

## Stockage de l'Energie Electrique

### Equilibrage de supercondensateurs

Dans ce problème, on se propose d'étudier l'équilibrage en tension de deux supercondensateurs en série. Les deux éléments, notés  $SC_1$  et  $SC_2$  ont pour valeurs de capacité respectives  $C_1=340F$  et  $C_2=350F$ . Leur tension nominale est de 2.7V et leur résistance série est négligée.

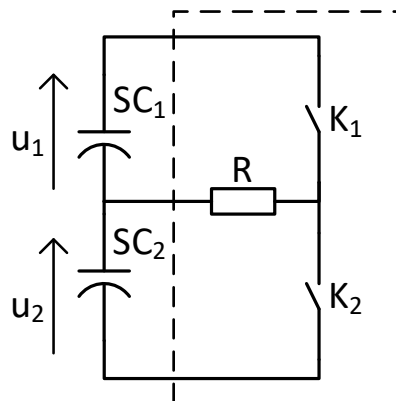
#### Partie 1 : Etude du comportement en charge à courant constant

On considère que les deux éléments sont initialement déchargés complètement et qu'ils ne sont reliés à aucun dispositif d'équilibrage. Dans ces conditions, on réalise une charge avec un courant constant de valeur 10A.

- Déterminer les expressions des tensions  $u_1(t)$  et  $u_2(t)$  aux bornes des éléments  $C_1$  et  $C_2$  et tracer leur allure
- Déterminer le temps au bout duquel l'une des deux tensions atteint la valeur nominale. En déduire la tension aux bornes de l'autre élément ainsi que les énergies stockées dans chaque élément
- Calculer l'énergie totale et la comparer à l'énergie qui serait stockée si les tensions étaient équilibrées à la valeur nominale

#### Partie 2 : Equilibrage actif dissipatif

Pour équilibrer les tensions, on propose d'utiliser le circuit électronique de la figure ci-dessous. Les interrupteurs  $K_1$  et  $K_2$  sont basés sur des semiconducteurs de puissance fonctionnant en régime de commutation. Pour simplifier l'étude, on considère que ces interrupteurs sont idéaux et que le circuit est activé à la fin de la charge à courant constant.

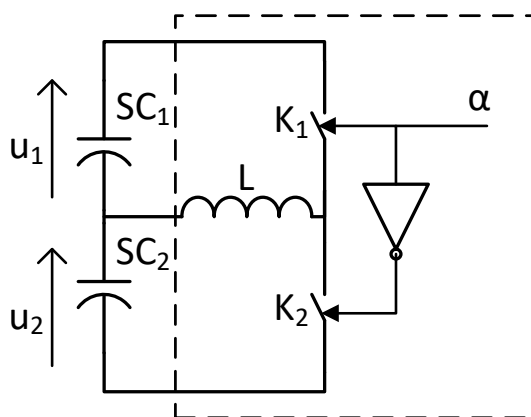


- Expliquer le fonctionnement du système
- Tracer l'allure des tensions en mode équilibrage

- c) Déterminer la valeur de la résistance  $R$  pour obtenir l'égalité des tensions au bout de 60s
- d) En déduire le courant maxi d'équilibrage
- e) Calculer l'énergie dissipée pendant la phase d'équilibrage et en déduire la puissance moyenne dissipée

### Partie 3 : Equilibrage actif à stockage inductif

Pour améliorer l'efficacité de l'équilibrage, on propose d'utiliser le circuit électronique de la figure ci-dessous. Les interrupteurs  $K_1$  et  $K_2$  sont basés sur des semiconducteurs de puissance fonctionnant en régime de commutation. Pour simplifier l'étude, on considère que ces interrupteurs sont idéaux et que le circuit est activé à la fin de la charge à courant constant.



- a) Expliquer le fonctionnement du système
- b) Donner l'expression de la tension d'équilibre puis calculer sa valeur
- c) Tracer l'allure des courants et tensions sur une période de fonctionnement
- d) Déterminer la relation entre les tensions moyennes  $U_1$  et  $U_2$  en fonction du rapport cyclique  $\alpha$
- e) Calculer la valeur de  $\alpha$  en début et en fin d'équilibrage
- f) En considérant que  $\alpha$  est constant à 0.5, déterminer la valeur du courant dans l'inductance  $L$  pour que le temps d'équilibrage soit de 60s.