



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

**LES CR SONT A REMETTRE AU PROFESSEUR
LORS DE LA SEANCE SUIVANTE**

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

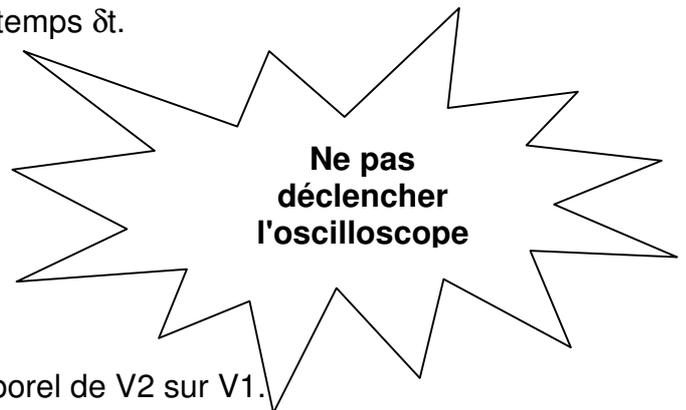
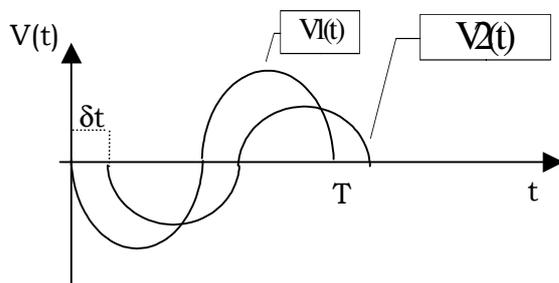
2.1 Mesure de gain

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 .

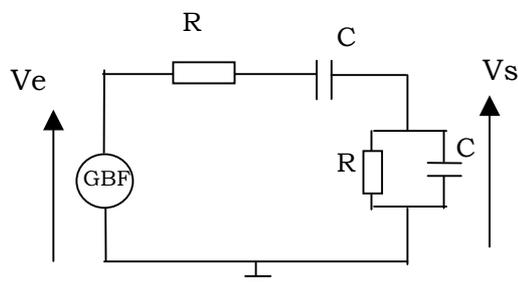
En pratique on utilise plutôt la méthode des 9 carreaux :

- 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 $C = 100 \text{ nF}$:



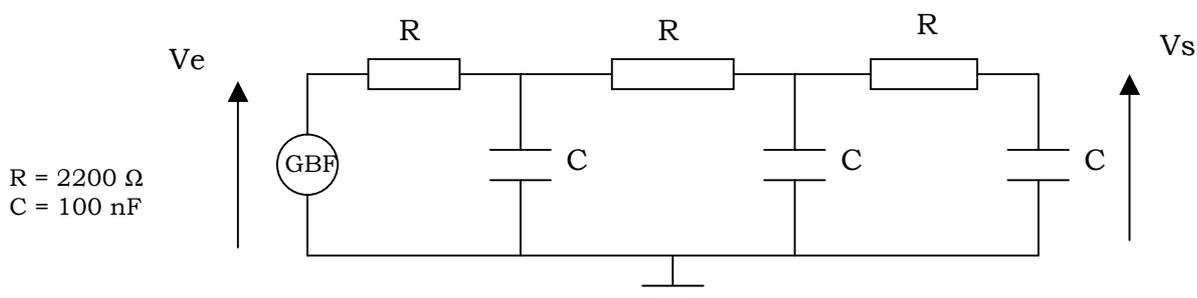
3.1.1 Mesures

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 $G = G_m - 3 \text{ dB}$.

Caractéristiques Techniques

Déviation verticale

Mode de fonctionnement: canal I ou canal II seuls, canal I et II; alternés ou découpes. (fréquence de découpage env. 0,4 MHz)
Addition et différence du canal I et II, (le canal II peut être inversé).
Fonction XY: par canal I et canal II.
Bande passante: 2x 0 à 20 MHz (-3 dB). Temps de montée: env. 17,5 ns. Dépassement: $\leq 1\%$.
Coefficients de déviation: 10 pos. calibrées de 5 mV/cm à 5 V/cm en séquence 1-2-5. Précision des positions calibrées: $\pm 3\%$.
 Variable 2,5:1 à **12,5 V/cm**.
Expansion Yx5 (calibrée) à **1 mV/cm $\pm 5\%$** dans la gamme de fréquence 0-3,5 MHz (-3 dB).
Impédance d'entrée: 1 M Ω || 25 pF.
 Couplage d'entrée: DC - AC - GD (masse)
 Tension d'entrée: 400 V max. (= + crête ~).
Sortie Y du canal I ou II en option

Déclenchement

En **autom.** de 10 Hz à 40 MHz (-3 dB), image >5 mm normal avec réglage de niveau de 0 à 40 MHz (-3 dB). Flanc: positif ou négatif.
Décl. alternée, affichage DEL du déclenchement. Sources: canal I, II, secteur, externe.
 Couplage: **AC** (≥ 10 Hz - 10 MHz), **DC** (0 - 10 MHz), **BF** (0 - ≤ 50 kHz), **HF** ($\geq 1,5$ kHz - 40 MHz).
 Seuil de déclenchement externe $\geq 0,3$ V
Séparateur synchro TV actif pour lignes et trame.

Déviation horizontale

Vitesses de balayage: 18 positions calibrées de 0,2 μ s/cm à 0,1 s/cm en séquence 1-2-5. Précision des positions calibrées: $\pm 3\%$.
 Variable 2,5:1 à 0,25 s/cm.
 Avec **expansion X x 10 à 20 ns/cm** ($\pm 5\%$).
 Durée d'inhibition: variable à env. 10:1.
Bande passante ampli. X: 0-3 MHz (-3 dB).
 Entrée ampli. X par canal II, Sensibilités idem canal II.
Diff. de phase XY: $< 3^\circ$ en dessous de 220 kHz.
Entrée Z en option.

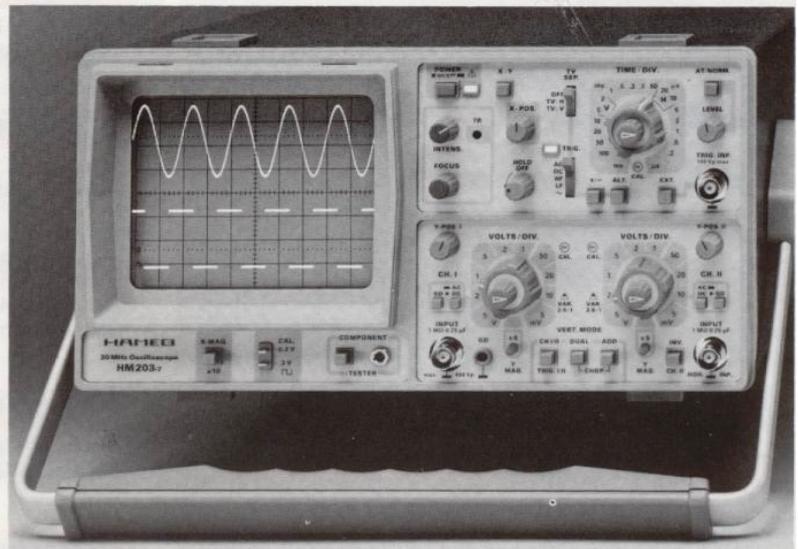
Testeur de composants

Tension de test: 8,5 V_{eff} max. (sans charge).
Courant de test: 8 mA_{eff} max. (court-circuit).
Fréquence de test: 50-60 Hz (fréq. secteur).
 Branchement: 2 fiches banane 4 mm \varnothing .
 Circuit de contrôle à la masse (fil de garde).

Divers

Tube: D14-364 GY/123 ou ER 151-GH/, rectangulaire, graticule interne, **8x10 cm**.
 Tension d'accélération: 2000 V.
 Rotation de trace: réglable sur face avant.
Calibre: générateur signaux carrés env. 1 kHz pour ajustage sondes. Sortie: 0,2 V et 2 V $\pm 1\%$.
Branchement secteur: 110, 125, 220, 240 V $\pm 10\%$.
Consommation: env. 37 Watts, 50/60/400 Hz.
 Températures de fonctionnement: $+10^\circ \dots +40^\circ$ C
Protection: classe de protection I (IEC 348).
 Masse: env. 7,5 kg. Couleur: techno-brun.
 Dimensions coffret: **L** 285, **H** 145, **P** 380 mm.
 Avec poignée-béquille réglable.

Sous réserve de modifications.



Oscilloscope standard 20 MHz

2 canaux, sensibilité max. 1 mV/cm; testeur de composants.
BdT: 0,1 s - 20 ns/cm. Durée d'inhib. variable. Décl. alternée.
Déclenchement 0 à 40 MHz; Séparateur synchro TV; DEL décl.

La dernière version de cet **oscilloscope** toujours le plus **vendu en Europe** correspond à tous égards à l'exigence d'une bonne performance liée à une **manipulation simple**. Le **HM 203-7** offre toutes les fonctions que l'on peut attendre d'un oscilloscope 20 MHz de bon niveau. En comparant ses caractéristiques, comme la **qualité de transmission** des signaux ou le **déclenchement**, avec ceux des oscilloscopes de sa catégorie, on devient vite persuadé de sa supériorité.

En particulier, les propriétés précises de l'amplificateur de mesure empêchent les suroscillations dans la représentation des signaux impulsifs. Le **déclenchement** travaillant de façon **vraiment stable** est également à mettre en relief. Déjà à partir d'une hauteur d'image de 5 mm tous les signaux dans la gamme de 0 jusqu'au-delà de **40 MHz** seront représentés bien stables. Des phases de déclenchement perturbatrices, telles qu'elles apparaissent par ex. avec des signaux de mélange compliqués, peuvent être supprimées à l'aide du réglage "**Hold-off**". L'état déclenché de la base de temps est indiqué par **DEL**. Pour la représentation exacte de signaux TV le **HM 203-7** possède un **séparateur synchro TV** actif.

Le **graticule interne 8x10 cm** du tube cathodique employé permet une **observation sans parallaxe** de l'écran même **par vue latérale**. La position horizontale du faisceau peut être réglée de l'extérieur. Contrairement à beaucoup d'autres oscilloscopes de cette classe de prix, le tube est entièrement blindé en mumétal, si bien que des champs magnétiques élevés n'influencent que peu l'image d'écran de l'extérieur.

Cet oscilloscope est également équipé du fameux **testeur de composants**. Celui-ci permet le **contrôle de semiconducteurs et composants** directement sur circuit ainsi qu'en dehors.

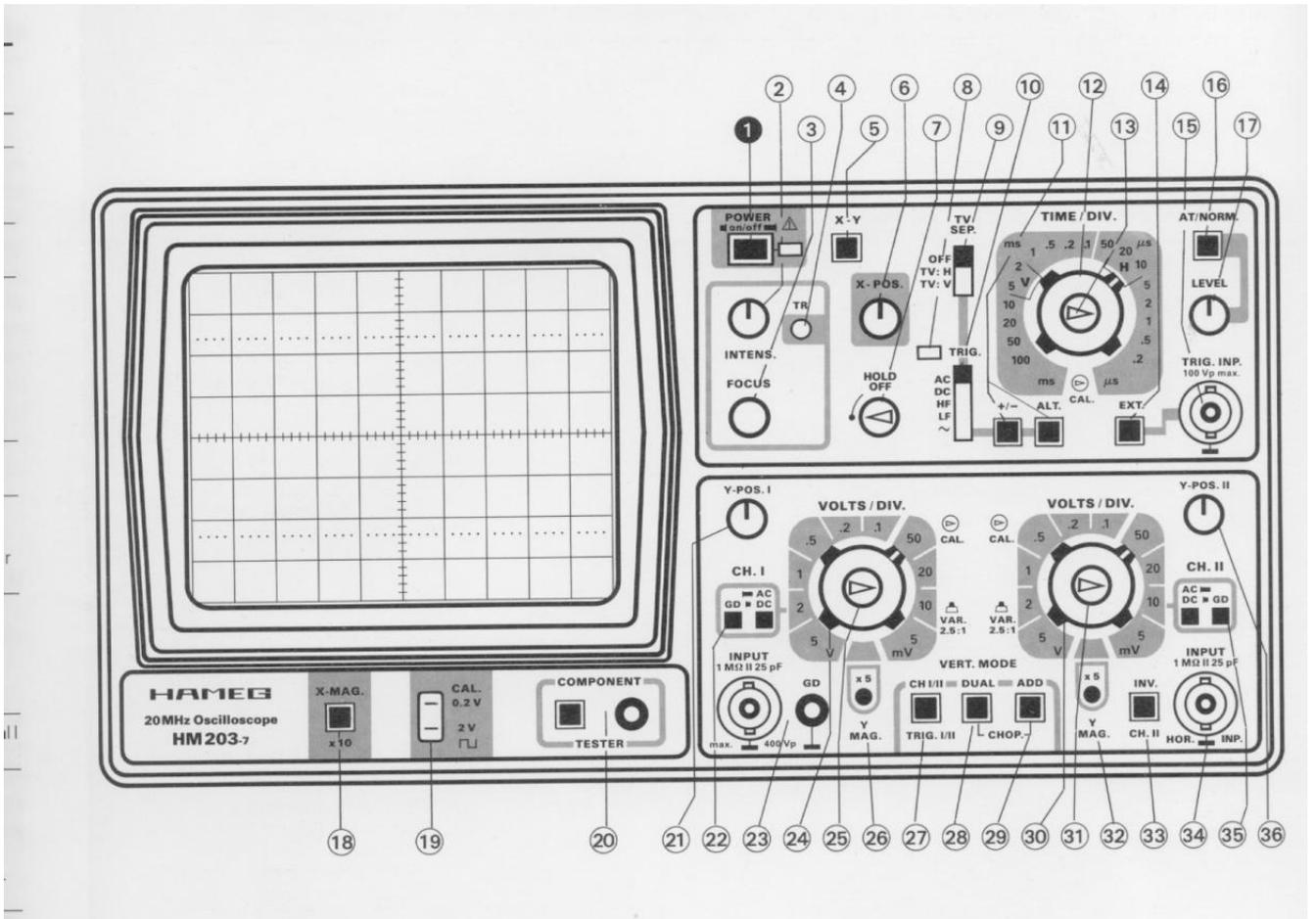
Le **HM 203-7** a été développé pour des applications générales dans l'industrie et la maintenance. Les **nombreux modes de fonctionnement**, la disposition rationnelle des trois secteurs de face avant et la manipulation simple le recommandent également pour la **formation d'ingénieurs et de techniciens**.

Accessoires fournis

Cordon secteur, notice d'emploi, 2 sondes 10:1

Éléments de commande HM 203-7 (description condensée – face avant)

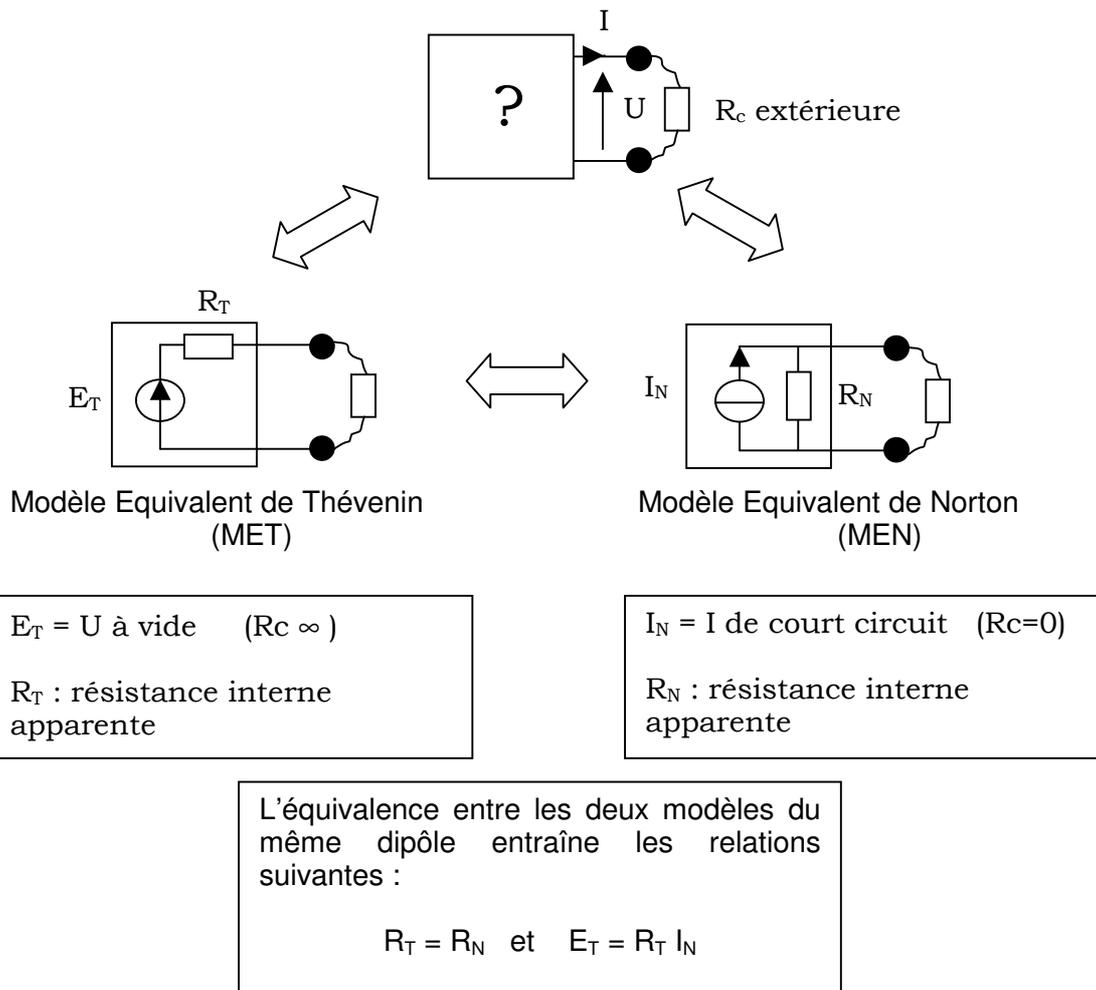
Élément	Fonction	Élément	Fonction
① POWER on/off (touche-poussoir, affichage LED)	Commutateur secteur: diode électro-luminescente indique fonctionnement.	⑱ CALIBRATOR 0.2V-2V	Sortie calibrateur, 0,2V _{cc} et 2V _{cc} .
② INTENS. (bouton rotatif)	Réglage de la luminosité du faisceau.	⑳ COMPONENT TESTER (touche-poussoir et borne 4 mm)	Mise en service du testeur de composants. Cordons de test aux bornes test et masse.
③ FOCUS (bouton rotatif)	Réglage de la netteté du faisceau. (Doit être re-réglé après modification du réglage de la luminosité).	㉑ Y-POS.I (bouton rotatif)	Réglage de la position verticale du faisceau du canal I.
④ TR potentiomètre-trimmer (réglage avec tournevis)	Rotation de la trace. Sert à la compensation des champs magnétiques terrestres. Réglage de l'horizontalité de la trace parallèle au graticule.	㉒ DC-AC-GD (touches-poussoir)	Touches pour le couplage du signal d'entrée du canal I. Touche AC/DC enfoncée: couplage direct. Touche AC/DC sortie: couplage par condensateur. Touche GD enfoncée: entrée séparée du signal, amplificateur commuté sur la masse.
⑤ X-Y (touche-poussoir)	Commutation sur la fonction X-Y. La tension de déviation horizontale est amenée à travers l'entrée du canal II.	㉓ INPUT CH. I (borne BNC et borne de masse)	Entrée du signal – canal I. Impédance d'entrée 1MΩ 25pF.
Attention! Sans déviation de temps danger de brûlure de l'écran.			
⑥ X-POS. (bouton rotatif)	Déplacement de la trace en direction horizontale.	㉔ VOLTS/DIV. (commutateur rotatif 10 positions)	Atténuateur d'entrée du canal I. Définit le facteur d'amplification Y en séquence 1-2-5 et donne le facteur de conversion (V/cm, mV/cm).
⑦ HOLD OFF (bouton rotatif)	Augmentation des temps morts entre deux signaux de déviation. Position de base = butée à gauche.	㉕ VAR. GAIN (bouton rotatif)	Réglage fin d'amplitude Y (canal I). Atténue le signal d'entrée max. d'un facteur 2,5. Calibration en butée à droite (flèche vers la droite).
⑧ TRIG. (affichage DEL)	Affichage s'allume, lorsque la base de temps est déclenchée.	㉖ Y MAG. x5 (touche-poussoir)	Expansion de l'amplification Y du canal I au facteur 5 (1 mV/cm maximum).
⑨ TV SEP. (commutateur à levier)	Commutateur pour le séparateur synchro TV actif. OFF = déclenchement normal. TV: H = déclenchement pour lignes. TV: V = déclenchement pour trame.	㉗ CH I/II-TRIG. I/II (touche-poussoir)	Aucune touche enfoncée: fonctionnement canal I et déclenchement du canal I. Touche enfoncée: fonctionnement canal II et déclenchement du canal II. (Choix du décl. par DUAL et ADD.)
⑩ TRIG. AC-DC-HF-LF-~ (commutateur à levier)	Choix du couplage de déclenchement. AC: 10Hz – 10MHz. DC: 0 – 10MHz. HF: 1,5kHz – 40MHz. LF: 0 – 50kHz. ~: déclenchement avec fréq. secteur.	㉘ DUAL (touche-poussoir)	Touche sortie: fonctionnement monocal. Touche DUAL enfoncée: fonctionnement deux canaux avec commutation alternée. DUAL et ADD enfoncées: fonctionnement deux canaux avec commutation découpée.
⑪ +/- (touche-poussoir)	Choix du flanc de déclenchement. Touche sortie: positif. Touche enfoncée: négatif.	㉙ ADD. (touche-poussoir)	
ALT. (touche-poussoir)	Le déclenchement du balayage intervient en alternance du canal I et du canal II (en mode de fonctionnement deux canaux).	⑳ VOLTS/DIV. (commutateur rotatif 10 positions)	Atténuateur d'entrée du canal II. Définit le facteur d'amplification Y en séquence 1-2-5 et donne le facteur de conversion (V/cm, mV/cm).
⑫ TIME/DIV. (commutateur rotatif 18 positions)	Définit les coefficients de temps (vitesse de déviation de temps) de la base de temps de 0,2µs/cm à 0,1 s/cm.	㉑ VAR. GAIN (bouton rotatif)	Réglage fin d'amplitude Y (canal II). Sinon, comme bouton ㉕.
⑬ Variable réglage base de temps (bouton rotatif)	Pour le réglage fin de la base de temps. Diminue la vitesse d'écriture d'au moins d'un facteur 2,5 (butée à gauche). Doit se trouver en position CAL. pour des mesures de temps (boutée à droite).	㉒ Y MAG. x5 (touche-poussoir)	Expansion de l'amplification Y du canal II au facteur 5 (1 mV/cm maximum).
⑭ EXT. (touche-poussoir)	Commutation sur déclenchement externe. Branchement du signal sur borne TRIG. INP. ⑱	㉓ INV. CH. II (touche-poussoir)	Inversion du canal II. En liaison avec touche ADD. ㉙ = représentation de la différence.
⑮ TRIG. INP. (borne BNC)	Entrée pour signal de déclenchement externe. Touche ⑭ enfoncée.	㉔ INPUT CH. II (borne BNC)	Entrée du signal – canal II ou entrée horizontale (fonction XY).
⑯ AT/NORM. (touche-poussoir)	Touche sortie: ligne de temps visible même sans signal, déclenchement automatique. Touche enfoncée: ligne de temps seulement avec signal. Déclenchement normal avec LEVEL ⑰.	㉕ DC-AC-GD (touches-poussoir)	Touches pour le couplage du signal d'entrée du canal II. (Sinon, comme ㉒).
⑰ LEVEL (bouton rotatif)	Réglage du point de déclenchement avec touche AT/NORM. ⑯ enfoncée.	㉖ Y-POS.II (bouton rotatif)	Réglage de la position verticale du faisceau du canal II. Hors service en fonction XY.
⑱ X-MAG. x10 (touche-poussoir)	Expansion de l'axe X d'un facteur de 10. Résolution max. = 20ns/cm.		



TP n° 3 : THEOREMES DE THEVENIN ET NORTON

I – RAPPELS

1° Modèle équivalent

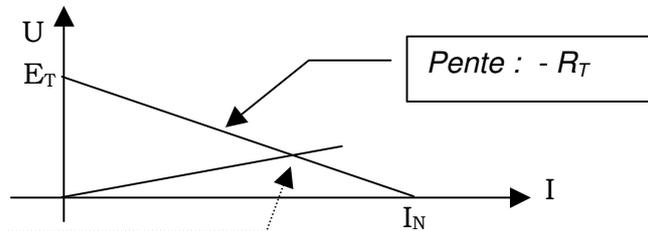
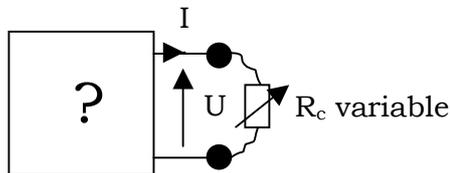


2° Relation Tension-Courant en Charge

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

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

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 :
 $U/R_N \ll I \Rightarrow R_N \gg R_c$

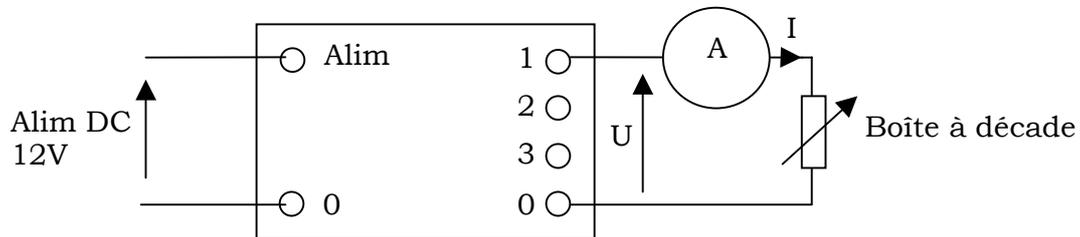
Un même dipôle peut donc être considéré comme un générateur de courant ou de tension selon la valeur de la résistance de charge.

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.



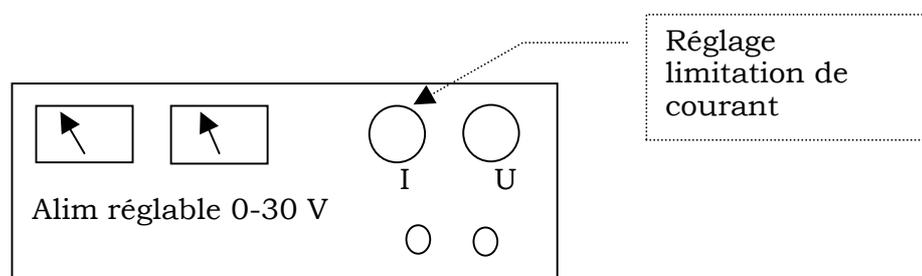
1° Pour chaque sortie, relever la caractéristique $U(I)$ sur papier millimétré et en déduire les éléments du MET et du MEN. (Dessiner les deux schémas équivalents pour chaque sortie avec les valeurs des éléments).

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

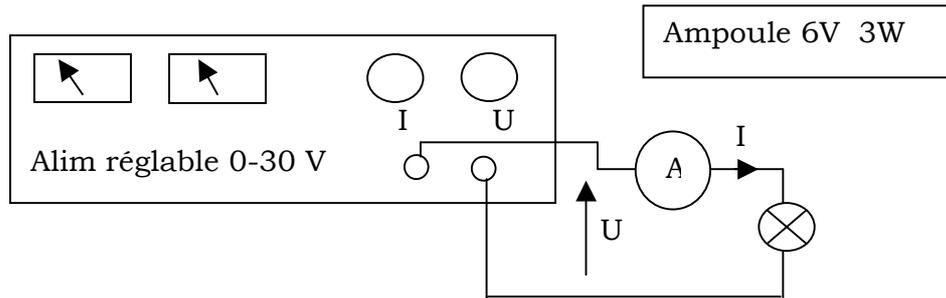


Vous devez utiliser une ampoule conçue pour fonctionner sous une tension U_n et dissipant la puissance P . ($U_n = 6\text{ V}$ $P = 3\text{ W}$)

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 : $P/U_n = 500\text{ mA}$.
La limitation de courant est ainsi réglée : **ne plus toucher le bouton I**

2° Caractéristique de l'ampoule



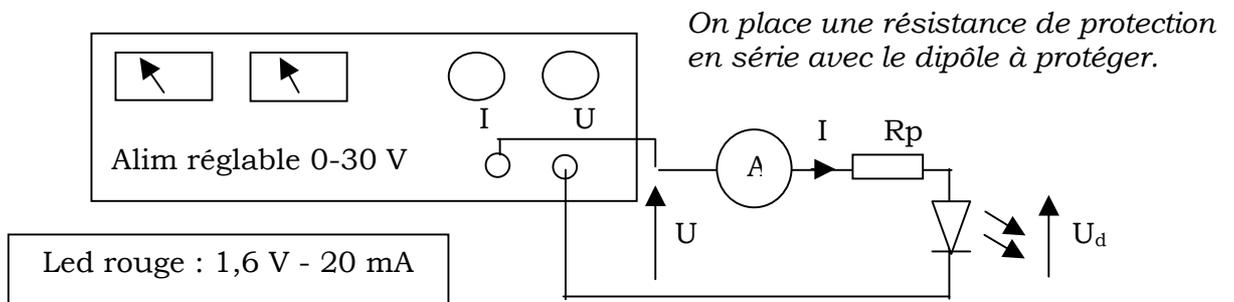
Pour U compris entre 0 et 6 V, et en veillant à ce que I ne dépasse pas $I_{\max} = 500$ mA, relever la caractéristique $U(I)$ de l'ampoule sur la courbe caractéristique de la sortie 1 du boîtier.

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)

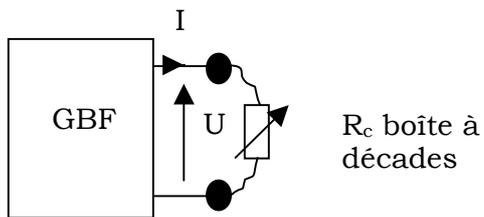
2° Caractéristique de la led

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

Tracer sur papier millimétré la caractéristique $U(I)$ obtenue en faisant varier R_c .
En déduire les éléments des MET et MEN du GBF.

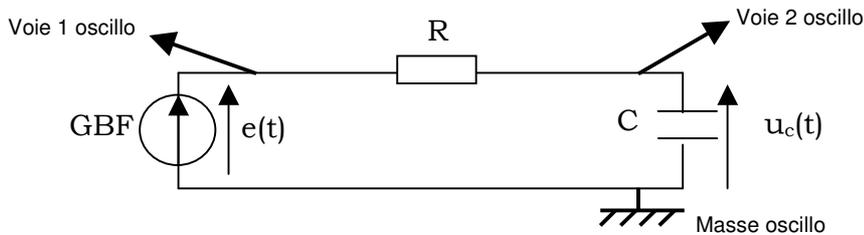
Pour quelle valeur de R_c a-t-on $U = E_T / 2$?
En déduire (expliquer par écrit) une méthode de détermination expérimentale rapide de R_T .

TP n°4 - CIRCUIT RC

I – ETUDE DE LA CHARGE DU CONDENSATEUR

Remarque :

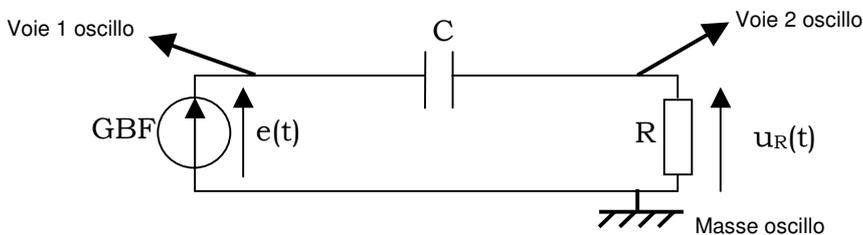
Pour relever $u_C(t)$ on utilisera le montage suivant :



$$R = 2,2 \text{ k}\Omega$$

$$C = 22 \text{ nF}$$

Pour relever $u_R(t)$ on utilisera celui-ci :



Le signal $e(t)$ est délivré par un GBF

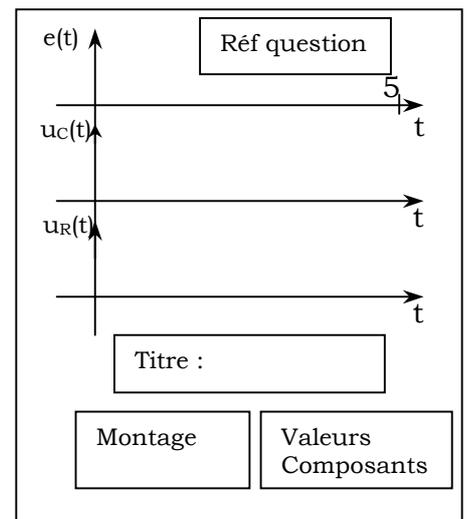
Ce signal sera rectangulaire périodique, de fréquence réglable.

L'état bas du signal est fixé à 0 V, son état haut à 10 V.

1° CHRONOGRAMMES POUR LA CHARGE

Observer à l'oscilloscope $e(t)$, $u_C(t)$ et $u_R(t)$, relever les chronogrammes en concordance de temps sur papier millimétré.

Les relevés seront présentés de la façon suivante =>



2° EXPLOITATION

Justifier le régime permanent par le comportement du condensateur vis à vis du continu.

Justifier la continuité (sens mathématique) de u_C

Quelle est la nature du filtrage introduit par le circuit lorsque l'on considère :

- Le signal $u_C(t)$?
- Le signal $u_R(t)$?

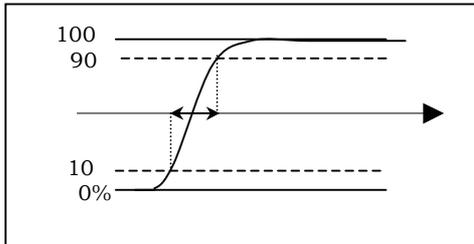
Argumenter la réponse

3% DÉTERMINATION DE LA CONSTANTE DE TEMPS

Calculer la constante de temps théorique

Déterminer la constante de temps en mesurant l'instant pour lequel $u_C(t) = 0,63 E$

4% MESURE D'UN TEMPS DE MONTÉ :



- Désétalonner la mesure de tension sur la voie où est appliquée $u_C(t)$.
- Amener ainsi l'état bas de u_C sur la ligne 0% de l'écran et l'état haut (régime permanent) à 100 %
- Le temps de montée est alors mesuré entre les instants où la tension passe par 10 et 90 %.

Mesurer le temps de montée du signal $u_C(t)$

II – REPONSE A UN SIGNAL RECTANGULAIRE PERIODIQUE

1% CHRONOGRAMMES

Pour $f = 200 \text{ Hz}$, $f = 2 \text{ kHz}$ et $f = 20 \text{ kHz}$...

... Relever sur papier millimétré les chronogrammes de $e(t)$, $u_C(t)$ et $u_R(t)$ en concordance de temps.

N. B : On relevera 2 périodes des signaux,
Respecter les consignes du I 1%.

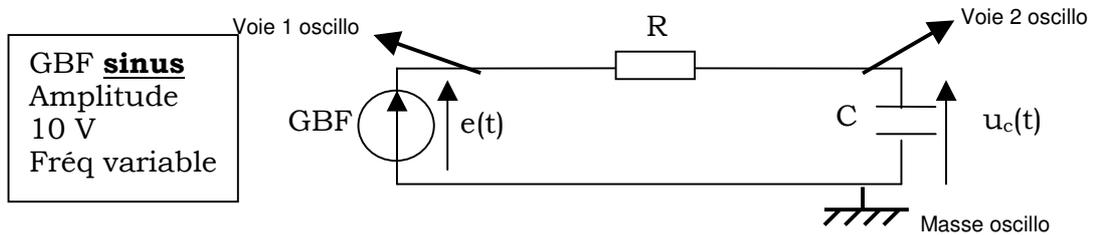
2% EXPLOITATION

Préciser sur chaque chronogramme si le montage fonctionne en transmetteur, intégrateur ou dérivateur, puis remplir le tableau :

Constante de temps : $RC =$ Fréquence de coupure $f = 1/(2\pi RC) =$	Sortie u_C	Sortie u_R
$f = 200 \text{ Hz} \Rightarrow T =$		
$f = 2 \text{ kHz} \Rightarrow T =$		
$f = 20 \text{ kHz} \Rightarrow T =$		

III – CIRCUIT RC EN REGIME SINUSOIDAL

1° SORTIE UC



Relever sur papier $\frac{1}{2}$ log la courbe de réponse en fréquence $G = 20 \log U_{cmax}/E_{max}$

Déterminer la nature du filtrage

Déterminer à partir du graphique la fréquence de coupure à -3 dB, en déduire la bande passante du filtre.

Déterminer la pente de l'asymptote oblique en dB/décade.

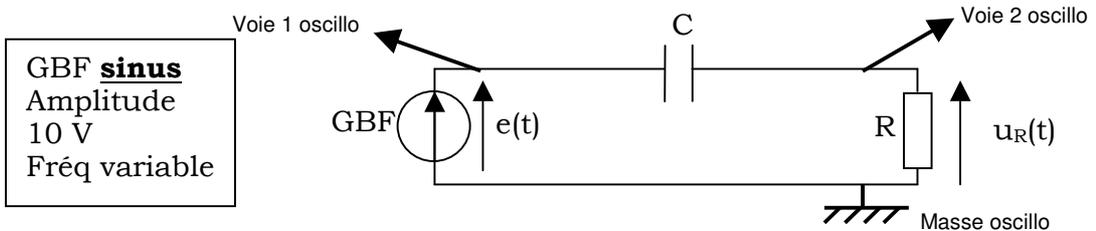
Comparer les résultats (nature du filtrage) aux conclusions apportées au § I et II

Dans quel cas un filtre passe bas fonctionne-t-il en transmetteur ?

Dans quel cas un filtre passe bas du 1^{er} ordre fonctionne-t-il en intégrateur ?

Observer le résultat de l'intégration d'un signal triangulaire périodique

2° SORTIE UR



Relever sur papier $\frac{1}{2}$ log la courbe de réponse en fréquence $G = 20 \log U_{Rmax}/E_{max}$

Déterminer la nature du filtrage

Déterminer à partir du graphique la fréquence de coupure à -3 dB, en déduire la bande passante du filtre.

Déterminer la pente de l'asymptote oblique en dB/décade.

Comparer les résultats (nature du filtrage) aux conclusions apportées au § I et II

Dans quel cas un filtre passe haut fonctionne-t-il en transmetteur ?

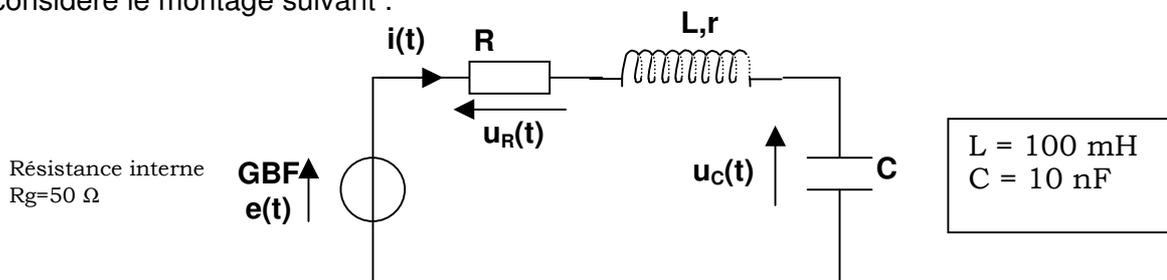
Dans quel cas un filtre passe haut du 1^{er} ordre fonctionne-t-il en dérivateur ?

Observer le résultat de la dérivation d'un signal triangulaire périodique.

TP n° 5 - CIRCUIT RLC

I – CIRCUIT RLC EN REGIME TRANSITOIRE : OSCILLATIONS LIBRES

On considère le montage suivant :



R_t représente la somme des résistances en série dans le montage :

r : résistance de la bobine
 R_g : résistance interne du GBF = 50 Ω
 R : Résistance du composant

$$R_t = r + R_g + R$$

Le signal $e(t)$ est délivré par un GBF
 Ce signal sera rectangulaire périodique, de fréquence réglable.
 L'état bas du signal est fixé à 0 V, son état haut à 10 V.
 Mesurer la résistance la bobine à l'Ohmètre :

$r = \dots\dots\dots$

1% CHRONOGRAMMES

Relever sur en concordance de temps 1/2 période de $e(t)$ et $u_c(t)$.
 On prendra comme échelle 0,2 ms par cm.

On représentera sur le même chronogramme de $u_c(t)$ les cas :

- a) $R = 560 \Omega$
- b) $R = 5,6 \text{ k}\Omega$
- c) $R = 56 \text{ k}\Omega$

2% EXPLOITATION

- a) Pour $R = 56 \text{ k}\Omega$, calculer l'amortissement théorique. Justifier la forme de la réponse.
- b) Idem pour $R = 5,6 \text{ k}\Omega$

3% EXPLOITATION DU CAS $R = 560 \Omega$

- a) Mesurer la pseudo-période T_{ps} des oscillations libres
- b) Mesurer les amplitudes A_1 et A_2 de deux pseudo-oscillations successives
- c) En déduire le décrément logarithmique $\delta = \ln(A_1/A_2)$
- d) En déduire le coefficient d'amortissement m .
- e) Comparer le coefficient d'amortissement déterminé expérimentalement à sa valeur théorique.
- e) Déterminer la fréquence propre à partir de la pseudo-fréquence,
- f) Comparer la fréquence propre expérimentale à sa valeur théorique.

$\delta = 2\pi m / \sqrt{1 - m^2}$

Si $m \ll 1 \Rightarrow \delta \approx 2\pi m$

m théorique :
 $m = \frac{1}{2} R \sqrt{C/L}$

Pseudo-fréquence :
 $f_{ps} = f_0 \sqrt{1 - m^2} = 1 / T_{ps}$

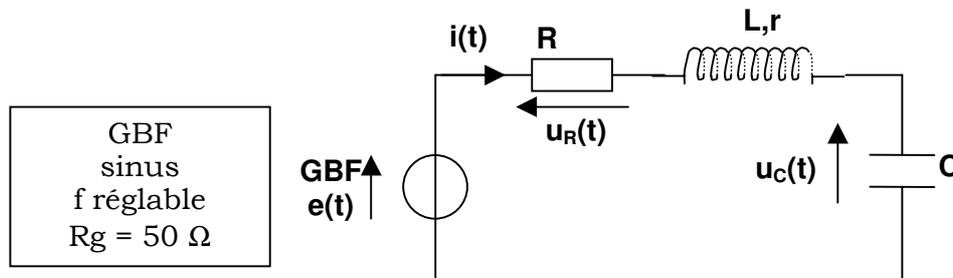
Fréquence propre :
 $f_0 = 1 / (2\pi \sqrt{LC})$

4% RESISTANCE CRITIQUE

Déterminer la résistance critique théorique : résistance qui permet d'avoir un coefficient d'amortissement $m = 1$ correspondant au cas limite entre réponse oscillatoire amortie et réponse apériodique.

En déduire la valeur de R correspondante et vérifier expérimentalement en utilisant la boîte à décades pour R .

II – CIRCUIT RLC EN REGIME SINUSOIDAL : OSCILLATIONS FORCEES



Le but est de tracer la réponse en fréquence donnée par le circuit RLC aux bornes du condensateur et de mettre en évidence le phénomène de résonance de tension.

1% AMORTISSEMENT FAIBLE : $R = 560 \Omega$

a) Relever la courbe de réponse en fréquence $G = 20 \log (U_{cmax}/E_{max})$ en fonction de f sur papier $\frac{1}{2}$ log pour f comprise entre 100 Hz et 100 kHz.

Méthode :

- Chercher d'abord la résonance en faisant varier la fréquence
- En déduire le gain maximum du quadripôle
- Mesurer ensuite le gain minimum à 100 kHz
- Déterminer l'échelle utilisée sur le graphique
- Tracer ensuite la courbe en réalisant des mesures à différentes fréquences

*Règle générale : 5 points/décades (1/2/4/7).
On resserre les points quand il y a forte variation de la grandeur mesurée
(ici au voisinage de 5000 Hz)*

b) Déterminer les fréquences de coupures à -3 dB : f_{c1} et f_{c2}

Méthode : « 4 - 2,8 »

- Régler f pour avoir la plus grande amplitude possible pour u_c (autrement dit régler f pour être à la résonance)
- Régler alors l'oscilloscope pour observer pour u_c une amplitude de 4 carreaux, pour cela on peut jouer sur le réglage de l'amplitude du GBF.
- Chercher ensuite les fréquences pour lesquelles l'amplitude est de 2,8 carreaux (ne pas changer le réglage de l'oscilloscope).
- Ces fréquences correspondent aux fréquences de coupure à -3 dB en effet,

$$G = G_{max} - 3 \text{ dB} \Leftrightarrow |T| = |T|_{max} / \sqrt{2} \Leftrightarrow S / E_{max} = S_{max} / E_{max} / \sqrt{2}$$

$$\Leftrightarrow S = S_{max} / \sqrt{2}$$

$$\Leftrightarrow S = 2,8 S_{max}$$

Vérifier avec les fréquences de coupures obtenues sur la courbe.

c) Retrouver le coefficient d'amortissement :

Calculer la bande passante $\Delta f = f_{c2} - f_{c1}$
En déduire le facteur de qualité du circuit RLC à la résonance : $Q = f_0 / \Delta f$
En déduire le coefficient d'amortissement expérimental
Comparer à sa valeur théorique

Pour $m \ll 1$

$$Q \approx 1/2m$$

$$m = \frac{1}{2} R \sqrt{C/L}$$

$$f_0 = 1/(2\pi\sqrt{LC})$$

d) Comment qualifier le filtrage réalisé par le quadripôle ?

2° AMORTISSEMENT FORT : $R = 56 \text{ k}\Omega$

a) Relever la courbe de réponse en fréquence $G = 20 \log (U_{cmax}/E_{max})$ en fonction de f sur papier $\frac{1}{2}$ log pour f comprise entre 100 Hz et 100 kHz.

b) Déterminer la fréquence de coupure à -3dB

c) En déduire la bande passante

d) Déterminer la pente en dB/décade de l'asymptote oblique.

e) Quelle est la nature du filtre réalisé ? Quel est son ordre ?

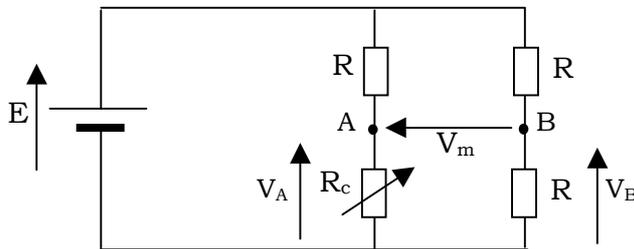
3° CAS LIMITE

En utilisant une boîte à décades déterminer la résistance qui donne la limite entre réponse avec ou sans résonance.

Déterminer le coefficient d'amortissement correspondant

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, $V_m \approx E \Delta R / 4R$.

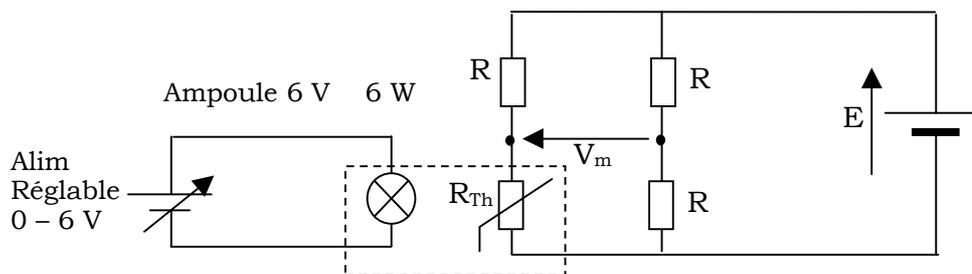
2° Tension de déséquilibre en fonction de R_c

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 en choisissant une valeur de R convenable.

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 formule théorique de V_m 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

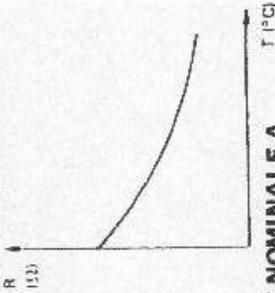
Codas	R 25 (Ω)	B 25/85 ±10 % (K)	α (%/K) à 25° C
560409	4	2800	-3,1
560809	8	2800	-3,2
560100	10	2875	-3,2
560220	22	3025	-3,4
560470	47	3150	-3,5
560101	100	3300	-3,7
560151	150	3375	-3,8
560221	220	3475	-3,9
560471	470	3650	-4,1
560102	1000	3825	-4,3
560222	2200	4125	-4,6
560472	4700	4350	-4,9
560103	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

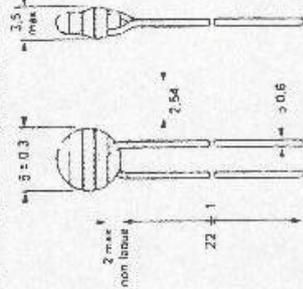
Rapport à une température spécifiée (T) du taux de variation de la résistance à dissipation nulle avec la température à la résistance à dissipation nulle de la thermistance: $\alpha = \frac{1}{R} \frac{dR}{dT}$

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.



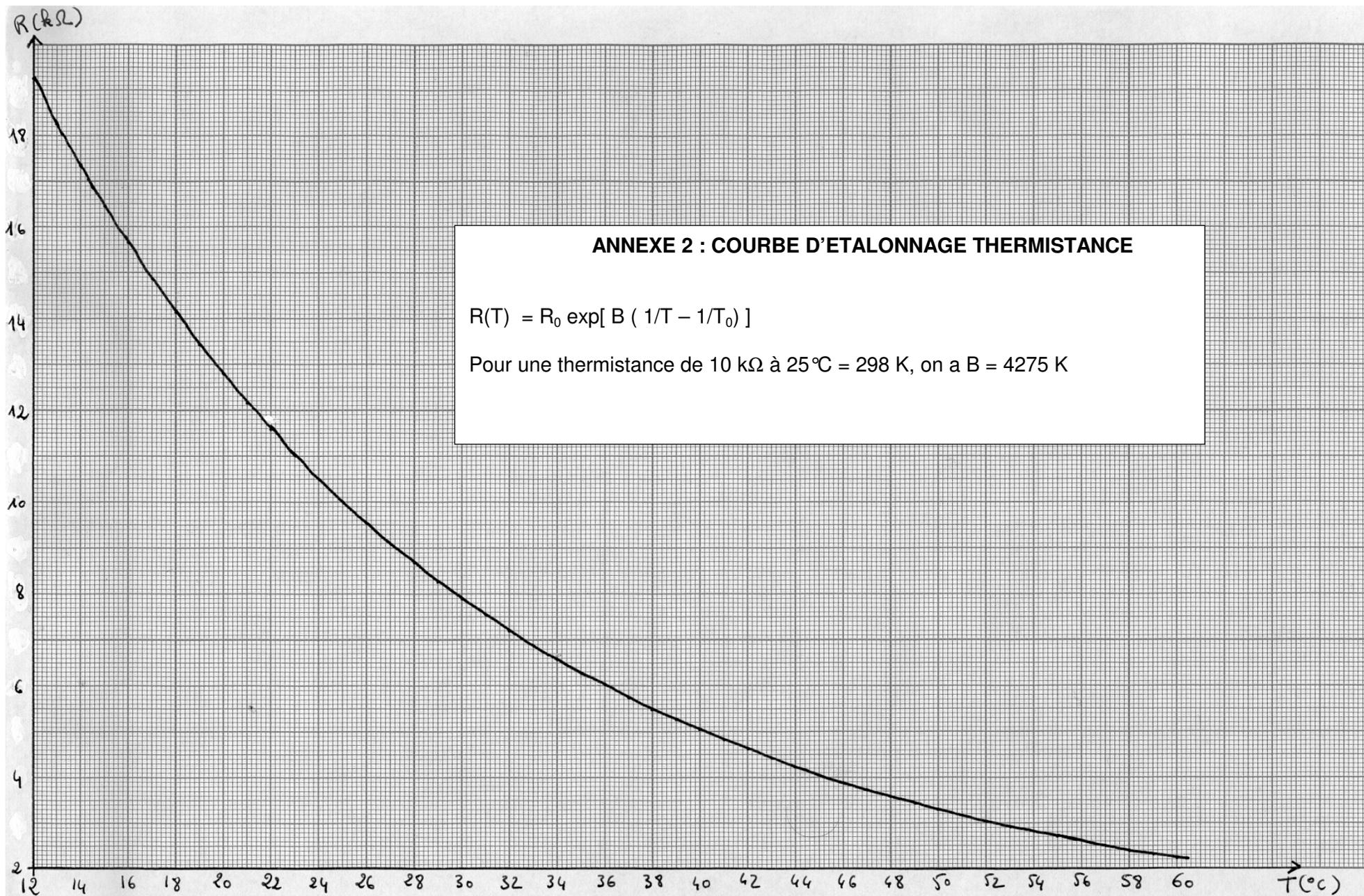
RESISTANCE NOMINALE A DISSIPATION NULLE RT

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.



ANNEXE 3 : COURBE D'ETALONNAGE PHOTORESISTANCE

