



CONCEPTION D'UN CONDENSATEUR COMPARAISON DE DISPOSITIFS DE STOCKAGE D'ÉNERGIE

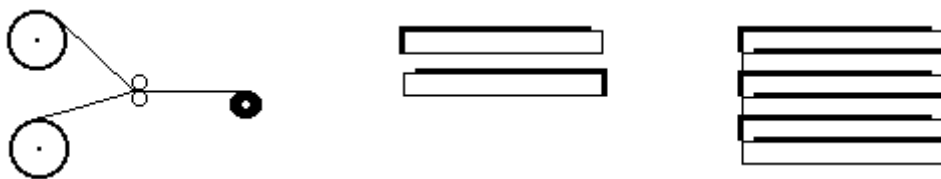
Objectifs du TD : vous faire acquérir des connaissances sur les valeurs d'énergie emmagasinables dans les domaines de l'électricité, de la mécanique, de l'électrochimie. Montrer la difficulté du développement massif des voitures électriques et l'intérêt des dispositifs hybrides.

Conception d'un condensateur

On désire construire un condensateur cylindrique à film polypropylène de capacité $1 \mu\text{F}$, de tension de service 1000 V et de tension maximale 1500 V .

Le film polypropylène utilisé a une largeur ℓ de 35 mm , sa masse volumique est égale à 900 kg/m^3 , sa permittivité relative ϵ_r vaut $2,2$ et sa rigidité diélectrique maximale sera choisie égale à $50 \text{ V}/\mu\text{m}$. On rappelle que la capacité C d'un condensateur plan est égale à $C = \epsilon S/e$ où S est la surface des électrodes en regard et e l'écartement des électrodes (la permittivité du vide ϵ_0 est égale à $10^{-9}/36\pi \text{ F/m}$).

- 1/ Quelle épaisseur e de film faut-il choisir ?
- 2/ On enroule sur un mandrin en plastique deux films métallisés à électrodes alternées (Voir figures ci-dessous).



Quelle longueur L de film faut-il enrouler (on calculera préalablement la surface S nécessaire pour réaliser la capacité) ?

- 3/ L'épaisseur de la métallisation (aluminium déposé sous vide : 20 nm) étant ici négligée, quel est le diamètre extérieur D du condensateur ainsi réalisé sachant que le condensateur est bobiné sur un mandrin (plein) en polypropylène de diamètre d de 10 mm ?
- 4/ La résistivité ρ de l'aluminium étant égale à $2,8 \mu\Omega \cdot \text{cm}$, quelle est la résistance série R_s de ce condensateur ?
- 5/ Quelles sont les énergies nominale et maximale emmagasinables dans ce condensateur ?

.../...

6/ Quelle est l'énergie volumique maximale ?

7/ Quelle est la masse du condensateur ?

8/ Quelle est l'énergie massique maximale ?

Comparaison de dispositifs de stockage d'énergie

9/ Pour comparer des énergies stockées à masse et volume égaux, on va considérer un volant d'inertie de forme cylindrique de taille et de masse identiques à celle du condensateur précédemment étudié. Pour cela, calculer l'énergie mécanique emmagasinée dans un volant cylindrique massif de polypropylène de diamètre D (déterminé à la question 3), de hauteur ℓ (donnée en préambule), tournant autour de son axe, la vitesse périphérique V étant limitée à 150 m/s. On rappelle que l'inertie J d'un volant cylindrique plein de masse M et de rayon R est égale à $1/2.M.R^2$ et que l'énergie cinétique de rotation est égale à $1/2.J.\Omega^2$ où Ω est la vitesse angulaire de rotation.

10/ Comparer les énergies électrique et mécanique emmagasinées.

11/ Comparer les énergies volumiques électrique et mécanique.

Les comparer aussi à l'énergie volumique :

- d'un accumulateur au plomb (80 Wh/dm^3),
- d'un accumulateur Lithium-ion à électrolyte liquide (315 Wh/dm^3),
- ou encore celle d'un accumulateur Lithium-ion polymère (435 Wh/dm^3).

12/ Comparer les énergies massiques électrique et mécanique.

Les comparer aussi à l'énergie massique :

- d'un accumulateur au plomb (30 Wh/kg),
- d'un accumulateur Lithium-ion à électrolyte liquide (151 Wh/kg),
- d'un accumulateur Lithium-ion polymère (185 Wh/kg),
- du super SP 98 (10kWh/kg),
- de l'hydrogène (40kWh/kg).