

Contrôle n°4 du 21.05.2024 correction

Données :

Puissance $P(W)=U(V)*I(A)$

Energie $E(J)=P(W)*t(s)$

Pertes par effet Joule : $P_J=r(\Omega)* I(A)^2$

Sous unités : *micro* : $\mu:10^{-6}$ *milli* : $m:10^{-3}$ *kilo* : $k: 10^3$ *Méga* : $M :10^6$ *Giga* : $G : 10^9$

I. (1pt) Répondre aux questions à choix multiples suivantes :

1. L'effet Joule est un phénomène

- a. Apparue au cours du 20^{ème} siècle
- b. D'échauffement d'un conducteur électrique lorsqu'il est traversé par un courant électrique
- c. Qu'il faut minimiser dans le cadre d'un transport de l'électricité
- d. Qui peut présenter des avantages

Réponse : a b c d

2. La puissance dissipée par effet Joule dans un conducteur ohmique de résistance de 2,0Ω a pour valeur 1,25mW. L'intensité du courant électrique qui traverse ce conducteur ohmique vaut :

- a. 250mA
- b. 25 mA
- c. 0,25 mA
- d. 0,025mA

Réponse : a b c d

3. Un conducteur ohmique de résistance $r=2 \Omega$ est traversé par un courant de 300mA. La puissance dissipée par effet Joule dans ce conducteur ohmique vaut :

- a. 0,18mW
- b. 18 mW
- c. 180mW
- d. 1800mW

Réponse : a b c d

4. Cinq éoliennes produisent de l'électricité à l'aide du vent. Cette énergie est transportée vers une sous-station qui va la redistribuer à trois foyers isolés. Le graphe orienté pouvant décrire cette situation est constitué :

- a. D'une boucle
- b. De 9 nœuds et de 8 arcs orientés.
- c. De 8 nœuds et 9 arcs orientés.
- d. D'un nœud.

Réponse : a b c d

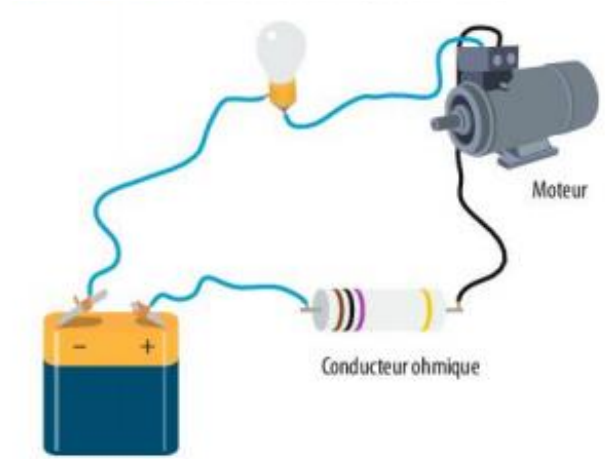
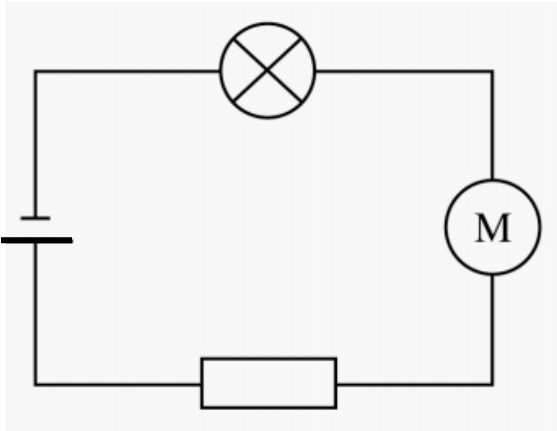
II. (2pts) Phrase à construire

Construire une phrase à l'aide des mots suivants (**transport de l'électricité-haute tension-pertes par effet Joule**)

Le transport de l'énergie électrique se fait à haute tension pour limiter les pertes par effet Joule.

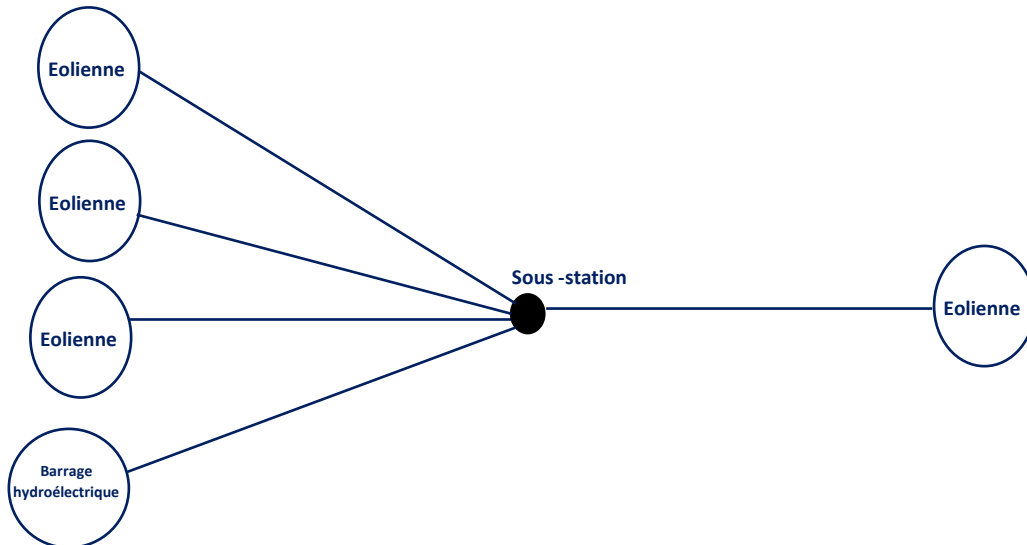
III. (2pts) Schématiser un circuit

Schématiser le montage ci-dessous dans le cadre en pointillé



(3pts) Construire un graphe orienté

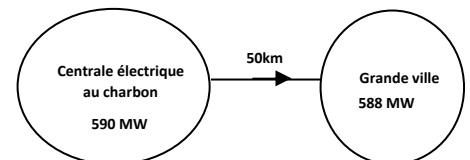
Un village de montagne est alimenté en électricité par trois éoliennes et un barrage hydroélectrique. L'énergie ainsi produite est transportée vers une sous station qui la redistribue au village concerné. Construire le graphe orienté décrivant la situation dans le cadre en pointillé ci-contre



IV. (3pts) Perte de puissance par effet Joule

Une centrale électrique au charbon de puissance $P=590\text{MW}$ alimente une grande ville située à 50km. La puissance disponible à l'entrée de la ville est de 588MW

1. (1pt) Calculer la puissance dissipée par effet Joule lors du transport de l'électricité



la perte par effets Joule est celle qui a eu lieu lors du transport de l'énergie, soit $P_{\text{Joule}}=590-588=2\text{MW}$

2. (2pt) Sachant que le courant électrique dans les conducteurs est de 100A, en déduire la valeur de la résistance des conducteurs (en supposant que la puissance dissipée provient de l'effet Joule

On a la relation $P_J = r \cdot I^2$, on en déduit $r = P_J / I^2$. L'application numérique donne: $r = 2 \cdot 10^6 / 100^2 = 200 \Omega$

V. (3pts) Centrale hydroélectrique et puissance disponible

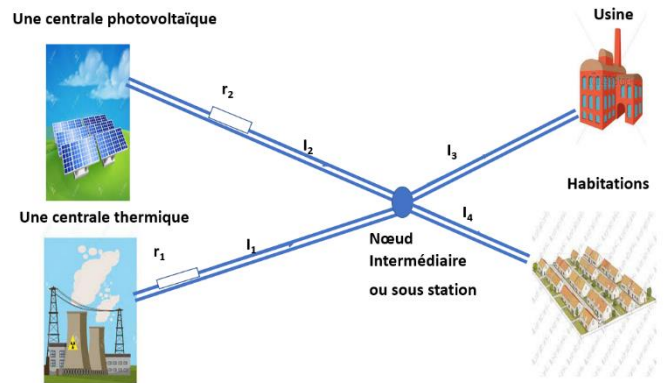
Une centrale hydroélectrique de puissance $P = 700 \text{ MW}$ alimente deux usines à 40km de la centrale. la puissance disponible est réduite de 2% par effet Joule. Calculer la puissance disponible à l'entrée des deux usines



La puissance disponible est donc de $P = 0,98 \cdot 700 = 686 \text{ MW}$

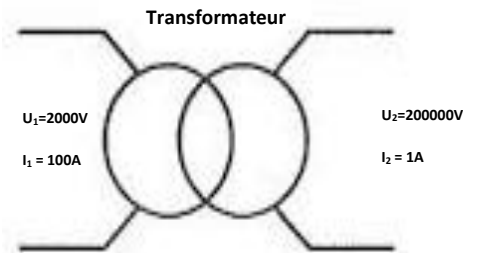
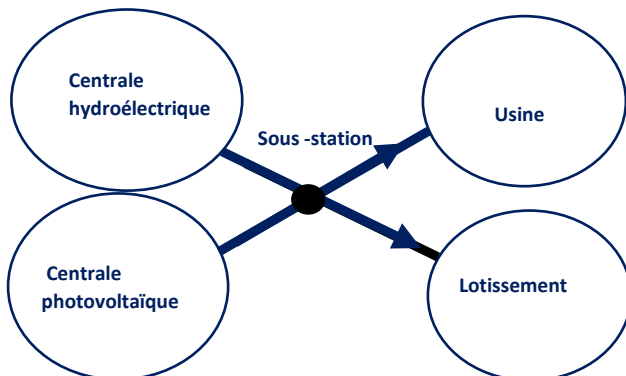
VI. (6pts) Modélisation d'un réseau de distribution

Une centrale photovoltaïque de 1MW et une centrale thermique au charbon de 60MW alimentent une usine et des habitations. Les deux centrales électriques sont situées loin des lieux de consommation, les résistances électriques des fils de transport du courant sont symbolisées par $r_1 = 3 \Omega$ et $r_2 = 2 \Omega$.



Les tensions électriques sont relevées à 200000V à la sortie des centrales puis abaissées à 63000V pour l'usine et 230V pour les habitations grâce à des transformateurs.

- a. (1pt) Représenter ci-dessous le graphe orienté de cette situation



- b. (1pt) Montrer que si le courant en sortie de la centrale est de 100A pour une tension de 2000V celui transporté sera de 1A pour une tension de 200000V, si le rendement du transformateur est de 100%.

Si le rendement du transformateur est de 100% alors $U_1 \cdot I_1 = U_2 \cdot I_2$

On en déduit $I_2 = (U_1 \cdot I_1) / U_2$

L'application numérique donne $I_2 = 2000 \cdot 100 / 200000 = 1A$

- c. (2pts) Montrer que si les courants électriques $I_3 = 2A$ $I_4 = 1A$ et $I_2 = 1A$ alors les pertes par effet Joule dans ce circuit, par rapport à I_1 sont de : $P_j = 5 \cdot I_1^2 - 12 \cdot I_1 + 18$

Les pertes par effets Joule se concentrent dans les deux résistance r_1 et r_2 avec

$$P_j = r_1 \cdot I_1^2 + r_2 \cdot I_2^2$$

On a la Loi des nœuds à la sous station, on en déduit que $I_2 = I_1 - I_3 - I_4 = I_1 - 2 - 1 = I_1 - 3$

La puissance perdue par effets joule devient alors $P_j = r_1 \cdot I_1^2 + r_2 \cdot (I_1 - 3)^2 = 3 \cdot I_1^2 + 2 \cdot (I_1 - 3)^2$

Soit $P_j = 3 \cdot I_1^2 + 2 \cdot (I_1 - 3)^2 = 3 \cdot I_1^2 + 2 \cdot (I_1^2 - 6I_1 + 9) = 3 \cdot I_1^2 + 2 \cdot I_1^2 - 12I_1 + 18 = 5 \cdot I_1^2 - 12 \cdot I_1 + 18$

On retrouve bien l'équation ci-dessus

- d. (2pts) Les pertes par effet Joule en fonction de I_1 sont représentées dans le graphe ci-dessous. En déduire la valeur du courant électrique I_1 que doit délivrer la centrale thermique après redressement pour limiter ces pertes.

Pour $I_1 = 1,2A$, les pertes par effet Joules en ligne sont minimales et ont pour valeur 10,8W.

