

Ce document a été téléchargé sur le site ressource

www.gecif.net

Téléchargez librement sur Gecif.net :

- ✎ des cours et des TP de Génie Electrique**
- ✎ des exercices et des évaluations avec corrections**
- ✎ des ressources Automgen, ISIS Proteus et Flowcode**
- ✎ des QCM pour réviser les cours et vous entraîner**
- ✎ des logiciels d'électronique pour les installer chez vous**
- ✎ des dossiers techniques de systèmes originaux**
- ✎ des fiches pratiques sur tous les domaines des sciences de l'ingénieur**
- ✎ des sujets de BAC avec la correction officielle**
- ✎ et bien plus encore sur Gecif.net !**

BACCALAUREAT GENERAL
Session 2011

Série S Sciences de l'Ingénieur

EPREUVE ORALE DE CONTRÔLE

Coefficient : 9

Préparation : 2 heures

Durée de l'épreuve : 30 min

POMPAGE PHOTOVOLTAÏQUE

CORRIGE



Pompage photovoltaïque

1. PRESENTATION DU SUPPORT

2. STRUCTURE ET FONCTION DE L'INSTALLATION (2 points)

➔ **Question 21 :** Indiquer quel élément technologique répond à la fonction "Convertir l'énergie mécanique de rotation en énergie hydraulique".

Pompe volumétrique

➔ **Question 22 :** Indiquer quelle est la fonction principale réalisée par les "Panneaux solaires" et quelle conversion ils réalisent.

Alimenter

Ils transforment l'énergie solaire lumineuse en énergie électrique.

3. ETUDE DE L'INFLUENCE DE MATERIELS DE POMPAGE AU RENDEMENT ELEVE (6 points)

Détermination de la quantité d'énergie journalière nécessaire et sélection des constituants

➔ **Question 31 :** A partir du besoin, calculer le débit volumique journalier moyen Q (m^3/j) nécessaire en période estivale afin d'abreuver toutes les bêtes.

Q = nombre de têtes de bétail x consommation unitaire journalière

$Q = 500 \times 40$

$Q = 20\ 000\ l/j = 20\ m^3/j$

Choix de la moto-pompe électrique

➔ **Question 32 :** Effectuer le choix de la pompe à l'aide de la table de dimensionnement du constructeur Lorentz© donnée sur le DT1. Préciser sa référence (étapes 1 et 2 des « instructions ») sur le schéma bloc du DR1.

HMT = 71,4 m → colonne du tableau : 80 m, sous-colonne : avec suiveur
 $Q = 20\ m^3/j$ → ligne

} Pompe HR-10

➔ **Question 33 :** Toujours à partir de DT1 indiquer sur le schéma bloc du DR1 les rendements maximaux η_{max} de la "Pompe" et de l'ensemble "Contrôleur-Moteur". Ces rendements correspondent à un fonctionnement supposé au point nominal.

η_{max} Contrôleur-Moteur = 92%

η_{max} Pompe = 64%

Calcul de l'énergie moyenne nécessaire

➔ **Question 34 :** Calculer l'énergie hydraulique équivalente nécessaire à l'élévation de cette quantité d'eau sur cette hauteur pendant une journée et l'indiquer sur le schéma bloc du DR1. Pour cela on donne l'expression suivante : $E_{hydr}(W.h) = [(g \cdot \sigma) / 3600] \times Q \times HMT$ avec : g : constante de la gravité = $9,81\ m^2/s$, σ : masse volumique de l'eau = $1000\ kg/m^3$.

$E_{hydr}(W.h) = [(g \cdot \sigma) / 3600] \times Q \times HMT$

$E_{hydr}(W.h) = [(9,81 \cdot 1000) / 3600] \times 20 \times 71,4$

$E_{hydr}(W.h) = 3891\ Wh$

➔ **Question 35 :** Calculer l'énergie électrique moyenne $E_{elec_moy}(W.h)$ absorbée par le système de pompage en tenant compte du rendement moyen de l'ensemble {contrôleur + moteur + pompe} et l'indiquer sur le schéma bloc du DR1.

$E_{elec_moy}(W.h) = E_{hydr} / \eta_{moy} = E_{hydr} / (0,83 \times \eta_{max\ Pompe} \times \eta_{max\ Contrôleur-Moteur})$

$E_{elec_moy}(W.h) = 3891 / (0,83 \times 92\% \times 64\%)$

$E_{elec_moy}(W.h) = 7958\ Wh$

➔ **Question 36 :** Conclure sur l'influence du rendement des constituants sur l'énergie que devront fournir les panneaux.

Plus le rendement des constituants sera faible et plus les panneaux devront fournir d'énergie pour un même service rendu. Cela influe donc directement sur le nombre de panneaux.

4. ETUDE DU FONCTIONNEMENT ET DETERMINATION DE LA CONSOMMATION SUPPLEMENTAIRE ENGENDREE PAR LES SUIVEURS (12 points)

➔ **Question 41 :** Indiquer quelle est la raison du positionnement à "midi" en fin de journée sachant que le suiveur est alimenté par une batterie. (0,25 point)

La mise en position "midi" pour la position de repos en fin de journée place le système de manière optimale en cas de défaut de fonctionnement le lendemain (batterie déchargée, problème mécanique...).

4.1. VALIDATION DU CHOIX DE L'ACTIONNEUR / SUIVEUR (5,75 points)

4.1.1. Vérification de la valeur d'effort à exercer par l'actionneur linéaire.

➔ **Question 4111 :** Déterminer la valeur du poids de l'ensemble mobile noté P ainsi que la valeur de la composante du poids portée par l'axe \vec{n} notée P_n ; puis tracer les vecteurs représentant le poids P en vert et la composante P_n en bleu sur le schéma architectural du DR2 (faire un tracer explicite et annoté).

$$P = M \cdot g$$

$$P = [(4 \times 11) + 13] \times 9,81$$

$$P = 559 \text{ N}$$

$$P_n = P \cdot \sin \alpha = M \cdot g \cdot \sin \alpha$$

$$P_n = 559 \sin 40^\circ$$

$$P_n = 359 \text{ N}$$

➔ **Question 4112 :** Reporter la composante P_n toujours en bleu sur le schéma d'étude du DR2 pour cette nouvelle position d'étude.

Voir DR3

➔ **Question 4113 :** Déterminer la valeur de la force de traînée notée F_T dans le cas le plus défavorable défini précédemment et tracer le vecteur la représentant en rouge sur le schéma d'étude du DR2.

Nota bene : une fiche de synthèse sur la force de traînée est à disposition en DT2.

$$F_T = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot S \cdot C_x \cdot v^2 \text{ avec } S = L \cdot l \cdot \cos \beta$$

$$F_T = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot L \cdot l \cdot \cos \beta \cdot C_x \cdot V^2$$

$$F_T = \frac{1}{2} \times 1,2 \times 2,97 \times 1,5 \times \cos 45^\circ \times 1,1 \times (85 \cdot 10^3 / 3600)^2$$

$$F_T = 1159 \text{ N}$$

➔ **Question 4114 :** Déterminer la valeur du moment du couple exercé autour de l'axe de rotation par les effets de la pesanteur et du vent noté C .

$$C = (F_T + P_n) \cdot OG \cdot \sin \beta$$

$$C = (1159 + 359) \cdot 50 \cdot 10^{-3} \cdot \sin 45^\circ$$

$$C = 53,7 \text{ Nm} = 5,37 \text{ daNm}$$

➔ **Question 4115 :** Déterminer la valeur de l'effort, noté F_v , que doit exercer le vérin pour contrer les effets de la pesanteur et du vent dans de telles conditions (préciser et redessiner à main levée sur la feuille de copie l'ensemble isolé ; écrire le bilan des actions mécaniques extérieures appliquées à l'ensemble isolé de façon littérale ; indiquer la propriété, le principe ou le théorème utilisé puis résoudre ; et enfin tracer le vecteur représentant l'effort noté F_v en noir sur le schéma d'étude du DR2).

On isole l'ensemble mobile.

On fait le bilan des actions mécaniques extérieures s'exerçant sur l'ensemble isolé :

- Pesanteur (seulement la composante P_n intervient)
- Traînée F_T
- Action du vérin F_v
- Action de la liaison pivot d'axe "perpendiculaire au schéma" et passant par O

On énonce le Principe Fondamental de la Statique :

Un système matériel est en équilibre statique si la somme des actions mécaniques exercées sur le système matériel est nulle (la somme des forces est nulle et la somme des moments écrits au même point est nulle).

On choisit de réaliser une résolution analytique (on peut remarquer que le problème peut être considéré comme étant un problème plan).

On écrit l'équation des moments autour de l'axe "perpendiculaire au schéma" et passant par O :

$$\overrightarrow{MO, pesant} + \overrightarrow{MO, F_T} + \overrightarrow{MO, F_V} + \overrightarrow{MO, liaison} = \vec{0}$$

En projection sur l'axe "perpendiculaire au schéma" et passant par O :

$$(P_n \cdot OG \cdot \sin \beta) + (F_T \cdot OG \cdot \sin \beta) + (-F_V \cdot \sin \varphi \cdot BG - F_V \cdot \cos \varphi \cdot (AB - OG)) + 0 = 0$$

$$(P_n + F_T) \cdot OG \cdot \sin \beta - F_V \cdot (BG \cdot \sin \varphi + (AB - OG) \cdot \cos \varphi) = 0$$

$$F_V = \underbrace{[(P_n + F_T) \cdot OG \cdot \sin \beta]}_C / [(BG \cdot \sin \varphi + (AB - OG) \cdot \cos \varphi)]$$

$$F_V = C / [(BG \cdot \sin \varphi + (AB - OG) \cdot \cos \varphi)]$$

$$F_V = 53,7 / [(380 \cdot 10^{-3} \cdot \sin 63,5^\circ + (60 \cdot 10^{-3} - 50 \cdot 10^{-3}) \cdot \cos 63,5^\circ)]$$

$$F_V = 155,9 \text{ N}$$

➔ **Question 4116** : Conclure quant à la véracité de la valeur de l'effort maximal à exercer annoncée par le constructeur.

$$F_V = 155,9 \text{ N} < 200 \text{ N} \quad \text{VRAI !}$$

La valeur annoncée par le constructeur est bien vérifiée.

5.1.2. Justification du surdimensionnement de l'actionneur.

➔ **Question 4121** : Justifier qualitativement les raisons qui ont pu pousser le constructeur à faire ce choix.

Le constructeur a choisi une gamme de vérin existant en grande série afin de faire baisser les coûts en respectant le minimum de caractéristique d'effort nécessaire.

- Intérêts :
- Coût plus faible en choisissant de la grande série
 - Disponibilité à peu près partout dans le monde
 - Maintenance (réparation/remplacement) économique et aisée

4.2. VALIDATION DE LA VALEUR DE CONSOMMATION AFFICHEE PAR LE CONSTRUCTEUR (6 points)

4.2.1. Vérification du temps journalier de fonctionnement de l'actionneur.

➔ **Question 4211** : Représenter le système en position "soir" sur le schéma cinématique du DR3.

Voir DR4

➔ **Question 4212** : Déterminer la course de la tige du vérin à partir des tracés de la question précédente (expliquer succinctement mais clairement la méthode utilisée).

En position "matin", $AC = 20,5 \text{ mm} (x10 = 205 \text{ mm}) =$ longueur en position tige rentrée.

En position "soir", $A'C = 65 \text{ mm} (x10 = 650 \text{ mm}) =$ longueur en position tige sortie.

La course de la tige de vérin est la différence entre la longueur en position tige sortie et la longueur en position tige rentrée.

$$\text{Course} = (A'C - AC) \times \text{échelle}$$

$$\text{Course} = (65 - 20,5) \times 10$$

$$\text{Course} = 445 \text{ mm}$$

➔ **Question 4213** : Compléter le schéma bloc représentant le flux d'énergie traversant l'actionneur qui est ébauché sur le DR3 (nom des sous-systèmes dans les blocs ; grandeurs caractéristiques des sous-systèmes sous les blocs ; type d'énergie au dessus des liaisons entre blocs ; actions mécaniques, grandeurs cinématiques et puissances sous les liaisons entre blocs) et indiquer quelles grandeurs physiques représentent les abréviations utilisés ainsi que leurs unités.

Voir DR3

→ **Question 4214** : Déterminer le rapport de transmission du réducteur à engrenages $r = \frac{\omega_r}{\omega_m}$.

$$r = \frac{\omega_r}{\omega_m} = (Z_1 \cdot Z_3) / (Z_2 \cdot Z_4)$$

$$r = (7 \times 10) / (46 \times 46)$$

$$r = 35 / 1058 = 0.0331 = 1/30$$

→ **Question 4215** : Déterminer le temps de fonctionnement journalier de l'actionneur noté **tfj**.

$$tfj = (\text{course} \times 2) / V_{\text{tige}} = (\text{course} \times 2) / (N_m \cdot r \cdot \text{pas})$$

$$tfj = (445 \times 2) / (1200 \times 1/30 \times 5)$$

$$tfj = 4,45 \text{ min} = 4 \text{ min } 27 \text{ s} = 267 \text{ s}$$

→ **Question 4216** : Déterminer la valeur de l'angle qui doit être réglé entre les deux "bosses" de la came faisant office de butée angulaire.

$$\theta_{\text{came}} / \theta_m = N_{\text{came}} / N_m = (Z_1 \cdot Z_6 \cdot Z_8 \cdot Z_{10} \cdot Z_{12} \cdot Z_{14}) / (Z_5 \cdot Z_7 \cdot Z_9 \cdot Z_{11} \cdot Z_{13} \cdot Z_{15}) \text{ avec } \theta_m = N_m \cdot tfj / 2 \cdot 2\pi$$

$$\text{d'où } \theta_{\text{came}} = N_m \cdot tfj / 2 \cdot 2\pi \cdot (Z_1 \cdot Z_6 \cdot Z_8 \cdot Z_{10} \cdot Z_{12} \cdot Z_{14}) / (Z_5 \cdot Z_7 \cdot Z_9 \cdot Z_{11} \cdot Z_{13} \cdot Z_{15})$$

$$\theta_{\text{came}} = 1200 \cdot 4,45 / 2 \cdot 2\pi \cdot (7 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10) / (22 \times 41 \times 41 \times 41 \times 41 \times 53)$$

$$\theta_{\text{came}} = 3,564 \text{ rad} = 204,2^\circ$$

→ **Question 4217** : Conclure quant à la véracité de la valeur de temps journalier de fonctionnement annoncée par le constructeur.

$$tfj = 4 \text{ min } 27 \text{ s} < 16 \text{ min} \quad \text{VRAI !}$$

Le constructeur ne ment pas et annonce même une valeur en prenant une grande marge de "sécurité" dans ce qu'il dit.

4.2.3. Validation de la valeur de consommation supplémentaire due au suiveur.

→ **Question 4231** : Compléter sur le **DR1** le chronogramme relatif à la tension d'alimentation appliquée au moteur à courant continu d'un suiveur sur ordre de la carte de commande.

Voir DR2

→ **Question 4232** : Relever les valeurs de courant moyen absorbé pour un déplacement à l'est puis à l'ouest à l'aide des deux oscillogrammes fournis dans le **DT1**.

Pour un déplacement à l'ouest :

$$\langle Im \rangle_o = (\text{amplitude oscillogramme} \times \text{calibre oscilloscope}) / (\text{calibre pince ampèremétrique})$$

$$\langle Im \rangle_o = (1,2 \text{ carreau} \times 50 \text{ mV/carreau}) / (100 \text{ mV/A})$$

$$\langle Im \rangle_o = 0,6 \text{ A}$$

Pour un déplacement à l'est :

$$\langle Im \rangle_e = (\text{amplitude oscillogramme} \times \text{calibre oscilloscope}) / (\text{calibre pince ampèremétrique})$$

$$\langle Im \rangle_e = (1,2 \text{ carreau} \times 50 \text{ mV/carreau}) / (100 \text{ mV/A})$$

$$\langle Im \rangle_e = 0,6 \text{ A}$$

Ces deux valeurs sont identiques ce qui est normal dans les mêmes conditions de déplacement.

→ **Question 4233** : Calculer la puissance absorbée $P_{\text{mot_abs}}$ (W) par le moteur d'un suiveur. En déduire l'énergie consommée W_{js} (W.h) en une journée (temps de fonctionnement journalier **tfj** de **300s**) et W_{es} (W.h) en une année d'utilisation (**212 jours**). Conclure.

$$P_{\text{mot_abs}} = \langle U_m(t) \rangle \cdot \langle I_m(t) \rangle$$

$$P_{\text{mot_abs}} = 12 \times 0,6$$

$$P_{\text{mot_abs}} = 7,2 \text{ W}$$

$$W_{js} = P_{\text{mot_abs}} \cdot tfj \text{ avec } tfj \text{ en h soit } tfj = 300 \text{ s} = 0.0833 \text{ h}$$

$$W_{js} = 7,2 \times 0,0833$$

$$W_{js} = 0,60 \text{ Wh}$$

$$W_{es} = W_{js} \times n^{\text{bre}} \text{ de jour}$$

$$W_{es} = 0,60 \times 212$$

$$W_{es} = 127,2 \text{ Wh}$$

$W_{es} = 127,2 \text{ Wh} \ll 1,25 \text{ kWh}$ donné pour l'Etatrack le plus gros. L'énergie consommée annuellement par un Etatrack©400 est inférieure à ce qu'indique le constructeur. Cela dit, la valeur calculée a été déterminée à partir de mesures effectuées en absence de vent...

➔ **Question 4234** : Si deux suiveurs Etatrack400© sont nécessaires pour supporter et orienter les n panneaux du champ photovoltaïque, comparer la valeur de l'énergie quotidienne consommée $W_{js-2syst}$ aux 8kW.h produits pour le pompage. Conclure.

$$W_{js-2syst} = 2 \cdot W_{js}$$

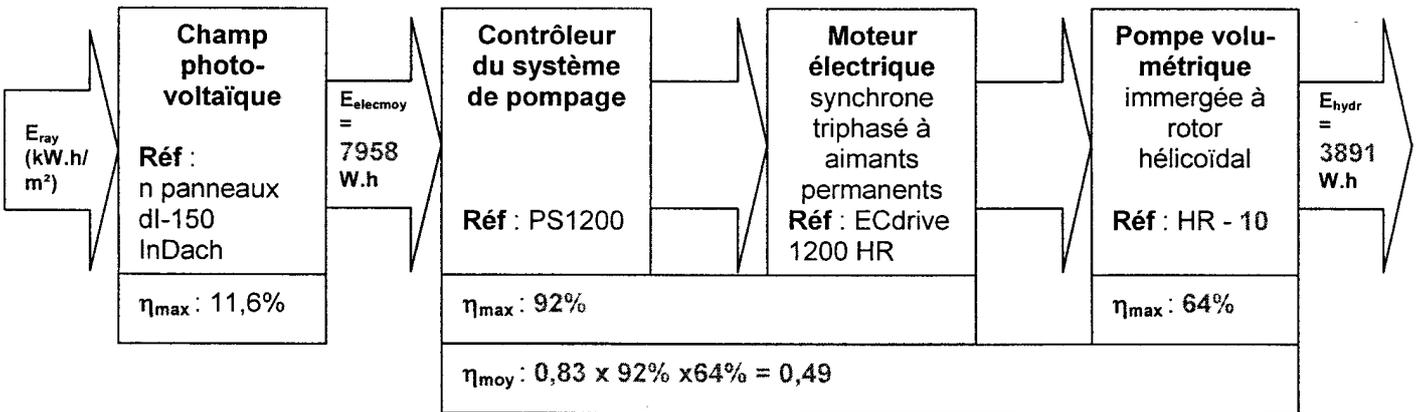
$$W_{js-2syst} = 2 \cdot 0,6$$

$$W_{js-2syst} = 1,2 \text{ Wh}$$

$$W_{js-2syst} = 1,2 \text{ Wh} \ll 8 \text{ kWh}$$

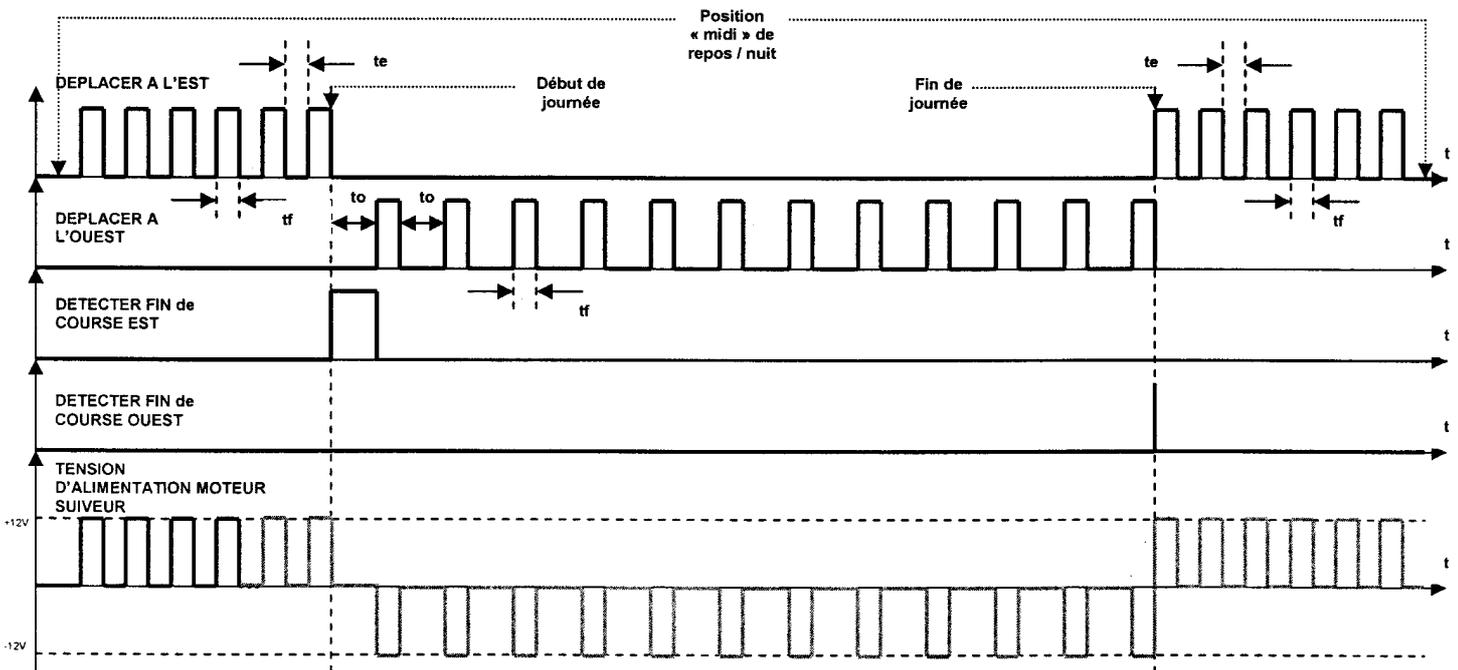
On remarque que la valeur est très faible en regard de ce qui est produit par les panneaux chaque jour pour alimenter la pompe. On peut négliger la consommation du système suiveur. Cela dit, la valeur calculée a été déterminée à partir de mesures effectuées en absence de vent...

SCHEMA-BLOC REPRESENTANT LE FLUX D'ENERGIE TRAVERSANT L'INSTALLATION Questions 32-33-34-35



CHRONOGRAMMES DE FONCTIONNEMENT DE LA POURSUITE SUR 24H EN MODE AUTOMATIQUE

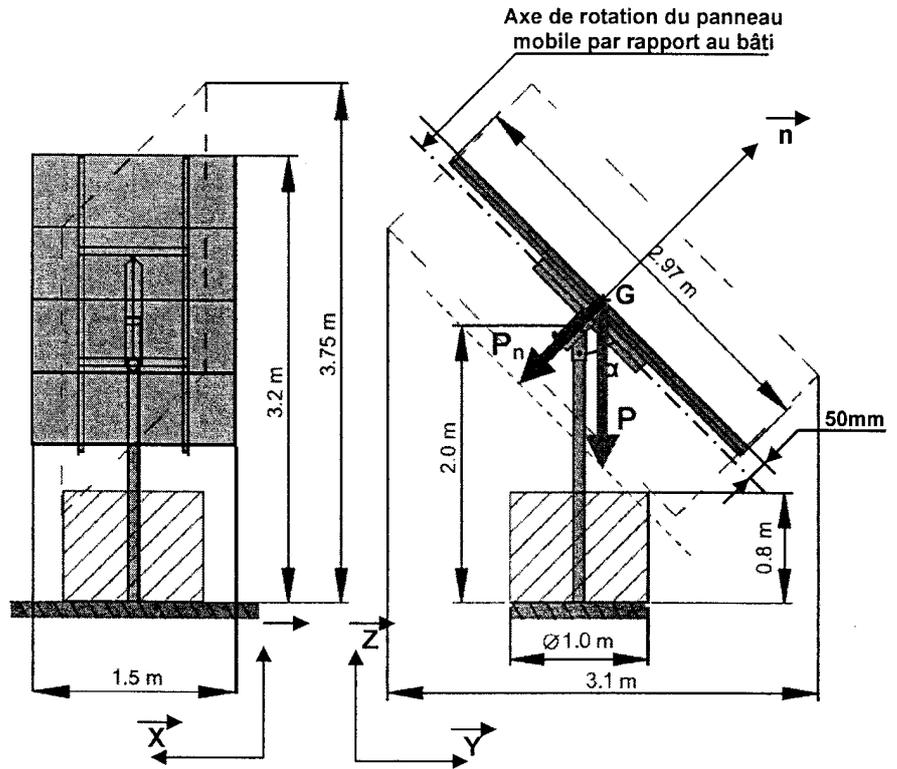
Question 4231



SCHEMA ARCHITECTURAL DE L'ENSEMBLE PANNEAU SOLAIRE EN POSITION "MIDI"

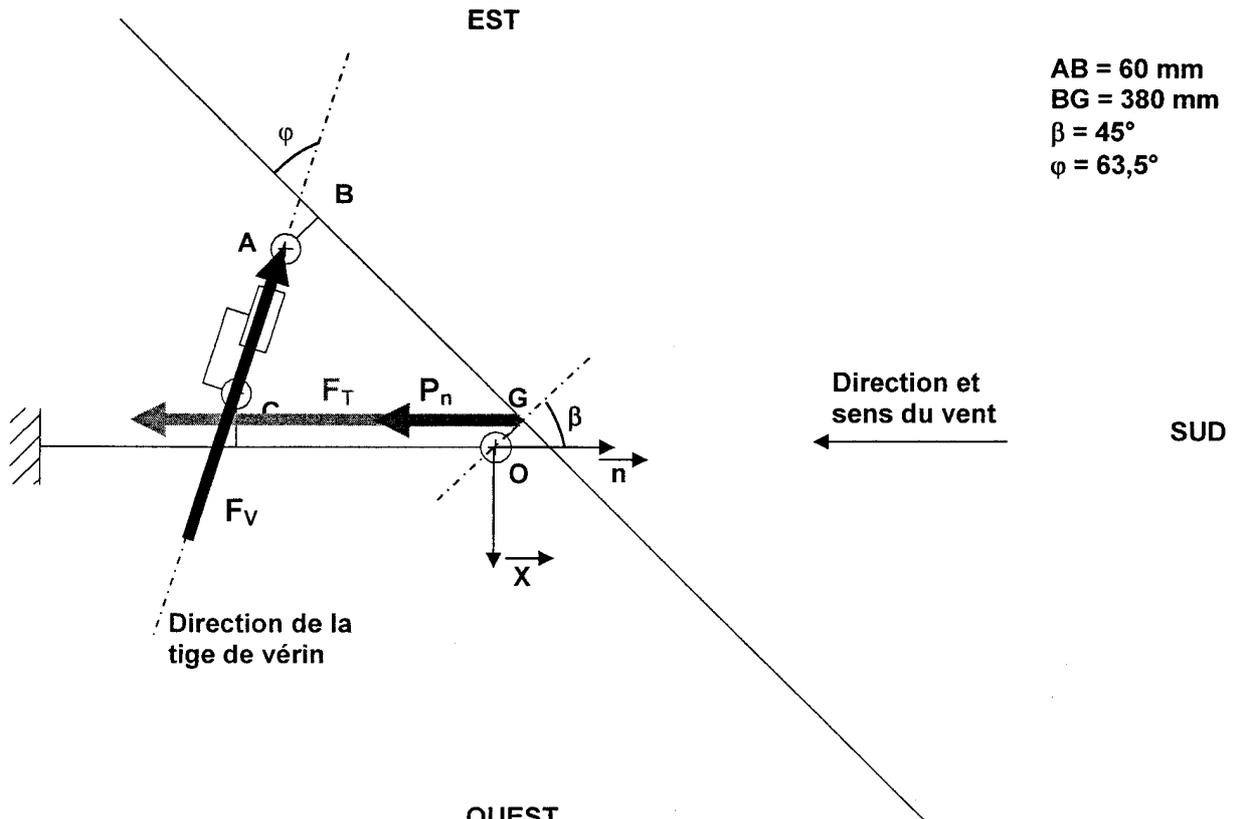
Question 4111

Nota bene : ce schéma n'est pas représenté à l'échelle, les proportions ne sont qu'indicatives, seule la cotation est représentative !



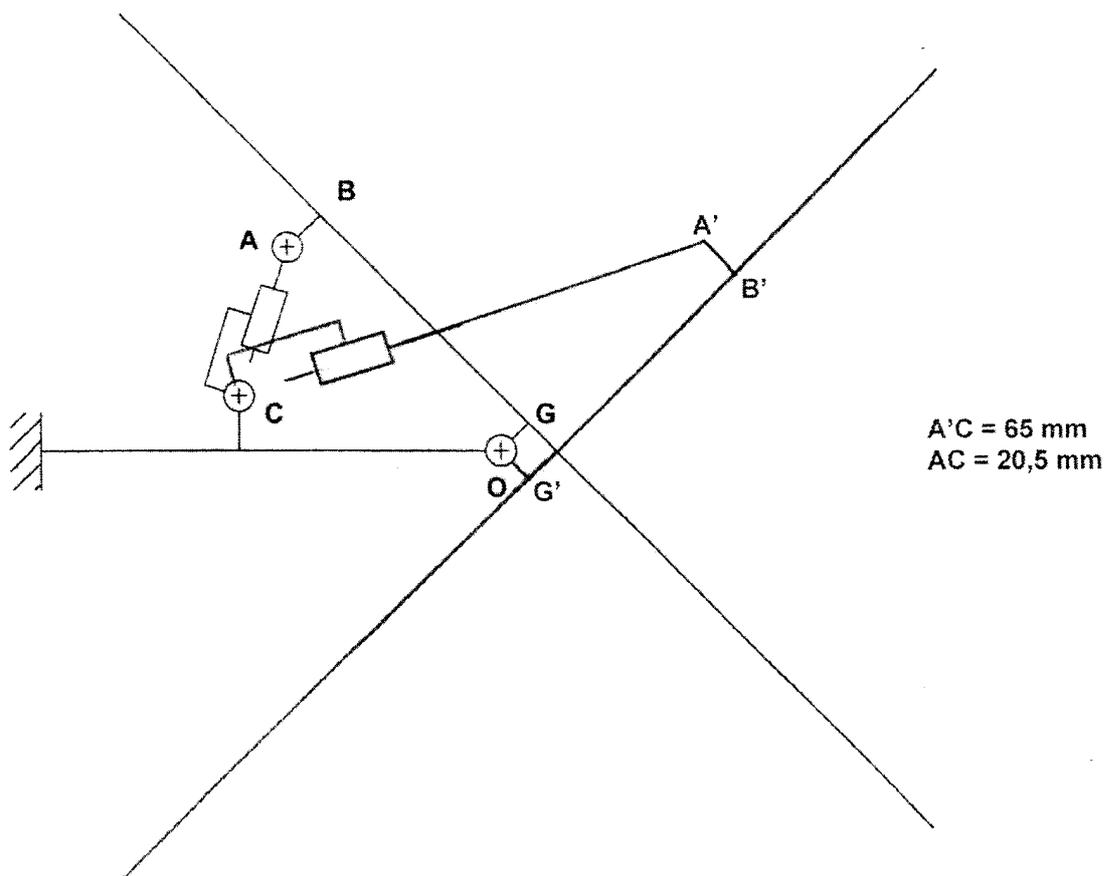
SCHEMA D'ETUDE DANS LE PLAN ORTHOGONAL A L'AXE DE ROTATION EN POSITION "MATIN"

Questions 4112-4113-4115

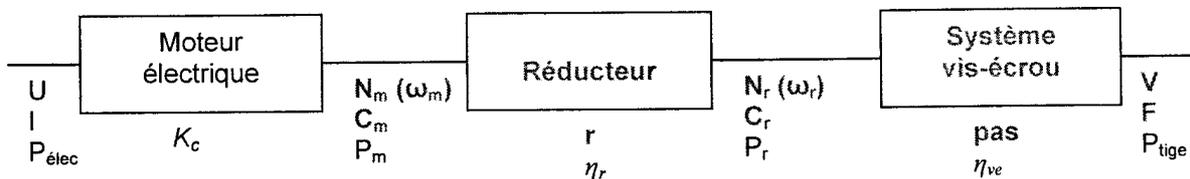


SCHEMA CINEMATIQUE DU SYSTEME "ETATRACK 400" (représenté à l'échelle) Question 4211

Echelle 1 : 10



SCHEMA-BLOC REPRESENTANT LE FLUX D'ENERGIE TRAVERSANT L'ACTIONNEUR Question 4213

Energie
électriqueEnergie
mécanique de
rotationEnergie
mécanique
de rotationEnergie
mécanique de
translation

- avec U la tension aux bornes du moteur en V ,
 I l'intensité traversant le moteur en A ,
 $P_{\text{élec}}$ la puissance électrique absorbée par le moteur en W ,
 P_m la puissance mécanique fournie par le moteur en W ,
 P_r la puissance mécanique en sortie du réducteur en W ,
 P_{tige} la puissance mécanique en sortie du système vis-écrou en W ,
 K_c la constante de couple du moteur en Nm/A ,
 η_r le rendement du réducteur,
 η_{ve} le rendement du système vis-écrou,
 N_m (ou ω_m) la fréquence de rotation en tr/min (ou la vitesse angulaire en rd/s) du moteur,
 N_r (ou ω_r) la fréquence de rotation en tr/min (ou la vitesse angulaire en rd/s) du réducteur,
 V la vitesse linéaire de la tige de vérin en m/s ,
 C_m le couple du moteur en Nm ,
 C_r le couple en sortie du réducteur en Nm ,
 F la force exercée par la tige de vérin en N ,
 r le rapport de transmission du réducteur,
 pas le pas du système vis-écrou en mm .

Ce document a été téléchargé sur le site ressource

www.gecif.net

Téléchargez librement sur Gecif.net :

- ✎ des cours et des TP de Génie Electrique**
- ✎ des exercices et des évaluations avec corrections**
- ✎ des ressources Automgen, ISIS Proteus et Flowcode**
- ✎ des QCM pour réviser les cours et vous entraîner**
- ✎ des logiciels d'électronique pour les installer chez vous**
- ✎ des dossiers techniques de systèmes originaux**
- ✎ des fiches pratiques sur tous les domaines des sciences de l'ingénieur**
- ✎ des sujets de BAC avec la correction officielle**
- ✎ et bien plus encore sur Gecif.net !**