

Devoir surveillé – Production et transport de l'électricité

Générateurs, alternateurs, tensions alternatives, transport haute tension

Durée : 55 min – Calculatrice interdite – Sur 20 points · Physique 3^e

Nom : _____

Date : _____

Note : _____ / 20

Tous les calculs doivent figurer sur la copie. Les résultats seront donnés sous la forme la plus simple possible.

Exercice 1 – Trois générateurs à l'oscilloscope (lecture d'un tableau) (4 pts)

- a) On observe à l'oscilloscope la tension fournie par trois générateurs.

Générateur	Forme de la courbe	U max	Période
Pile plate	droite horizontale	4,5 V	—
Dynamo de vélo	sinusoïde	6,0 V	25 ms
Alternateur de laboratoire	sinusoïde	17 V	20 ms

Pour chaque générateur, dire si la tension est continue ou alternative, en justifiant.

- b) Calculer la fréquence de la dynamo et celle de l'alternateur. Lequel a la même fréquence que le secteur ?
- c) Le cycliste pédale deux fois plus vite. Que deviennent la période et la fréquence de la dynamo ? Et sa valeur maximale ?
- d) Estimer la valeur efficace de la tension de l'alternateur ($U_{\text{eff}} \approx U_{\text{max}} / 1,41$). Quel appareil, réglé comment, afficherait directement cette valeur ?

Exercice 2 – De la turbine à la ligne (chaîne de conversion) (4 pts)

- a) Dans une centrale hydraulique, l'eau tombe de 95 m avec un débit de 60 000 kg par seconde. Le rendement global (turbine + alternateur) est de 88 %, l'alternateur délivre 20 kV, puis un transformateur porte la tension à 400 kV. Décrire la chaîne énergétique complète en nommant les formes d'énergie et les convertisseurs.
- b) Calculer la puissance mécanique disponible (énergie libérée par seconde, $g = 9,8 \text{ N/kg}$) puis la puissance électrique produite.
- c) Calculer l'intensité en sortie d'alternateur, puis dans la ligne à 400 kV (transformateur supposé idéal).
- d) Quel type de transformateur est utilisé ? Pourquoi ne pourrait-on pas l'utiliser en sortie d'un panneau photovoltaïque sans autre appareil ?

Exercice 3 – Pertes en ligne : maquette de laboratoire (démarche expérimentale)
(4 pts)

- a) Une lampe (12 V, 24 W) est alimentée à travers un fil résistif de $2\ \Omega$ modélisant une ligne. Montage A : la ligne est alimentée directement sous 12 V. Montage B : on élève la tension à 120 V avant la ligne, puis on la rabaisse à 12 V après.

Montage	Tension sur la ligne	Intensité dans la ligne	Tension reçue par la lampe
A (direct)	12 V	2,0 A	8,0 V
B (transformateurs)	120 V	0,2 A	11,8 V

Calculer la puissance perdue par effet Joule dans la ligne pour chaque montage.

- b) Dans quel montage la lampe brille-t-elle le plus ? Expliquer à l'aide des mesures.
 c) Calculer le rapport des pertes entre A et B et le relier au rapport des intensités.
 d) Transposer au réseau réel : expliquer en une phrase pourquoi la sortie de centrale (20 kV) est élevée à 400 kV, et quels appareils abaissent ensuite la tension jusqu'aux 230 V des logements.

Exercice 4 – L'équilibre du réseau (lecture d'un tableau)
(4 pts)

- a) Un jour d'hiver, on relève la consommation française et la production des centrales nucléaires et hydrauliques.

Heure	3 h	8 h	13 h	19 h
Consommation (GW)	55	72	75	83
Nucléaire + hydraulique (GW)	60	66	70	74

À quelle heure le manque de production est-il le plus grand ? Calculer ce manque.

- b) Si rien n'était fait, que se passerait-il sur la fréquence du réseau ? Citer deux moyens rapides de combler le manque.
 c) À 3 h, la production dépasse la consommation. Que peut faire le gestionnaire de cet excédent ?
 d) Combien de réacteurs nucléaires de 1,3 GW faudrait-il construire pour couvrir le manque de 19 h ? Expliquer pourquoi cette solution n'est pas retenue.

Exercice 5 – Vrai ou faux argumenté, et prise d'initiative
(4 pts)

- a) « Un panneau photovoltaïque contient un alternateur. » Vrai ou faux ? Justifier.
 b) « La tension d'une prise, de 230 V efficaces, atteint environ 325 V à chaque période. » Vrai ou faux ? Justifier.
 c) Un élève affirme : « En passant de 20 kV à 400 kV, la puissance perdue dans la ligne est divisée par 20. » Corriger en expliquant.
 d) Une ligne THT de 150 km a une résistance de $0,04\ \Omega$ par km. Elle transporte 300 MW sous 400 kV. Calculer les pertes en ligne, le pourcentage perdu et le rendement du transport. Toute démarche sera valorisée.

Bon courage !