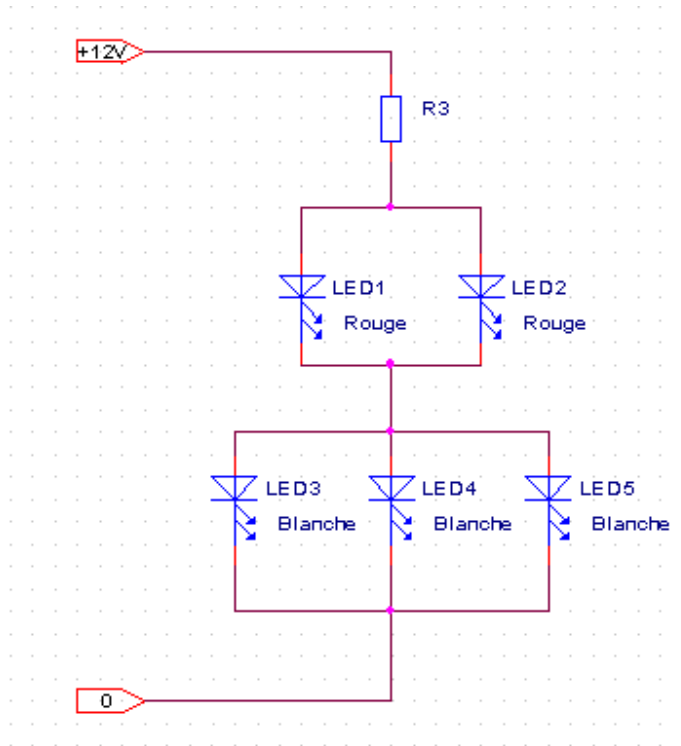


Corrigé des Exercices sur les LEDs

I). Exercice 1 :

On désire illuminer une locomotive modèle réduit. Pour cela on nous propose le montage suivant :



Le courant maximum de LED est de 25 mA.

1°). On désire que le courant de LED soit de 20mA. Calculer la résistance R.

Si on veut 20mA par Led, cela pose un problème car nous avons 2 Leds en série avec 3 Leds, donc si on choisit 40 mA, les Leds 3 à 5 n'auront que $40 \text{ mA} / 3 = 13,33 \text{ mA}$. Et si l'on choisit 60mA, les Leds 1 à 2 auront $60 \text{ mA} / 2 = 30 \text{ mA}$, ce qui dépasse le courant maximum admissible par Led !

On est donc obligé de choisir 40 mA comme courant, donc :

$$R = \frac{V_{cc} - V_{led1} - V_{led3}}{I_{leds}} = \frac{12 - 1,7 - 3}{40 \cdot 10^{-3}} = 182,5 \Omega$$

On choisira une valeur normalisée de résistance de 180 Ω .

Calcul de la puissance supportée par R :

$$P_R = \frac{(V_{cc} - V_{led1} - V_{led3})^2}{R} = \frac{(12 - 1,7 - 3)^2}{180} = 0,296 \text{ W}$$

On choisira donc une résistance de 180 Ω de ¼ W.

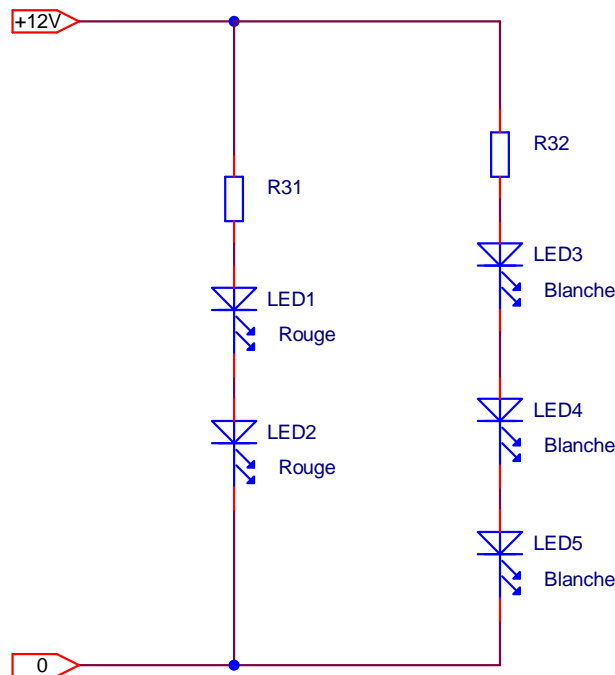
On s'aperçoit que le montage ne fonctionne pas !

2°). Pourquoi ? ;

Le montage fonctionne mal car il y a des leds qui éclairent plus les une par rapport aux autres, car elles possèdent des tensions de seuil proches mais pas identiques, donc le courant qui les traverse est donc différents.

Quelles modifications faut-il faire pour qu'il fonctionne ?

Il faut modifier le montage de manière à pouvoir faire passer 20mA dans chacune d'elles, et que les différences de tensions de seuil, n'intervienne pas trop sur le courant de Led. Il faut donc mettre les Leds en série et non en parallèle. D'où le schéma suivant :



$$R_{31} = \frac{V_{cc} - V_{led1} - V_{led2}}{I_{leds}} = \frac{12 - 1,7 - 1,7}{20 \cdot 10^{-3}} = 430 \Omega ;$$

$$P_{R_{31}} = \frac{(V_{cc} - V_{led1} - V_{led2})^2}{R_{31}} = \frac{(12 - 1,7 - 1,7)^2}{430} = 0,172 W$$

On choisira donc une résistance de 430 Ω de ¼ W.

$$R_{32} = \frac{V_{cc} - V_{led3} - V_{led4} - V_{led5}}{I_{leds}} = \frac{12 - 3 - 3 - 3}{20 \cdot 10^{-3}} = 150 \Omega ;$$

$$P_{R_{32}} = \frac{(V_{cc} - V_{led3} - V_{led4} - V_{led5})^2}{R_{32}} = \frac{(12 - 3 - 3 - 3)^2}{150} = 0,06 W$$

On choisira donc une résistance de 150 Ω de ¼ W.

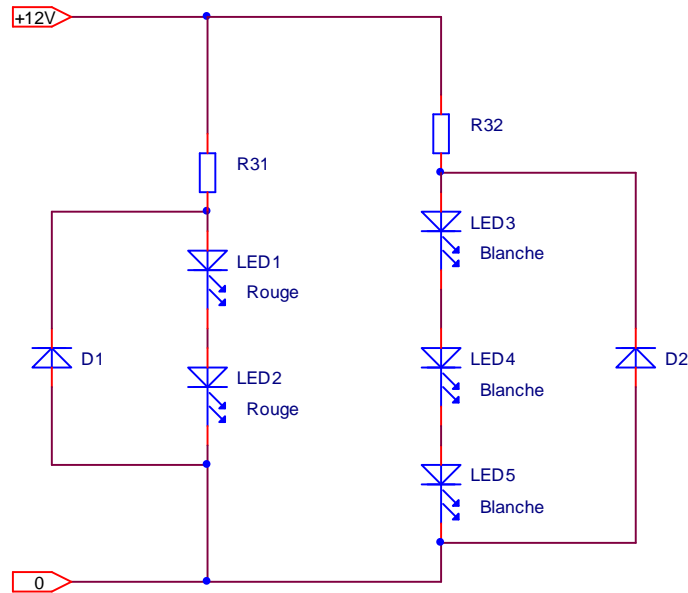
Sur la locomotive, le moteur électrique parasite la tension +12V avec des pics de tensions négatifs, et au bout de quelques heures de fonctionnement, les LEDS grillent !

3°). Pourquoi ? ;

La tension inverse d'une Led est de 5 V maximum, donc avec des pics de tensions négatives supérieures à 10 pour les rouges, et supérieure à 15V pour les blanches, elles grillent.

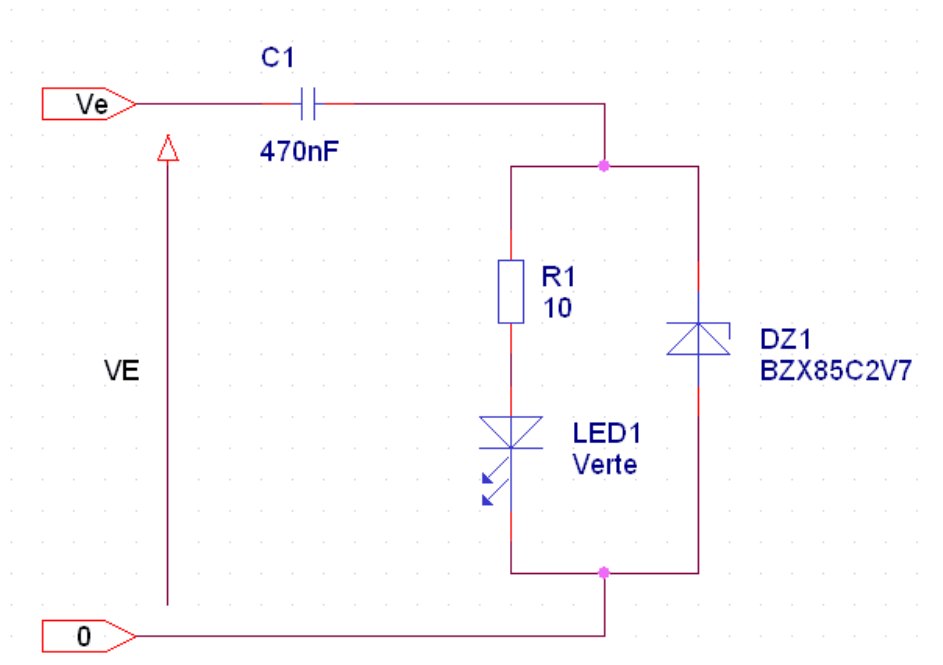
Quelles modifications faut-il faire pour empêcher cela ?

Il faut donc les protéger contre les pics de tension négatifs avec le schéma suivant :



II). Exercice 2 :

Soit le montage suivant :



On a $V_e = 220\sqrt{2} \cdot \sin(2\pi \cdot 50 \cdot t)$

La tension VE est positive :

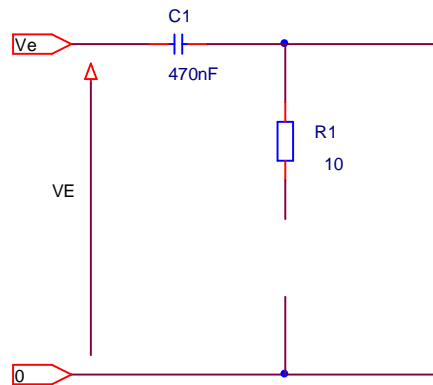
Quel est l'état de la diode LED, de DZ1 ?

Si la tension Ve est positive, alors la Led1 est polarisée dans le bon sens, et la diode DZ1 est polarisée en zener, donc si la tension à ses bornes est suffisante, elle va conduire en zener.

Faire un schéma équivalent, et déterminer le courant qui circule dans le montage.

1^{er} cas : Si - 0,6 V < VE < 2,2 V :

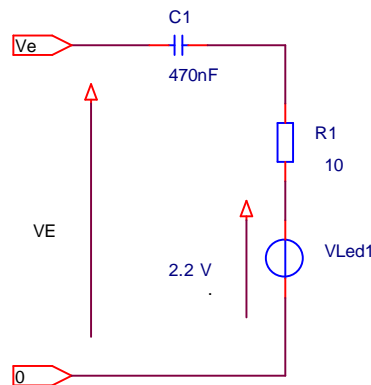
Aucune des deux diodes ne conduit, le schéma équivalent est donc :



Donc I=0

2^{ème} cas : Si 2,2 V < VE < 2,7 V :

Seule la led conduit, on a donc le schéma équivalent suivant :

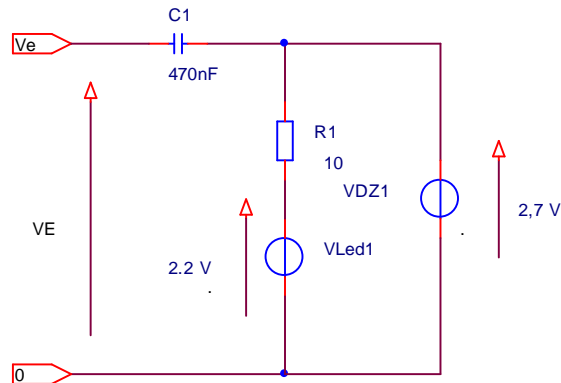


$$I = \frac{VE - V_{led1}}{Z_c + R1} = \frac{220 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot t) - 2,2}{\frac{1}{470 \cdot 10^{-9} \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50} + 10} = \frac{220 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot t)}{\frac{1}{470 \cdot 10^{-9} \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50} + 10} - \frac{2,2}{\frac{1}{470 \cdot 10^{-9} \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50} + 10}$$

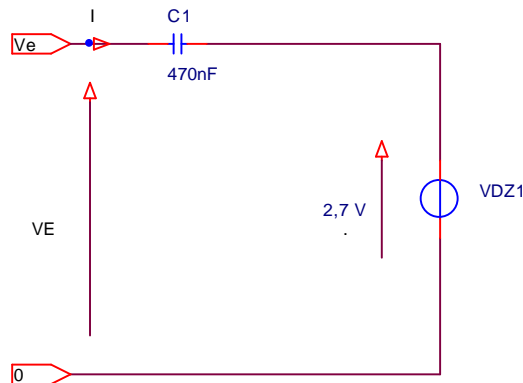
$$I = 0,045853 \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot t) - 0,00032436174452$$

3^{ème} cas : Si VE > 2,7V :

Les deux diodes conduisent, on a donc le schéma équivalent suivant :



On peut enlever R1 et VLed1 car ils sont en parallèle avec un générateur de 2,7 V, d'où le schéma simplifié suivant :



Le courant qui circule alors dans le montage est :

$$I = \frac{Ve - 2,7}{Z_{C1}} = \frac{220 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(2\pi \cdot 50 \cdot t) - 2,7}{\frac{1}{C1 \cdot \omega}} = (220 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(2\pi \cdot 50 \cdot t) - 2,7) C1 \cdot 2\pi \cdot f$$

$$I = (220 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(2\pi \cdot 50 \cdot t) - 2,7) 470 \cdot 10^{-9} \cdot 2\pi \cdot 50$$

$$I = 45,94 \cdot 10^{-3} \cdot \sin(2\pi \cdot 50 \cdot t) - 0,3986 \cdot 10^{-3}$$

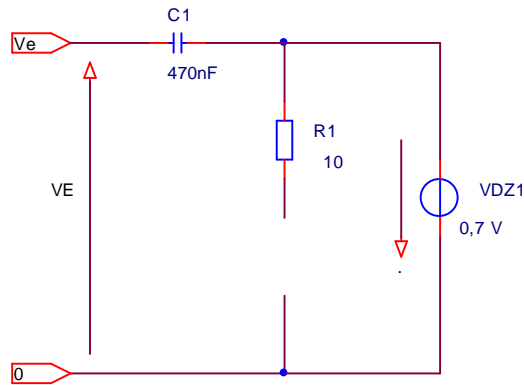
$$I = 45,94 \text{ mA} \cdot \sin(2\pi \cdot 50 \cdot t) - 0,3986 \text{ mA et } I > 0.$$

La tension VE est négative :

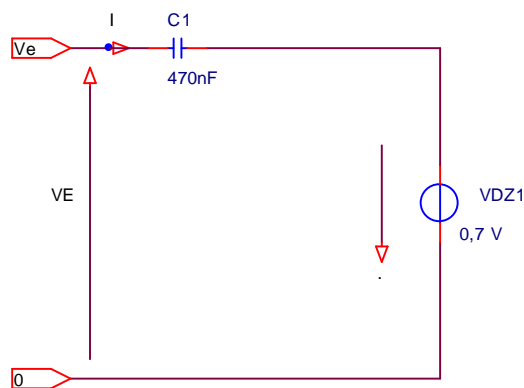
Quel est l'état de la diode LED, de DZ1 ?

Si la tension Ve est négative, alors la Led1 est polarisée dans le mauvais sens, et la diode DZ1 est polarisée en diode, donc si la tension à ses bornes est suffisante, elle va conduire en diode.

Faire un schéma équivalent, et déterminer le courant qui circule dans le montage.



On peut enlever R1 car la Led1 est bloquée, donc il n'y a pas de courant dans R1. Il reste un générateur de 0,7 V, d'où le schéma simplifié suivant :



Le courant qui circule alors dans le montage est :

$$I = \frac{V_e + 0,7}{Z_{C1}} = \frac{220 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot t) + 0,7}{\frac{1}{C1 \cdot \omega}} = (220 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot t) + 0,7) \cdot C1 \cdot 2 \cdot \pi \cdot f$$

$$I = (220 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot t) + 0,7) \cdot 470 \cdot 10^{-9} \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50$$

$$I = 45,94 \cdot 10^{-3} \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot t) + 0,1033 \cdot 10^{-3}$$

$$I = 45,94 \text{ mA} \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot t) + 0,1033 \text{ mA} \text{ et } I < 0 \text{ et } 10\text{ms} < t < 20\text{ms}.$$

Donc $I < 0$.

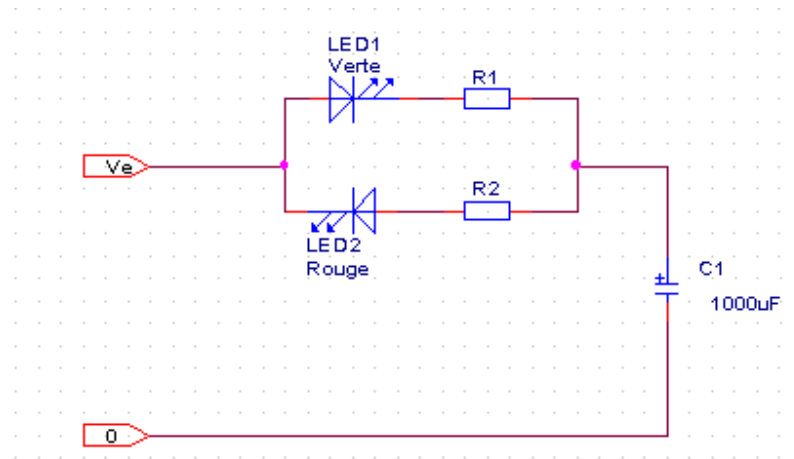
Amélioration :

Peut-on améliorer le montage ?

Oui car la Led n'est allumée que pendant 10ms et éteinte pendant 10ms. Il faudrait utiliser un pont de diode pour l'alimenter toujours en positif indépendamment de la tension V_e .

III). Exercice 3 :

Soit le montage suivant :



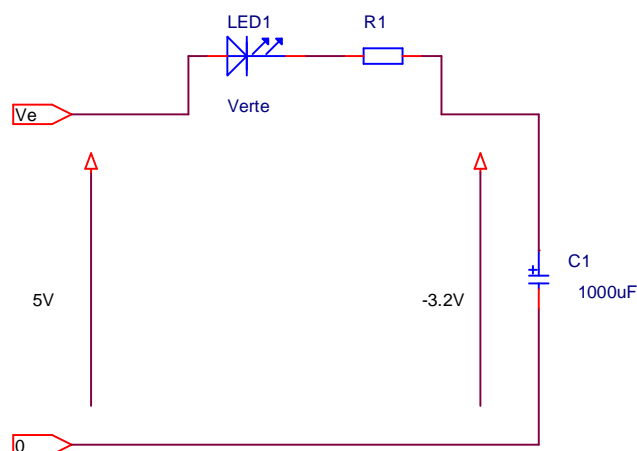
La tension d'entrée V_e ne pouvant prendre que deux valeurs $+5\text{ V}$ et -5 V . On désire que ce montage nous indique le changement de signe de la tension d'entrée.

Le courant minimum de LED pour qu'elle s'allume est de 1 mA .

Le courant maximum de LED est de 25 mA .

1°. La tension d'entrée, étant négative depuis longtemps, vient de changer de SENS. Choisir la résistance R_1 .

Schéma équivalent :



Combien de temps, la diode L1 reste-t-elle allumée ?

Il faut calculer le courant circulant dans le montage et calculer alors le temps pendant lequel il reste supérieur à 1 mA .

On calcule V_{C1} :

$$V_{C1} = A + B.e^{\frac{-t}{\tau}} \text{ avec } \tau = R_1.C_1$$

	$t=0$	$t \rightarrow \infty$
--	-------	------------------------

Equation	$V_{C1} = A + B$	$V_{C1} = A$
Schéma	$V_{C1} = -3,2 V$	$V_{C1} = 2,8 V$

$$\begin{cases} A + B = -3,2V \\ A = 2,8V \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 2,8V \\ B = -6V \end{cases} \text{ donc } V_{C1} = 2,8 - 6.e^{-\frac{t}{\tau}}$$

Et

$$I = \frac{V_e - V_{C1} - V_{Led1}}{R1} = \frac{5 - \left(2,8 - 6.e^{-\frac{t}{\tau}}\right) - 2,2}{R1} = \frac{5 - 2,8 + 6.e^{-\frac{t}{\tau}} - 2,2}{R1} = \frac{6.e^{-\frac{t}{\tau}}}{R1}$$

C'est l'équation d'une exponentielle décroissante, avec le maximum pour $t=0$. Donc il faut $I=25\text{mA}$ pour $t=0$

$$25.10^{-3} = \frac{6.e^{-\frac{0}{\tau}}}{R1} = \frac{6}{R1}$$

$$R1 = \frac{6}{25.10^{-3}} = 240 \Omega$$

On prendra une valeur normalisée de 270Ω , pour ne pas dépasser les 25mA maximum.

$$P_{R1} = \frac{(6)^2}{270} = 0,133 \text{ W}$$

On prendra donc une résistance de 270Ω , $\frac{1}{4} \text{ W}$.

Combien de temps, la diode L1 reste-t-elle allumée ?

Il faut calculer le temps où le courant reste supérieur à 1mA :

$$I = \frac{6.e^{-\frac{t}{\tau}}}{270}$$

$$1.10^{-3} = \frac{6.e^{-\frac{t}{\tau}}}{270}$$

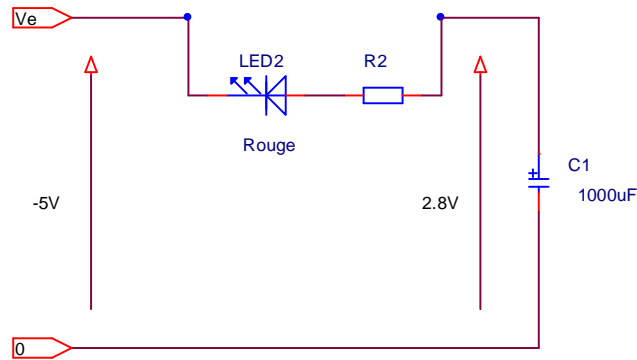
$$\frac{1.10^{-3}.270}{6} = e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$t = -\tau \cdot \ln(0,045) = -R1.C1 \cdot \ln(0,045)$$

$$t = -270.1000.10^{-6} \cdot \ln(0,045) = 0,8373 \text{ s}$$

2°). La tension d'entrée, étant positive depuis longtemps, vient de changer de SENS. Choisir la résistance R2.

Schéma équivalent :



Combien de temps, la diode L2 reste-t-elle allumée ?

Il faut calculer le courant circulant dans le montage et calculer alors le temps pendant lequel il reste supérieur à 1mA.

On calcule V_{C1} :

$$V_{C1} = A + B.e^{\frac{-t}{\tau}} \text{ avec } \tau = R2.C1$$

	$t=0$	$t \rightarrow \infty$
Equation	$V_{C1} = A + B$	$V_{C1} = A$
Schéma	$V_{C1} = 2,8V$	$V_{C1} = -3,2V$

$$\begin{cases} A + B = 2,8V \\ A = -3,2V \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = -3,2V \\ B = 6V \end{cases} \text{ donc } V_{C1} = -3,2 + 6.e^{\frac{-t}{\tau}}$$

Et

$$I = \frac{Ve - V_{C1} + VLed2}{R2} = \frac{-5 - \left(-3,2 + 6.e^{\frac{-t}{\tau}} \right) + 1,8}{R2} = \frac{-5 + 3,2 - 6.e^{\frac{-t}{\tau}} + 1,8}{R2} = \frac{-6.e^{\frac{-t}{\tau}}}{R2}$$

C'est l'équation d'une exponentielle décroissante, avec le maximum pour $t=0$. Donc il faut $I = -25mA$ pour $t=0$

$$-25.10^{-3} = \frac{-6.e^{\frac{-0}{\tau}}}{R2} = \frac{-6}{R2}$$

$$R2 = \frac{-6}{-25.10^{-3}} = 240 \Omega$$

On prendra une valeur normalisée de 270 Ω , pour ne pas dépasser les 25mA maximum.

$$P_{R1} = \frac{(6)^2}{270} = 0,133 W$$

On prendra donc une résistance de 270 Ω , ¼ W.

Combien de temps, la diode L2 reste-t-elle allumée ?

Il faut calculer le temps où le courant reste supérieur à 1mA :

$$I = \frac{-6.e^{-\frac{t}{\tau}}}{270}$$

$$-1.10^{-3} = \frac{-6.e^{-\frac{t}{\tau}}}{270}$$

$$\frac{1.10^{-3}.270}{6} = e^{-\frac{t}{\tau}}$$

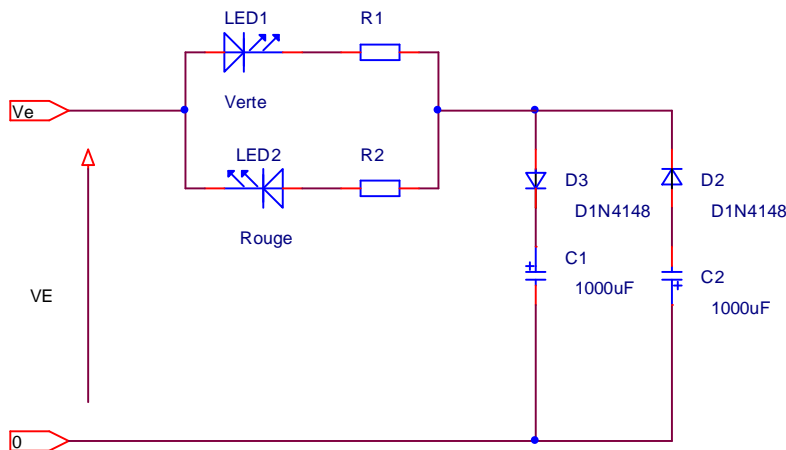
$$t = -\tau.\ln(0,045) = -R2.C1.\ln(0,045)$$

$$t = -270.1000.10^{-6}.\ln(0,045) = 0,8373s$$

3°. Le montage est-t-il correct ?

NON, car le condensateur polarisé reçoit une tension tantôt positive, tantôt négative à ses bornes.

Si non, le modifier pour qu'il le devienne.



ou

