

PROBLÈME II "CONTRARIÉTÉS" EXPÉRIMENTALES

- Le fait de n'avoir pas suffisamment réfléchi aux propriétés physiques des systèmes ou à l'influence des capteurs de mesure sur l'objet de la mesure, réserve parfois quelques surprises à l'expérimentateur. Les questions qui suivent, toutes indépendantes les unes des autres, se présentent comme un test de bon sens physique. Elles ne demandent, tout au plus, que de brefs calculs.

1) Un voltmètre récalcitrant !

Une source de tension sinusoïdale de valeur efficace $U = 240 \text{ V}$ est branchée aux bornes de deux résistances en série, toutes deux égales à $R = 10 \text{ M}\Omega$ (Figure 1).

1.1) Calculer la valeur efficace des tensions V_{MN} et V_{PM} entre les nœuds nommés, en l'absence de voltmètre.

1.2) Pour effectuer la mesure de ces tensions, on utilise un voltmètre de résistance interne égale à $r = 10 \text{ M}\Omega$. Indiquer la tension lue sur le voltmètre lorsqu'on le branche successivement : entre M et N, entre P et M puis entre P et N.

1.3) Conclure.

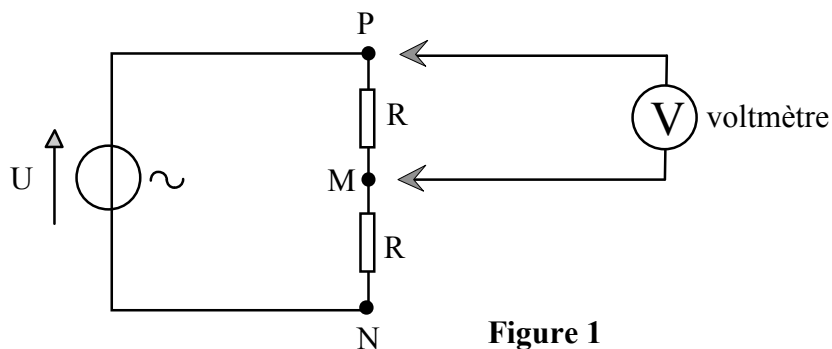


Figure 1

2) Un oscilloscope perturbant !

Une source de tension $E = 12 \text{ V}$ alimente trois résistances égales R disposées en série (Figure 2). Calculer la tension entre les bornes A et B dessinées sur le schéma. Pour mesurer cette tension on utilise l'oscilloscope dessiné sur la même Figure 2, borne A' reliée à la borne A et borne B' reliée à la borne B. Cet oscilloscope a une impédance interne très supérieure à la résistance R et pourtant la tension qu'il mesure n'est pas celle qui a été calculée. Expliquer pourquoi et donner la valeur de la tension mesurée.

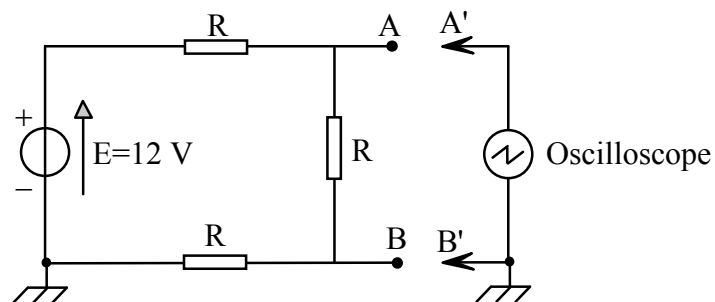


Figure 2

3) Une diode en danger !

Un générateur de tension continue égale à 12 volts , une diode orientée dans le sens passant et un condensateur de capacité $C = 10 \mu\text{F}$ sont montés en série (Figure 3a).

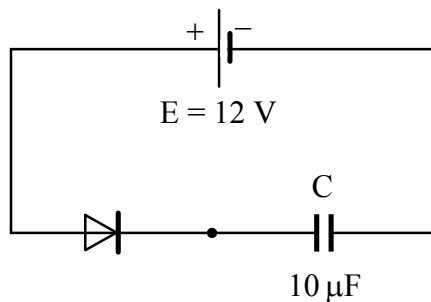
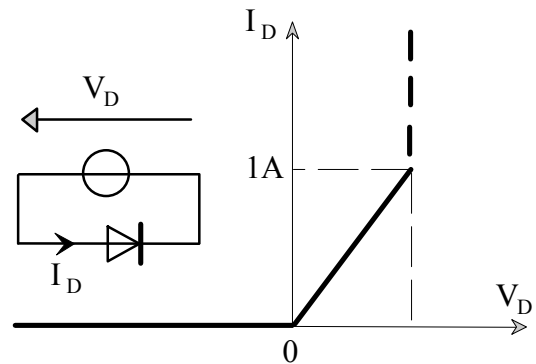


Figure 3a



Modélisation de la diode D

Figure 3b

La caractéristique de la diode est donnée (Figure 3b). Celle-ci se comporte dans le sens direct comme une résistance de valeur $R_D = 0,6 \Omega$, dans la limite d'un courant de 1 A , au-delà duquel elle est détruite.

3.1) En l'état du montage, supposé en régime stationnaire depuis un temps suffisamment important, quelle est la valeur du courant ?

3.2) Cependant, le condensateur étant initialement non chargé, la diode est détruite lors du branchement. Expliquer pourquoi.

3.3) Quelle résistance minimale doit-on monter en série avec la diode pour la protéger ?

4) Un suiveur paralysé !

4.1) Souhaitant réaliser un montage suiveur, un expérimentateur mal avisé a câblé un amplificateur opérationnel selon le schéma dessiné Figure 4a. Que constate-t-il ?

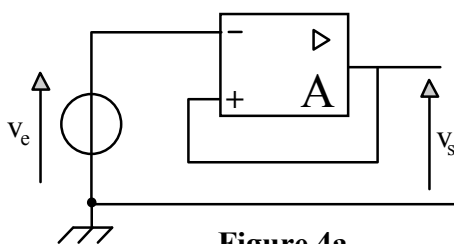


Figure 4a

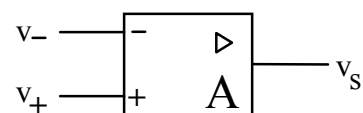


Figure 4b

4.2) En fait cet expérimentateur a oublié que, lorsqu'on considère (Figure 4b) un amplificateur réel de gain A élevé (quelques 10^5 , par exemple) mais non infini et que l'on écrit que $v_s = A (v_+ - v_-)$, on admet de manière implicite que la réponse v_s à une sollicitation $(v_+ - v_-)$ est instantanée ; or c'est physiquement impossible !

En réalité, la réponse de l'amplificateur est décalée dans le temps, elle est régie par une équation différentielle qui, dans le cas le plus simple d'un amplificateur "compensé", est du type :

$$v_s = A(v_+ - v_-) - \tau \frac{dv_s}{dt}$$

où τ représente une constante de temps de l'ordre de quelques millisecondes.

- Ecrire, conformément à la réalité décrite, l'équation différentielle reliant la tension de sortie v_s à la tension d'entrée v_e puis la résoudre dans l'hypothèse où une tension continue égale à $1 \mu\text{V}$ est appliquée à l'entrée, la tension de sortie étant initialement nulle. Expliquer alors pourquoi le montage présenté ne répond pas correctement.

4.3) Donner le schéma d'un montage suiveur qui fonctionne correctement et le justifier.

4.4) Expliquer ce qui fait l'intérêt d'un "suiveur".

5) Un oscilloscope en danger !

Une source de tension continue $E = 12 \text{ V}$ alimente, à travers un interrupteur fermé (AB), un bobinage assimilable à une auto-inductance $L = 1 \text{ H}$ en série avec une résistance $R = 100 \Omega$ (Figure 5a).

5.1) Quelle relation existe-t-il entre la tension aux bornes de l'auto-inductance et le courant dans celle-ci. En déduire ce qui est à prévoir en cas d'interruption instantanée du courant.

5.2) Un expérimentateur imprudent connecte un oscilloscope aux extrémités A et B de l'interrupteur afin d'observer l'impulsion de tension qui apparaît aux bornes du contact lorsqu'on l'ouvre brutalement, au temps $t = 0$ (Figure 5b). La notice de l'oscilloscope indique que la résistance d'entrée de celui-ci mesure $1 \text{ M}\Omega$ et que la tension maximale admissible est de 400 volts.

- Quelle était l'intensité du courant circulant en régime permanent, avant l'ouverture du contact, au temps $t = 0^-$?

- Par un raisonnement simple, bien argumenté, déterminer la valeur de la tension V_p atteinte au pic de l'impulsion, au temps $t = 0^+$. En effectuer le calcul numérique puis conclure.

5.3) On peut se protéger de cet effet de surtension à l'aide d'une diode. Comment doit-on la brancher ? En justifier le comportement.

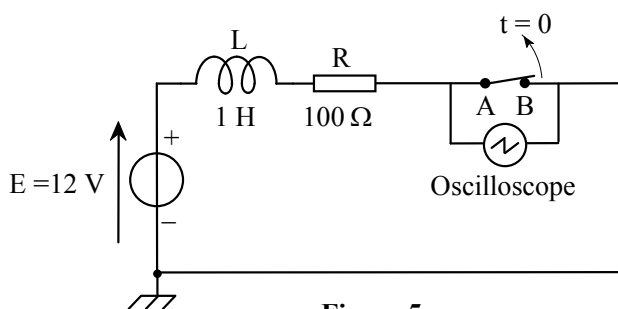


Figure 5a

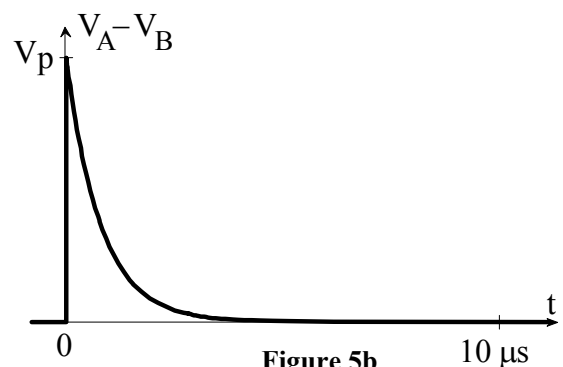


Figure 5b

6) Une mise au point impossible !

On souhaite obtenir d'un objet réel A , une image nette A' , sur un écran situé à une distance de l'objet égale à $D = 80$ cm.

Pour ce faire on utilise une lentille convergente, de distance focale image $f' = 25$ cm, que l'on place en un point O , entre l'objet et l'écran. Malheureusement, lorsqu'on ajuste la position de la lentille aucun réglage ne convient !

- Expliquer pourquoi. Comment aurait-il fallu choisir la lentille ?

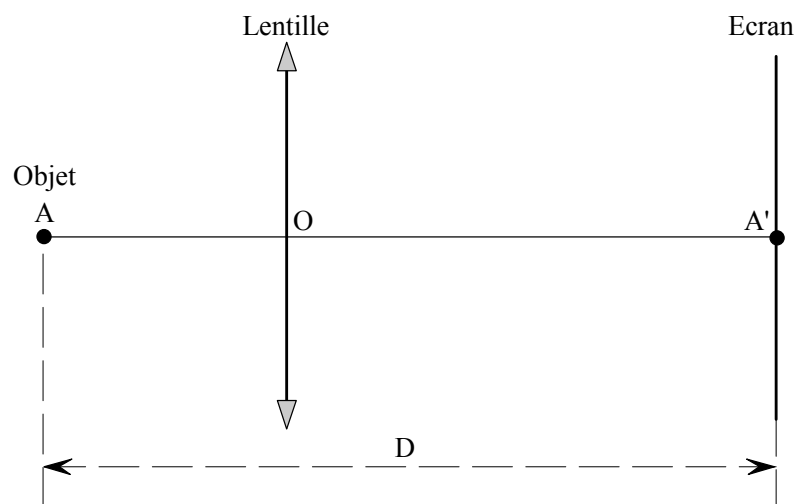


Figure 6

7) Des interférences invisibles !

A partir de deux lampes spectrales identiques, munies d'un même filtre ne laissant passer qu'une seule et même raie de fréquence visible bien déterminée, on réalise deux faisceaux de lumière parallèle. Ces faisceaux sont orientés de sorte qu'ils se superposent, l'un après avoir traversé une lame à face parallèle semi-réfléchissante, l'autre après réflexion sur cette même lame.

- Dessiner le cheminement de ces deux faisceaux de lumière en précisant la valeur des angles à considérer.

- En recevant la lumière émergente sur un écran, on espère observer un phénomène d'interférences mais, quels que soient les réglages effectués, on n'y parvient pas. En donner une explication.

Fin de l'énoncé