

 Unité de formation des Sciences de l'Ingénieur	ANNEE UNIVERSITAIRE 2017-2018 Mention : Sciences pour l'ingénieur UE : 4TSI301U Epreuve : Examen TP d'informatique Date : Mardi 9 janvier 2018 Heure : 14h30 Durée : 3h Tout document papier autorisé
--	---

Très important I

1. Loggez vous sur votre compte personnel.
2. Dans votre répertoire de travail , créez un répertoire examen_TP_2017
3. Depuis un terminal, dans le répertoire précédent, téléchargez et décompactez le fichier .zip contenant les fichiers nécessaires pour l'examen par les commandes suivantes :

```
wget http://francois.marc.emi.u-bordeaux.fr/examen2017.zip
unzip examen2017.zip
```

4. A la création de chaque nouveau fichier, insérez en ligne de commentaire le nom du fichier, votre prénom, votre nom et votre groupe, votre adresse mail, comme dans l'exemple suivant

```
/*test_diode.c */
/* PASCAL Blaise / groupe A8 */
/*le 9/1/2018 */
/*blaise.pascal@etu.u-bordeaux.fr */
```

Les fichiers sans ce commentaire en en-tête seront considérés comme anonymes et ne seront pas corrigés.

Très important II

A la fin de l'examen, pour déposer vos fichiers, allez sur :

http://francois.marc.emi.u-bordeaux.fr/examen_TP/ et suivez les consignes. Vous devez déposer uniquement vos fichiers sources.

Très important III

La qualité d'écriture du code et sa lisibilité seront largement pris en compte dans la notation.

La production et la transformation de l'électricité est plus facile à réaliser en courant alternatif qu'en courant continu. Aussi, l'électricité est elle fournie aux usagers en alternatif. La plupart des appareils électroniques nécessitent une tension d'alimentation continue. Une fonction importante de l'électronique est donc le redressement qui permet de produire une tension continue à partir d'une tension alternative.

Le composant central de cette conversion est la diode : ce dipôle ne laisse passer le courant que dans un seul sens. Dans le problème qui suit, nous allons dans un premier temps étudier la caractéristique d'un modèle réaliste de diode, puis étudier deux versions du circuit le plus simple de redressement : le redresseur mono-alternance, sans ou avec filtrage.

1 Etude de la caractéristique de la diode

La caractéristique de la diode est donnée par la relation entre la tension V_D à ses bornes, et le courant I_D la traversant (voir figure 1).

Nous utiliserons ici un modèle simplifié à deux paramètres V_{seuil} et R_D de la diode qui facilite les calcul tout en gardant une bonne partie des propriétés importantes pour une modélisation "grand signaux". Ce modèle est représenté par deux demi-droites sur la figure 1 : le courant I_D est nul pour les tensions V_D inférieures à la tension de seuil V_{seuil} , et il varie avec une pente $1/R_D$ pour les tensions supérieures.

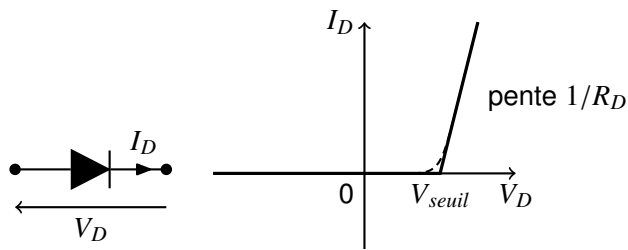


FIGURE 1 – Diode : symbole et caractéristique idéalisée (trait plein) et réelle (pointillé)

Pour la suite du problème, nous aurons besoin d'une fonction donnant I_D en fonction de V_D . La première partie du problème consiste à écrire et tester la fonction. Le programme de test s'appellera `test_diode`.

- 1) Écrivez l'entête du programme avec les commentaires (nom, prénom, groupe, date). Préparez les directives du préprocesseur ainsi que la fonction principale `main()`. Enregistrez votre programme.
- 2) Écrivez la fonction dont la déclaration est
`double courant_diode(double Vd, double Vseuil, double RD);`

Pour tester la fonction, le programme `test_diode` calculera le courant I_D pour V_D variant sur un intervalle de tension indiqué par l'utilisateur. Le résultat du calcul sera enregistré dans un fichier dont le nom est donné par l'utilisateur.

Le fichier de sortie comportera les valeurs de la tension (en V) et du courant (en A) dans la diode sous la forme de deux colonnes. Ce fichier sera ensuite affiché par Gnuplot.

Pour entrer les informations, on utilisera **UNE** des deux interfaces suivantes. La première version (1.1) rapporte plus de points.

1.1 Entrée en ligne de commande

L'entrée des paramètres se fera en ligne de commande, les arguments de la ligne de commande étant donnés dans l'ordre suivant :

```
./test_diode <Vseuil> <RD> <Vd_debut> <Vd_fin> <Vd_pas> <fichier_sortie>
```

Un exemple de commande est :

```
./test_diode 0.65 1.5 -1.5 1.0 0.01 diode1.txt
```

- 3) Écrivez le programme qui permet de lire les arguments dans la ligne de commande selon le format ci-dessus, et d'enregistrer le résultat dans un fichier sur deux colonnes.
- 4) Ajoutez, si ce n'est pas encore fait, le code permettant de détecter une erreur (grossière) de saisie de la ligne de commande, et d'afficher un message d'erreur informatif et la syntaxe correcte d'utilisation
- 5) Affichez la caractéristique dans gnuplot pour les paramètres donnés dans l'exemple ci-dessus.

1.2 Saisie pendant l'exécution

Si vous ne savez pas faire la méthode précédente, vous pouvez utiliser celle-ci. L'entrée des paramètres se fera par des questions et des saisies au clavier pendant l'exécution. Les informations à demander sont les paramètres de la diodes (V_{seuil} , R_D), l'intervalle $[Vd_debut \ Vd_fin]$ et le pas des tensions, et le fichier de sortie.

- 6) Écrivez le programme qui demande et lit les informations ci-dessus, et qui enregistre le résultat dans le fichier sur deux colonnes.
- 7) Enregistrez la caractéristique pour les paramètres $V_{seuil} = 0.65V$, $R_D = 1.5\Omega$ et Vd variant de $-1.5V$ à $+1V$ par pas de $10mV$, dans le fichier `diode1.txt`. Affichez la caractéristique avec gnuplot.

2 Redressement mono-alternance sans filtrage

A partir de la diode que nous venons de modéliser, nous allons simuler le circuit le plus simple permettant de redresser le courant (c'est à dire de transformer une tension alternative en tension continue). Ce circuit est donné figure 2. La tension d'entrée est représentée par le générateur de tension $e(t)$ et la tension de sortie par $v_S(t)$.

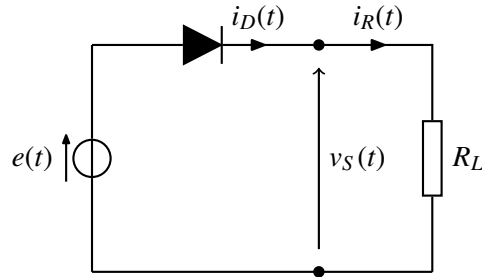


FIGURE 2 – Diode : courant et tension

Pour l'étude, nous considérerons une tension $e(t)$ issue de la tension du secteur, d'amplitude réduite après passage dans un transformateur. $e(t)$ est alors une tension d'amplitude $A_e = 10V$ et de fréquence $f = 50Hz$.

Pour résoudre les équations du circuit, plusieurs méthodes sont possibles. Cependant, la caractéristique non linéaire de la diode ne permet pas de résoudre explicitement les équations du circuit. Nous utiliserons donc une méthode numérique itérative. Dans le cas présent, nous chercherons à résoudre le système d'équations, valable à chaque instant t :

$$i_D(t) = f_1(v_S(t)) \quad (1)$$

$$i_R(t) = f_2(v_S(t)) \quad (2)$$

$$i_D(t) = i_R(t) \quad (3)$$

où $f_1()$ est l'équation caractéristique de la partie gauche du montage (générateur + diode) et $f_2()$ est l'équation caractéristique de la partie droite (résistance).

- 1) Créez un nouveau programme `redressement_simple.c` (n'oubliez pas de modifier l'en-tête). Ajoutez y le code de la fonction `courant_diode()`.
- 2) L'algorithme de résolution étant un peu complexe à développer, il est fourni. Parmi les fichiers fournis, vous trouverez en particulier le fichier `resolution_circuit.c`. Ce fichier comporte deux fonctions que vous **copierez** dans votre programme.

Il est interdit de modifier ces fonctions.

- 3) Écrivez une fonction `tension_generateur` qui prend comme arguments un temps t , une amplitude A et une fréquence `freq` et qui renvoie la valeur de la tension sinusoïdale du générateur à l'instant t .
- 4) Écrivez la fonction `main` pour permettre l'entrée (en ligne de commande de préférence, avec gestion des erreurs) des informations suivantes (dans cet ordre) :
 - les paramètres de la diode V_{seuil} et R_D ,
 - les paramètres du générateur A_e et f ,
 - la valeur de la résistance R_L ,
 - la durée simulée t_{fin} et le pas de simulation dt ,
 - le fichier de sortie.

Un exemple d'appel du programme est donc :

```
./redressement_simple 0.65 1.5 10 50 25 0.2 0.0001 redressement.txt
```

- 5) Écrivez le code nécessaire pour simuler le circuit pour l'intervalle de temps $[0, t_{fin}]$ et enregistrer t , $e(t)$, $v_S(t)$ et $i_R(t)$ sur 4 colonnes dans le fichier indiqué. Pour calculer l'état du circuit, on appellera

la fonction `resoudre_circuit_redressement` fournie. Cette fonction utilise une autre fonction fournie `ecart_courants_circuit_redressement()` qui appelle la fonction `courant_diode()` que vous avez écrite. Il faudra fournir cette fonction en respectant l'en-tête demandé.

- 6) Affichez les courbes de $e(t)$, $v_S(t)$ et $i_R(t)$ avec `gnuplot` après une simulation utilisant les paramètres de l'exemple ci-dessus.

Comme vous pouvez le constater, la tension en sortie n'est pas continue. Cependant, elle ne comporte que des alternances positives.

3 Redressement mono-alternance avec filtrage

Afin d'améliorer le circuit précédent, on y ajoute un condensateur destiné à filtrer les ondulations de la tension de sortie (voir figure 3). L'objectif de cette dernière partie est de simuler le montage avec condensateur.

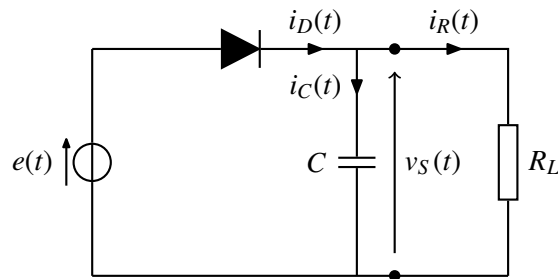


FIGURE 3 – Diode : courant et tension

Les équations du nouveau circuit sont presque les mêmes à l'exception de la dernière qui disparaît et est remplacée par l'équation des nœuds et l'équation du condensateur. Le système devient :

$$i_D(t) = f_1(v_S(t)) \quad (4)$$

$$i_R(t) = f_2(v_S(t)) \quad (5)$$

$$i_C(t) = i_D(t) - i_R(t) \quad (6)$$

$$\frac{dv_S(t)}{dt} = \frac{1}{C} i_C(t) \quad (7)$$

Pour résoudre cette équation différentielle on utilisera la méthode de Newton : la dernière équation devient

$$v_S(t + dt) = v_S(t) + \frac{1}{C} i_C(t) dt \quad (8)$$

La résolution consiste donc à calculer la nouvelle valeur $v_S(t + dt)$ à chaque pas de temps à partir de la valeur précédente $v_S(t)$.

- 1) A partir du programme précédent, créez un nouveau programme `redressement_filtre.c` (modifiez l'en-tête).
- 2) Modifiez la fonction `main` pour :
 1. que le programme attende un paramètre supplémentaire C (capacité du condensateur) après R_L et avant t_{fin} ,
 2. qu'il calcule et enregistre dans le fichier t , $e(t)$, $v_S(t)$, $i_R(t)$, $i_D(t)$ et $i_C(t)$ sur 6 colonnes dans le fichier indiqué.
- 3) Exécutez le programme avec les mêmes arguments que précédemment et une capacité $C = 10mF$. Affichez les courbes de t , $e(t)$, $v_S(t)$ et $i_R(t)$ avec `gnuplot`.

FIN