diviseur de tension, exprimer V_A et V_B .

En déduire l'expression de V_m en fonction de E , R et R_c .

On considère maintenant $R_c = R + \Delta R$, exprimer V_m en fonction de E , R et ΔR .
La relation entre V_m et ΔR est-elle linéaire ?

Montrer que si $\Delta R \ll R$ alors, $V_m \approx E \Delta R / 4R$.

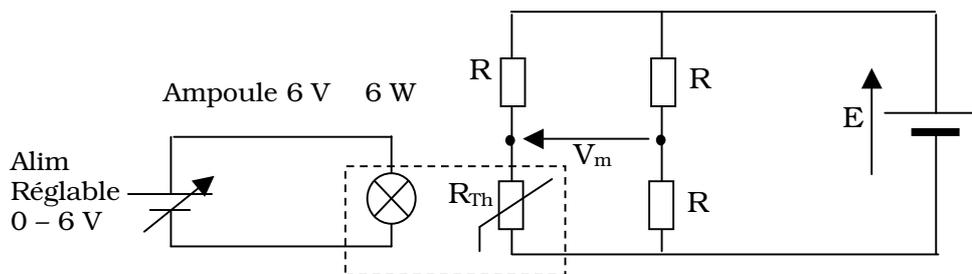
2° Tension de déséquilibre en fonction de R_c

Réaliser le montage ci-dessus en prenant $R = 10 \text{ k}\Omega$ et une boîte à décades pour R_c . Le pont est alimenté par une tension continue $E = 12 \text{ V}$.

Relever la caractéristique $V_m(R_c)$ sur papier millimétré en mesurant V_m à l'aide du multimètre numérique et pour R_c variant entre 0 et 100 $\text{k}\Omega$.

Pour quelle valeur de R_c obtient-on $V_m = 0$?

II – APPLICATION A LA MESURE DE TEMPERATURE



La boîte à décades est remplacée par une thermistance CTN 10 $\text{k}\Omega$ (Cf annexe 1).

La thermistance est enfermée dans une boîte à proximité d'une ampoule électrique. On peut commander la température dans la boîte en faisant varier la tension d'alimentation de l'ampoule entre 0 et 6 V. La thermistance permet ainsi de mesurer la température dans la boîte.

Pour une tension d'alimentation de l'ampoule variant de 0 à 6 V, relever sur papier millimétré la courbe $V_m(U)$.

En utilisant la courbe $V_m(R_c)$ tracée au 1-2° et la courbe d'étalonnage de la thermistance (Cf annexe 2), tracer la caractéristique $T(U)$: température dans la boîte en fonction de la tension de commande.

III – APPLICATION A LA MESURE D'UN ECLAIREMENT

On souhaite mesurer l'éclairement dans une enceinte. L'éclairement est mesuré à l'aide d'une photorésistance (LDR).

1° Etude de la photorésistance

U est la tension appliquée aux bornes de l'ampoule c'est à dire la tension de commande de l'éclairement.

En mesurant la photorésistance à l'Ohmmètre, tracer la caractéristique $R(U)$, pour U comprise entre 0 et 6V

2° Conditionneur du capteur

Conditionner la photorésistance à l'aide d'un pont résistif ($R = 470 \Omega$) pour transformer la variation d'éclairement en une tension V_m .

Le pont est alimenté en 5 V.

Dessiner le schéma,

Pour quelle tension U a-t-on $V_m = 0$?

Tracer la caractéristique $V_m(U)$ sur papier millimétré.

En utilisant la courbe $V_m(R_c)$ tracée au 1-2° et la courbe d'étalonnage de la photorésistance (Cf annexe 3), tracer la caractéristique $E(U)$: éclairement dans la boîte en fonction de la tension de commande.

RESISTANCES A COEFFICIENT DE TEMPERATURE NEGATIF CTN

GENERALITES

- Les thermistances à coefficient de température négatif (CTN) sont des résistances semiconductrices dont la résistance à dissipation nulle diminue lorsque la température augmente.
- La température varie en fonction :
 - du passage d'un courant dans l'élément thermosensible (effet Joule),
 - de la variation de la température ambiante,
 - de la combinaison de ces deux moyens.

DISSIPATION 0,5 W

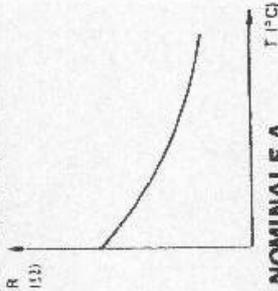
Codas	R 25 (Ω)	B 25/85 ±10 % (K)	α (%/K) à 25° C
560409	4	2800	-3,1
560809	8	2800	-3,2
560100	10	2875	-3,2
560220	22	3025	-3,4
560470	47	3150	-3,5
560101	100	3300	-3,7
560151	150	3375	-3,8
560221	220	3475	-3,9
560471	470	3650	-4,1
560102	1000	3825	-4,3
560222	2200	4125	-4,6
560472	4700	4350	-4,9
560103	10000	4275	-4,8
560223	22000	4275	-4,8
560473	47000	4400	-5,0
560104	100000	4500	-5,2
560154	150000	4550	-5,2
560224	220000	4600	-5,2

Calcul de la résistance d'une CTN à une température quelconque :
 La détermination de la valeur d'une thermistance CTN à une température donnée peut-être effectuée à partir de la relation ci-dessus:

$$R = R_e \cdot a \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_1} \right)$$

dans laquelle :

- R et R1 sont respectivement les valeurs de résistance de la thermistance aux températures T et T1 exprimées en degré Kelvin.
- B : l'indice de sensibilité thermique.
- a : base des logarithmes népériens (e = 2,718).



Sauf spécification contraire, l'indice de sensibilité thermique en degré Kelvin et le rapport de résistance sont définis par :
 T1 = 25° C, soit 298,15° K
 T2 = 85° C, soit 358,15° K
COEFFICIENT DE TEMPERATURE A DISSIPATION NULLE

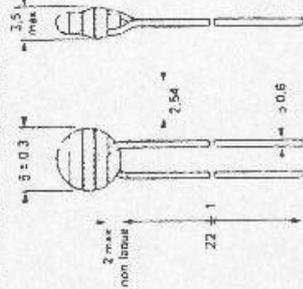
Rapport à une température spécifiée (T) du taux de variation de la résistance à dissipation nulle avec la température à la résistance à dissipation nulle de la thermistance: $\alpha = \frac{1}{R} \frac{dR}{dT}$

PLAGE NOMINALE DE TEMPERATURE

Plage des températures ambiantes à l'intérieur de laquelle la CTN peut être utilisée en régime permanent. Cette plage est limitée d'une part par la température minimale du modèle, d'autre part par la température maximale admissible.

RECOMMANDATIONS D'UTILISATION

Il ne faut pas monter deux CTN en parallèle pour obtenir une dissipation plus importante, un des deux éléments pouvant supporter un échauffement excessif et l'autre rester froid.
 Il ne faut pas utiliser de CTN non protégés dans les fluides conducteurs ou corrosifs et les gaz réducteurs.



RESISTANCE NOMINALE A DISSIPATION NULLE RT

Valeur pour laquelle est donnée la CTN. Sauf spécification contraire, c'est la valeur nominale de la résistance à dissipation nulle et à la température normale de référence de 25° C.

CARACTERISTIQUE RESISTANCE/TEMPERATURE

Relation entre la résistance à dissipation nulle d'une thermistance et la température de l'élément thermosensible. Elle peut être représentée par l'une des grandeurs définies ci-après :

- a) Indice de sensibilité thermique B : C'est une constante du matériau, indiquée dans nos spécifications.
- b) Rapport de résistance R1/R2 : C'est le rapport entre la résistance à dissipation nulle d'une thermistance mesurée à la température T1 et celle mesurée à la température T2.

