
6GEI300 - Électronique I

Laboratoire #3

Introduction aux diodes

Automne 2011

1. Objectifs

- Se familiariser avec le fonctionnement des diodes en simulation
- Expérimenter avec différentes applications des diodes PN

2. Méthodologie

Dans ce laboratoire, il sera question d'utiliser Altium Designer pour construire différents circuits simples et ainsi voir différentes applications des diodes. Ces expériences devraient vous aider à concrétiser les notions théoriques du cours.

3. Travail demandé

Ce laboratoire est divisé en quatre parties pour tenter de couvrir la matière au maximum :

- La base
- Le redressement
- La limitation
- Le clamping

a) La base

Dans cette première partie, il sera question de s'assurer que les connaissances de base soient bien assimilées.

Pour chacun des circuits de la Figure 1, dessinez un croquis du signal de sortie si la source était une sinusoïde de $\pm 2v$ et que nous considérons que la diode fonctionne avec le modèle ON-OFF avec chute de $0.5v$. Pour bénéficier de l'exercice, il serait important

de faire ces dessins à la main avant de faire la simulation. La simulation devrait venir confirmer notre compréhension du système.

Pour la simulation, vous trouverez les diodes 1N4004 dans la même librairie que les résistances, condensateurs, etc. Pour la source, utilisez une source de 1KHz avec amplitude de 2v (donc de -2v à +2v).

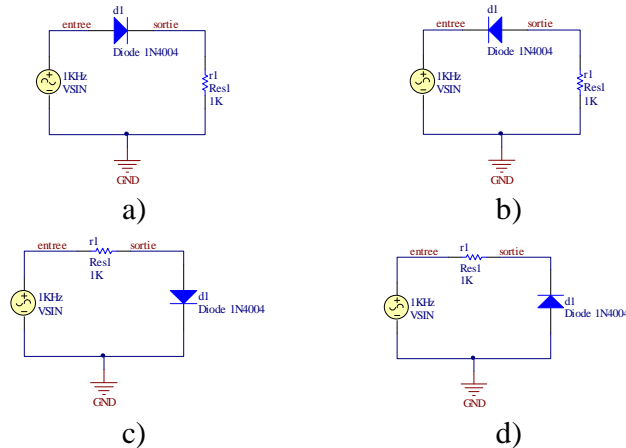


Figure 1.

Si vous n'avez pas pu prédire le comportement théorique des circuits, il est possible que vous ayez des lacunes. Ce serait donc une bonne idée de retourner aux notes de cours et au livre.

(Vous ne serez pas notés sur cette partie. Vous pouvez passer à la section b lorsque vous vous sentez prêts)

b) Le redressement

Une des caractéristiques intéressantes des diodes est qu'elles laissent passer le courant d'un bord et le bloquent de l'autre. On appelle cette fonction le redressement, ou en terme anglicisé, la rectification.

Avec le redresseur à demi-cycle (Figure 2), il est possible de transformer un signal AC en un signal DC. Tentez de dessiner sur papier ce que la sortie du circuit sera. Une fois que c'est fait, roulez une simulation. Utilisez les mêmes paramètres pour la source que pour la section a). Assurez-vous de comprendre la différence entre la forme d'onde que vous aviez prédite et la forme d'onde obtenue en simulation. Il est possible que la durée de la simulation ne soit pas assez longue et il se pourrait aussi que la précision de la simulation ne soit pas adéquate : c'est à vous à changer ces paramètres pour avoir des résultats qui « parlent ».

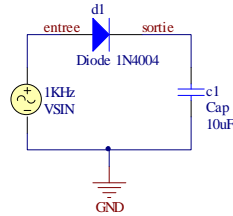


Figure 2.

Lorsque nous transformons un signal AC en signal DC, c'est typiquement pour alimenter un circuit qui aurait besoin d'une source DC. Ce circuit qui a besoin d'une source d'alimentation, communément appelée une *charge*, tirera un certain courant. Nous pouvons modéliser un circuit générique en utilisant une résistance d'une certaine valeur. Dans notre cas, tel qu'illustré à la Figure 3, nous allons utiliser 10K Ω .

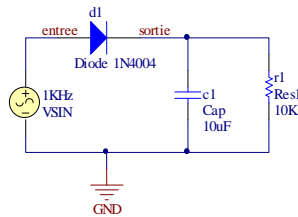


Figure 3.

Encore une fois, tentez de prédire le comportement avant de faire la simulation. À la fin de la simulation, notez la valeur de la chute de tension qui se produit à la sortie à chaque cycle.

Pour la partie finale de la section b, construisez le redresseur à cycle complet de la Figure 4. La valeur de la capacité n'est pas écrite sur le schéma. Trouvez la valeur de cette capacité qui va donner la même chute de tension (au 5mV près) que pour le circuit de la Figure 3. Montrez ce résultat au chargé de laboratoire et passez à la section C.

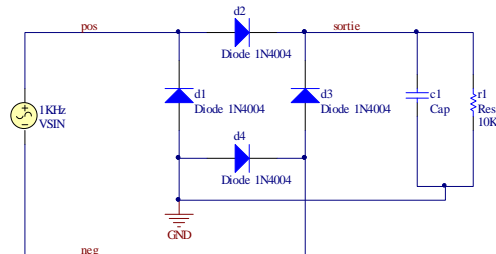


Figure 4.

Section facultative: Manipulation des données de simulation

Lorsque vous faites la simulation, si vous aviez décidé d'observer les signaux *pos* et *neg*, vous devriez voir que ces signaux ne vont pas de -2 à +2 comme nous l'avions spécifié. Ceci est normal puisque la tension présentée en simulation est la tension par rapport à la masse tandis que la tension de la source est la différence entre sa borne positive et sa borne négative. Dans certains cas, il est intéressant de pouvoir tracer des données autres que les tensions du circuit par rapport à la masse. En effet, il est souvent important de pouvoir manipuler ces données mathématiquement et tracer le résultat de ces manipulations. Dans la situation actuelle, nous aimerions pouvoir tracer l'équation $pos - neg$. Pour ce faire, il faut se trouver dans la fenêtre qui montre les résultats de simulation. Cliquez sur le bouton de droite et vous devriez voir les options de la figure 5. Sélectionnez *Add Plot*.

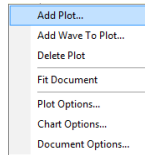


Figure 5.

La fenêtre de la Figure 6 devrait apparaître : Écrivez n'importe quel nom. Dans notre cas, il serait peut-être pertinent d'écrire *VSOURCE*.

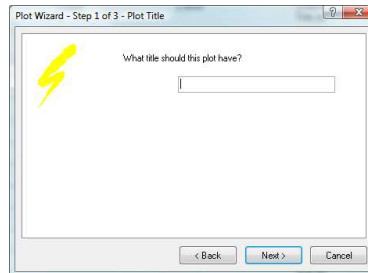


Figure 6.

En cliquant sur *NEXT*, la fenêtre de la Figure 7 devrait apparaître. Il n'y a rien à changer ici et vous pouvez cliquer encore sur *NEXT*.

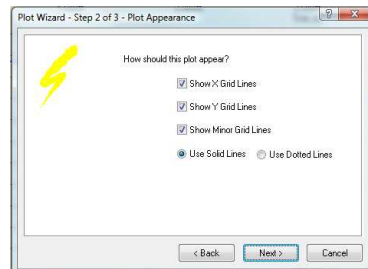


Figure 7.

Dans la prochaine fenêtre (Figure 8), vous cliquez sur *ADD* pour définir le genre de fonction que vous voulez tracer.

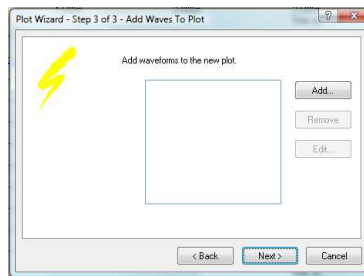


Figure 8.

Dans la colonne de droite, vous pouvez voir toutes les fonctions mathématiques que vous pouvez utiliser. Dans la colonne de gauche, vous devriez voir tous les signaux auxquels vous avez accès. La fonction que nous voulons avoir est : *pos-neg*. Il existe plusieurs façons d'entrer cette équation dans la fenêtre et je vous laisse le soin de trouver votre propre méthode (ça devrait être assez facile). Votre fenêtre devrait ressembler à celle de la Figure 9.

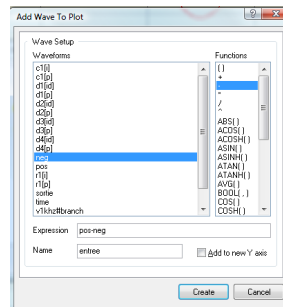


Figure 9.

Une fois terminé, pesez sur *CREATE*. Ensuite cliquez sur *NEXT* et *FINISH* pour fermer les fenêtres qui apparaîtront par la suite.

Une fois complété, Altium devrait avoir mis à jour les résultats de simulation. Vous devriez voir une figure semblable à la figure 10. Ça montre que, effectivement, la source produit un signal allant de $-2v$ à $+2v$.

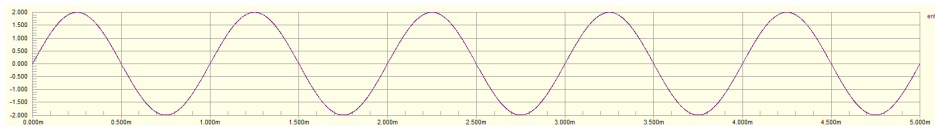


Figure 10.

c) La limitation

Les limiteurs sont typiquement des circuits de protection. Certains bloquent des tensions trop faibles (surtout négatives) tandis que d'autres bloquent des tensions trop élevées.

Considérez les 2 circuits suivants (Figure 11). Tentez de prédire leur comportement avant de faire une simulation pour valider votre analyse.

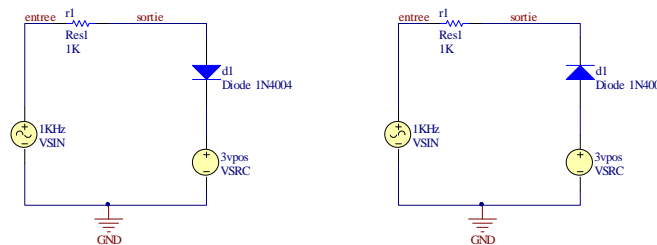


Figure 11.

Lorsque vous aurez bien compris le fonctionnement, faites un circuit qui :

- A une source sinusoïdale de 1KHz allant de -10v à +10v en entrée
- Qui laisse passer seulement les signaux entre -1v et 4v.

Faites les simulations nécessaires et montrez le résultat final au chargé de laboratoire.

d) Le clamping

Le clamping peut être vu comme étant un changement du niveau moyen d'un signal. Vous aviez fait un circuit comme celui de la Figure 12 dans un laboratoire précédent. Si vous ne vous en rappelez pas, vous pouvez refaire la simulation. Ce circuit enlève le niveau DC du signal en entrée (avec le condensateur C1) et lui en redonne un autre niveau DC avec les résistances R1 et R2. Les valeurs de résistances vont déterminer la valeur moyenne du signal de sortie.

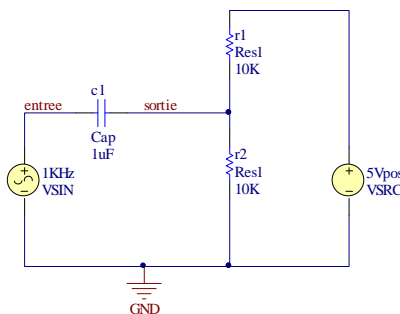


Figure 12.

Le clamping, lui, offre à peu près les mêmes résultats. La différence, cependant, est que la valeur des composantes va déterminer la tension maximale ou minimale du signal (et non pas la moyenne comme dans le cas de la Figure 12). C'est-à-dire que le signal de sortie devrait avoir la même forme que le signal en entrée mais les valeurs maximales et minimales seront déterminées par la diode et par la source DC.

Considérez les circuits de la figure 13. Dans cette figure, la source est une source sinusoïdale allant de 0 à 5v. Comme d'habitude, tentez de prédire le comportement de chaque circuit et confirmez votre intuition en faisant une simulation. Assurez-vous de comprendre si vous voyez une différence entre votre interprétation et le résultat de la simulation.

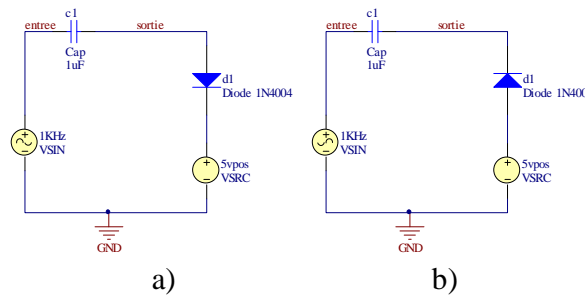


Figure 13.

Le clamping et le redressement peuvent être utilisés en conjonction pour générer une tension plus élevée que celle fournie par la source en entrée. Ce genre de circuit s'appelle une *pompe à charges* et une topologie possible est présentée à la Figure 14. Il est possible de comprendre le fonctionnement du système en examinant les deux mailles de façon séparée. La première maille (gauche) du circuit prend un signal sinusoïdal (0 à 5v) en entrée et génère un signal « clampé » à la sortie. Ce signal a un niveau DC plus élevé et donc, il a aussi une tension maximale plus élevée. À la maille de droite, la diode D2 laisse passer un courant lorsque la tension à son anode est plus élevée qu'à sa cathode. Si nous ignorons les chutes de tension présentes aux bornes des diodes, la tension de sortie devrait être égale à la valeur de la source DC ajoutée à l'amplitude crête-à-crête de la sinusoïde. Faites une analyse théorique du circuit avant de valider votre compréhension avec le simulateur.

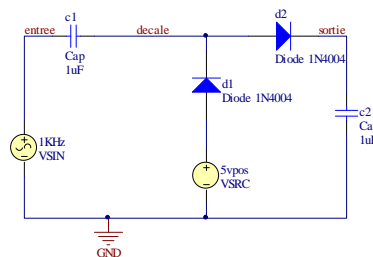


Figure 14.

Nous aimerions que vous modifiez le circuit à votre manière pour que la tension à la sortie soit de 12v et qu'elle reste stable même en présence d'une charge résistive de 20K.

Quelle est la capacité minimale requise pour que les chutes de tension au nœud de sortie ne dépassent pas 5mV?

Montrez votre circuit, ainsi que votre valeur de capacité au chargé de laboratoire. Montrez-lui en simulation que vous avez respecté les contraintes établies.

5. Barème

Vous avez 3 résultats à présenter au chargé de laboratoire pour avoir tous vos points.