

ÉVALUATION FORMATIVE

SESSION S1 APP1

L'examen formatif vous permet d'évaluer votre niveau de connaissance et de compétence par rapport aux notions que vous devez maîtriser pour l'APP1.

Nous vous suggérons de faire cet examen en vous mettant dans les mêmes conditions que celle que vous aurez pour l'examen sommatif. C'est-à-dire, aucune documentation, calculatrice et sans le solutionnaire.

Dans un deuxième temps, vous pourrez auto-évaluer vos compétences en consultant le solutionnaire de l'examen formatif

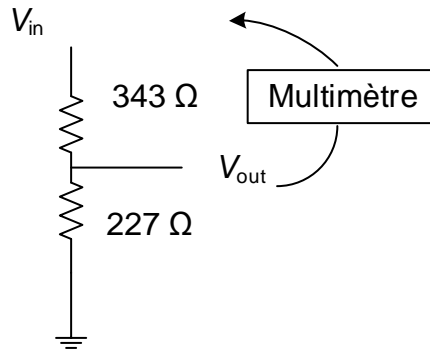
Notez qu'il y a un annexe au formatif avec quelques équations et informations utiles. Vous aurez aussi besoin de deux fiches techniques (LM555 et LM324) que vous trouverez sur le site web. Nous avons cru bon de les retirer afin d'alléger l'annexe.

Cependant, pour l'examen de vendredi, les fiches techniques dont vous aurez besoin vous seront fournies directement dans l'annexe.

Bon examen

Question 1

Soit le circuit suivant où V_{in} est de 10 V et où l'on branche un multimètre entre V_{in} et V_{out} .



a) Quelle est la tension mesurée multimètre ?

$$V_{343} = V_{in} * (343 \, \Omega / (343 \, \Omega + 227 \, \Omega)) = 10V * 343 / 570 = 6,02V$$

b) Quelle est la puissance dissipée dans la résistance de 343 ohms ?

$$P_{510} = V_{343} * I = V_{343} * (V_{343} / R_{343}) = V_{343}^2 / R_{343} = 6,02 \, V^2 / 343 \, \Omega = 0,106 \, W$$

c) Quel est le code de couleur de la résistance de 343 ohms, s'il s'agit d'une résistance à 1% ?

Orange, Jaune, Orange, Noir, Brun

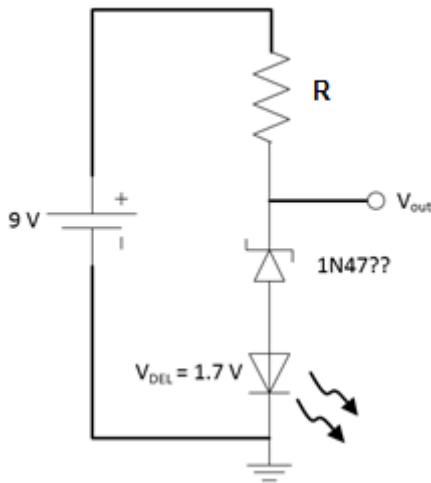
d) Quels sont les valeurs de résistances que vous devez choisir dans la série E24, pour les résistances de 343 ohms et de 227 ohms?

343 Ω → 330 ou 360 Ω selon le besoin

227 Ω → 220 ou 240 Ω selon le besoin

Question 2

Soit le circuit suivant, alimenté par une source idéale de 9 V. On cherche à avoir $V_{out} = 5$ V. Lorsqu'elle est allumée, la diode électroluminescente affiche une tension constante de 1.7 V à ses bornes. On suppose $I_{out} = 0$ mA. La fiche technique des diodes zeners disponibles est donnée à la fin de la question.



a) Déterminez le numéro de diode zéner qui permet d'arriver à ces spécifications

$$V_{out} = V_{del} + V_{zener}$$

$$\text{Si } V_{del} = 1,7 \text{ V, alors } V_{zener} = 5 \text{ V} - 1,7 \text{ V} = 3,3 \text{ V}$$

Dans le tableau, on trouve que la diode qui fonctionne à $V_{zener} = 3,3$ V (colonne V_{znom}) est la **1N4728**

Celle-ci aura besoin d'un courant minimum de 76 mA pour fonctionner et pour supporter au maximum 275 mA, respectivement I_{zt} et I_{zm} .

b) Déterminez une valeur de résistance R qui permet de bien polariser le circuit.
Expliquez pourquoi

$$V_R = V_{in} - V_{out} = 9 \text{ V} - 5 \text{ V} = 4 \text{ V}.$$

Pour le courant minimum, la valeur de R sera :

$$R = V / I = 4 \text{ V} / 76 \text{ mA} = 53 \text{ ohms}$$

La puissance dissipée sera :

$$P = V * I = 4 \text{ V} * 76 \text{ mA} = 304 \text{ mW} ; \text{ donc une résistance de } 500 \text{ mW} \text{ serait nécessaire.}$$

Pour le courant maximum, la valeur de R sera :

$$R = V / I = 4 \text{ V} / 275 \text{ mA} = 14,5 \text{ ohms}$$

La puissance dissipée sera :

$$P = V \cdot I = 4 \text{ V} \cdot 275 \text{ mA} = 1,1 \text{ W} ; \text{ donc une résistance de } 2 \text{ W serait nécessaire.}$$

Une valeur située entre 14,5 Ohms et 53 ohms permet de faire fonctionner le circuit.

Pour éviter la dissipation de puissance inutile, nous allons choisir la valeur standard légèrement inférieure à la valeur maximale (pour ne pas être trop proche du courant minimum de fonctionnement). Donc nous allons choisir une **47 ohms**.

Les autres valeurs entre 14,5 et 53 peuvent être correctes si elles sont justifiées.

c) Quel est le courant qui circule dans le circuit ?

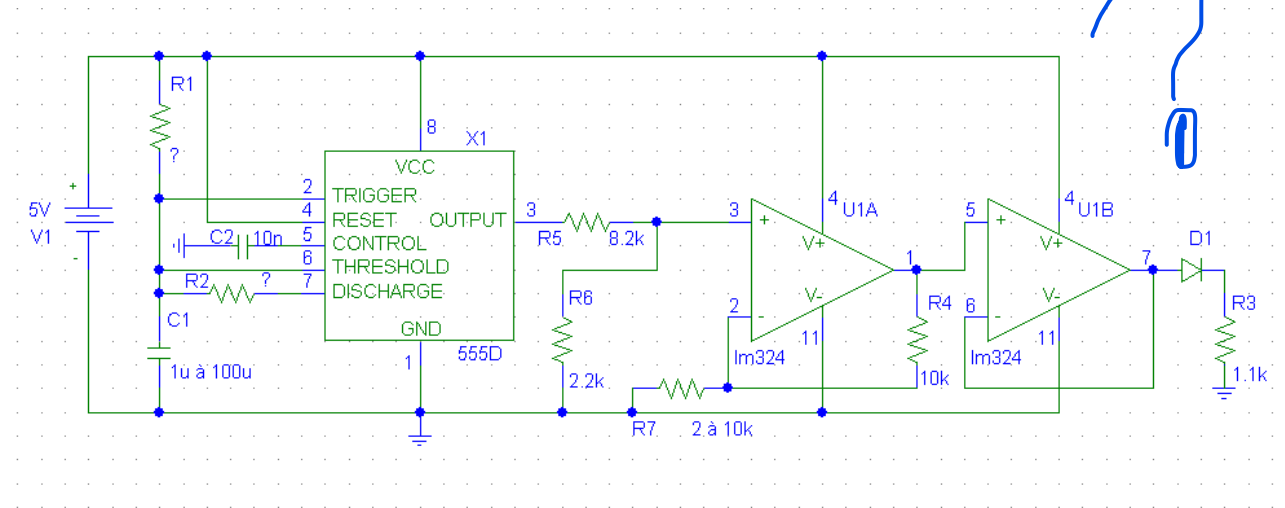
Lorsque $R = 47 \text{ ohms}$, alors :

$$I = V_R / R = 4 \text{ V} / 47 \text{ ohms} = 85 \text{ mA}$$

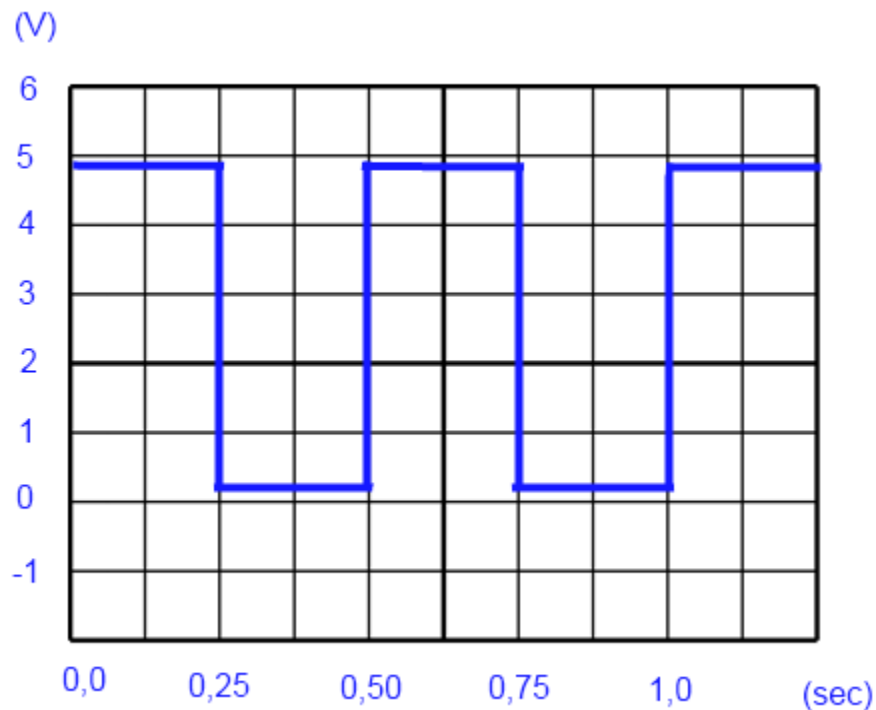
Type	Zener voltage range ³⁾		Maximum Zener Impedance ¹⁾			Reverse leakage current		Surge current at $T_A = 25^\circ\text{C}$	Maximum regulator current ²⁾
	V_{Znom}	I_{ZT}	r_{zT} and r_{zK} at I_{ZK}			I_R at V_R		I_R	I_{ZM}
	V	mA	Ω	Ω	mA	μA	V	mA	mA
1N4728	3.3	76	10	400	1.0	150	1	1375	275
1N4729	3.6	69	10	400	1.0	100	1	1260	252
1N4730	3.9	64	9	400	1.0	100	1	1190	234
1N4731	4.3	58	9	400	1.0	50	1	1070	217
1N4732	4.7	53	8	500	1.0	10	1	970	193
1N4733	5.1	49	7	550	1.0	10	1	890	178
1N4734	5.6	45	5	600	1.0	10	2	810	162
1N4735	6.2	41	2	700	1.0	10	3	730	146
1N4736	6.8	37	3.5	700	1.0	10	4	660	133
1N4737	7.5	34	4.0	700	0.5	10	5	605	121
1N4738	8.2	31	4.5	700	0.5	10	6	550	110

Question 3

Soit le circuit suivant, permettant de faire clignoter une DEL D1. Vous pouvez supposer que puisque le circuit est alimenté avec 5 V, le signal de sortie du LM555 variera entre 0,35 V et 4,85 V, puis supposez que la chute de tension dans la DEL D1 sera de 0,7V pour un courant entre 1 et 5 mA.



- a) Dessinez le signal que l'on retrouve à la patte 3 du LM555. Si son rapport cyclique est de 50% à une fréquence de 2 Hz.



- b) Le LM324 est utilisé dans ce circuit pour faire deux modules d'amplification. Si le gain du U1A est de 4 et que celui du U1B est de 1, quelle sera le courant circulant dans la DEL lorsqu'elle est allumée.

Tension entrant dans U1A :

pourquoi r6 au lieu de r5

$$4,85 \text{ V} * \left(\frac{R_6}{R_5 + R_6} \right) = 4,85 \text{ V} * \left(\frac{2,2 \text{ k}}{(8,2 \text{ k} + 2,2 \text{ k})} \right) = 4,85 \text{ V} * 0,2115 = 1,025 \text{ V}$$

Tension de sortie de U2B :

$$1,025 \text{ V} * \text{Gain (U2A)} * \text{Gain (U2B)} = 1,03 \text{ V} * 4 * 1 = 4,10 \text{ V}$$

Courant dans la DEL :

$$4,10 \text{ V} = V_{\text{DEL}} + I_{\text{DEL}} * R_3 \rightarrow I_{\text{DEL}} = (4,10 \text{ V} - V_{\text{DEL}}) / R_3 = (4,10 \text{ V} - 0,7 \text{ V}) / 1,1 \text{ k}\Omega = 3,1 \text{ mA}$$

- c) Quelle est la puissance statique dissipée dans chacun des deux circuits intégrés ?

- a) LM555 : Dans la fiche technique, on retrouve à la page 3 les valeurs typiques et maximales de Courant d'alimentation (I_{CC}) pour différentes tensions d'alimentation.

$V_{\text{CC}} = 5\text{V}$ et selon le tableau $I_{\text{CC}} = 6 \text{ mA}$, comme valeur maximale.

$$\text{Donc, } P = V_{\text{CC}} * I_{\text{CC}} = 5 \text{ V} * 6 \text{ mA} = 30 \text{ mW}$$

- b) LM324 : Dans la fiche technique, on retrouve à la page 3 les valeurs typiques et maximales de Courant d'alimentation (I_{CC}) pour différentes tensions d'alimentation.

$V_{\text{CC}} = 5\text{V}$ et selon le tableau $I_{\text{CC}} = 1,2 \text{ mA}$, comme valeur maximale.

$$\text{Donc, } P = V_{\text{CC}} * I_{\text{CC}} = 5 \text{ V} * 1,2 \text{ A} = 6 \text{ mW}$$

- d) Quelle est la puissance dans la résistance R3 ?

$$I_{\text{RMS}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T I^2 dt} = \sqrt{\frac{1}{T} I^2 t \Big|_0^T}$$

$$I_{\text{RMS}} = \sqrt{\frac{1}{T} I_{\text{Niveau Haut}}^2 t \Big|_0^{T/2} + \frac{1}{T} I_{\text{Niveau Bas}}^2 t \Big|_{T/2}^T}$$

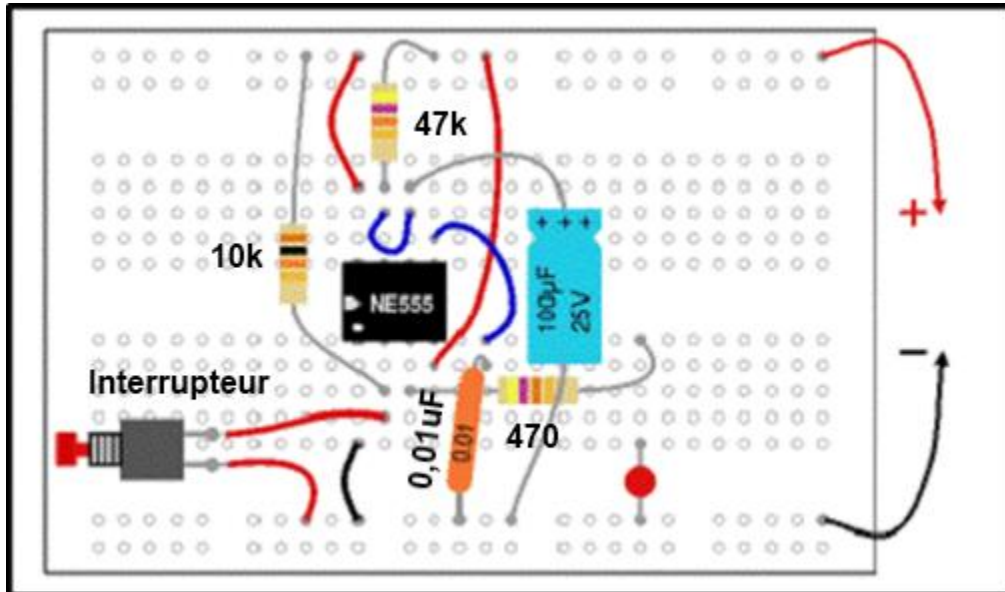
Puisque le courant ne circule pas dans la diode et la résistance lorsque la tension n'est pas assez grande.

$$I_{\text{RMS}} = \sqrt{\frac{1}{2} 0,0031^2 + 0} = 2,2 \text{ mA}_{\text{RMS}}$$

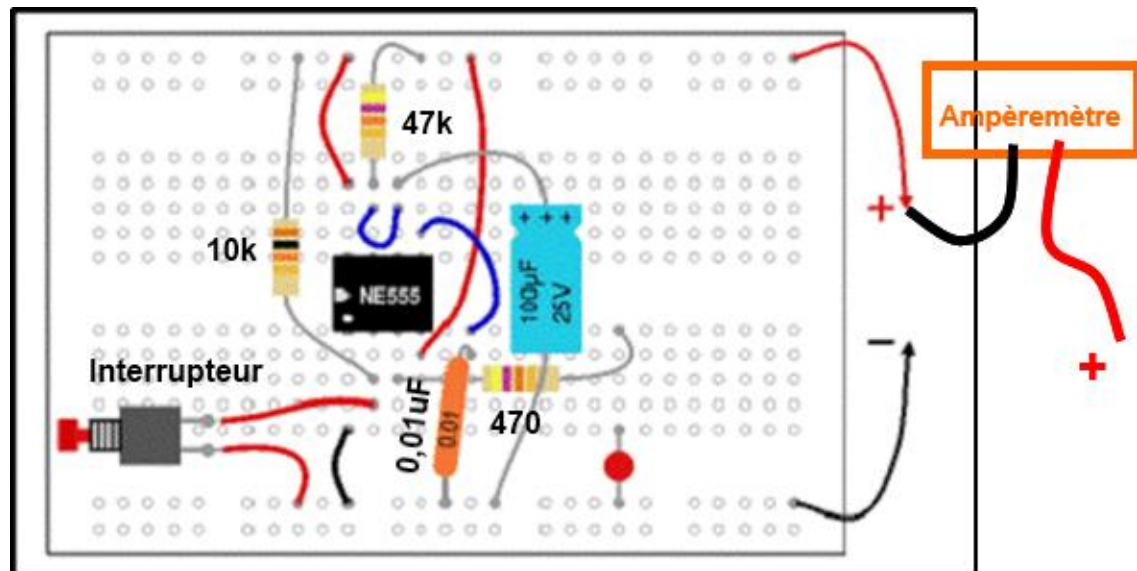
$$P = V_{\text{RMS}} * I_{\text{RMS}} = (R * I_{\text{RMS}}) * I_{\text{RMS}} = R * I_{\text{RMS}}^2 = 1,1 \text{ k} * 2,2 \text{ mA}_{\text{RMS}}^2 = 5,232 \text{ mW}$$

Question 4

Soit le circuit suivant monté sur une plaquette de montage. Ce circuit est alimenté par une source de tension de 9 V dont la borne (-) est reliée à la masse.



- a) Dessinez les fils d'un ampèremètre sur l'image ci-dessus comme mesurer le courant d'alimentation qui passe dans tout le circuit.



Notez que l'ampèremètre peut être mis en série avec la borne négative également.

b) Votre collègue vous propose de vous brancher directement aux bornes de la résistance de $470\ \Omega$ avec un oscilloscope pour mesurer le courant circulant dans la DEL rouge en bas à droite lorsque la sortie est à un niveau haut.

a. Qu'arrivera-t-il si vous faite ce branchement et si la sortie du LM555 vaut $8,85\text{ V}$ et que $V_{\text{del}} = 1,7\text{ V}$?

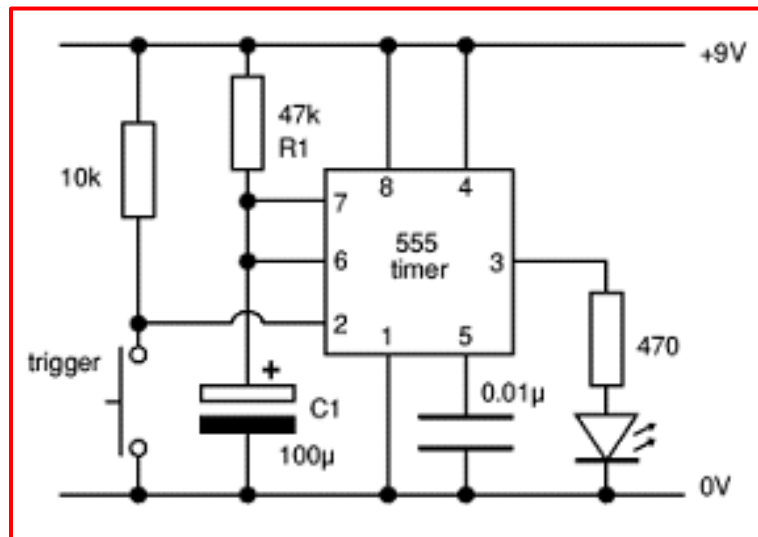
Réponse : 2 cas possibles,

- 1) la pince crocodile de l'oscilloscope est du côté de la DEL et à ce moment $V_{\text{del}} = 0\text{ V}$ et $I_{\text{del}} = 0\text{ A}$ car la masse de la pince est court-circuitée avec la masse de la borne (-). La tension sur la résistance est de $8,85\text{V}$ et le courant est de $8,85\text{ V} / 470\text{ ohms}$.
- 2) La pince crocodile est du côté du 555 et alors, la sortie du 555 est mise à la masse. Le 555 va probablement brûler

b. Qu'aller vous répondre à votre collègue ?

- 1) Il ne faut pas faire cela mais il faut faire une mesure de chaque côté de la résistance en prenant soin de mettre la pince crocodile sur la borne (-).

c) Vous devez dessiner le schéma électrique équivalent à ce montage.

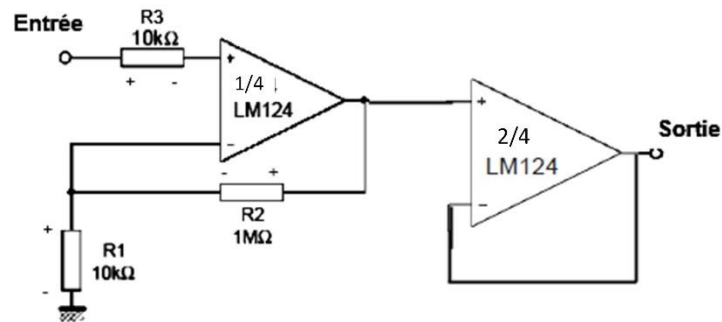


d) Quel est la configuration du circuit présenté.

Le circuit est en configuration monostable pour quelques raisons :

- Il n'y a pas de résistance R_B .
- La patte 5 est connectée à la masse avec un condensateur.
- La patte 2 (trigger) est sur un interrupteur, donc flottant lorsque non activé.

Question 5



- a) Indiquer quels branchements électriques retrouve-t-on à chacune des pattes du circuit intégré du LM124 (équivalent au LM324). On vous demande d'utiliser uniquement les deux premiers amplificateurs du LM124. Chacune des résistances a un signe + et – afin d'indiquer sa polarité, donc il est plus facile de nommer les connexions. L'identification des pattes peut être référencée par rapport à un composant. Par exemple : *Patte 1 : patte 4 et R2+*. On vous demande de mettre les entrées non-utilisées à la masse. Supposez une alimentation de $\pm 12\text{ V}$.

Patte 1 : Patte 5 et R2+

Patte 2 : R2- et R1+

Patte 3 : R3-

Patte 4 : Alimentation +12V

Patte 5 : Patte 1 et R2+

Patte 6 : Patte 7

Patte 7 : Patte 6

Patte 8 : Rien

Patte 9 : Masse

Patte 10 : Masse

Patte 11 : Alimentation -12V

Patte 12 : Masse

Patte 13 : Masse

Patte 14 : Rien

Question 6

Une résistance R_1 de 75Ω est soumise à une tension sinusoïdale de $5 V_{\text{crête}}$ centrée sur $2 V$ à 200 Hz . Une résistance R_2 de 100Ω est soumise à une onde carrée de $5 V_{\text{c.-à-c.}}$ centrée sur $0 V$ à 350 Hz avec un rapport cyclique de 50% . Quelle résistance dissipera le plus de puissance ?

Pour R_1

$$\begin{aligned}
 V_{\text{Rms}R1} &= \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v^2(t) dt} \\
 &= \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (B + A \sin(wt))^2 dt} \\
 &= \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (B^2 + 2AB \sin(wt) + (A \sin(wt))^2) dt} \\
 &= \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T B^2 dt + \frac{1}{T} \int_0^T (2AB \sin(wt)) dt + \frac{1}{T} A^2 \int_0^T \sin^2(wt) dt} \\
 &= \sqrt{\left[\frac{1}{T} B^2 t \right]_0^T - \left[\frac{1}{wT} 2AB \cos(wt) \right]_0^T + \frac{1}{T} A^2 \int_0^T \sin^2(wt) dt}
 \end{aligned}$$

Dans le procédural, nous avons vu que $\sin^2(wt) = \frac{1 - \cos(2wt)}{2}$; donc

$$\begin{aligned}
 \int_0^T \frac{1 - \cos(2wt)}{2} dt &= \left[\frac{1}{2} t \right]_0^T - \int_0^T \frac{\cos(2wt)}{2} dt = \left[\frac{1}{2} t \right]_0^T - \left[\frac{\sin(2wt)}{4w} \right]_0^T = \frac{T}{2} - 0 \\
 &= \sqrt{B^2 + 0 + \frac{A^2}{2}} = \sqrt{B^2 + \frac{A^2}{2}} \\
 V_{\text{Rms}R1} &= \sqrt{2^2 + \frac{5^2}{2}} = \sqrt{4 + \frac{25}{2}} = 4.06 V_{\text{rms}}
 \end{aligned}$$

$$P_{R1} = \frac{V^2}{R} = \frac{4.06^2}{75} = \mathbf{220 \text{ mW}}$$

Pour R_2 :

$$\begin{aligned}
 V_{\text{Rms}R2} &= \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T A_1^2 dt + \frac{1}{T} \int_{\frac{T}{2}}^T A_2^2 dt} \\
 &= \sqrt{\frac{A_1^2}{2} + \frac{A_2^2}{2}}
 \end{aligned}$$

Comme l'onde est centrée sur zéro, alors $A_1 = -A_2$ et $A_1^2 = A_2^2$

A = Amplitude crête à crête / 2

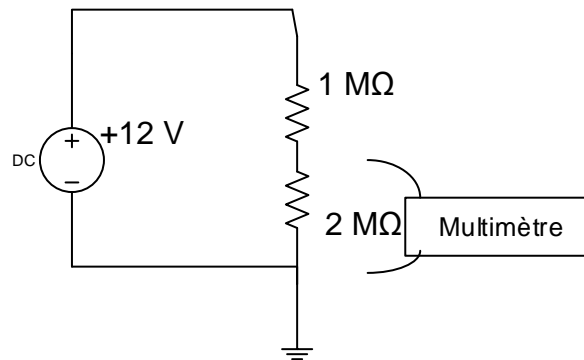
$$V_{\text{RmsR2}} = \sqrt{2.5^2} = 2.5 \text{ V}_{\text{rms}}$$

$$P_{\text{R2}} = \frac{V^2}{R} = \frac{2.5^2}{100} = \mathbf{62.5 \text{ mW}}$$

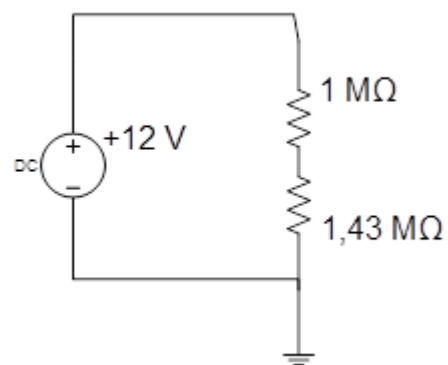
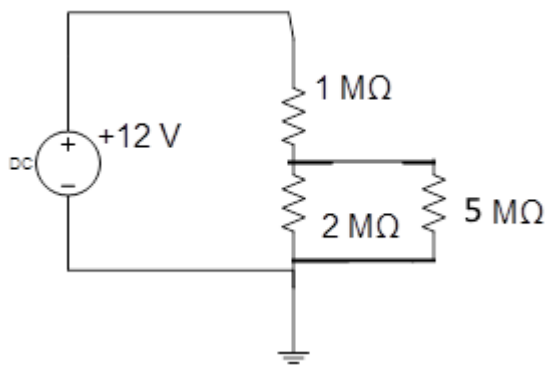
Réponse : La résistance R1 dissipera plus de puissance.

Question 7

Lors du laboratoire portant sur l'utilisation des appareils de mesure, vous avez certainement appris que les appareils de mesures ne sont pas parfaits. En occurrence, ils possèdent une impédance qui peut nuire à la mesure. La question suivante étudie cet effet. Soit le circuit suivant où l'on mesure la tension sur la résistance de $2\text{ M}\Omega$ à l'aide d'un multimètre dont l'impédance est de $5\text{ M}\Omega$.



- a) Calculez la valeur théorique de la tension sur la résistance de $2\text{ M}\Omega$ sans la présence du multimètre
 $V = 2\text{ M}\Omega / (1\text{ M}\Omega + 2\text{ M}\Omega) * 12\text{ V} = 8\text{ V}$
- b) En mettant le multimètre dans le circuit, redessinez le nouveau circuit comprenant la charge occasionnée par le multimètre.



L'impédance de $5\text{ M}\Omega$ devient en parallèle avec la résistance de $2\text{ M}\Omega$. La nouvelle résistance vue dans le circuit est $1,43\text{ M}\Omega$.

- c) Quelle sera la valeur de la tension mesurée par le multimètre.

$$V = 1,43\text{ M}\Omega / (1\text{ M}\Omega + 1,43\text{ M}\Omega) * 12\text{ V} = 7\text{ V} !!!$$