

**Examen 1**

Durée : 1h50

**Exercice 1 : Notions générales (25 points)**

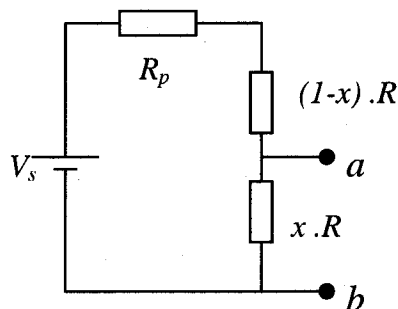
- Quel est l'avantage qu'offre un ohmmètre à quatre fils par rapport à un ohmmètre à deux fils (5 lignes max).
- Mesure indirecte d'une résistance: Dans quel cas, la méthode avec mesure non biaisée de tension donne une erreur systématique identique à la méthode avec mesure non biaisée de courant? (5 lignes max).
- Expliquer la différence entre les modes de couplage AC et DC dans un oscilloscope (5 lignes max).
- Le tableau suivant montre le résultat de mesures et calculs d'incertitude. Mettre en forme ces résultats en appliquant les règles d'arrondi, d'unités et d'écriture.

Mesure	Incertainitude	Résultat
$f = 48.71 \text{ kHz}$	$0.3 \text{ kHz}$	
$I = 31.3 \text{ A}$	$11.5 \text{ A}$	
$V = 98765.432 \text{ mV}$	$56.123 \text{ mV}$	
$R = 357 \Omega$	$R_{\min} = 349 \Omega \quad R_{\max} = 370 \Omega$	

**Exercice 2 : Utilisation d'un potentiomètre (25 points)**

On considère le montage de diviseur de tension représenté sur la figure ci-dessous. On utilise un potentiomètre linéaire de  $100 \Omega$  et  $2 \text{ W}$  pour régler la tension  $V_{ab}$  aux bornes a et b à partir d'une source de tension fixe de  $15 \text{ V}$ . Le potentiomètre est modélisé par deux résistances variables  $x.R$  et  $(1-x).R$  qui sont montées en série. On décide de rajouter une résistance de protection  $R_p$  en série pour éviter de détruire le potentiomètre quelle que soit la position du curseur.

- Déterminer le courant maximal,  $I_{\max}$ , auquel devrait être opéré le potentiomètre.
- Déterminer la valeur minimale de la résistance  $R_p$  qui devrait être utilisée pour protéger le potentiomètre.
- En considérant que la valeur de la résistance de protection est égale à  $110 \Omega$ , calculer la position  $x$  du curseur pour obtenir une tension  $V_{ab} = 5 \text{ V}$  (sans charge).



$$0 \leq x \leq 1$$

$$R = 100 \Omega$$

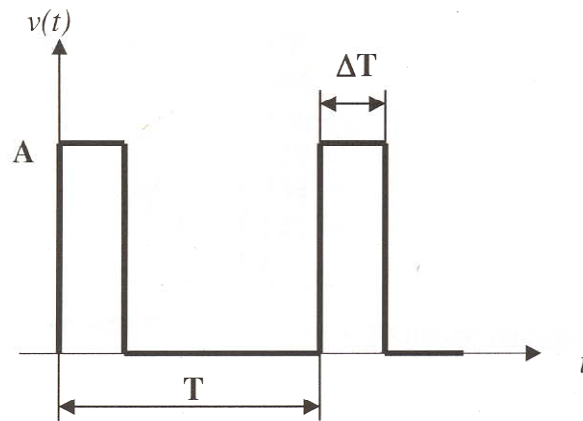
$$V_s = 15 \text{ V}$$

**Exercice 3 : Mesure de signaux périodiques. (25 points)**

La question c) peut être traitée de manière indépendante des questions a) et b).

Un opérateur mesure un train d'impulsions périodique et de rapport cyclique  $R = \frac{\Delta T}{T}$  en utilisant un multimètre à redresseur sensible à la valeur moyenne. Un tel appareil ne sait mesurer (en couplage AC) que la valeur efficace d'un signal purement sinusoïdal. Pour afficher la valeur efficace de la composante alternative sinusoïdale, la valeur moyenne du signal redressé est multipliée par  $\frac{\pi}{2\sqrt{2}}$ . Pour les autres signaux périodiques, non sinusoïdaux, il faut multiplier la valeur affichée par un facteur correctif qui tient compte de la forme du signal.

- Montrer que le facteur correctif que l'opérateur doit appliquer pour obtenir la vraie valeur efficace du train d'impulsions est:  $F_c = \frac{0.450}{(1-R)\sqrt{R}}$ .
- Déduire de a) l'erreur relative commise sur la mesure de la valeur efficace du signal si l'opérateur ne fait pas la correction. Considérez un signal avec un rapport cyclique  $R = 20\%$  pour l'application numérique.
- Si l'opérateur utilise un multimètre Fluke 8010A pour mesurer son signal, quelles seraient les valeurs affichées en mode DC et en mode AC. Considérez un signal avec un rapport cyclique  $R = 20\%$  et une amplitude  $A = 5 \text{ V}$  pour l'application numérique.



**Figure 3.1.** Forme du signal à analyser.

#### Exercice 4 : Erreurs et incertitudes de mesure. (25 points)

Un capteur infrarouge permet la mesure de température de cibles sans contact. Selon le fabricant, ce dernier est caractérisé par la relation suivante:

$$U_f = U_{al} (0.0018 \times T + 0.04) \pm \Delta U$$

où  $T$  est la température de la cible en [°C],  $U_f$  la tension fournie par le capteur, la tension d'alimentation  $U_{al}$  est de 5.0 V et l'incertitude  $\Delta U$  est de 2.5% de la plage maximale de la tension (soit 4.5 V).

Le tableau 4.1 montre le résultat de dix lectures de tension réalisées dans les mêmes conditions. La valeur vraie de la température a été obtenue avec un corps noir de laboratoire, un dispositif d'étalonnage dont on peut négliger l'incertitude. La température du corps noir était ajustée à 101.32 °C.

- Déterminer l'erreur aléatoire de ces mesures de température.
- Déterminer l'erreur systématique de ces mesures de température.
- Déterminer les erreurs minimale et maximale des mesures de tension. Les résultats de mesure obtenus sont-ils en accord avec les spécifications du fabricant? Justifiez votre réponse.

<i>Tensions lues</i> [V]
1.135
1.066
1.128
1.119
1.146
1.136
1.119
1.134
1.172
1.142

**Tableau 4.1 :** Lectures consécutives du voltmètre connecté au capteur infrarouge.

---

<sup>1</sup> Notez que la moyenne d'un ensemble statistique est :  $\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N X_k$

et l'écart type est:  $\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{k=1}^N (X_k - \bar{X})^2}$

où  $X_k$  est la valeur de la  $k_{i\grave{e}me}$  mesure et  $N$  est le nombre de mesures.