

EXERCICE 1 : Les supercondensateurs

1.

Avantage : les supercondensateurs ont une durée de charge beaucoup plus courte environ 1 s contre plus de 6 min pour les batteries Li-ion.

Inconvénient : leur énergie massique est beaucoup plus faible 4 à 5 Wh/kg contre 100 à 150 Wh/kg pour les batteries Li-ion.

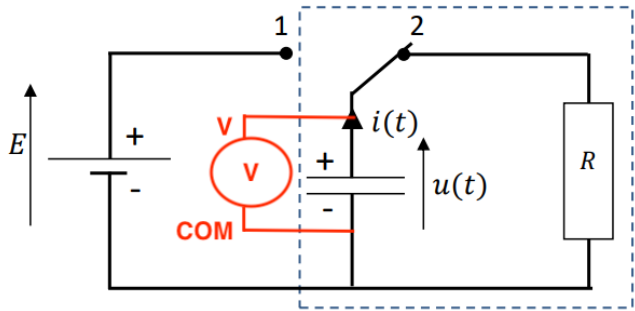
Caractéristiques	Batteries Li-ion	Supercondensateurs
Durée de charge	> 6 min	~1 s
Durée de vie (cycles)	< 5 000	> 1 000 000
Énergie massique (Wh/kg)	100 à 150	4 à 5
Puissance massique (kW/kg)	< 1	> 10
Rendement	70 % à 95 %	> 95 %
Coût (€ par Wh)	0,8 à 1,5	8 à 15
Coût (€ par kW)	60 à 120	20 à 40

2.

On branche un voltmètre en dérivation aux bornes du condensateur.

- la borne V du voltmètre est reliée à la borne + du supercondensateur ;
- la borne COM est reliée à la borne - du supercondensateur.

Montage : charge et décharge



3.

$$W_c = \frac{1}{2} \times C \times u^2$$

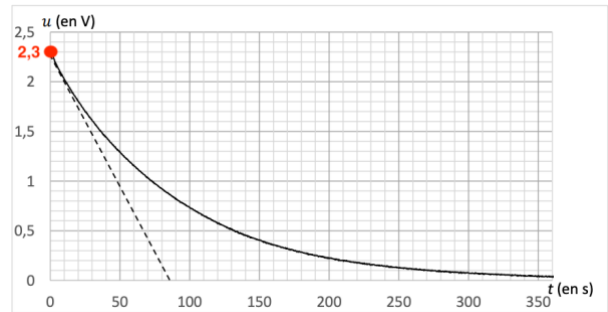
$$W_{c,0} = \frac{1}{2} \times C \times u_0^2$$

Graphiquement, la tension initiale du supercondensateur est de $u_0 = 2,3 \text{ V}$

$$W_{c,0} = \frac{1}{2} \times C \times u_0^2$$

$$W_{c,0} = \frac{1}{2} \times 372 \times 2,3^2$$

$$W_{c,0} = 9,8 \times 10^2 \text{ J}$$



4.

L'énergie massique est définie par :

$$E_m = \frac{W_c}{m}$$

$$E_m = \frac{9,8 \times 10^2}{60 \times 10^{-3}}$$

$$E_m = 1,6 \times 10^4 \text{ J/kg}$$

Conversion en Wh/kg :

$$E_m = \frac{1,6 \times 10^4}{3600}$$

$$E_m = 4,4 \text{ Wh} \cdot \text{kg}^{-1}$$

Cette valeur est bien typique d'un supercondensateur, car le tableau indique des valeurs comprises entre 4 et 5 Wh/kg.

Caractéristiques	Batteries Li-ion	Supercondensateurs
Durée de charge	> 6 min	~1 s
Durée de vie (cycles)	< 5 000	> 1 000 000
Énergie massique (Wh/kg)	100 à 150	4 à 5
Puissance massique (kW/kg)	< 1	> 10
Rendement	70 % à 95 %	> 95 %
Coût (€ par Wh)	0,8 à 1,5	8 à 15
Coût (€ par kW)	60 à 120	20 à 40

5.

$$f(x) = 2,3e^{-0,0112x}$$

On dérive $f(x)$:

$$f'(x) = 2,3 \times (-0,0112)e^{-0,0112x}$$

$$f'(x) = -0,02576e^{-0,0112x}$$

À $x = 0$:

$$f(0) = 2,3$$

$$f'(0) = -0,02576$$

L'équation de la tangente en 0 est :

$$y = f'(0)(x - 0) + f(0)$$

Donc :

$$y = -0,02576(x - 0) + 2,3$$

$$y = -0,02576x + 2,3$$

Ainsi, on retrouve l'équation demandée.

6.

$$y = -0,02576x + 2,3$$

On cherche l'intersection de la tangente avec l'axe des abscisses, donc lorsque $y = 0$.

$$0 = -0,02576x + 2,3$$

$$0,02576x = 2,3$$

$$x = \frac{2,3}{0,02576}$$

$$x = 89$$

Ainsi $\tau = 89 \text{ s}$

7.

$$\tau = R \times C$$

$$R \times C = \tau$$

$$C = \frac{\tau}{R}$$

$$C = \frac{89}{0,235}$$

$$C = 3,8 \times 10^2 \text{ F}$$

La valeur obtenue est proche de celle donnée par le constructeur 372 F.

Le modèle est donc cohérent.