

Exercices chapitre 4 – série 5 Enoncés

Exercice I. Calcul du courant dans une diode connectée en série avec une résistance.

Il s'agit de déterminer le courant I_D dans une diode en effectuant le calcul selon deux approches :

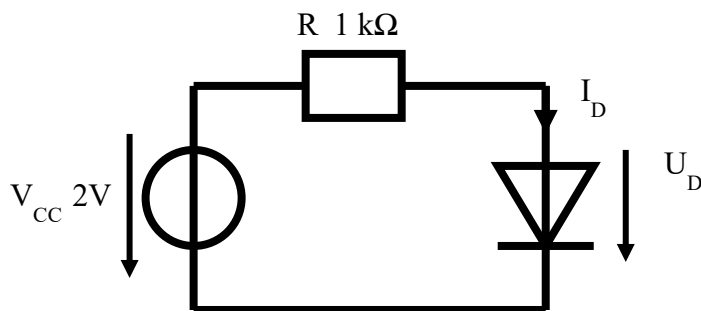
- 1) En utilisant le modèle simple de la diode qui suppose $U_{D0} = 0.7 \text{ V}$ dès qu'un courant la traverse ($I = I_{D0}$).
- 2) En utilisant le modèle exponentiel de la diode et en effectuant des approximations successives de la manière suivante :

On utilise le courant calculé dans la question 1), I_{D0} , et on en déduit la tension U_{D1} aux bornes de la diode en utilisant la loi exponentielle.

Ensuite, on calcule un nouveau courant I_{D1} à partir de la nouvelle tension U_{D1}

On réinjecte ce courant I_{D1} dans le modèle exponentiel de la diode et on en déduit une nouvelle tension U_{D2} .

On calcule un nouveau courant I_{D3} sur la base de la nouvelle tension U_{D3}



Caractéristiques de la diode: $I_s = 1 \cdot 10^{-10} \text{ A}$ $n = 1.6$

Tension thermodynamique : $U_T = 25 \text{ mV}$

- 3) Quelle est l'écart relatif entre I_{D0} et I_{D3} ? Que pensez-vous de cette approche ?

Réponses :

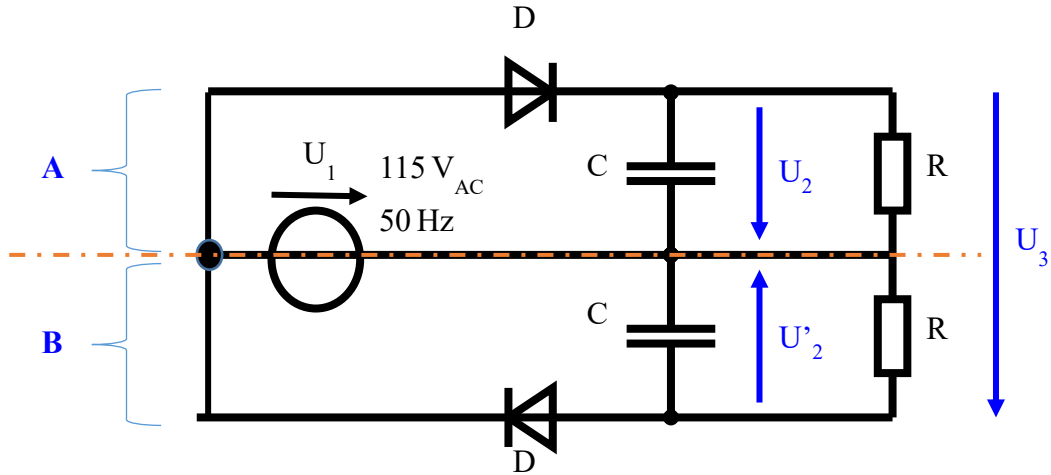
1- $I_{D0} = 1.3 \text{ mA}$

2- $I_{D2} = 1.3434 \text{ mA}$

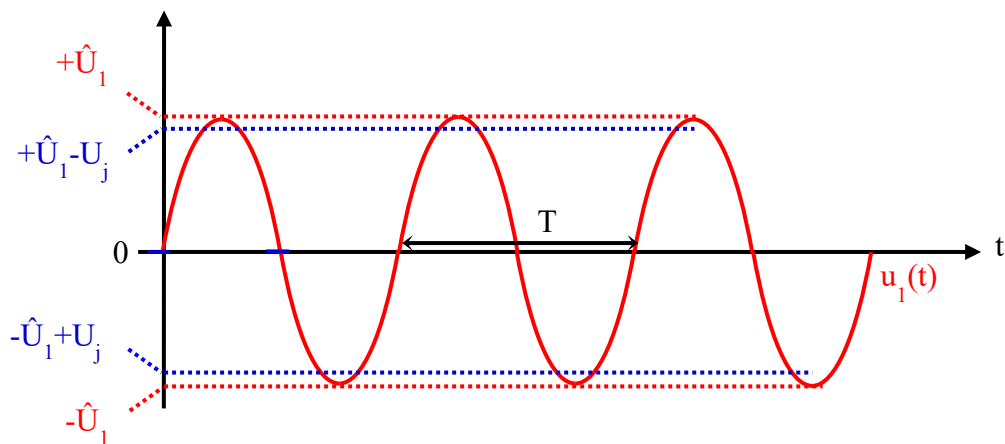
Exercice II.

On veut calculer la composante continue moyenne $U_{3\text{moy}}$ et son ondulation ΔU_3 du circuit ci-dessous. **Pour simplifier l'analyse, on considère deux sous-circuits, A et B.**

On donne $R = 2 \text{ k}\Omega$ et $C = 100 \text{ }\mu\text{F}$



- 1) Dans un premier temps on considère le sous-circuit A. Sur le graphique ci-dessous, **tracer** approximativement l'allure de la tension $U_2(t)$ en fonction du temps en supposant que la charge initiale de la capacité C est nulle à $t=0$.
- 2) Faire de même avec le sous-circuit B pour la tension $U'_2(t)$.
- 3) Calculer les composante continues moyennes $U_{2\text{moy}}$ et $U'_{2\text{moy}}$; ainsi que les ondulations ΔU_2 et $\Delta U'_2$ (on prendra les valeurs absolues) pour les sous-circuits A et B.
- 4) En s'aidant du graphique, en déduire la composante continue moyenne $U_{3\text{moy}}$. De même, calculez l'ondulation ΔU_3 **en identifiant graphiquement la tension maximale et minimale de U_3** .



Réponses :

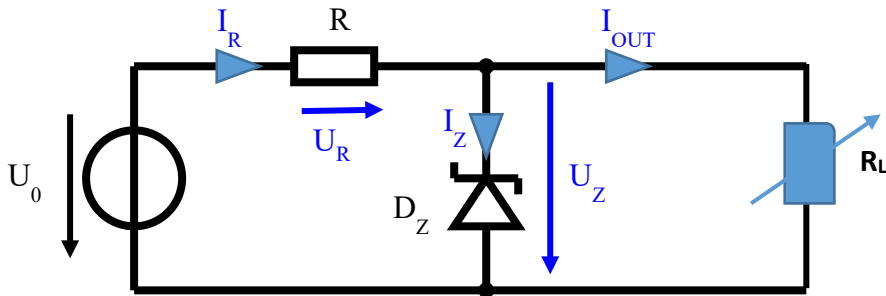
3- Partie A : $|\Delta U_2| \cong 16.2V$, $U_{2,moy} \cong 154 V$

Partie B : $|\Delta U'_2| \cong 16.2V$, $U'_{2,moy} = -U_{2,moy} \cong -154 V$

4- $|\Delta U_3| = U_{3,max} - U_{3,min} = |\Delta U_2| \cong 16,2 V$

Exercice III.

On considère le circuit suivant avec une diode Zener.



La tension U_0 peut varier de 10 V à 15 V et on souhaite délivrer une tension stable $V_{CC} = 5$ V constante avec un courant I_{out} qui peut varier entre 1 mA et 10 mA.

- 1) Quelle doit être la tension Zener de la diode ?
- 2) Déterminer la résistance R pour que le courant dans la diode Zener ne soit jamais inférieur à $I_{Zmin} = 5$ mA.
- 3) Quelle est la puissance maximale que doit pouvoir dissiper cette résistance ?
- 4) Avec la résistance choisie, quelle est alors la puissance maximale que doit pouvoir dissiper la diode Zener ?

Réponses :

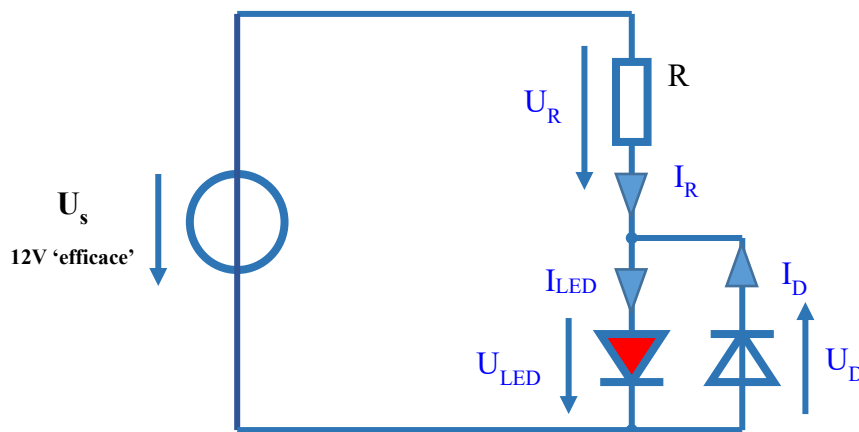
- 1) $U_Z = 5$ V.
- 2)
$$R = \frac{U_{0min} - U_Z}{I_{Zmin} + I_{out-max}} \cong 333 \Omega$$
- 3) $P_{R-max} \cong 0.3$ W
- 4) Puissance maximale dissipée par la diode Zener = 0.145 W

Exercice IV.

Information complémentaire : une LED est une diode particulière qui émet de la lumière. Tout comme une diode 'normale', elle ne conduit que dans un sens. Son symbole le rappelle.

Par contre, lorsqu'elle est en **polarisation 'directe'**, la tension à ses bornes est constante mais peut atteindre plusieurs volts selon la 'couleur' d'émission (et non plus 0.7 V comme pour la diode 'normale'). Cette tension est désignée par U_F (Forward)

Dans notre cas suivant, $U_{LED} = U_F = 1.8\text{ V}$ (mais pour la diode 'normale' : $U_D = U_J = 0.7\text{ V}$)



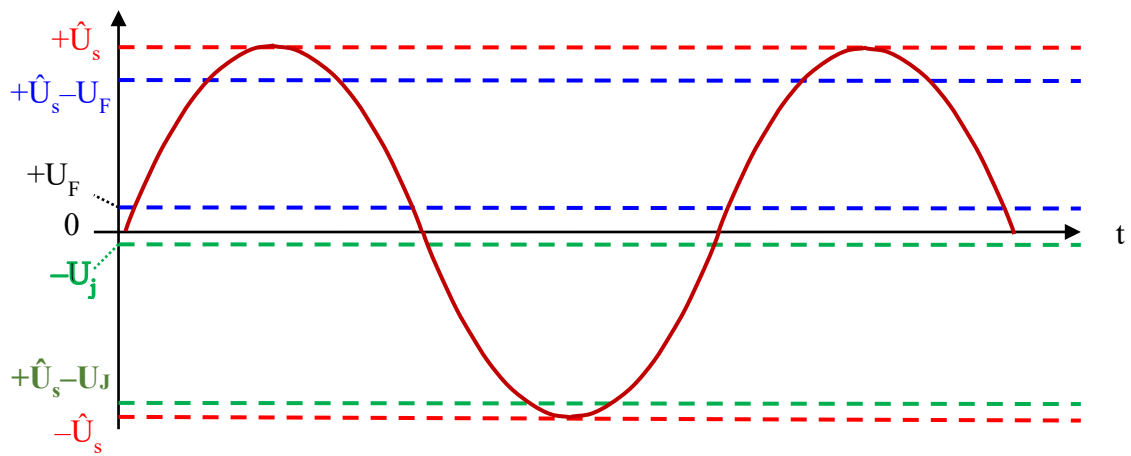
- 1) Selon que $U_s > U_F$ ou $U_s < -U_J$, indiquez sur le schéma le sens des 3 courants et la valeur des tensions U_{LED} et U_D . Expliquer le rôle de la diode D .
- 2) Compléter le premier graphe en tension ci-dessous en esquisant l'allure de la tension U_R aux bornes de la résistance.
- 3) Compléter ensuite les 2 graphes suivants en courant en esquisant le courant dans la LED et dans la Diode.
- 4) Dimensionner R pour que la LED ait un courant moyen égal au courant continu direct I_F recommandé par le fabriquant qui est ici de 10mA.
- 5)

Important : lorsqu'on calcule le courant moyen, il faudrait prendre en compte le temps t_F au-delà duquel $U_s(t_F) > U_F$, mais va négliger ce décalage temporel pour simplifier les calculs. Idem pour l'extinction de la LED.

Ces hypothèses reviennent à dire que la tension qui s'applique aux bornes de la résistance (lorsqu'un courant la traverse) est $\widehat{U_s} - U_F$.

Calculer le courant moyen dans la diode.

- 6) Estimer la puissance moyenne dissipée dans la résistance.



Réponses.

4- $R = 483 \, \Omega$, $\langle I \rangle \cong \frac{1}{\pi} \frac{(\widehat{U}_s - U_J)}{R} = 10,7 \, mA$

5- $\langle P \rangle \cong \frac{(\widehat{U}_s - U_F)^2 + (\widehat{U}_s - U_J)^2}{4R} \cong 0.259 \, W$