

**Bac 2018**  
**Épreuve de sciences de l'ingénieur**  
**Série S**

Ce document est une piste de recherche et non un corrigé type avec rédaction complète.

**Optimisation des temps séparant les rames successives**

Q1

- À côté de « Alimenter » écrire normal.
- À côté de « Convertir » écrire rhéostatique.
- Dans la case de droite écrire revalorisé.

Q2 Entre 5 et 35s, la rame consomme de l'énergie et entre 35s et 52s, elle restitue de l'énergie.

Q3 Pour réaliser l'estimation, il faut considérer que la rame consomme environ 1600 A durant 15 secondes sous une tension de 750V. Pour obtenir des Wh il suffit de multiplier l'intensité par la tension et par le temps (en heures) soit environ 5000 Wh.

Q4 Lors du mode de fonctionnement 2, lorsqu'une rame consomme de l'énergie, la seconde en restitue, une partie de l'énergie nécessaire à l'accélération d'une rame arrive donc de la décélération de la seconde et non du réseau.

Q5 Le pourcentage d'énergie non consommée dans le mode 2 est 72 % environ.

Q6 Par lecture graphique entre 300s et 340s.

Q7 Lors de l'insertion d'une nouvelle rame, il y a quasi systématiquement un pic d'énergie perdue dû à la désynchronisation des rames. La valeur obtenue à la question 5 semble être un peu optimiste avec uniquement deux rames sur la zone mais est parfaitement atteignable voire dépassable avec un nombre plus important de rames présentes.

Q8. La distance parcourue est :

$$8 \cdot 17 + 16 \cdot 20.5 + 8 \cdot 17 = 600\text{m}$$

Q9 Le temps est :

$$17 \cdot 2 + 16 = 50 \text{ secondes au lieu de } 54,5 \text{ secondes en mode normal.}$$

Q10 Il faut donc  $22/4,5 = 4,90$  soit 5 stations pour récupérer le retard grâce au profil dégradé.

Q11 On applique les équations horaires de dynamique pour obtenir le vecteur position de x.

Q12 L'effort tangentiel est égal à  $F \cdot \cos(\alpha)$ . Puisque la force est à répartir uniformément sur deux essieux,  $X_A = x \cos(\alpha) / 2$

Q13 La condition de non glissement est que l'angle alpha soit inférieur à phi.

Puisque  $f = 0.3$ ,  $\phi = 16.70$ . Le déplacement angulaire de la roue étant inférieur, la voiture peut donc accélérer sur la pente à 8% même en cas de pluie.

#### **Stockage de l'énergie de freinage par volant d'inertie**

Q14

1 : Grandeur effort

2 : Grandeur flux

3 : Puissance instantanée

4 : Énergie

Q15 Par lecture graphique  $150 - 110 = 40$  MJ

Q16 On applique deux fois le rendement : Une fois pour le stockage et une fois pour la restitution :

$$40 * 0.84^2 = 28.22 \text{ MJ}$$

Q17 L'écart est de  $(26-18.5)/18.5 = 41 \%$  ce qui est trop important, le modèle multi physique n'est donc pas correct.

Q18 Il faut modifier le couple du frottement car c'est le seul paramètre à agir toujours dans le sens de la perte d'énergie. Une modification de J aurait pour un impact de modifier l'accélération et la décélération dans des sens opposés.

Q19 La variation d'énergie maximale est 31,9 MJ.

La formule utilisée pour la vitesse du volant d'inertie est  $E = \frac{1}{2} J \omega^2$

Ne pas oublier de convertir J en N.m<sup>2</sup>

Q20 On compare la répartition avec les limites d'élasticité.

Q21 Les contraintes accumulées étant au-delà des limites d'élasticité, le volant va se déformer, ce qui crée un retard lors de la charge et de la décharge mais va aussi créer un équilibre moins stable et donc une perte d'énergie plus importante.

#### **Optimisation du chauffage des voies**

Q22 La tension par degré est  $10/40$  soit  $0,25 \text{ V/}^\circ\text{C}$ . La tension est donc de  $U = 0.25 * 14 = 3,5\text{V}$

Q23 Le pas ou résolution analogique du CA est de  $10/2^8 = 0.04\text{V/déclanchement du CAN}$ .

Soit 87

Q24 Si  $T_e \leq 87$

Alors  $Ch \leq 0$

#### **Gestion de la commande du chauffage**

Q25 Le nombre Tau = 55 s et l'amplification statique est égale à  $K = 12/750 = 0.016 \text{ }^\circ\text{C/Volt}$ .

Q26 La simulation 3 ne correspond pas au cahier des charges car température trop basse, la simulation 2 consomme de l'énergie inutilement car la température du rail est trop élevée. Il reste la simulation 1 qui correspond bien à une élévation de  $8^{\circ}\text{C}$  + ou  $-1^{\circ}\text{C}$ .

Pour cette simulation, la période des de  $T = 50\text{s}$  et  $\text{Alpha} = 33/50 = 0.66$ .

Le gain énergétique théorique est donc de 34 %.

### **Synthèse**

Q27 La synthèse doit reprendre l'ensemble des informations traitées en utilisant comme fil directeur la notion d'économie d'énergie. Il est possible aussi de proposer des modifications à réaliser avant de mettre en œuvre les choix à mettre en place mais cela doit rester marginal.