

1- ANALYSER LE BESOIN :

/2

- Pouvoir transporter une personne (M. X)
- Ne pas polluer l'environnement (rejet CO2 absent)
- Masse embarquée, consommation énergétique du moteur...
- Contrainte prépondérante : dénivelé (pente maxi du parcours)

2- ANALYSER LE SYSTÈME :

/2

- Acquérir : Poignée d'accélérateur, Clé, capteur vitesse.
- Communiquer : Afficheur à cristaux liquides, feux clignotants.
- Alimenter : Batterie
- Convertir : Moteur brushless

3- CARACTÉRISER LES ÉCARTS:

- En déduire l'énergie électrique absorbée par le moteur E_{am} .
Energie électrique absorbée moteur :

/1

$$E_{am} = \frac{E_m}{\eta} = \frac{378}{0,75} = 504 \text{ Wh}$$

- Éléments à prendre en compte :
Usage fait du véhicule, capacité de la batterie et consommation des accessoires

/1

Energie électrique absorbée feux : $E_{af} = 27 \text{ Wh}$

- Déterminer l'écart d'énergie entre celle qui est stockée et celle qui est consommée

$$E_{batterie} = 48 \times 15 = 720 \text{ Wh}$$

/1

L'énergie embarquée est suffisante pour effectuer le trajet « aller » (720 Wh > 531 Wh).

- Peut-on satisfaire le besoin ?

Cependant, sur un parcours réel, la vitesse n'est pas constante. Les phases d'accélération répétées tendent à réduire l'autonomie de la batterie. La température extérieure et le vieillissement sont aussi des sources de consommation d'énergie.

On peut donc penser que la distance de 13,5 km est assez proche de l'autonomie du scooter dans ces conditions d'utilisation.

Les 28 km d'autonomie minimale annoncés par le constructeur ne sont pas respectés. En effet, ces moyens de transports sont développés pour un usage urbain à dénivelés modérés.

M. X pourra cependant réaliser le trajet aller et mettre son scooter à recharger durant la journée pour assurer son autonomie lors du trajet retour (en descente et donc peu consommateur d'énergie).

4 - JUSTIFIER LE CHOIX D'UN PROTOCOLE EXPERIMENTAL :

- Proposer un protocole permettant de mesurer la décharge de la batterie (U_{bat}) et de la tension U_a qui est envoyée au microcontrôleur.

/ 2

On place un voltmètre sur la batterie et un autre sur l'entrée du microcontrôleur en parallèle.

5 - METTRE EN ŒUVRE D'UN PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL :

- Choisir le(s) bon(s) appareil(s) de mesure et donner le calibre approprié.

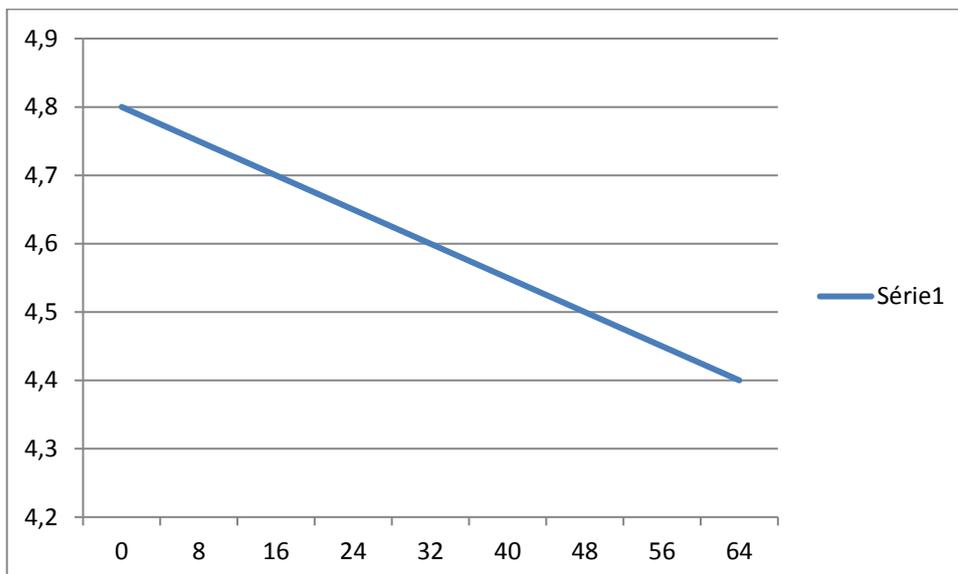
/ 1

Voltmètre de la batterie sur le calibre 100V

Voltmètre à l'entrée du microcontrôleur sur le calibre 10V

- Quelles indications donne le bargraphe à 20min, puis 60 min

On trace la courbe U_a en fonction du temps



/ 1

$$U_a = -0,00625t + 4,8$$

/ 2

Donc à $t=20$ min $U_a=4,675$ et le bargraphe indique 9 barres

A $t=60$ min $U_a=4,41$ et le bargraphe indique 4 barres

6 - IDENTIFIER ET CARACTÉRISER LES GRANDEURS AGISSANT SUR LE SYSTÈME :

- Déterminer l'accélération a durant la phase de démarrage.

/ 1

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{5,55}{36} = 0,154 \text{ m.s}^{-2}$$

- Définir l'endroit sur le parcours où le démarrage du scooter est le plus difficile. Justifier.

/ 1

Le démarrage du scooter sera le plus compliqué à l'endroit où la pente est la plus sévère : entre le 11^{ème} et 12^{ème} kilomètre (10 %).

- Déterminer alors l'angle d'inclinaison α de la route par rapport à l'horizontal.
10 % correspond à un angle α de **5,7°**

7 - RÉSOUDRE ET SIMULER :

- Dans le cas le plus défavorable, déterminer l'effort de propulsion en appliquant le théorème de la résultante dynamique.

Equation de la résultante dynamique suivant l'axe \vec{x} :

/ 2

$$F_{propulsion} - F_{r_{trainée}} - F_{r_{roulement}} - P_x = m \cdot a$$

$$\rightarrow F_{propulsion} - F_{r_{trainée}} - F_{r_{roulement}} - \|\vec{P}\| \sin \alpha = m \cdot a$$

$$\rightarrow F_{propulsion} = F_{r_{trainée}} + F_{r_{roulement}} + m \cdot g \cdot \sin \alpha + m \cdot a$$

$$\rightarrow F_{propulsion} = 10 + 6 + 125 \times 9,81 \times \sin 5,7 + 125 \times 0,154$$

$$\rightarrow F_{propulsion} = \mathbf{157 \text{ N}}$$

- Quel que soit le résultat trouvé précédemment, prendre $\|\overrightarrow{F_{propulsion}}\| = 157 \text{ N}$. Déterminer alors le couple C_m que devra délivrer le moteur brushless dans ces conditions. Conclure.

$$C_m = R \cdot F_{propulsion}$$

$$\rightarrow C_m = \frac{0,47}{2} \times 157$$

$$\rightarrow C_m = \frac{0,47}{2} \times 157 = \mathbf{37 \text{ Nm}}$$

Tout va bien...

/ 1

- Définir dans la configuration précédente, la puissance mécanique P_m nécessaire au déplacement de l'ensemble (S). Conclure sur la capacité du moteur à mettre en mouvement l'ensemble « scooter + conducteur » en phase de démarrage.

$$P_m = V \times F_{propulsion}$$

$$\rightarrow P_m = 5,55 \times 157 = \mathbf{871 \text{ W}}$$

/ 1

Calcul de la puissance maximale que peut développer le moteur :

$$\eta = \frac{P_m}{P_a}$$

$$\rightarrow P_m = \eta \times P_a$$

$$\rightarrow P_a = \frac{871}{0,75} = \mathbf{1161 \text{ W}}$$

/ 1

Le couple de démarrage nécessaire est de 37 Nm (< 50 Nm) et la puissance mécanique de 1161 W (< 1200 W), le moteur est donc capable de démarrer le scooter dans les conditions de l'étude.