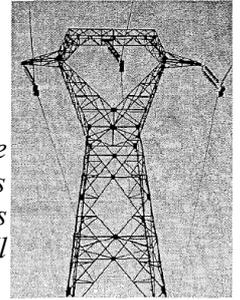


Devoir n°11: oxydo-réduction, moteur asynchrone et onduleur

Exercice n°1: transport de l'énergie électrique (sur 1,5 points)

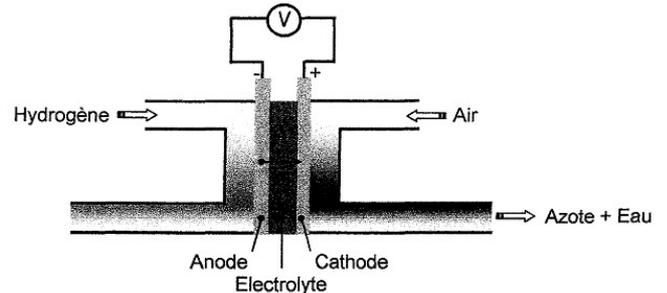
Lire le texte ci-dessous puis **répondre** au questionnaire à choix multiples du document réponse.

Les fils électriques transportant le courant électrique sont portés par des poteaux en acier (alliage de fer et de carbone). La fabrication des aciers a lieu dans les hauts fourneaux. On obtient d'abord les fontes à partir de minerais de fer, puis on les affine pour obtenir les aciers. Au cours du temps, les poteaux en acier sont soumis à l'oxydation (dans le langage courant, on dit que « le fer rouille»). Il faut donc protéger ces pièces en acier contre l'oxydation, il existe pour cela différents procédés.



Exercice n°2: pile à combustible (sur 2 points)

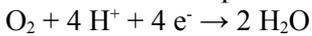
Une pile à combustible est une pile où la fabrication de l'électricité se fait grâce à l'oxydation sur une électrode d'un combustible réducteur couplée à la réduction d'un oxydant sur l'autre électrode. Le schéma simplifié de la pile est donné ci-contre.



1. Le dihydrogène H₂, stocké dans une bouteille gonflée à 200 bars, est propulsé sur l'anode et la réaction est donnée par l'équation chimique suivante: $H_2 \rightarrow 2 H^+ + 2 e^-$

S'agit-il d'une oxydation ou d'une réduction? **Justifiez** votre réponse.

2. L'air est amené par un compresseur sur la cathode et la réaction est donnée par l'équation chimique suivante:

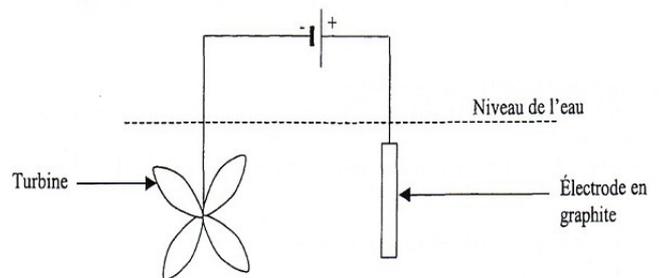


S'agit-il d'une oxydation ou d'une réduction? **Justifiez** votre réponse.

Exercice n°3: corrosion (sur 3 points)

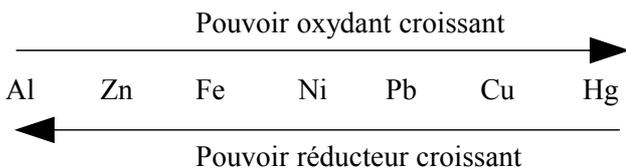
Le problème rencontré le plus fréquemment pour les turbines d'usines marémotrices est la corrosion. Pour y remédier, les ingénieurs ont choisi la protection cathodique. Le schéma de principe est le suivant :

- 1- **Indiquer**, sur le document-réponse, le sens du courant électrique puis le sens de circulation des électrons.
- 2- **Quel est** l'élément qui est oxydé ?
- 3- **Quel est** l'élément qui est protégé ?
- 4- **Citer** deux autres méthodes qui pourraient être utilisées pour protéger la turbine de la corrosion.



Exercice n°4: rails de chemin de fer (sur 3 points)

Des polluants métalliques se rassemblent à la surface de rails de chemin de fer et les recouvrent de composés ioniques. On rappelle la classification électrochimique des métaux :



- 1- **Quel type** de réaction chimique les rails en acier vont-ils subir en présence d'ions cuivre Cu²⁺?
- 2- On relie chaque rail à une électrode en zinc. **Quel métal** subira une corrosion en présence d'ions Cu²⁺ ?
- 3- **Écrire** l'équation bilan de la réaction chimique correspondante.
- 4- Vis à vis de l'acier, une électrode en aluminium **aurait-elle** le même pouvoir qu'une électrode en zinc ? **Justifier** la réponse.

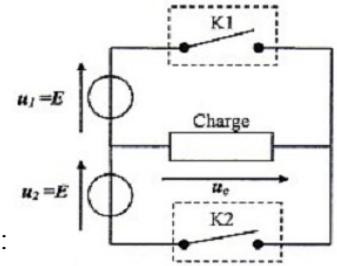
Exercice n°5: onduleur (sur 5 points)

On considère un onduleur monophasé à deux interrupteurs dont le schéma de principe est donné sur la figure ci-contre.

K1 et K2 sont deux interrupteurs électroniques commandables à l'ouverture et à la fermeture.

$E = 2750$ V.

Les interrupteurs sont fermés et ouverts de façon périodique en respectant la règle suivante : pour $0 \leq t < T/2$, K1 est fermé et K2 ouvert ; pour $T/2 \leq t < T$, K1 est ouvert et K2 fermé.



1- **Donner** l'expression de u_c en fonction de E sur une période.

2- **Tracer**, sur le document réponse, la tension u_c aux bornes de la charge pour une fréquence de fonctionnement correspondant à une période de 7 ms.

3- **Déterminer** la valeur moyenne $\langle u_c \rangle$ de la tension aux bornes de la charge. **Justifier** brièvement votre réponse.

4- **Déterminer**, par un calcul d'aires, la valeur efficace U_c de la tension u_c aux bornes de la charge.

5- **Avec quel appareil** pourrait-on mesurer la valeur moyenne et la valeur efficace de u_c ? **Préciser** le branchement de l'appareil de mesure et la position du commutateur AC/DC pour chacune des mesures.

Exercice n°6: étude d'un des moteurs asynchrones triphasés tétrapolaires (sur 5,5 points)

Une locomotive est à même d'entraîner un convoi de 16 voitures. La vitesse maximale est alors de 220 km/h.

Les conditions de fonctionnement d'un moteur sont alors les suivantes :

Tension entre phases : $U = 2070$ V

Intensité nominale du courant de ligne : $I = 500$ A

Facteur de puissance nominal : $\cos \varphi = 0,89$

Puissance mécanique utile nominale : $P_M = 1530$ kW

Fréquence des tensions d'alimentation : $f = 140$ Hz

Fréquence de rotation nominale : $n = 4160$ tr.min⁻¹

1- **Calculer** le moment T_{uN} du couple utile nominal du moteur dans les conditions définies ci-dessus.

2- **Calculer** la fréquence de synchronisme n_s (en tr.min⁻¹) sachant que le moteur est tétrapolaire.

3- **En déduire** le glissement g du moteur.

4- **Calculer** la puissance absorbée P_a par le moteur.

5- La partie utile de la caractéristique mécanique d'un moteur asynchrone est une droite. En utilisant les valeurs nominales de fonctionnement ($T_{uN} = 3,51$ kN.m ; $n = 4160$ tr.min⁻¹) et le point à vide (T_{uv} ; n_s), **tracer** cette droite sur le document réponse. On précise que la valeur du couple utile à vide $T_{uv} = 0$.

7- La caractéristique mécanique de la charge correspond à la courbe $T_{Rplat} = f(n)$ tracée sur le document réponse.

Donner la valeur de la fréquence de rotation et du moment du couple utile du moteur.

DOCUMENT REPONSE

NOM, Prénom :

Exercice n°1:

Pour chacune des trois questions, **encadrer** la bonne réponse(il n'y a qu'une bonne réponse par question).

Question 1 : La réaction chimique qui a lieu dans les hauts fourneaux s'écrit:

- | |
|--------------------------------------|
| $FeO + CO \rightarrow Fe + CO_2$ |
| $4 Fe + 3 O_2 \rightarrow 2 Fe_2O_3$ |
| $Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2 e^-$ |

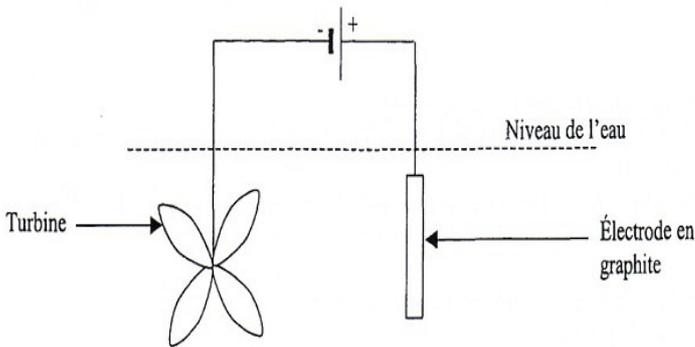
Question 2 : L'oxydation est :

- | |
|------------------------------|
| Un gain d'électrons |
| Une perte d'électrons |
| Une réduction par voie sèche |

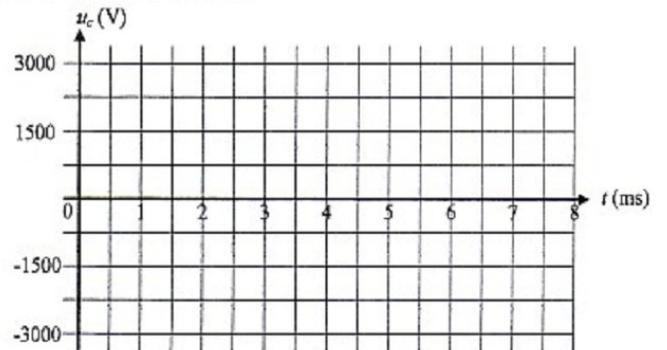
Question 3 : Pour protéger les aciers de l'oxydation, on peut:

- | |
|---|
| Les recouvrir d'un métal moins réducteur que le fer (le cuivre par exemple) |
| Les recouvrir de fer « pur » |
| Les recouvrir de zinc (c'est la galvanisation) |

Exercice n°3:



Exercice n°5:



Exercice n°6:

