

Sujet 7 : Chargeur de batterie de véhicule électrique

Tutorat électronique de puissance

Héloïse Lacroix - Maxence Neus - SE3



Description du cahier des charges	2
Démarches	2
Mise en oeuvre	2
3.1. Conversion 230 V - 320 V	2
3.1.1. Redresseur	3
3.1.2. Hacheur élévateur	3
3.1.3. Résultat obtenu	3
3.2. Commande de la batterie	3
3.2.1. Réalisation	3
3.2.2. Résultat obtenu	4
Résultat final	5

1. Description du cahier des charges

Le but de ce tutorat est de pouvoir recharger une batterie d'un véhicule électrique à partir d'une prise de courant du réseau de distribution d'électricité délivrant une tension sinusoïdale de valeur effective égale à 230 V et de fréquence égale à 50 Hz. Nous disposons d'une batterie ayant une tension nominale égale à 320 V et une capacité correspondant à 100 Ah.

2. Démarches

Nous allons utiliser le logiciel PSIM tout au long de notre tutorat. Afin de mener à bien ce dernier, nous l'avons décomposé en deux parties distinctes :

- Une première partie, qui consiste à réaliser la conversion d'une tension alternative 230 V en tension 320 V continue.
- Une seconde partie, qui consiste à commander la batterie de la façon suivante :
 - La batterie comporte deux phases, la première correspondant à la phase de recharge à courant constant jusqu'à ce que la tension de la batterie atteigne sa valeur maximale (soit 320V).
 - Une fois la tension à 320 V, celle-ci devient constante jusqu'à ce que le courant descende suffisamment pour pouvoir admettre que la batterie soit complètement chargée, c'est la deuxième phase.

3. Mise en oeuvre

3.1. Conversion 230 V - 320 V

Plusieurs composants sont nécessaires à la mise en oeuvre de cette partie afin de pouvoir convertir une tension alternative 230 V en une tension continue 320 V :

- Un redresseur qui est composé d'un pont de diodes et d'un filtre passe bas. Le redresseur permet de convertir une source de tension alternative en une tension et un courant les plus continus possibles.
- Un hacheur élévateur aussi appelé convertisseur Boost.

3.1.1. Redresseur

Afin de pouvoir mettre en oeuvre le redresseur, il faut dimensionner les paramètres L_r et C_r , qui représentent respectivement l'inductance du redresseur et le condensateur du redresseur.

Pour cela, on sait que $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_r C_r}}$ avec $f_0 = 50 \text{ Hz}$. On pose $C_r = 1e - 3$ alors

$$L_r = \frac{1}{(f_0 2\pi)^2 \cdot C_r} = 0.063$$

3.1.2. Hacheur élévateur

De même manière que pour le redresseur, il faut dimensionner les paramètres L_H et C_H ainsi que α , représentant respectivement l'inductance du hacheur élévateur, le condensateur du hacheur élévateur ainsi que le rapport cyclique.

➤ Le rapport cyclique α :

- Soit la formule suivante : $V_s = \frac{V_e}{1-\alpha}$ avec $V_s = 320 \text{ V}$ et $V_e = 230 \text{ V}$

$$\text{On en déduit donc } \alpha = 1 - \frac{V_e}{V_s} = 1 - \frac{230}{320} = 0,28$$

➤ L'inductance L_H :

- Soit l'équation suivante : $\Delta I = \frac{V_s - V_e}{L} (1 - \alpha) \cdot T$ avec $\Delta I = 0.1\%$ de I_s et

$$T = \frac{1}{f} = 0,02$$

$$\text{On en déduit donc } L = \frac{V_s - V_e}{\Delta I} (1 - \alpha) T = 0.647$$

➤ Le condensateur C_H :

- Soit la formule suivante : $C = \frac{I_s \cdot \alpha \cdot T}{\Delta V_s}$ avec $I_s = 200 \text{ A}$ et $\Delta V_s = 0.1\%$ de V_s

$$\text{Donc } C = 0.35$$

3.1.3. Résultat obtenu

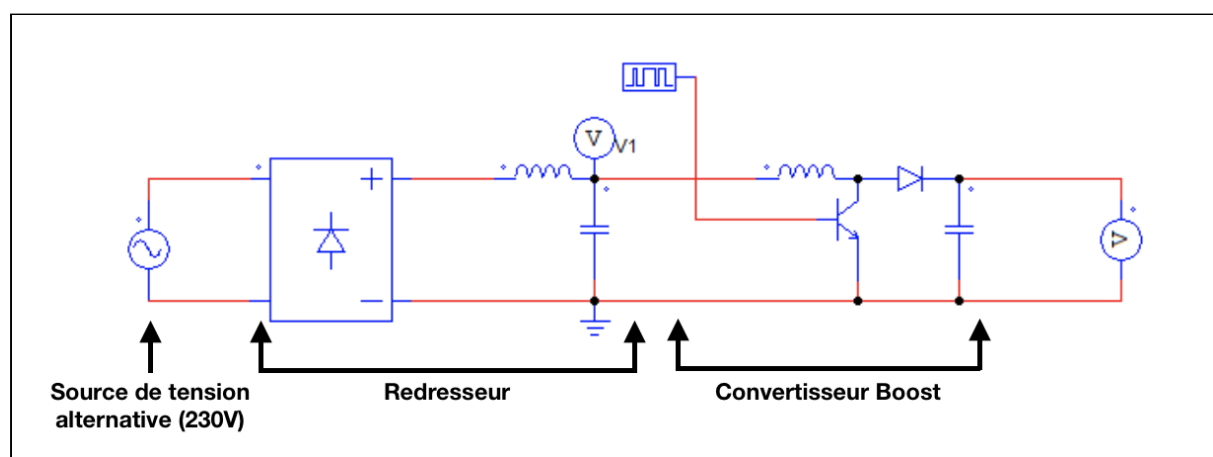


Figure 1 : Conversion 230V alternative vers 320V continue

Nous obtenons en sortie de ce circuit la forme de tension suivante :

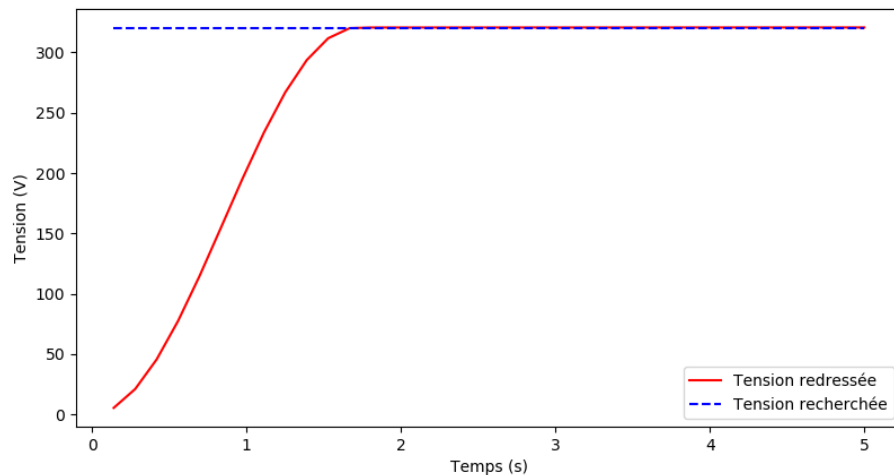


Figure 2 : Tension en sortie du redresseur

On constate que l'on obtient bien une tension de 320 V après une phase transitoire de l'ordre de quelques secondes, ce qui est négligeable devant le temps de charge de la batterie. Nous n'aurons donc pas à nous en soucier par la suite.

3.2. Commande de la batterie

3.2.1. Réalisation

Comme énoncé précédemment cette partie comporte 2 différentes phases, une phase permettant de recharger la batterie à courant constant jusqu'à ce que sa tension atteigne 320V. Puis, une deuxième phase permettant au courant de descendre suffisamment afin de pouvoir considérer la batterie chargée, cette phase se fait à tension constante (320V).

Pour cela nous avons pris la décision de positionner 2 interrupteurs notés K_1 et K_2 .

L'interrupteur K_1 permettra à la batterie de se charger à courant constant. L'interrupteur K_2 maintiendra la batterie à tension constante et fera descendre le courant.

Le fonctionnement est le suivant ; nous plaçons un comparateur qui compare la tension d'entrée à la tension de sortie (tension de la batterie):

- Si le résultat obtenu est différent de 0, l'interrupteur K_1 est alors fermé et K_2 ouvert.
C'est la phase 1.
- Si le résultat est égal à 0 alors l'interrupteur K_1 est cette fois-ci ouvert et l'interrupteur K_2 fermé. Ainsi on passe en phase 2.

3.2.2. Résultat obtenu

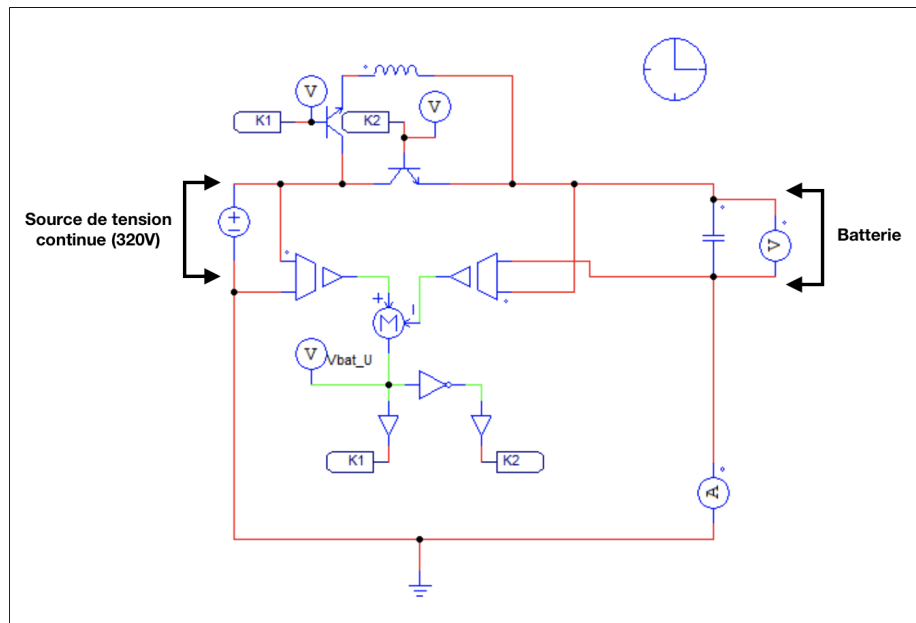


Figure 3 : Commande de la batterie

On obtient en sortie de ce circuit les courants et tensions suivantes:

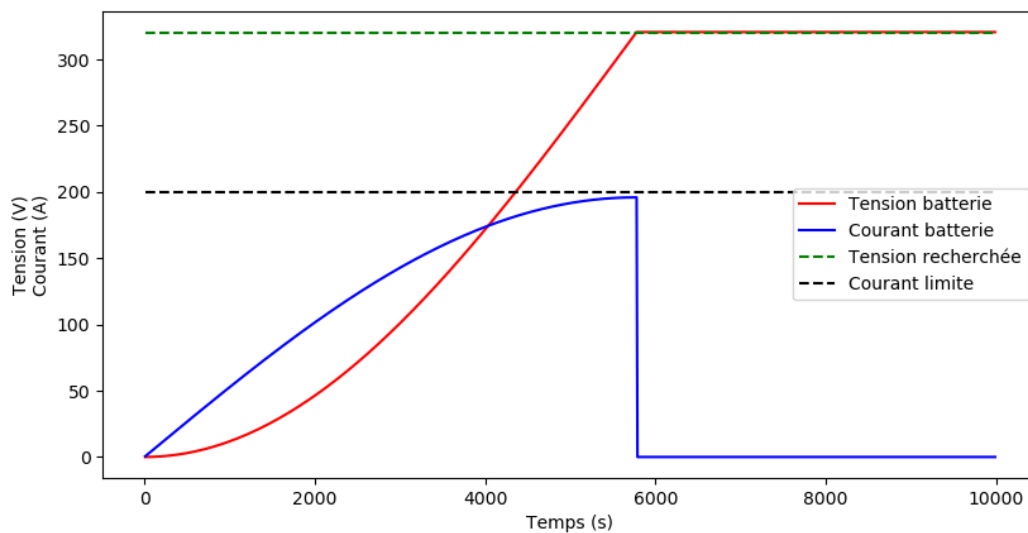


Figure 4 : Charge de la batterie

On constate sur ces relevés que, comme le stipule le cahier des charges, la charge de la batterie se fait jusqu'à 320 V et le courant qui traverse la batterie ne dépasse pas le seuil des 200 A au-dessus duquel les cellules seraient endommagées.

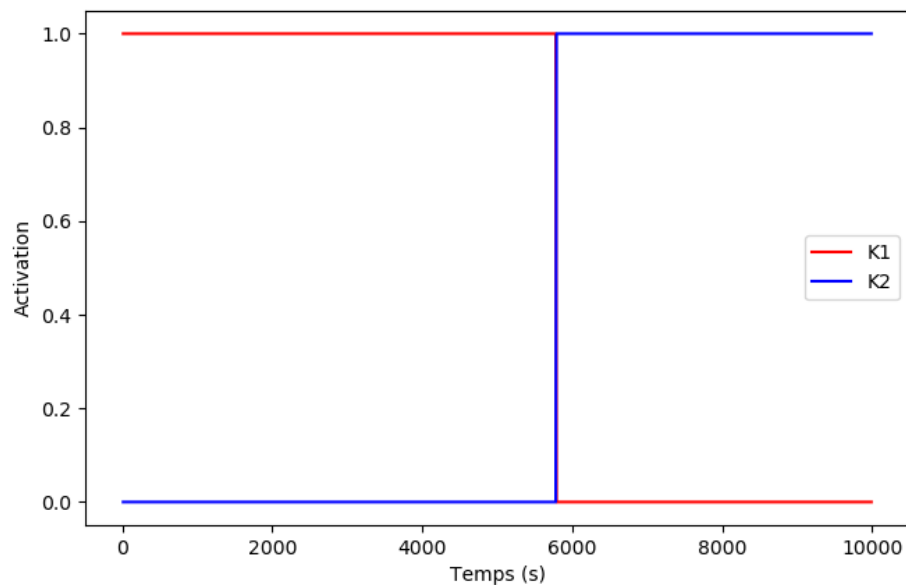


Figure 5 : Activations des transistors

On note ici que les transistors changent bien d'état au moment où la tension de la batterie devient égale à 320 V afin de passer dans la phase de charge à tension constante le temps que le courant retombe à 0. On note d'ailleurs que cette phase prend beaucoup moins de temps que la première, elle n'est donc pas très visible sur la courbe de la figure 4

4. Résultat final

Enfin nous combinons les deux parties précédentes, conversion 230-320V et commande de la batterie afin de réaliser le projet à 100% soit charger une batterie d'un véhicule électrique. Nous obtenons le schéma suivant :

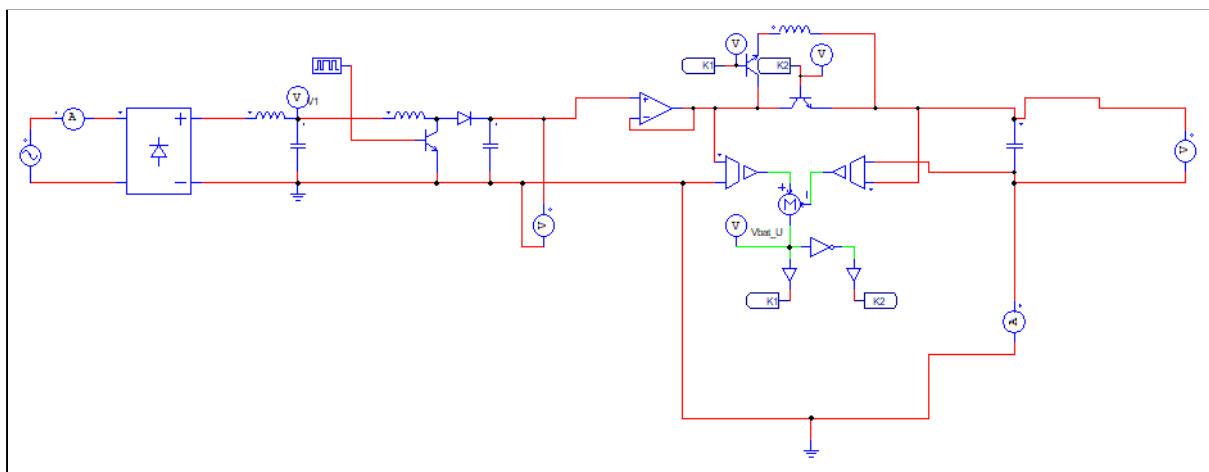


Figure 6 : Réalisation globale

La simulation globale du système s'est avérée être problématique à cause du faible pas de temps nécessaire à la simulation de la partie redresseur qui entraînait en conflit avec le long temps de simulation nécessaire pour visualiser la totalité du temps de charge de la batterie. La version de PSIM demo que nous utilisons ne nous permet que d'afficher un nombre limité de points, ce qui a limité la résolution que nous avons pu obtenir pour l'affichage de la courbe.

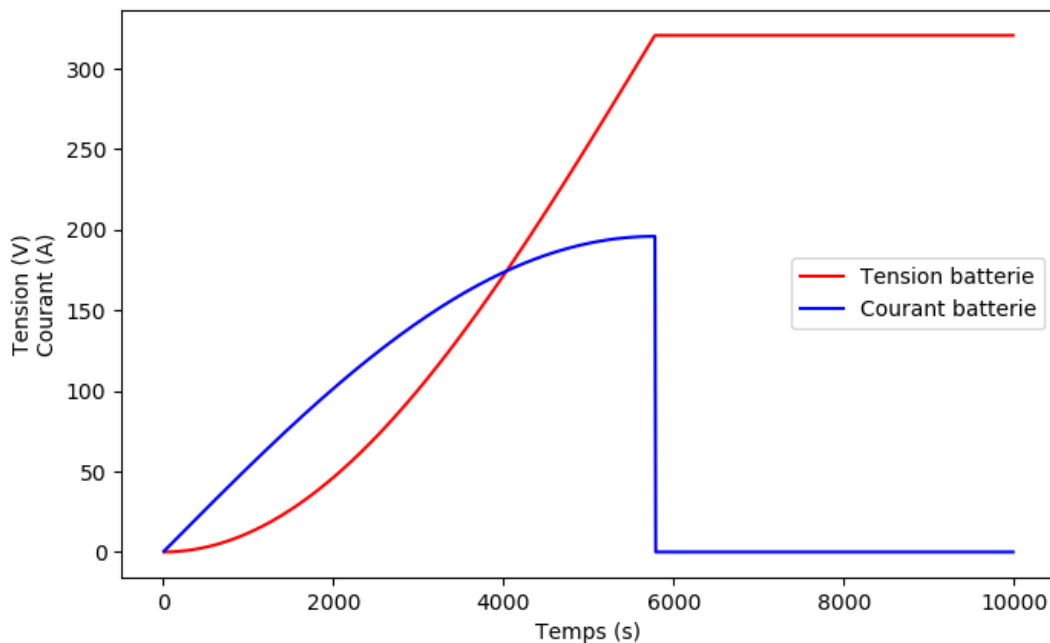


Figure 7 : Simulation de la charge globale

On constate que la tension et le courant obtenu sont identiques à ceux simulés plus haut, en effet la seule différence entre la tension parfaitement continue utilisée alors et la tension en sortie du redresseur est, comme vu précédemment, la période transitoire. Or on a déjà noté que cette période est suffisamment courte pour ne pas affecter la charge globale.