

4	مدة الإنجاز	علوم المهندس	المادة
8	المعامل	شعبة العلوم والتكنولوجيات مسلك العلوم والتكنولوجيات الكهربائية	الشعبة أو المسلك

Système de pompage photovoltaïque (PPV)

- ☞ Le sujet comporte au total 22 pages.
- ☞ Le sujet comporte 3 types de documents :
 - Pages 02 à 11 : Socle du sujet comportant les situations d'évaluation (SEV) (Couleur **Jaune**).
 - Pages 12 et 13 : Documents ressources portant la mention

DRES XX

 (Couleur **Rose**).
 - Pages 14 à 22 : Documents réponses portant la mention

DREP XX

 (Couleur **Blanche**).

Le sujet comporte 3 situations d'évaluation (SEV) :

- **SEV1** : ANALYSE FONCTIONNELLE ET ÉTUDE ÉNERGÉTIQUE(sur 31 points)
- **SEV2** : ÉTUDE DE L'ACQUISITION ET DE TRAITEMENT DE L'INFORMATION (sur 28 points)
- **SEV3** : ÉTUDE DE LA TRANSMISSION DE PUISSANCE(sur 21 points)

Les 3 SEV sont indépendantes et peuvent être traitées dans un ordre quelconque après lecture des paragraphes I, II, III et IV (pages 2 et 3).

La numérotation des questions est continue : de la Question 1 à la Question 48.

- ☞ Toutes les réponses doivent être rédigées sur les documents réponses :

DREP XX

.
- ☞ Les pages portant en haut la mention

DREP XX

 (Couleur Blanche) doivent être obligatoirement jointes à la copie du candidat même si elles ne comportent aucune réponse.
- ☞ Le sujet est noté sur 80 points.

- ☞ Aucun document n'est autorisé.
- ☞ Sont autorisées les calculatrices non programmables.

I - INTRODUCTION

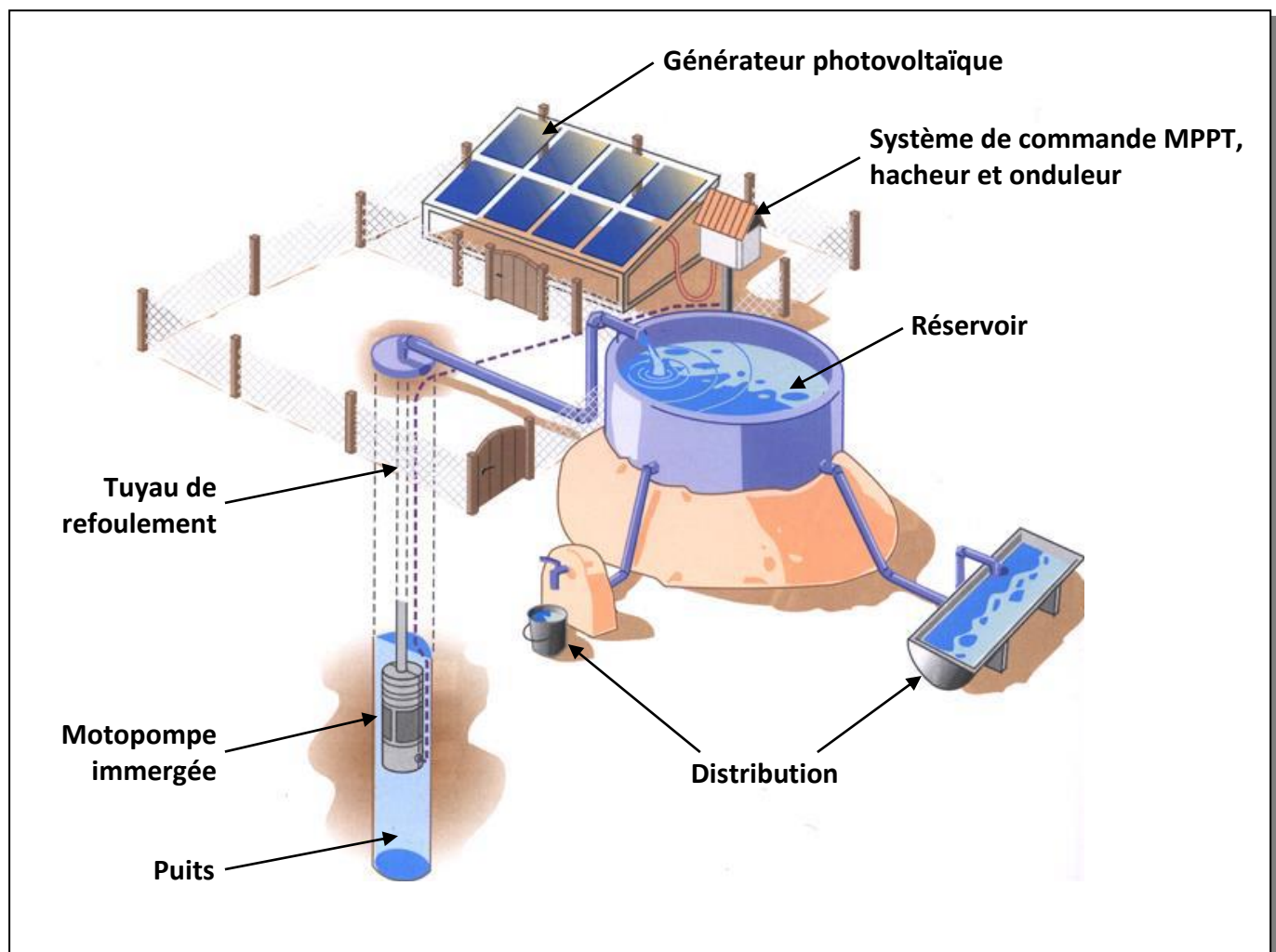
Ces dernières années, les énergies renouvelables et non polluantes tel que le photovoltaïque deviennent de plus en plus utilisées pour les raisons suivantes :

- Energie renouvelable et propre ;
- La matière de base des modules photovoltaïques, le silicium, est abondante ;
- La possibilité de fournir de l'énergie à des sites isolés.

Une des applications importantes est l'alimentation en énergie électrique des sites isolés de pompage d'eau souterraine pour subvenir au besoin des populations en eau potable et pour l'irrigation.

Le sujet de cette épreuve a pour objectif l'étude d'un système de pompage photovoltaïque (PPV) d'un site isolé.

II - DESCRIPTION DU SYSTEME

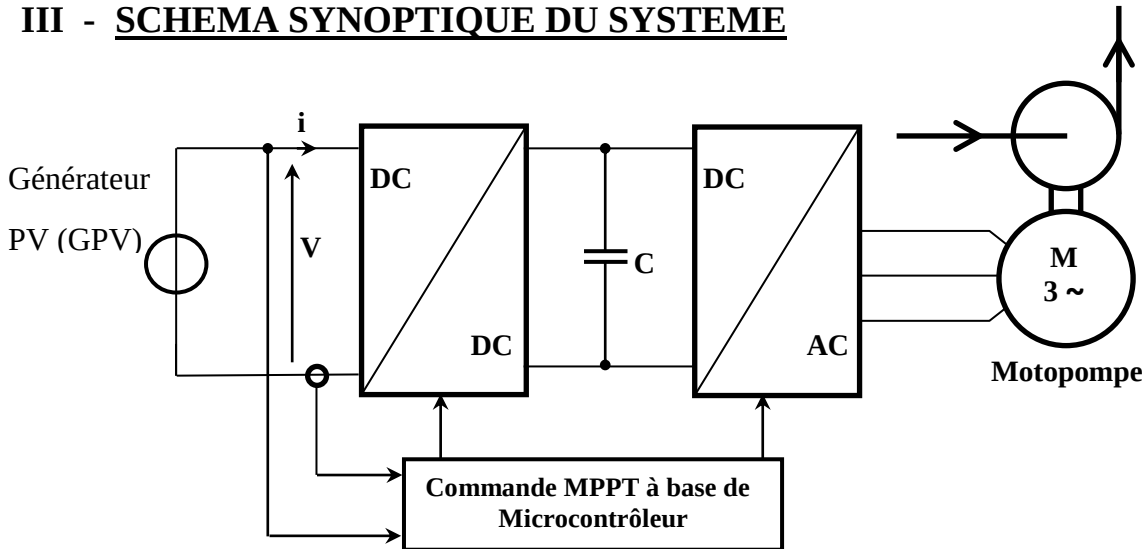


Le système de pompage photovoltaïque est constitué des éléments suivants :

- **Un générateur photovoltaïque** composé de modules photovoltaïques, interconnectés électriquement entre eux pour produire du courant continu (DC) à partir des rayons solaires ;
- **Un sous-système de nettoyage** périodique (non représenté) ;
- **Un sous-système de commande MPPT** permettant de suivre le point de fonctionnement optimal, constitué principalement d'un hacheur commandé par un microcontrôleur ;
- **Une motopompe immergée**, constituée d'une pompe et d'un moteur asynchrone triphasé commandé via un onduleur ;
- **Un onduleur** assurant l'alimentation en courant alternatif (AC) de la motopompe ;

- Une **infrastructure hydraulique** qui conduit l'eau de sa source (puits), jusqu'aux points de distribution. Celle-ci comporte les quatre éléments suivants :
 - La source d'eau ;
 - La conduite d'amenée jusqu'au stockage ;
 - Un réservoir de stockage de l'eau ;
 - Le réseau de distribution d'eau depuis le stockage jusqu'aux lieux de consommation.

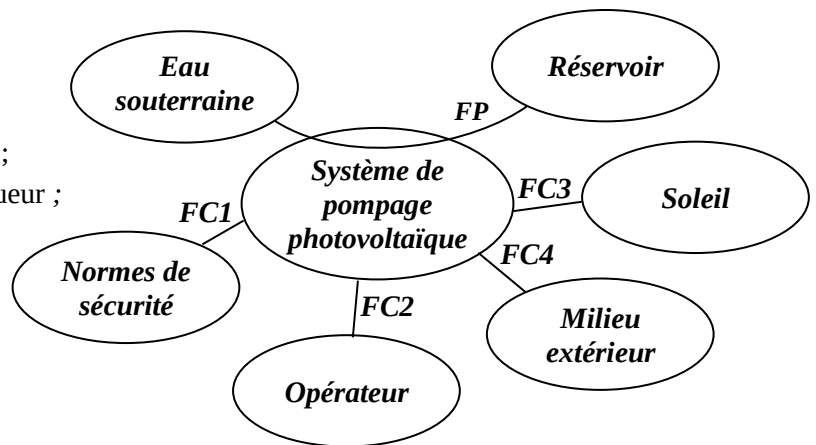
III - SCHEMA SYNOPTIQUE DU SYSTEME



IV - DIAGRAMME DES INTERACTIONS.

Définition des fonctions de service.

- **FP** : Alimenter le réservoir en eau souterraine ;
- **FC1** : Respecter les normes de sécurité en vigueur ;
- **FC2** : Être manœuvré par un opérateur ;
- **FC3** : Être exposé aux rayons solaires ;
- **FC4** : S'adapter au milieu extérieur.



V - SITUATIONS D'ÉVALUATION (SEV)

SEV 1

ANALYSE FONCTIONNELLE ET ETUDE ENERGETIQUE

31 points

Tâche 1 : Analyse fonctionnelle :

Question : 1. Compléter le diagramme « bête à cornes ».

1,5 pt

Question : 2. Citer les deux catégories des fonctions de service.

1 pt

Question : 3. Compléter le FAST partiel.

2 pts

Tâche 2 : Calcul de puissances

Cette tâche consiste à calculer la puissance hydraulique moyenne P_h nécessaire pour déplacer un volume d'eau d'une hauteur manométrique totale H , et la puissance électrique quotidienne P_e fournie par les modules photovoltaïques.

La puissance P_h nécessaire est donnée par la relation suivante :

$$P_h = \frac{g \cdot H \cdot Q}{3,6}$$

P_h : puissance hydraulique en (W)
 Q : débit d'eau en (m^3/h)
 H : hauteur manométrique totale en (m)

Question : 4. Calculer la valeur de la puissance P_h (en W) sachant que le débit d'eau est de $6,7 m^3/h$ et que la hauteur H est de 45 mètres (prendre $g = 10 N.kg^{-1}$). 1 pt

En fonctionnement nominal les rendements de la motopompe η_{mp} est de 60 %, de l'onduleur η_{ond} est de 90 % et du hacheur η_H est de 100 %.

On admet que $P_e = \frac{P_h}{\eta_{mp} \cdot \eta_H \cdot \eta_{ond}}$

Question : 5. Calculer la puissance électrique P_e (en W) correspondante. 1 pt

Tâche 3 : Groupement des modules photovoltaïques

Le générateur photovoltaïque est constitué de plusieurs modules en silicium (figure 4) et les caractéristiques principales d'un seul module sont les suivantes :

- Puissance nominale : $P_{MPV} = 150 W$;
- Tension nominale : $V_{MPV} = 34,5 V$;
- Courant nominal : $I_{MPV} = 4,35 A$.

MPV : Module Photovoltaïque

Sachant que la puissance crête P_c fournie par tous les modules est de 3150 W et on désire une tension de sortie V de 241,5 V.

Question : 6. Calculer le nombre total N_t de modules constituant le générateur photovoltaïque. 2 pts

Afin de disposer de cette puissance, on doit utiliser une association mixte (associations série et parallèle) des modules (Voir figure 4).

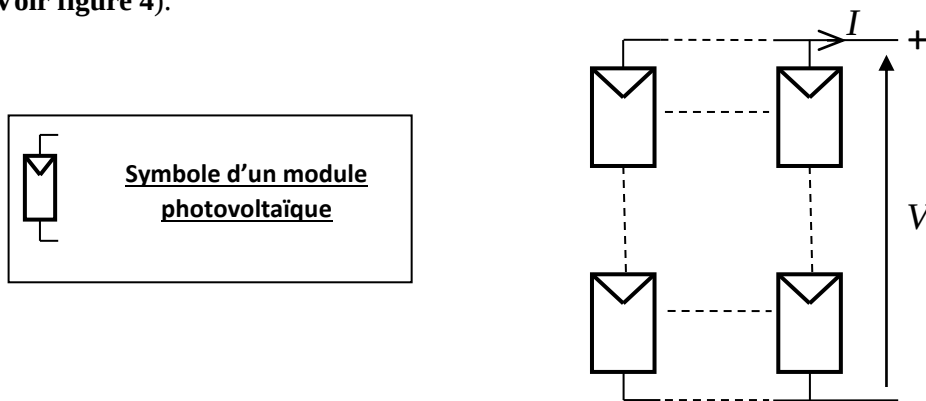


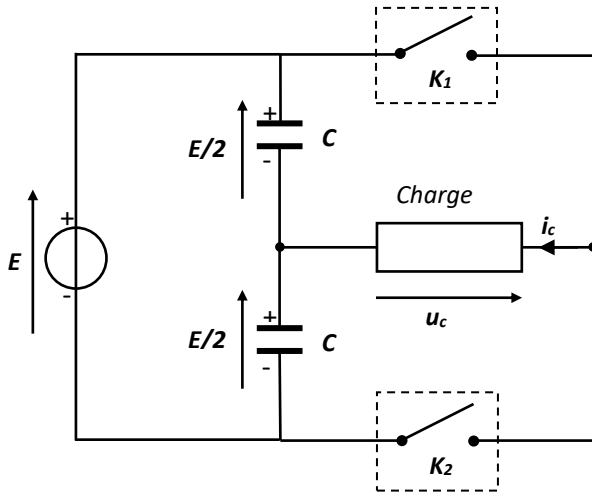
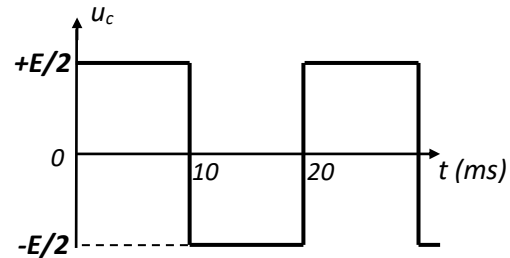
Fig. 4 : Association mixte (série et parallèle) des modules photovoltaïques

Question : 7. Calculer le nombre N_s de modules à mettre en série dans une branche pour avoir une tension du générateur $V = 241,5 V$. 1 pt

Question : 8. Quel est alors le nombre N_p de branches à mettre en parallèle ? 1 pt

Tâche 4 : Etude du principe de l'onduleur .

La motopompe est alimentée à partir d'un onduleur triphasé. Cependant, l'étude se limitera au principe d'un onduleur monophasé dont le schéma est représenté ci-dessous :

**L'oscillogramme de la tension $u_c(t)$** 

- E est une tension continue issue du hacheur.
- K_1 et K_2 sont deux interrupteurs électroniques commandés à l'ouverture et à la fermeture.
- On appelle u_c la tension aux bornes de la charge et i_c l'intensité du courant dans la charge.

On considère l'oscillogramme de la tension $u_c(t)$:

Question : 9. Cette tension est-elle : – alternative, – sinusoïdale, – continue ?

1 pt

Question : 10. Donner sa valeur moyenne U_{cmoy} .

1 pt

Question : 11. Exprimer sa valeur efficace U_c en fonction de E .

1,5 pt

Question : 12. Calculer la valeur de la fréquence f de cette tension.

1 pt

Question : 13. Compléter le tableau des conductions des interrupteurs.

2 pts

Question : 14. Proposer un montage à pont (4 interrupteurs) pour avoir une tension $u_c(t)$ de valeur efficace égale à E .

2 pts

Tâche 5 : Détermination des caractéristiques de la motopompe

La motopompe est un ensemble intégré constitué d'une pompe et d'un moteur asynchrone triphasé. Ce dernier est alimenté sous une tension entre phases $U = 220 \text{ V} - 50 \text{ Hz}$ et possède 2 pôles.

La tension composée aux bornes de la motopompe dépend de l'ensoleillement ; pour un ensoleillement fort la motopompe fonctionne au point nominal.

En fonctionnement nominal, les caractéristiques du moteur sont :

- Le courant nominal en ligne : $I_N = 5,9 \text{ A}$;
- La vitesse de rotation nominale : $N_N = 2800 \text{ tr/min}$;
- $P_N = 1,1 \text{ kW}$;
- $\cos \varphi = 0,75$.

Question : 15. Calculer la vitesse de synchronisme N_s (en tr/min) et le glissement g (en %).

2 pts

Question : 16. Déterminer la valeur de la puissance absorbée P_a .

1 pt

Question : 17. Quelle est la valeur du moment du couple utile T_U ?

1,5 pt

Question : 18. La caractéristique de moment du couple résistant $Tr(N)$ de la pompe est tracée sur le document réponse. Tracer la partie utile de la caractéristique $Tu(N)$ du moteur asynchrone, sachant qu'elle peut être assimilée à une droite. 1,5 pt

Tâche 6 : Calcul du débit pour une variation de l'ensoleillement

Pour maintenir le couple moteur disponible constant lorsque l'ensoleillement diminue, la fréquence de l'onduleur doit être réglée de façon à maintenir le rapport U/f constant.

Lors d'une diminution de l'ensoleillement, la tension diminue à $U' = 183,5 \text{ V}$.

Question : 19. Déterminer la nouvelle fréquence f' correspondante à la tension U' . 1,5 pt

Question : 20. Dédurre la nouvelle vitesse de synchronisme du moteur N_s' en tr/min. 1,5 pt

Question : 21. On rappelle que les caractéristiques $T_u(N)$ sont parallèles entre elles pour différentes fréquences. Tracer alors sur le même graphe du **DREP 04** la nouvelle caractéristique couple-vitesse et en déduire la vitesse de rotation N' en tr/min. 2 pts

Question : 22. Le débit de la pompe est proportionnel à la vitesse de rotation.

Pour $N = 2800 \text{ tr/min}$ on a $Q = 6,7 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$; calculer alors la nouvelle valeur du débit Q' . 1 pt

SEV2

Étude de l'acquisition et du traitement de l'information

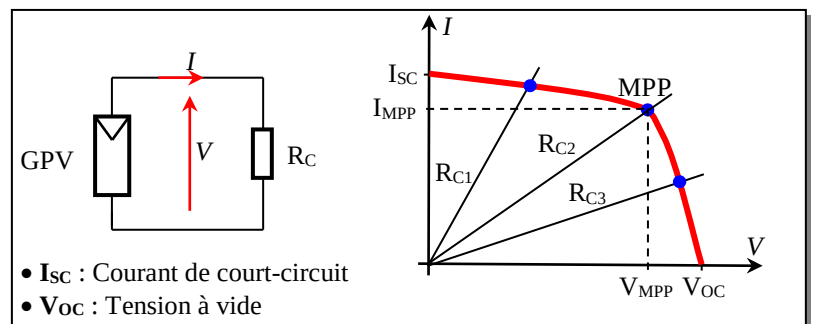
28 points

Principe de régulation de charge

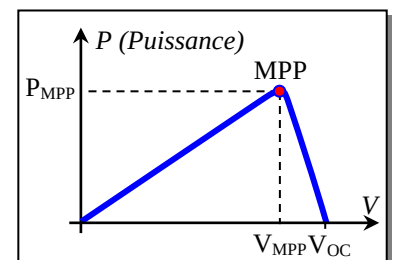
Quand un générateur photovoltaïque (**GPV**) est connecté à une charge (R_C), le point de fonctionnement est imposé par cette dernière. Dans les figures ci-dessous, on remarque que la charge R_{C2} correspond à un point de fonctionnement particulier du **GPV**, où la puissance fournie par ce dernier est maximale (**MPP : Maximum Power Point**).

On appelle R_{OPT} (Résistance optimale) la valeur de cette résistance de charge pour ce point :

$$R_{OPT} = \frac{V_{MPP}}{I_{MPP}}$$



Mais en pratique, cette valeur R_{OPT} est rarement rencontrée. D'où l'idée d'un système de régulation de charge qui agit de telle sorte que le **GPV** connecté à sa charge fonctionne au point **MPP** et fournit alors, à tout moment, sa puissance maximale. Un tel système est généralement basé sur un hacheur (convertisseur **DC/DC**) qui est commandé par un microcontrôleur (μC). La résistance vue par le **GPV** a pour expression : $R_{VPV} = \frac{V}{I} = \frac{R_C}{\alpha^2}$ (α rapport cyclique du hacheur).

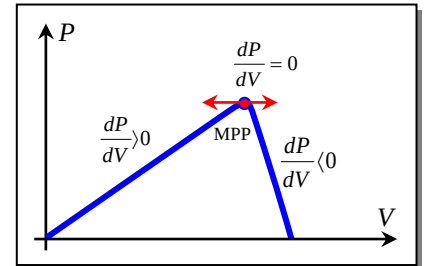


Le μC exécute alors un algorithme nommé **MPPT (Maximum Power Point Tracking)**, ayant pour but la poursuite continue du point **MPP**, en agissant sur le rapport cyclique α du signal de commande du hacheur.

Ceci permet alors en agissant sur α de régler la charge du GPV à R_{OPT} afin d'optimiser le rendement d'une installation photovoltaïque.

Tâche 1 : Régulation de la puissance maximale délivrée par le GPV

On considère la courbe de puissance $P(V)$, où pour le point **MPP**, P est maximale. Pour une installation photovoltaïque, il est d'une grande importance de récupérer à tout moment la puissance maximale d'un GPV, ce qui est le rôle du système de commande de l'installation. A cet effet, il existe plusieurs algorithmes de poursuite du point maximal **MPPT**. Dans cette épreuve, il s'agit de l'algorithme dit à « **Conductance incrémentale** ». L'idée de base d'un tel algorithme est qu'au point **MPP**, la dérivée de $P(V)$ est nulle : $P'(V) = \frac{dP}{dV} = 0$.



$$P(V) = V \cdot I \text{ et } P'(V) = \frac{dP}{dV} = I + V \frac{dI}{dV}$$

Question : 23. Montrer que pour le point **MPP** : $\frac{dI}{dV} = -\frac{I}{V}$

2 Pts

Question : 24. En se référant à la courbe $P(V)$ ci-dessus, compléter le tableau, en indiquant l'action du régulateur sur α , par : « Action sur α » ou « Pas d'action sur α ».

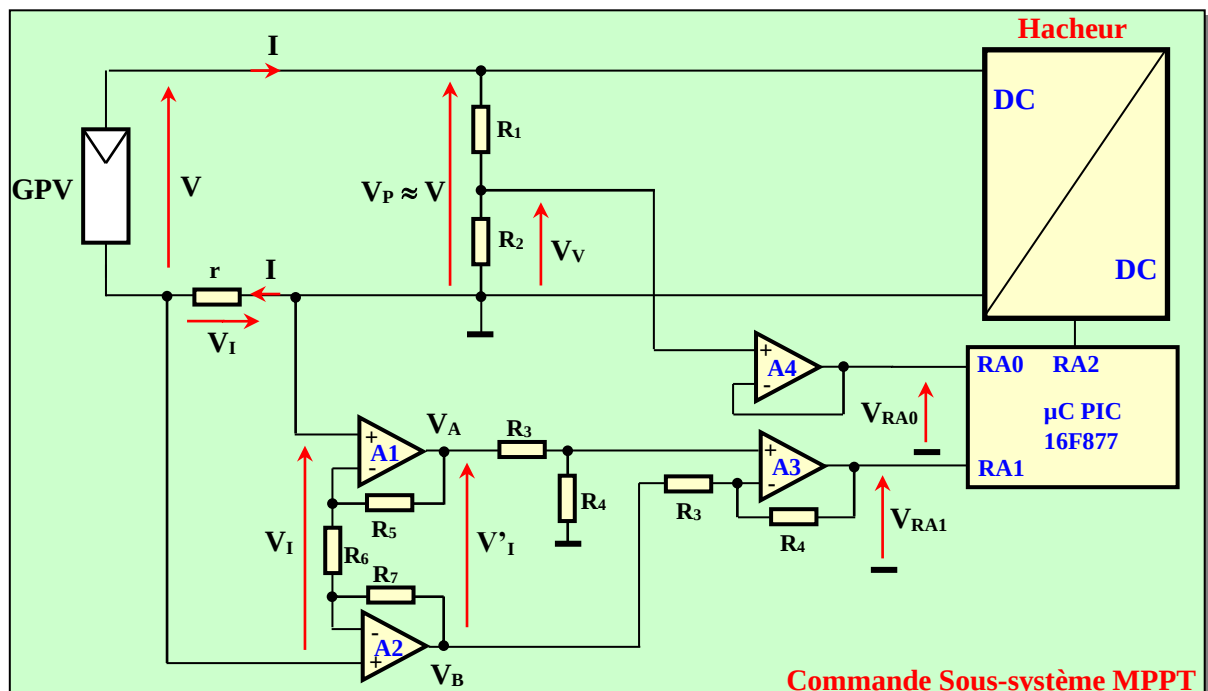
2 Pts

Tâche 2 : Acquisition des grandeurs V et I

Comme données, l'algorithme **MPPT** a besoin des valeurs du courant I et de la tension V du GPV. Le schéma de la chaîne d'acquisition de I et V est donné à la figure ci-dessous, où V_V et V_I sont les images respectives de V et de I . L'interface avec le μC est comme suit :

- **RA0** et **RA1** permettent l'acquisition respectivement de V et de I ;
- **RA2** permet la commande du hacheur par la technique **MLI** (**M**odulation de **L**argeur d'**I**mpulsion).

Les amplificateurs opérationnels (**AOP**) **A1**, **A2**, **A3** et **A4** sont considérés parfaits.



Question : 25. V_V et V_I sont les images respectivement de V et de I . Montrer alors que :

$$V_V = k_1.V \text{ et } V_I = k_2.I, \text{ et préciser les expressions de } k_1 \text{ et } k_2.$$

2 Pts

On se place dans les conditions où on a les valeurs maximales de V et de I qui sont $V_{\max} = 241,5 \text{ V}$ et $I_{\max} = 13 \text{ A}$.

Sachant que la tension aux bornes de r est $V_I = 1,3 \text{ V}$ pour $I = I_{\max}$.

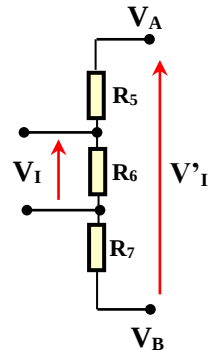
Question : 26. Calculer la valeur de r .

1 Pt

Question : 27. Le schéma équivalent de l'étage autour des AOPs A1 et A2 est représenté par la figure ci-contre. Sachant que : $R_5 = R_6 = R_7 = R$,

$$\text{montrer que : } V'_I = (V_A - V_B) = 3.V_I$$

1 Pt



On considère l'AOP A3.

Question : 28. Déterminer l'expression de V_- en fonction de V_B , V_{RA1} , R_3 et R_4 et l'expression de V_+ en fonction de V_A , R_3 et R_4 .

3 Pts

Question : 29. Montrer alors que : $V_{RA1} = 3 \frac{R_4}{R_3} V_I$

1 Pt

Question : 30. On veut avoir $V_{RA1} = 5 \text{ V}$, pour $V_I = 1,3 \text{ V}$. Déterminer les valeurs de R_3 et R_4 sachant que la somme $(R_3 + R_4) = 100 \text{ k}\Omega$.

2 Pts

On considère l'AOP A4.

Question : 31. Quel est le rôle de l'AOP A4 ?

1 Pt

Question : 32. Donner alors l'expression de V_{RA0} en fonction de V_V .

1 Pt

Question : 33. On veut que $V_{RA0} = 5 \text{ V}$ pour $V = V_{\max}$, calculer R_1 et R_2 , sachant que $(R_1 + R_2) = 100 \text{ k}\Omega$.

2 Pts

Tâche 3 : Traitement de la régulation de charge (MPPT)

Question : 34. Compléter le tableau résumant la configuration des entrées/sorties du μC .

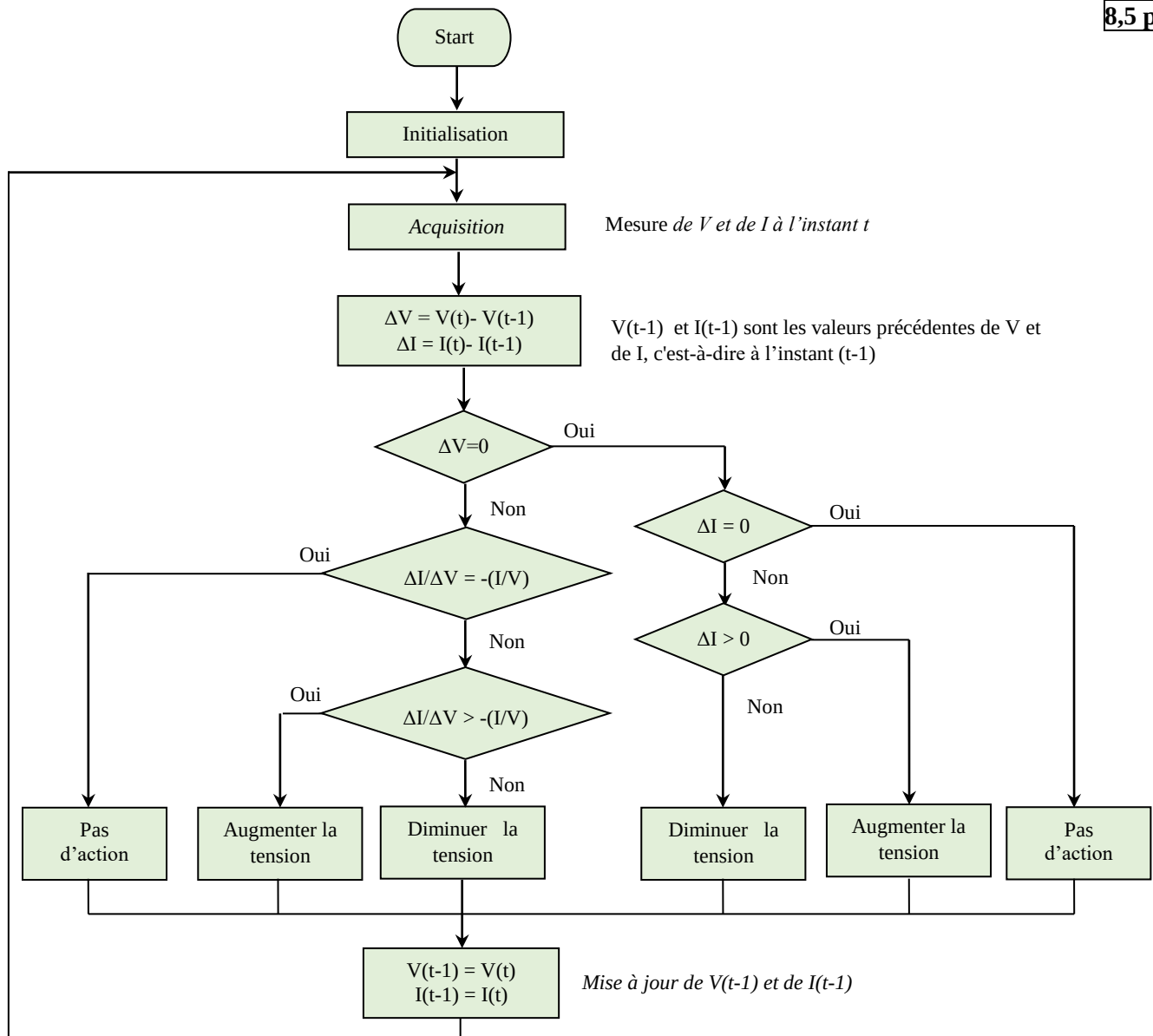
1,5 pt

L'organigramme (page 9) décrit l'algorithme « **Conductance incrémentale** » de poursuite du point maximal MPP. Dans le programme traduisant cet organigramme, on note que :

- Le sous-programme « **Initialisation** » permet toutes les initialisations du système ;
- Le sous-programme « **Acquisition** » permet de lire les valeurs de V et de I à l'instant t ($V(t)$ et $I(t)$) et les stocker respectivement aux cases-mémoires **Val_V** et **Val_I** ;
- Les valeurs précédentes ($V(t-1)$ et $I(t-1)$), c'est-à-dire à l'instant $(t-1)$, sont stockées respectivement aux cases-mémoires **Val_V_Prec** et **Val_I_Prec** ;
- Les valeurs ΔV et ΔI sont stockées respectivement aux cases-mémoires **Delta_V** et **Delta_I** ;
- Le calcul de $\frac{dI}{dV}$ est approché par le rapport $\frac{\Delta I}{\Delta V}$. Le sous-programme « **Calcul_Conductance** » permet de calculer les rapports $\frac{\Delta I}{\Delta V}$ et $\frac{I}{V}$ et les stocker respectivement aux cases-mémoires **Val_Delta_G** et **Val_G** ;
- Les sous-programmes « **Aug_Alpha** » et « **Dim_Alpha** » permettent respectivement d'augmenter ou diminuer le rapport cyclique α pour augmenter ou diminuer la tension de sortie du hacheur.

Question : 35. Compléter alors le programme Assembleur ; le jeu d'instructions du μC est donné au (DRES 01).

8,5 pts



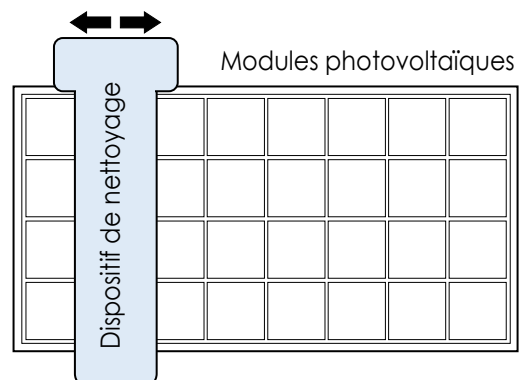
SEV 3

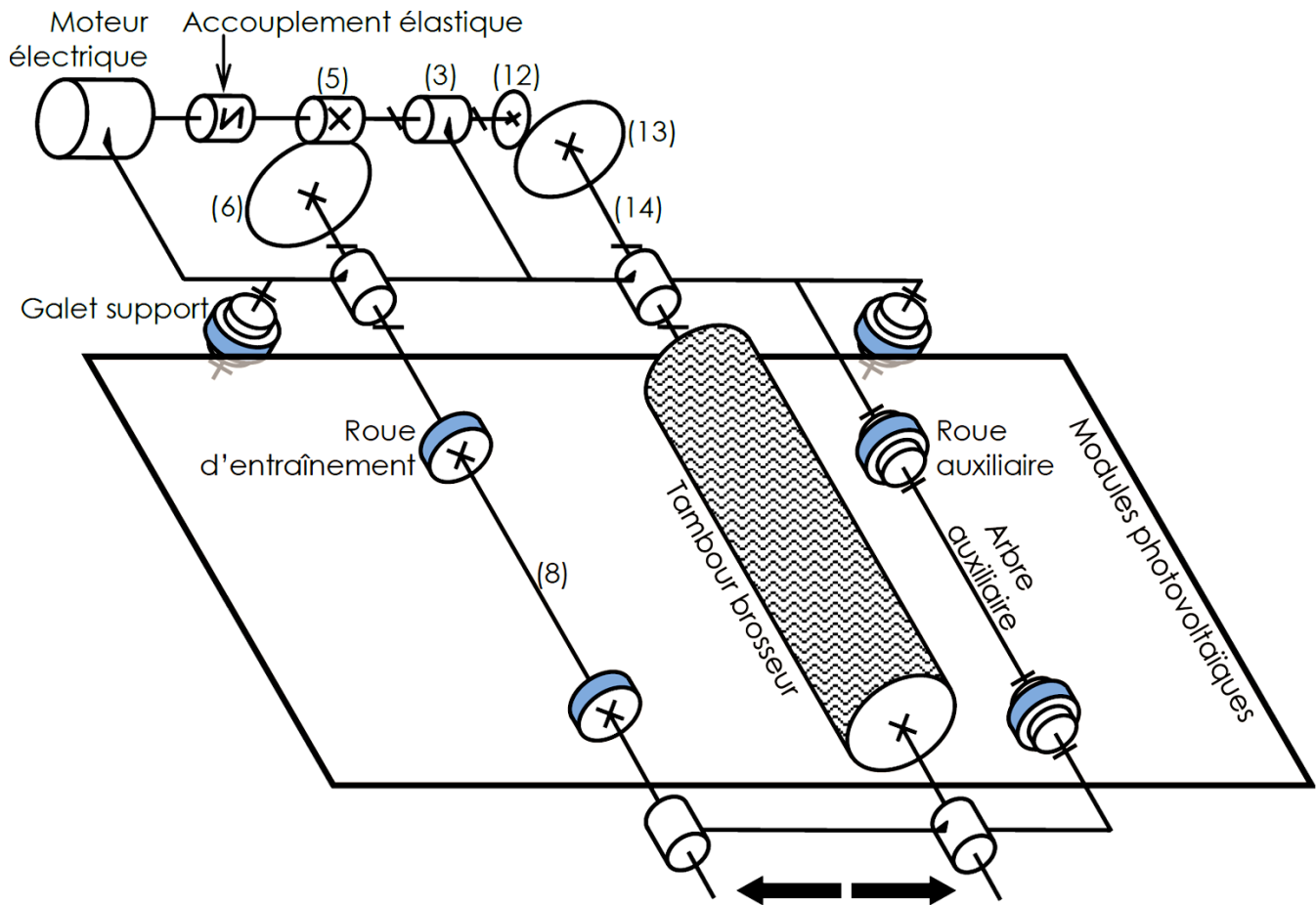
ÉTUDE DE LA TRANSMISSION DE PUISSANCE

21 points

La maintenance des modules photovoltaïques a un impact direct sur le rendement de l'installation. Pour les petites installations, le nettoyage des panneaux solaires se fait manuellement. Cependant, lorsqu'une installation devient importante, un dispositif automatisé permettant de nettoyer la surface des modules photovoltaïques s'avère nécessaire.

Le dispositif de nettoyage des modules photovoltaïques (voir figure ci-contre et schéma cinématique page 10), installé sur les pentes des structures, est constitué principalement d'un tambour brossier servant à dépoussiérer les modules photovoltaïques, d'une raclette et d'un système d'arrosage (non représentés). Le tout se déplace à l'aide d'un motoréducteur DRES 02.





**Schéma cinématique du dispositif de nettoyage des modules photovoltaïques
(Raclette et système d'arrosage non représentés)**

Le constructeur affirme que ce dispositif assure le nettoyage des modules photovoltaïques étalés sur une longueur de **15 mètres** en moins d'une minute, et que le tambour brossier, solidaire à l'arbre tambour **14**, devrait tourner à plus de **600 tr/min** pour que le brossage soit efficace.

Tâche 1 : Détermination de quelques caractéristiques cinématiques et mécaniques :

Pour vérifier les affirmations du constructeur, vous êtes amenés à déterminer quelques caractéristiques cinématiques et mécaniques.

On donne :

Nombre de dents du pignon conique $Z_{12} = 18$ dents

Nombre de filets de la vis sans fin $Z_5 = 1$ filet

Fréquence de rotation arbre moteur $N_M = 1410$ tr/min

Longueur des modules photovoltaïques $L = 15$ m

Nombre de dents de la roue conique $Z_{13} = 40$ dents

Nombre de dents de la roue dentée $Z_6 = 15$ dents

Diamètre de la roue d'entraînement $d_r = 46$ mm

Question : 36. En se référant au schéma cinématique du dispositif de nettoyage des modules photovoltaïques, compléter les blocs fonctionnels par les solutions technologiques convenables. **2,5 pts**

Question : 37. Citer deux raisons qui ont incité le constructeur à utiliser un accouplement élastique. **1 pt**

- Question : 38.** Quel est le rôle de la vis 22 ? 1 pt
- Question : 39.** Citer les conditions d'engrènement de l'engrenage conique 12-13. 1 pt
- Question : 40.** Calculer le rapport de réduction r_1 de l'engrenage conique 12-13. 1,5 pt
- Question : 41.** Calculer la vitesse de rotation N_t de l'arbre tambour 14 solidaire à la roue 13 (en tr/min). 1 pt
- Question : 42.** Calculer le rapport de réduction r_2 du système roue et vis sans fin 5-6. 1,5 pt
- Question : 43.** Calculer la vitesse de rotation N_8 de l'arbre d'entraînement 8 solidaire à la roue 6 (en tr/min). 1 pt
- Question : 44.** En déduire la vitesse angulaire ω_8 de l'arbre d'entraînement 8 (en rad/s). 1,5 pt
- Question : 45.** Déterminer la vitesse d'avance V du dispositif de nettoyage (en mm/s). 1,5 pt
- Question : 46.** En déduire le temps nécessaire pour balayer les modules photovoltaïques T_b (en min). 1 pt
- Question : 47.** Comparer les valeurs de N_t et T_b avec celles confirmées par le constructeur et conclure. 1,5 pt

Tâche 2 : Travail graphique :

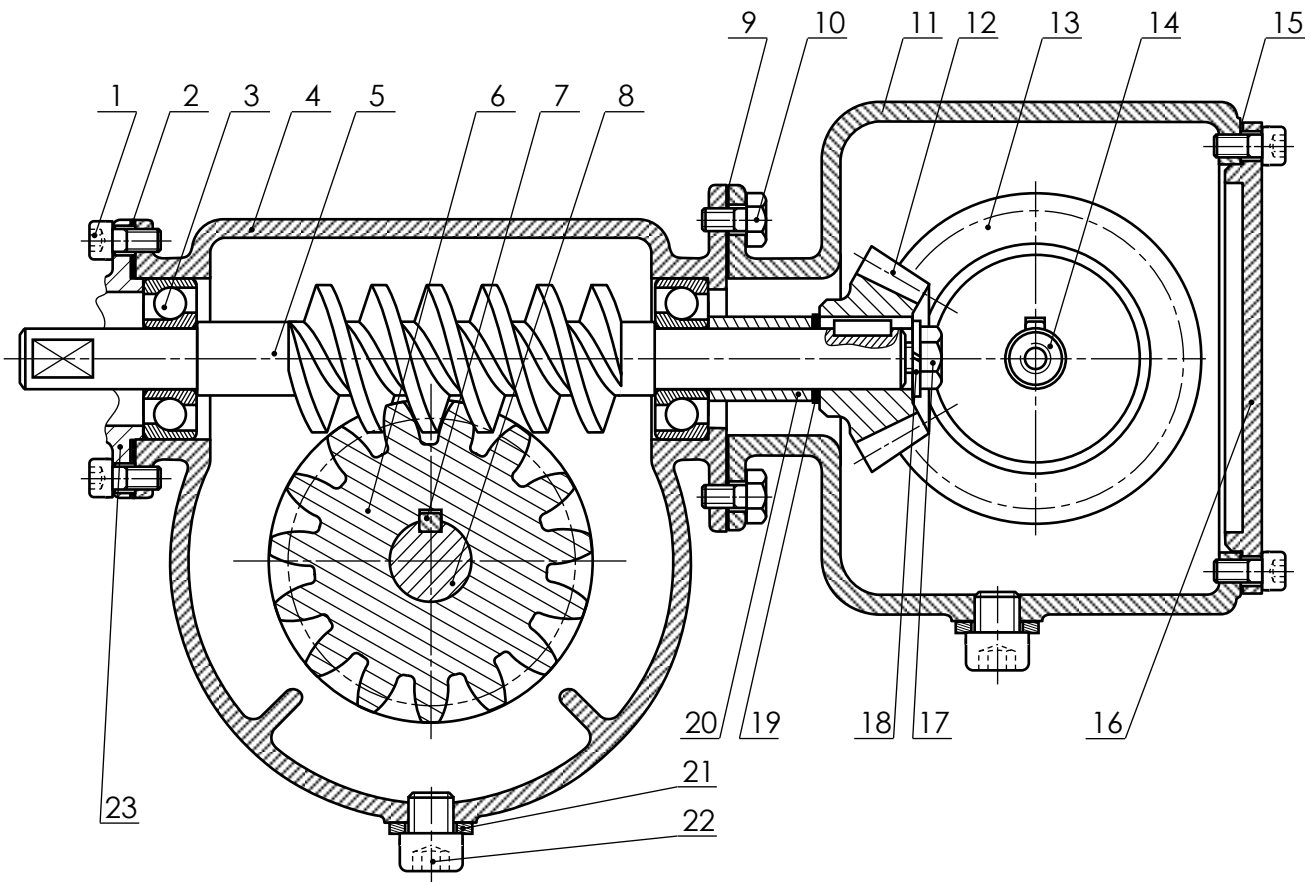
Le guidage en rotation de la roue auxiliaire par rapport à l'arbre auxiliaire est assuré par un coussinet ; l'arrêt en translation est réalisé par un épaulement (coté droit) et un anneau élastique (circlips).

- Question : 48.** Compléter le dessin, à l'échelle 2, en représentant les solutions proposées. 5 pts

Jeu d'instructions du μ C PIC 16F8XX

Structure	Description
ADDLW k	Ajoute k (0 à 255) à la valeur contenue dans W
ANDLW k	Effectue un ET logique entre k (0 à 255) et W. Le résultat est dans W
IORLW k	Effectue un OU inclusif logique entre W et k (résultat dans W)
MOVLW k	Charge le registre W avec la valeur k
SUBLW k	Soustrait la valeur k de W (résultat dans W)
XORLW k	Effectue un OU EXCLUSIF entre k et W (résultat dans W)
ADDWF f,d	Additionne W et la valeur du registre f. si d=0 le résultat est dans W, si d=1, il est dans f
ANDWF f,d	Effectue un ET logique entre W et la valeur du registre f. Même principe pour d
CLRF f	Met tous les bits du registre f à 0
CLRW	Met tous les bits de W à 0
COMF f,d	inverse tous les bits du registre f (résultat dans W ou f suivant d)
DECF f,d	décrémente la valeur contenue dans le registre f. Même principe pour d
DECFSZ f,d	décrémente la valeur de f et saute l'instruction suivante si le résultat est 0
INCF f,d	Incrémente la valeur contenue dans le registre f (résultat dans f ou W)
INCFSZ f,d	Incrémente f et saute l'instruction suivante si le résultat est 0 (résultat dans f ou W)
IORLWF f,d	Réalise un OU logique entre les valeurs de W et de f (résultat dans W ou f suivant d)
MOVF f,d	Le contenu du registre f est déplacé dans W si d=0 ou reste dans f si d=1
MOVWF f	Charge la valeur contenue dans W dans le registre f
NOP	Signifie "No Operation" : instruction qui permet d'attendre un cycle
RLF f,d	Déplace tous les bits du registre f vers la gauche. Le bit 0 devient le reflet de C
RRF f,d	Déplace tous les bits du registre f vers la droite. Le bit 7 devient le reflet de C
SUBWF f,d	Soustrait la valeur contenue dans W de celle contenue dans f (résultat dans f ou W)
SWAPF f,d	Effectue une inversion de 2 quartets de la valeur de f (0x2A devient 0xA2)
XORWF f,d	Effectue un OU exclusif entre W et f (résultat dans W ou f)
BCF f,b	Met le bit b du registre f à 0
BSF f,d	Met le bit b du registre f à 1
BTFSC f,b	Teste le bit b du registre f. S'il est égal à 0, on saute l'instruction suivante
BTFSS f,b	Teste le bit b du registre f. S'il est égal à 1, on saute l'instruction suivante
CALL p	Appelle le sous-programme dont le label de début est p
CLRWDT	Efface le WDT et le prescaler
GOTO p	Se rend directement au label p
RETFIE	Signal de fin d'une routine d'interruption, on revient à l'endroit où le PIC a été interrompu.
RETLW k	Fin d'un sous-programme, W est chargé avec la valeur k (0 à 255)
RETURN	Fin d'un sous-programme. On revient à l'endroit où ce sous-programme a été appelé.
SLEEP	Le microcontrôleur passe en mode sleep (oscillateur arrêté)

Réducteur



23	1	Couvercle gauche		
22	2	Vis CHC M5		
21	2	Rondelle plate		
20	1	Entretoise		
19	1	Cale de réglage		
18	2	Rondelle Grower		
17	2	Vis H M4		
16	1	Couvercle droit		
15	1	Joint plat droit		
14	1	Arbre tambour		17 et 18 non représentés
13	1	Pignon conique		$Z_{13} = 40$ dents
12	1	Roue conique		$Z_{12} = 18$ dents
11	1	Carter droit		
10	6	Vis H M4		
9	1	Joint plat gauche		
8	1	Arbre d'entraînement		
7	3	Clavette		
6	1	Roue dentée		$Z_6 = 15$ dents
5	1	Vis sans fin		$Z_5 = 1$ filet
4	1	Carter gauche		
3	2	Roulement à contact oblique		
2	1	Cale-joint		
1	12	Vis CHC M3		
Rep.	Nb.	Désignation	Matière	Observations

DREP 01

Question : 1.

A qui rend-il service ?

Utilisateur

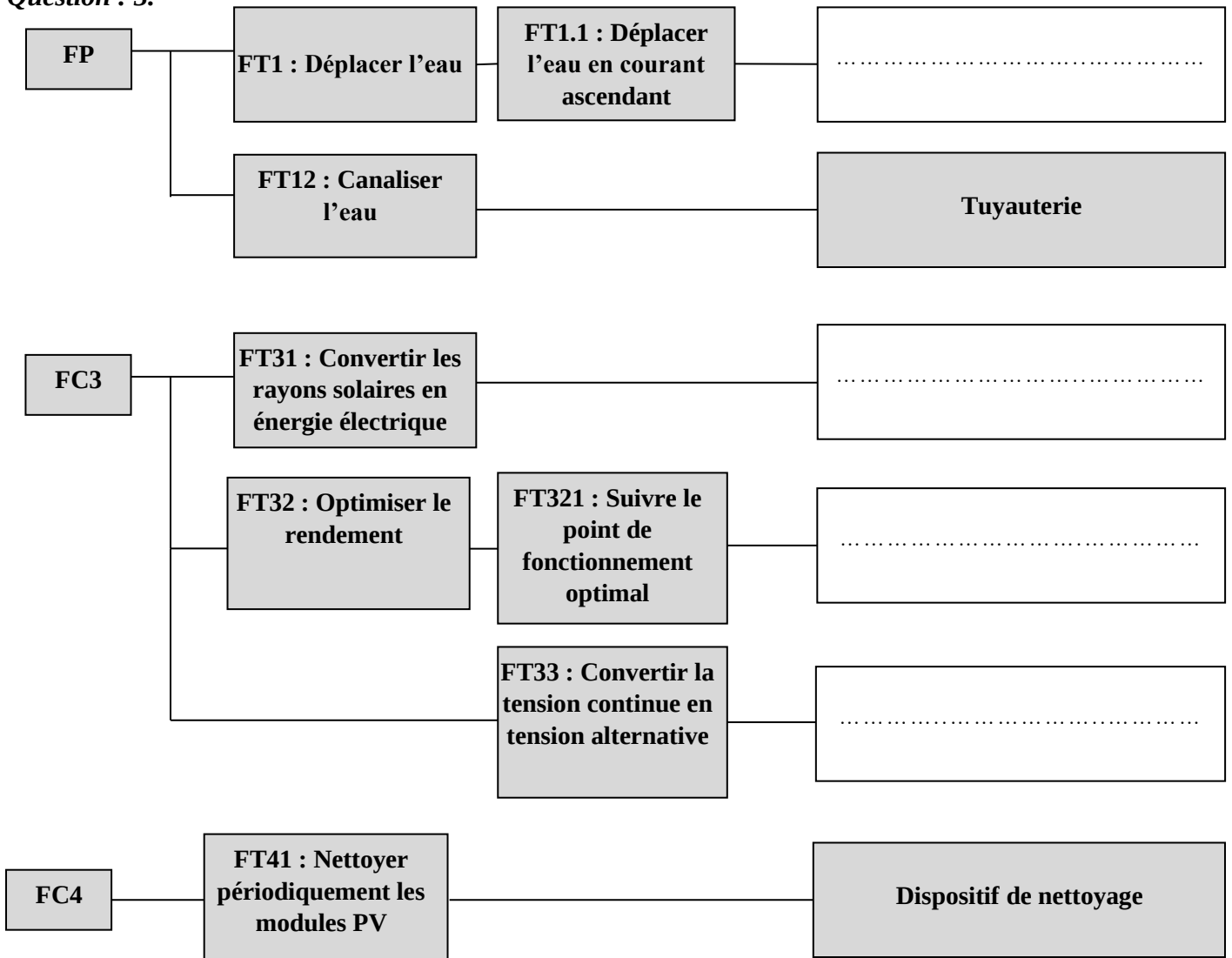
Sur quoi agit-il ?

Systeme PPV

Dans quel but ?

Question : 2.

Question : 3.



DREP 02

Question : 4.

Question : 5.

Question : 6.

Question : 7.

Question : 8.

Question : 9.

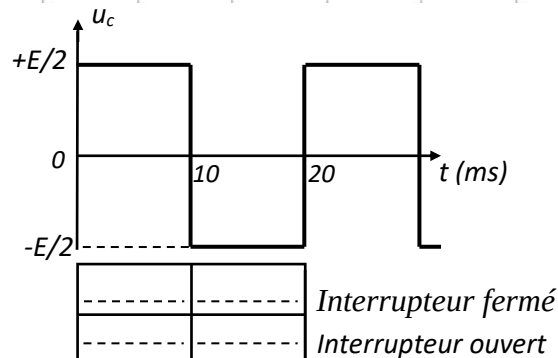
Question : 10.

DREP 03

Question : 11.

Question : 12.

Question : 13.



Question : 14.

Question : 15.

Question : 16.

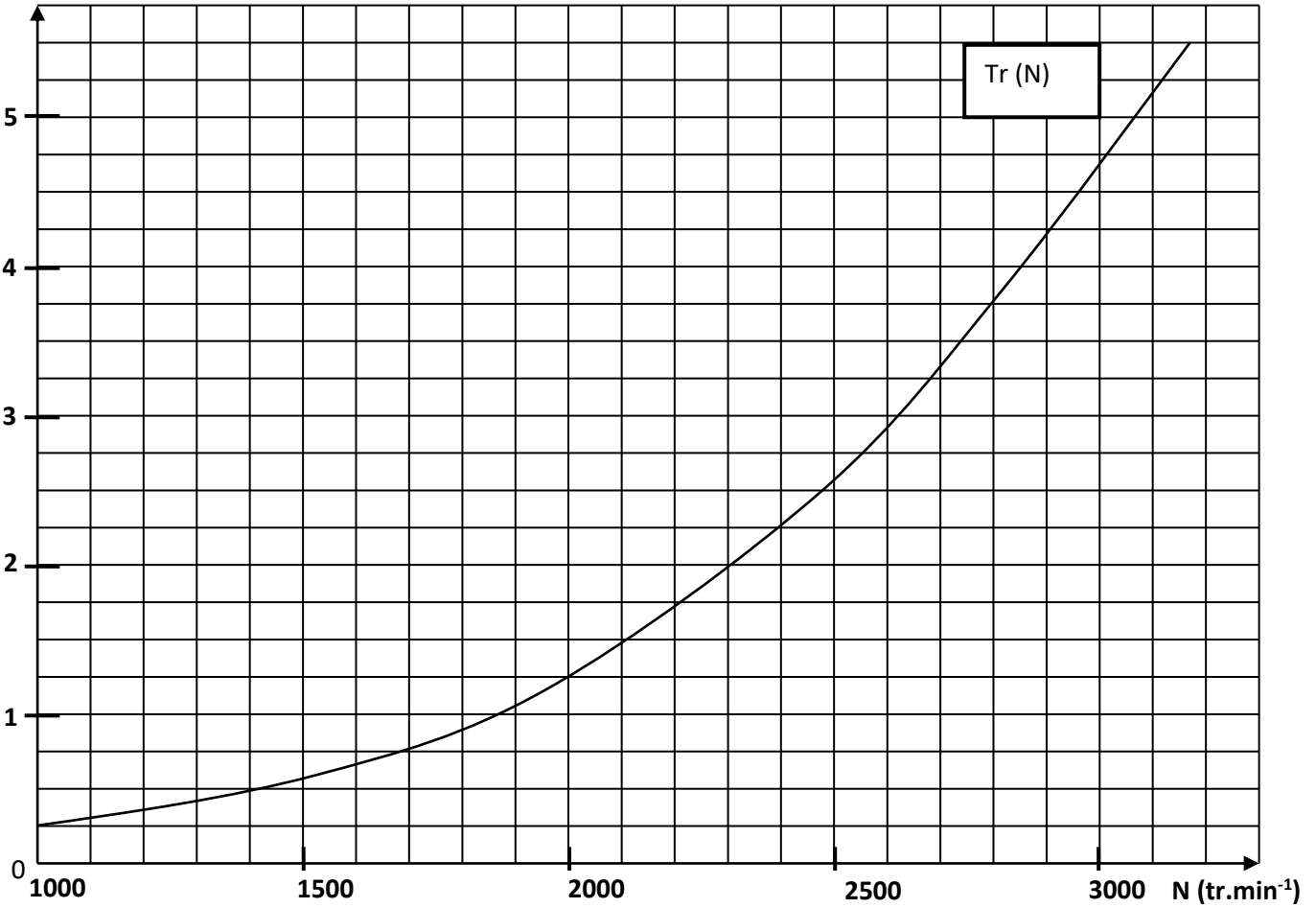
Question : 17.

[illegible]

DREP 04

Question : 18.

$T(N.m)$



Question : 19. .

Question : 20. .

Question : 21. .

Question : 22.

DREP 05

Question : 23.

Question : 24.

$\frac{dP}{dV}$	> 0	< 0	$= 0$
Action	Augmenter α	Diminuer α	.....

Question : 25.

Question : 26.

Question : 27.

Question : 28.

DREP 06

Question : 29.

Question : 30.

Question : 31.

Question : 32.

Question : 33.

Question : 34.

	Logique ou Analogique	Entrée ou Sortie
RA0		
RA1		
RA2		

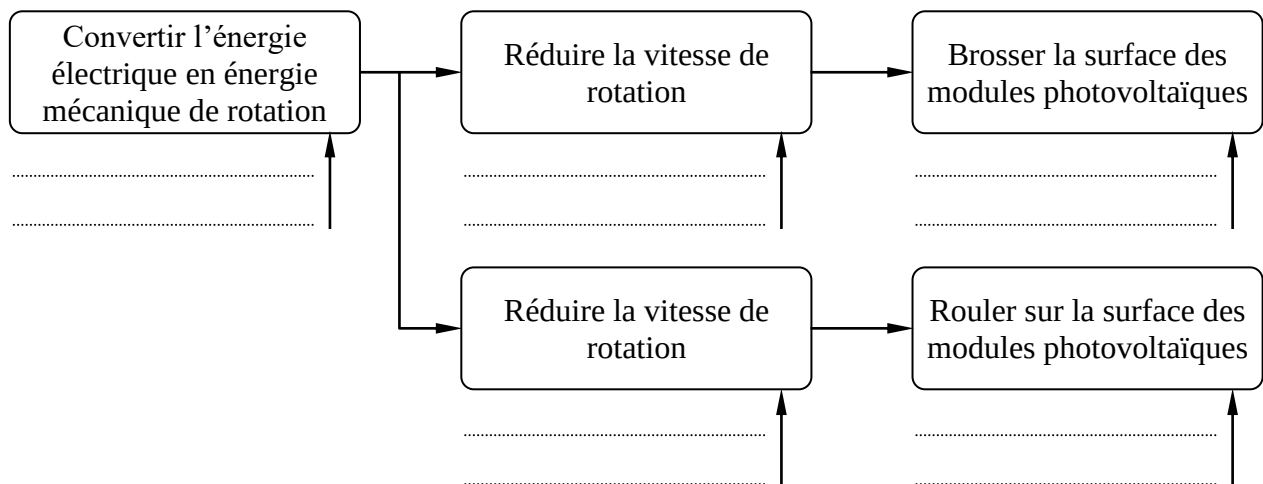
DREP 07

Question : 35. Programme Assembleur :

Ligne	Etiquette	Code opération	Opérande	Commentaire
1		CALL	.....	Initialisations du programme
2	Loop	CALL	.....	Acquisition de V et de I
3		MOVWF	Val_V_Prec, W	Calcul de ΔV
4		SUBWF	.....	
5		MOVWF	Delta_V	
6		MOVWF	Val_I_Prec, W	Calcul de ΔI
7		SUBWF	Val_I, W	
8		MOVWF	.....	
9		MOVWF	Delta_V, W	$\Delta V = 0 ?$
10		BTFS	.....	
11		GOTO	VAR_V	
12		MOVWF	Delta_I, W	$\Delta I = 0 ?$
13		BTFS	STATUS, Z	
14		GOTO	VAR_I	
15		GOTO	.....	
16	VAR_V	CALL	.....	Calcul de Conductance
17		MOVWF	Val_G, W	
18		SUBWF	.....	$\Delta I / \Delta V = -(I/V) ?$
19		BTFS	STATUS, Z	
20		GOTO	Mise_a_jour	
21		BTFS	STATUS, C	$\Delta I / \Delta V > -(I/V) ?$
22		GOTO	.....	Diminuer la tension
23		GOTO	.....	Augmenter la tension
24	VAR_I	CLRW		
25		SUBWF	Delta_I, W	$\Delta I > 0 ?$
26		BTFS	.....	
27		GOTO	Diminuer	
28		GOTO	Augmenter	Augmenter la tension
29	Augmenter	CALL	.....	
30		CALL	.....	
31	Diminuer	CALL	.....	
32	Mise_a_jour	MOVWF	Val_V, W	Mise à jour de V(t-1) et de I(t-1)
33		MOVWF	.....	
34		MOVWF	.....	
35		MOVWF	Val_I_Prec	
36		GOTO	.....	Le cycle recommence

DREP 08

Question : 36.



Question : 37.

Question : 38.

Question : 39.

Question : 40.

Question : 41.

Question : 42.

الصفحة 22 / 1	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا الدورة الاستدراكية 2017 - الموضوع -	ⵜⴰⴷⵓⴷⴰ ⵜⴰⵎⴰⴳⴷⴰⵢⵜ ⵜⴰⵎⴰⴳⴷⴰⵢⵜ ⵜⴰⵏⵓⵔⵉⵜ ⵜⴰⵎⴰⴳⴷⴰⵢⵜ ⵜⴰⵏⵓⵔⵉⵜ ⵜⴰⵎⴰⴳⴷⴰⵢⵜ ⵜⴰⵏⵓⵔⵉⵜ  المملكة المغربية وزارة التربية الوطنية والتكوين المهني والتعليم العالي والبحث العلمي
★★★★	RS 46	المركز الوطني للتقوية والامتحانات والتوجيه

4	مدة الإنجاز	علوم المهندسين	المادة
8	المعامل	شعبة العلوم والتكنولوجيات مسلك العلوم والتكنولوجيات الكهربائية	الشعبة أو المسلك

Pont élévateur électromécanique à deux colonnes

☞ Le sujet comporte au total 22 pages.

☞ Le sujet comporte 3 types de documents :

▪ Pages 02 à 07 : Socle du sujet comportant les situations d'évaluation (SEV) (Couleur Jaune).

▪ Pages 08 à 12 : Documents ressources portant la mention DRES XX (Couleur Rose).

▪ Pages 13 à 22 : Documents réponses portant la mention DREP XX (Couleur Blanche).

Le sujet comporte 3 situations d'évaluation (SEV) :

SEV1 : ANALYSE FONCTIONNELLE ET ETUDE DE LA TRANSMISSION DE PUISSANCE (sur 24 pts)

SEV2 : ÉTUDE ÉNERGÉTIQUE ET PROTECTION (sur 28 pts)

SEV3 : ÉTUDE DE LA CHAÎNE D'INFORMATION (sur 28 pts)

Les 3 SEV sont indépendantes et peuvent être traitées dans un ordre quelconque après lecture des paragraphes I, II, III et IV (page 2).

La numérotation des questions est continue : de la question N° 1 (Question :1.) à la question N° 41 (Question :41.).

☞ Toutes les réponses doivent être rédigées sur les documents réponses : DREP XX.

☞ Les pages portant en haut la mention DREP XX (Couleur Blanche) doivent être obligatoirement jointes à la copie du candidat même si elles ne comportent aucune réponse.

☞ Le sujet est noté sur 80 points.

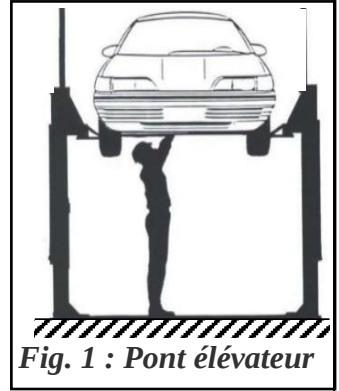
☞ Aucun document n'est autorisé.

☞ Sont autorisées les calculatrices non programmables.

I. Introduction :

Un atelier de réparation et d'entretien de véhicules automobiles est équipé d'outillage, d'appareils de mesures et de machines spéciales qui permettent au technicien (garagiste) d'effectuer les opérations de contrôle, d'entretien et de réparation.

Pour procéder, facilement et en toute sécurité, à des interventions en dessous des voitures, le **garagiste** est amené à utiliser un pont élévateur (**Fig.1 ci-contre**) pour **soulever le véhicule du sol à une hauteur variable**.



II. Description :

- Le pont élévateur (**Fig.2 DRES 01**) est constitué de deux colonnes fixées au sol. A l'extrémité haute de chaque colonne est installé un moteur électrique, muni de frein à manque de courant, qui entraîne une tige filetée (vis) à travers un système réducteur. Sur la vis est monté un écrou solidaire aux deux bras de levage.
- Un pupitre de commande fixé à l'une des deux colonnes, muni de :
 - Deux boutons poussoirs : (**m**) pour la montée et (**d**) pour la descente ;
 - Deux voyants lumineux fléchés indiquant le sens de déplacement des bras.
- Sur chaque colonne sont installés :
 - Deux capteurs de fin de course détectant les limites haute et basse des bras ;
 - Un capteur de niveau potentiométrique mesurant la hauteur de soulèvement des bras.
- Un capteur de force (non représenté) détectant la charge maximale.
- Une armoire électrique enferme les pré-actionneurs et les appareils de protection et de commande.
- Le pont élévateur est géré par un automate programmable industriel (**API**).

III. Caractéristiques techniques et schéma de principe :

- Tableau des caractéristiques techniques du pont élévateur (**Fig.3, DRES 01**).
- Schéma de principe du pont élévateur (**Fig.4, DRES 02**).

IV. Fonctionnement :

Après avoir positionné les quatre bras du pont en dessous du véhicule de manière à ce que le centre de gravité soit équilibré, le garagiste appuie sur le bouton (**m**) et le maintient enfoncé jusqu'à ce que la hauteur désirée soit atteinte ou jusqu'à la course maximale du pont. Pour faire descendre le véhicule, le garagiste appuie sur le bouton (**d**) et le maintient enfoncé jusqu'à la hauteur désirée ou jusqu'à ce que la position basse soit atteinte.

Si, au cours de la montée ou de la descente, l'écart entre les hauteurs des bras des deux colonnes dépasse **20 mm**, le moteur entraînant les bras en avance s'arrête et le moteur des bras en retard continue à tourner jusqu'à ce que l'écart entre les hauteurs des bras soit inférieur ou égal à **20 mm**.

Le grafctet du point de vue système de la montée du pont élévateur est donné en **Fig.5, DRES 03**.

V. Situations d'évaluation (SEV) :

SEV 1 : Analyse fonctionnelle et étude de la transmission de puissance [24 pts]

A. Analyse fonctionnelle.

Dans le but d'expliciter le besoin, de rechercher les fonctions offertes par le pont élévateur et d'identifier les solutions constructives choisies par le concepteur, on vous demande de compléter :

- Question :1.** Le diagramme « bête à cornes » à partir de l'introduction ; [1,5 pt]
- Question :2.** Le diagramme « pieuvre » en vous aidant du tableau des fonctions (**DREP 01, page 13**) ; [2 pts]
- Question :3.** La chaîne fonctionnelle à partir des paragraphes **I, II, III, IV** et **Fig.9 DRES 05**. [2,5 pts]

B. Etude de la transmission de puissance

Pour s'assurer que le pont élévateur accomplira sa fonction comme prévu, vous êtes amenés à :

- Déterminer les caractéristiques mécaniques que le pont élévateur électromécanique doit satisfaire pour répondre au besoin de l'utilisateur ;
- Proposer une solution constructive.

La **figure 06** ci-dessous rappelle le schéma de transmission de l'énergie du pont élévateur électromécanique.

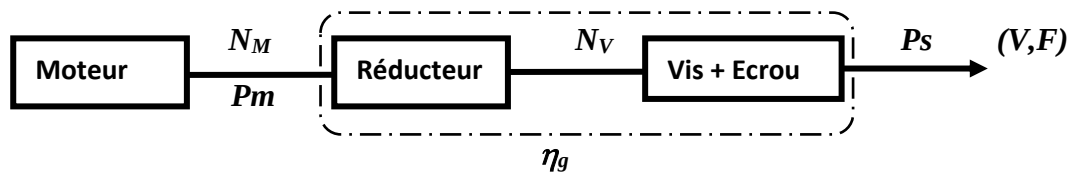


Fig.6 : Schéma de transmission de l'énergie pour une colonne

La bonne compréhension du fonctionnement du pont élévateur électromécanique doit précéder toute action au niveau de ce dernier. Pour cela, on vous demande de répondre aux questions suivantes :

- Question :4.** Compléter le schéma cinématique partiel. [2 pts]

Pour accomplir le soulèvement d'un véhicule en sécurité et dans une durée acceptable, le pont élévateur électromécanique, doté d'un frein à manque de courant, doit parcourir la course de **2 mètres** en **50 secondes**.

Un réducteur à couple conique (**Fig.7, DRES 03 : Dessin + tableau des données**), constitué de deux engrenages droits et d'un engrenage conique, permet d'adapter le mouvement de rotation du moteur avant de le renvoyer au système vis-écrou assurant le soulèvement du véhicule. Notre objectif est de déterminer les puissances mécaniques nécessaires à fournir par les deux moteurs.

- Question :5.** En se référant à la **Fig.7, DRES 03**, indiquer le type de la denture d'engrenage (1+2). [0,5 pt]
- Question :6.** Donner 3 autres systèmes de transformation de mouvement en plus du système vis-écrou. [0,75 pt]
- Question :7.** Déterminer le nombre de dents Z_6 de la roue 6. [2 pts]

Question :8. Pour $Z_6 = 40$ dents : Calculer le rapport de réduction global r_g du réducteur à engrenages (droits + conique). [1,5 pt]

Question :9. Calculer la vitesse de rotation N_v de la vis (en tr/min). [1 pt]

Question :10. En déduire la vitesse de rotation N_M du moteur (en tr/min). [1 pt]

Question :11. Calculer la puissance de soulèvement P_s relative à une seule colonne (en W). [1,5 pt]

Question :12. Calculer le rendement global η_g . [1,25 pt]

Question :13. En déduire la puissance mécanique P_m à la sortie du moteur (en W). [1,5 pt]

Travail graphique :

Question :14. Compléter le dessin, relatif au montage du réducteur sur le moteur, en réalisant une liaison encastrement entre l'arbre moteur **20** et le pignon **1** par une clavette, une vis à tête hexagonale et une rondelle frein (Grower). [5 pts]

SEV 2 : Etude énergétique et protection [28 pts]

Dans le but d'assurer une protection rigoureuse des personnes par le choix du seuil auquel le **DDR** doit être réglé, de déterminer certaines caractéristiques des actionneurs assurant la montée et la descente des bras du pont élévateur et d'améliorer le facteur de puissance de toute l'installation, on vous demande de réaliser les tâches suivantes :

A. Sécurité et protection.

Pour réaliser les travaux de réparation et d'entretien de véhicules on utilise le plus souvent des produits de nettoyage, de lubrification... Dans ces conditions l'atelier est classé comme local humide ($U_L = 25$ Volts).

On se propose d'étudier la protection des personnes contre les contacts indirects.

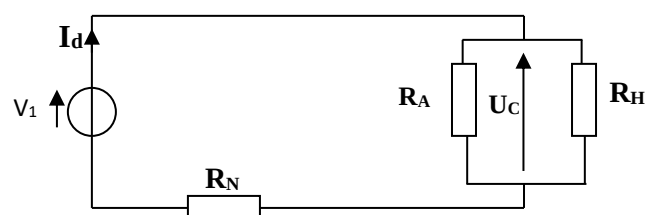
Le schéma de la **figure 8, DRES 04** représente un défaut d'isolement au niveau du moteur **M1** entre la phase **1** et la masse.

On donne :

- R_A : résistance de la prise de terre des masses ($R_A = 10 \Omega$) ;
- R_N : résistance de la prise de terre du neutre ($R_N = 5 \Omega$) ;
- R_H : Résistance du corps humain (1200Ω).

Question :15. Préciser le type de régime de neutre utilisé dans l'installation. [1 pt]

Le schéma équivalent du circuit de défaut est représenté ci-contre.



Question :16. Calculer la valeur du courant I_d et en déduire la tension U_c . [3 pts]

Question :17. Cette tension U_c est-elle dangereuse ? Justifier votre réponse. [1 pt]

Question :18. Calculer $I_{\Delta n}$ seuil auquel le **DDR** doit être réglé. [1 pt]

B. Détermination des caractéristiques du moteur M1.

L'objectif est de déterminer les caractéristiques des actionneurs M1 et M2.

On rappelle que la puissance mécanique nécessaire pour une colonne est de **2180 W** et que la tension du réseau est de **400V- 50Hz**.

En utilisant le document constructeur (Tableau 1, DRES 04) :

- Question :19.** Donner le type du moteur M1. [2 pts]
- Question :20.** Préciser le couplage des enroulements statoriques. [2 pts]
- Question :21.** Compléter le schéma de couplage des enroulements. [1 pt]
- Question :22.** Calculer, dans les conditions nominales, la puissance absorbée P_a du moteur M1. [2 pts]
- Question :23.** Sachant que la somme des pertes constantes et des Pertes Joules rotoriques ($P_C + P_{Jr} = 417W$), calculer alors les pertes Joules statoriques P_{Js} . [3 pts]
- Question :24.** Calculer la valeur de la résistance R d'un enroulement statorique. [2 pts]

C. Amélioration du facteur de puissance $\cos \phi$ de l'installation.

le relèvement du facteur de puissance de l'installation à une valeur optimale est parmi les mesures prises par le responsable de l'atelier pour rationaliser la consommation en énergie électrique.

Sachant que les puissances consommées par toute l'installation $P_a = 15 \text{ kW}$, $Q_a = 14,45 \text{ kVar}$. (Prendre deux chiffres après la virgule dans tous les calculs ci-dessous) :

- Question :25.** Citer deux moyens à utiliser pour relever le facteur de puissance d'une installation. [2 pts]
- Question :26.** Calculer le facteur de puissance $\cos \phi$ de l'installation. [2 pts]
- Question :27.** A partir du Tableau 2 du DRES 04, calculer la puissance réactive à fournir au réseau pour relever le facteur de puissance de l'installation à **0,9**. [4 pts]
- Question :28.** Déduire la valeur de la capacité de chacun des trois condensateurs montés en triangle permettant de fournir cette puissance réactive. [2 pts]

SEV 3 : Etude de la chaîne d'information [28 pts]

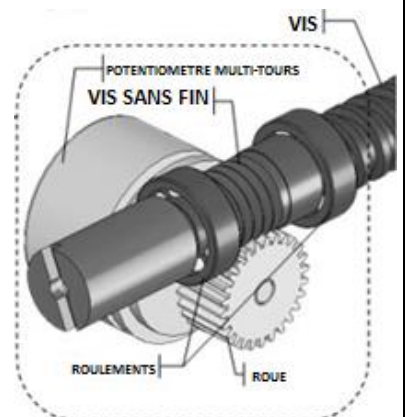
A. Etude du captage et de conditionnement

La figure 9 du DRES 05 donne le schéma synoptique de la chaîne d'acquisition.

A-1. Etude du captage :

On rappelle que la course totale des bras élévateurs est de **2000 mm** et que l'écart maximal admissible entre les hauteurs des bras est de **20 mm**.

Pour mesurer la hauteur des bras de chaque colonne on a utilisé un capteur potentiométrique monté sur la vis de la colonne (voir figure ci-contre).



Il s'agit d'un potentiomètre multi-tours à **variation linéaire**, c'est à dire qu'il faut tourner la tige du potentiomètre plusieurs tours pour faire déplacer le curseur d'une extrémité à l'autre.

Le potentiomètre est actionné à travers un réducteur mécanique (roue et vis sans fin) de telle sorte que le curseur parcourt la totalité de la piste résistive quand les bras se déplacent de la limite basse à la limite haute et inversement.

Dans ce cas la tension entre chaque curseur et la masse est à chaque instant proportionnelle à la hauteur du bras correspondant.

Le schéma d'acquisition des **hauteurs des bras** est donné **Figure 10** ci-dessous avec $P_1 = P_2$ alimentés en **+5V** :

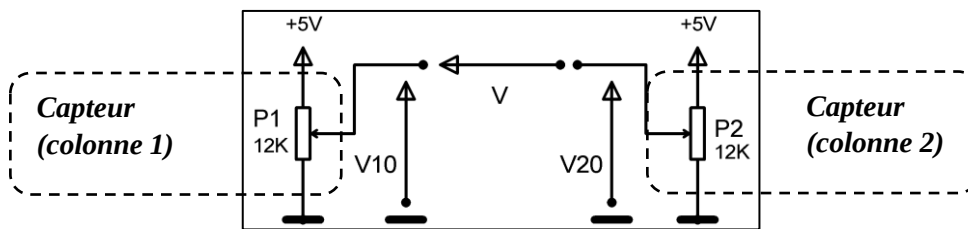


Fig.10

On rappelle que la hauteur maximale (**2000 mm**) correspond à une tension de **5 V** entre le curseur et la masse.

Calculer les valeurs de la tension **V** entre les deux curseurs (**V₁₀ - V₂₀**) lorsque :

Question :29. Les deux bras sont à la même hauteur. [1 pt]

Question :30. Les bras de la colonne **1** sont à **1000 mm** et ceux de la colonne **2** sont à **1020 mm**. [1 pt]

Question :31. Les bras de la colonne **2** sont à **1000 mm** et ceux de la colonne **1** sont à **1020 mm**. [1 pt]

A-2. Etude du conditionnement du signal :

A-2-a) Filtre : (cas de la colonne 1)

Pour éliminer l'effet des perturbations, **V₁₀** est filtrée par le circuit **C₁, R₂** (**figure 11** ci-dessous) avant d'attaquer un suiveur à base d'amplificateur opérationnel supposé parfait.

On admet que les perturbations sont de type sinusoïdal.

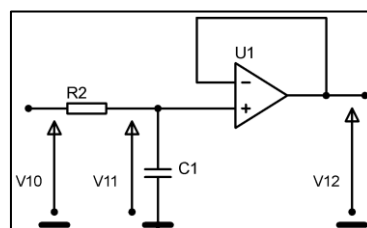


Fig.11

Question :32. Donner l'expression de la fonction de transfert $\underline{T} = \frac{V_{11}}{V_{10}} = \frac{V_{12}}{V_{10}}$ en fonction de **R₂** et **C₁**. [2 pts]

Question :33. Mettre $\underline{T}$ sous la forme $\underline{T} = \frac{1}{1+j\frac{\omega}{\omega_0}}$, en déduire l'expression de ω_0 . [1 pt]

Question :34. Pour **R₂ = 6,8 kΩ**, calculer la valeur de **C₁** pour atténuer à moins de **3 dB** toutes les perturbations qui ont des fréquences supérieures à **5 Hz**. [1,5 pt]

A-2-b) Amplificateur soustracteur :

Les signaux V_{12} et V_{22} (V_{12} et V_{22} : tensions images des hauteurs) sont appliquées à un étage soustracteur **figure 12** ci-contre (l'amplificateur opérationnel est considéré parfait).

Pour $R_6 = R_8 = 20.R$ et $R_5 = R_7 = R$

Question :35. Exprimer $V_3 = V^+$ en fonction de V_{12} .

[1,5 pt]

Question :36. Exprimer V^- en fonction de V_{22} et V_4 .

[2 pts]

Question :37. En déduire que $V_4 = 20. [V_{12} - V_{22}]$

[1,5 pt]

Question :38. Calculer V_4 si l'écart entre V_{12} et V_{22} est de **50 mV** (50 mV correspond à l'écart maximal admissible entre les hauteurs des bras des deux colonnes).

[1,5 pt]

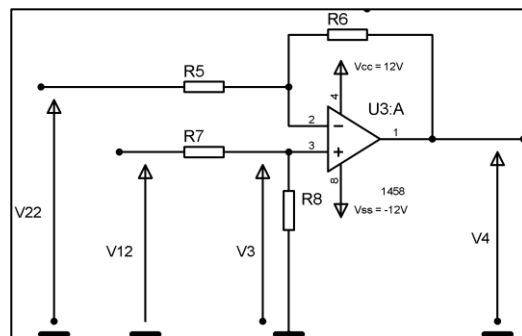


Fig. 12

A-2-c) Comparateur et adaptateur de niveaux :

Le signal V_4 est comparé à deux seuils (+1V et -1V) voir **figure 13** ci-contre.

Les seuils +1V et -1V sont les images des valeurs que peut avoir l'écart maximal admissible.

Les comparateurs sont alimentés en +12V et 0V.

Les deux étages à transistors sont des interfaces d'adaptation de niveaux de tensions avec l'automate programmable industriel.

- Si V_7 (ou V_8) = 0V $\rightarrow V_a$ (ou V_b) = 24 V.
- Si V_7 (ou V_8) = 12V $\rightarrow V_a$ (ou V_b) = 0 V.

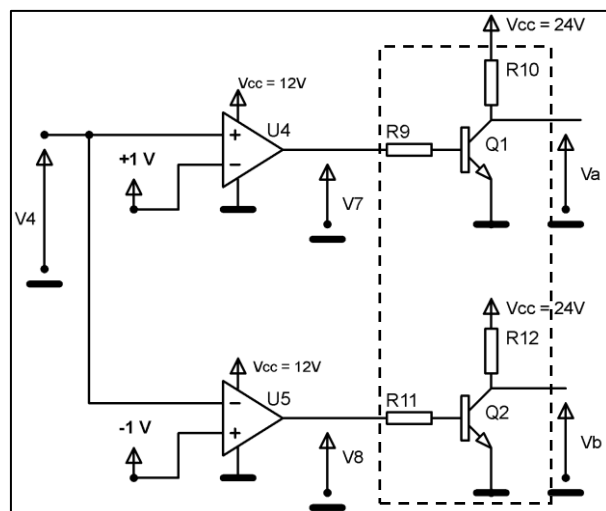


Fig. 13

Les courses C1 et C2 sont indiquées sur la **figure 14** ci-contre.

Question :39. Compléter alors le tableau des états.

[3 pts]

B. Etude du traitement de l'information :

En vous aidant :

- Du schéma de principe de l'installation (**DRES 02**) ;
- De la configuration matérielle de l'API (**DRES 02**) ;
- Du Grafcet de point de vue système de la montée (**DRES 03**) ;
- Du tableau des états (**Question 39**) ;
- Du principe de traduction d'un **GRAFCET** en langage Ladder donné en **DRES 05**

Compléter :

Question :40. Le Grafcet de point de vue **API** de la « Montée » du pont élévateur.

[6 pts]

Question :41. Le programme Ladder correspondant aux étapes 2, 3 et des actions **Q1**, **Q2** du Grafcet de « Montée ».

[5 pts]

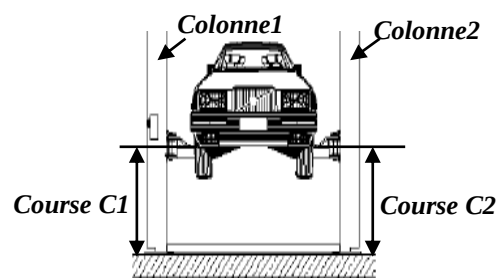


Fig. 14

DRES 01

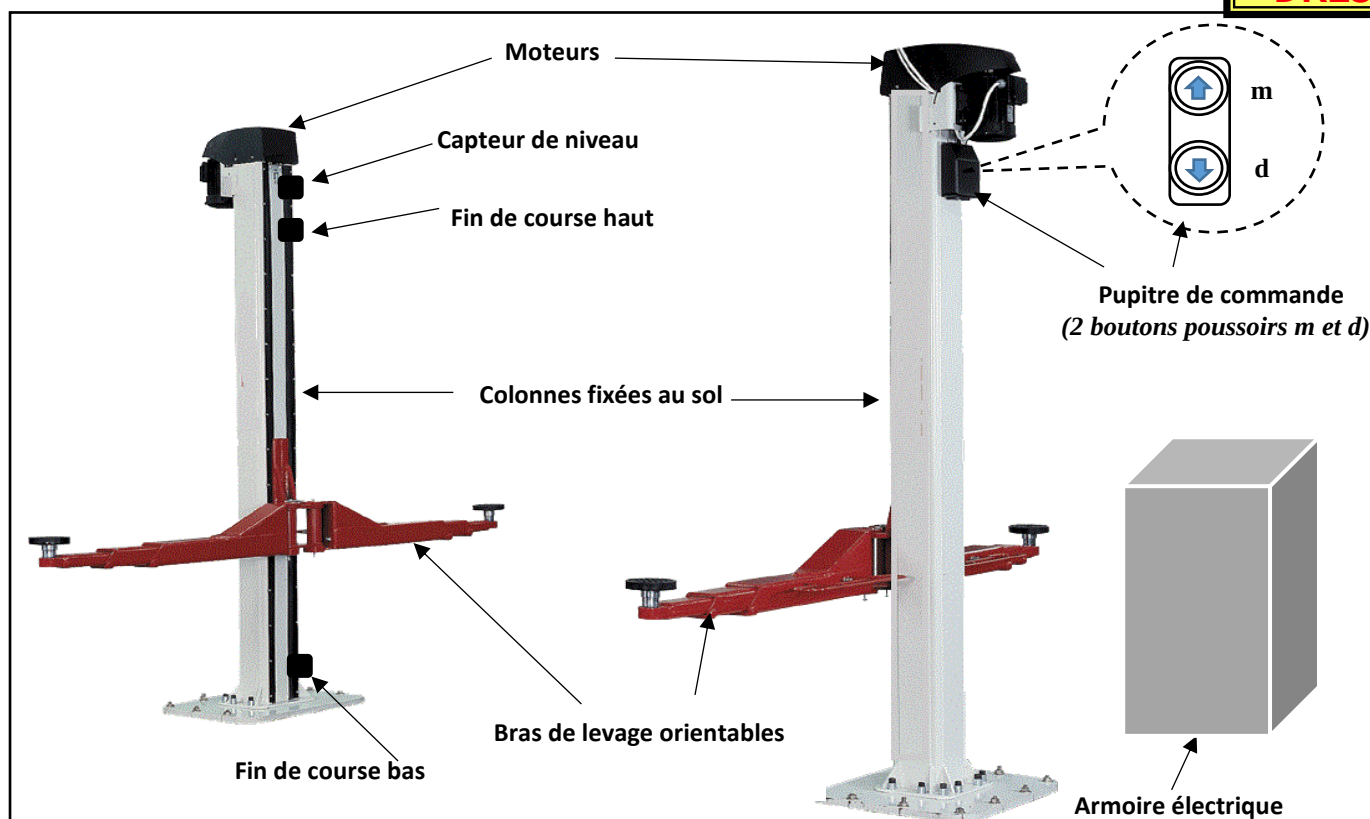


Fig.2 : Description du pont élévateur

Nombre de colonnes	2
Nombre de bras de levage	2 bras par colonne
Course maximale	2000 mm
Capacité de levage	4,2 Tonnes
Temps de montée/ Temps de descente	50 s / 50 s
Actionneurs	Moteurs asynchrones (M1 et M2) : Puissance P ; 230/400 V ; 50Hz.
Réducteurs	Deux réducteurs à couple conique (un pour chaque colonne).
Système vis-écrou	Pas = 6 mm
Capteurs	- Deux capteurs de niveau : Un potentiomètre multi-tours par colonne mesure la hauteur des bras. - Deux capteurs fin de course par colonne : fc_b et fc_h détectent les limites basse et haute des bras. - Un capteur de force détecte la charge maximale (non représenté).
Pré-actionneurs	Quatre contacteurs
Gestion du pont	Un automate programmable industriel (API)
Protection	- Deux relais thermiques - Fusibles - Mise à la terre + DDR
Commande	Deux boutons poussoirs (Montée – Descente)
Signalisation	Deux Voyants lumineux fléchés

Fig.3 : Tableau des caractéristiques techniques

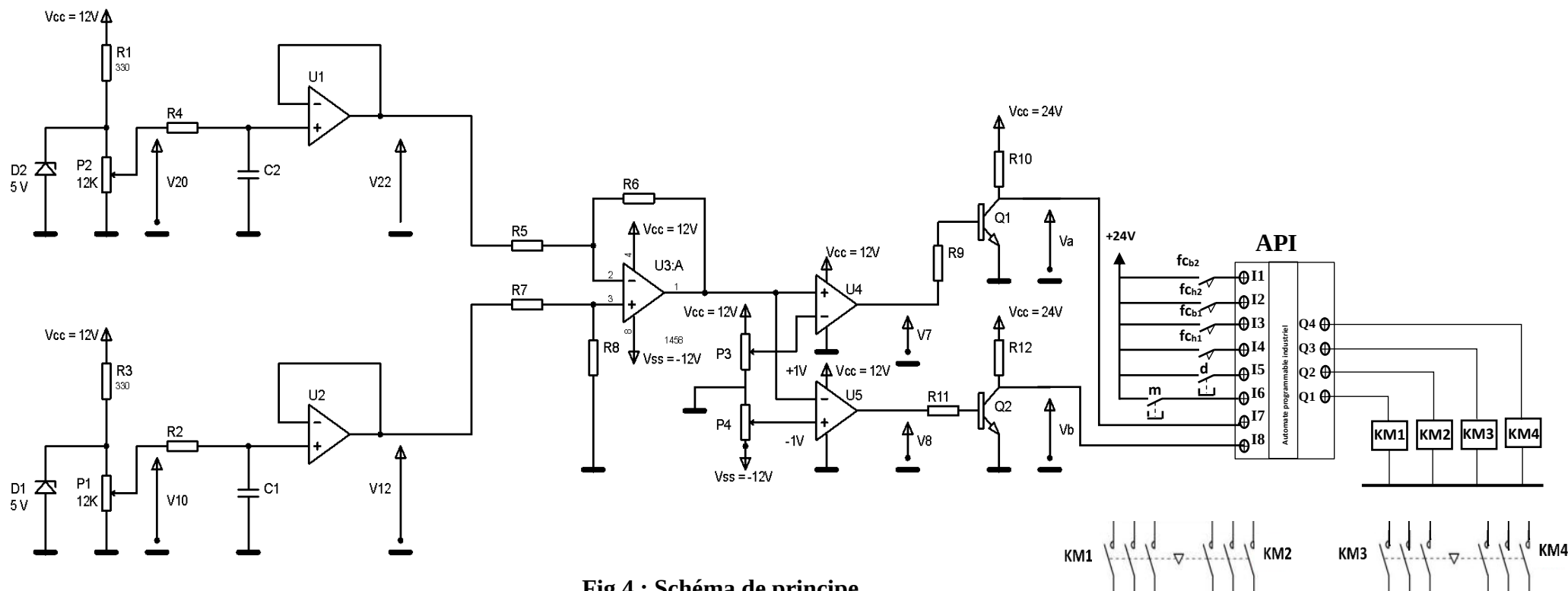


Fig.4 : Schéma de principe

La configuration matérielle de l'API

Appareillage	Commande/Information	Entrée API	Action	Sortie API
Bouton poussoir « m »	Montée colonne 1 et colonne 2	I1	Monter colonne 1	Q1
Bouton poussoir « d »	Descente colonne 1 et colonne 2	I2	Descendre colonne 1	Q2
Fin de course f _{ch1}	Fin de course limite haute de la colonne 1	I3	Monter colonne 2	Q3
Fin de course f _{cb1}	Fin de course limite basse de la colonne 1	I4	Descendre colonne 2	Q4
Fin de course f _{ch2}	Fin de course limite haute de la colonne 2	I5		
Fin de course f _{cb2}	Fin de course limite basse de la colonne 2	I6		
Entrée V _a	Si V _a = 0 V alors Colonne 1 est en avance sur colonne 2	I7		
Entrée V _b	Si V _b = 0 V alors Colonne 2 est en avance sur colonne 1	I8		

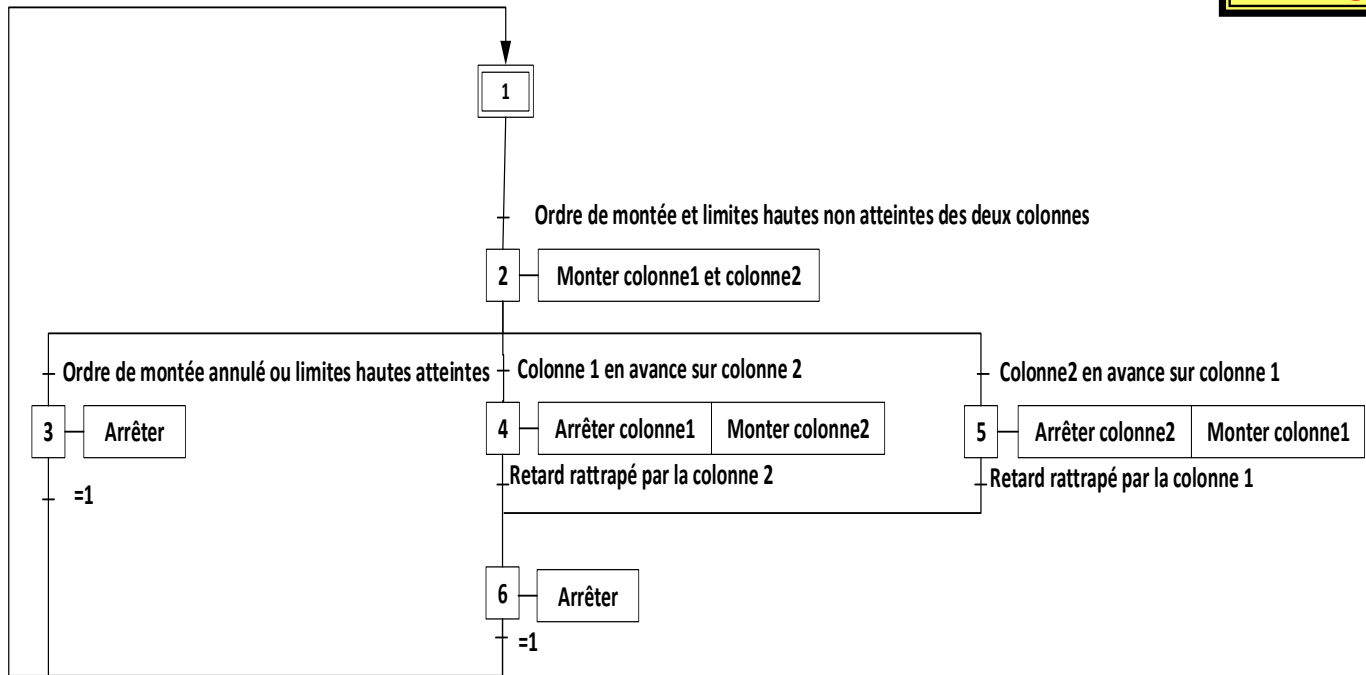


Fig.5 : Grafcet du point de vue système de la montée du pont élévateur

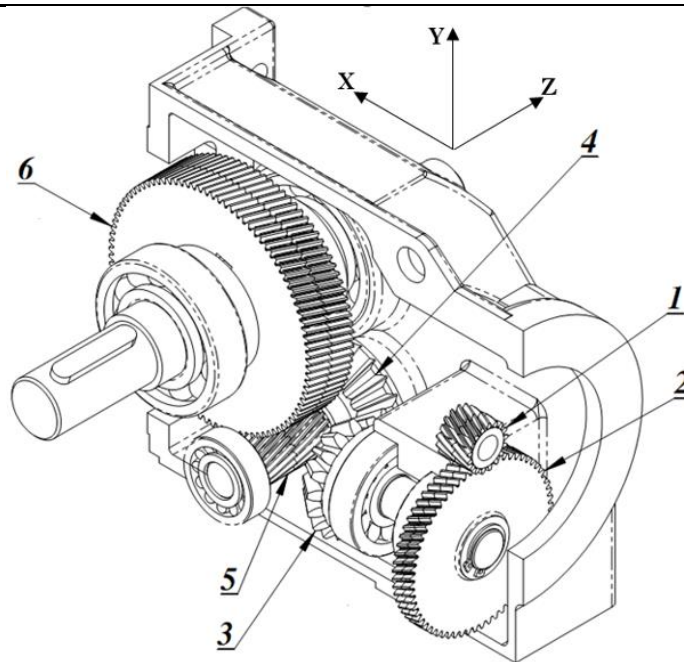


Tableau des données :

Vitesse minimale de soulèvement V	40 mm/s	Pas de la vis de soulèvement p_v	6 mm
Nombre de dents du pignon droit Z_1	20 dents	Nombre de dents de la roue droite Z_2	50 dents
Nombre de dents du pignon conique Z_3	28 dents	Nombre de dents de la roue conique Z_4	30 dents
Nombre de dents du pignon droit Z_5	30 dents	Nombre de dents de la roue droite Z_6	//
Masse maximale d'un véhicule M	4200 kg	Accélération de la pesanteur g	9,81 N/kg
Rendement du 1 ^{er} engrenage droit η_1	0,9	Rendement d'engrenage conique η_2	0,8
Rendement du 2 ^{ème} engrenage droit η_3	0,9	Rendement du système vis-écrou η_v	0,6
Pour l'engrenage (5+6), on a :			
Module réel $m_n = 1,5$ mm	Angle d'hélice $\beta = 25^\circ$	Entraxe $a = 57,93$ mm	

Fig.7 : Réducteur à couple conique

Réseau : 230 / 400 V

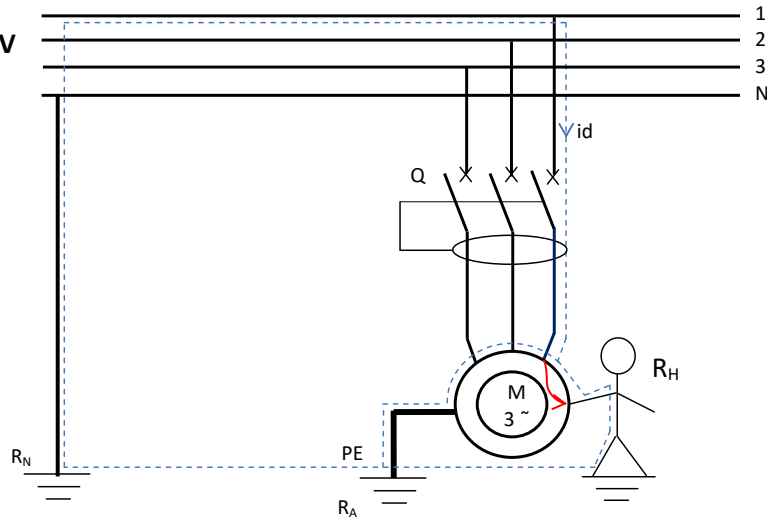


Fig.8 : Défaut d'isolement au niveau du moteur M1

CHOIX DU MOTEUR								
IP 55 - 50 Hz - Classe F - 230 V Δ / 400 V Y - S1								
4 pôles 1500 tr/min	Puissance Nominale à 50 Hz	Vitesse nominale	Couple nominal	Intensité nominale	Facteur de puissance	Rendement	Courant démarrage / Courant nominal	Masse
Type	P_N (kW)	N_N min ⁻¹	C_N (N.m)	I_N (400V) A	$\cos \varphi$	η (%)	I_D / I_N	IM B3 (kg)
LS 90 S	1.1	1429	7.4	2.5	0.84	76.8	4.8	11.5
LS 90 L	1.5	1428	10	3.4	0.82	78.5	5.3	13.5
LS 100 L	2.2	1436	14.7	4.8	0.81	81	6	20
LS 112 M	4	1438	26.8	8.3	0.83	84.2	7.1	24.9

TABLEAU 1

Avant compensation		Puissance de condensateur en kVar à installer par kW de charge pour relever le facteur de puissance $\cos \varphi$ ou $\tan \varphi$, à une valeur donnée.														
		$\tan \varphi$	0,75	0,59	0,48	0,46	0,43	0,40	0,36	0,33	0,29	0,25	0,20	0,14	0,0	
$\tan \varphi$	$\cos \varphi$	$\cos \varphi$	0,80	0,86	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1	
1,33	0,60		0,584	0,733	0,849	0,878	0,905	0,939	0,971	1,005	1,043	1,083	1,131	1,192	1,334	
1,30	0,61		0,549	0,699	0,815	0,843	0,870	0,904	0,936	0,970	1,008	1,048	1,096	1,157	1,299	
1,27	0,62		0,515	0,665	0,781	0,809	0,836	0,870	0,902	0,936	0,974	1,014	1,062	1,123	1,265	
1,23	0,63		0,483	0,633	0,749	0,777	0,804	0,838	0,870	0,904	0,942	0,982	1,030	1,091	1,233	
1,20	0,64		0,450	0,601	0,716	0,744	0,771	0,805	0,837	0,871	0,909	0,949	0,997	1,058	1,200	
1,17	0,65		0,419	0,569	0,685	0,713	0,740	0,774	0,806	0,840	0,878	0,918	0,966	1,007	1,169	
1,14	0,66		0,388	0,538	0,654	0,682	0,709	0,743	0,775	0,809	0,847	0,887	0,935	0,996	1,138	
1,11	0,67		0,358	0,508	0,624	0,652	0,679	0,713	0,745	0,779	0,817	0,857	0,905	0,966	1,108	
1,08	0,68		0,329	0,478	0,595	0,623	0,650	0,684	0,716	0,750	0,788	0,828	0,876	0,937	1,079	
1,05	0,69		0,299	0,449	0,565	0,593	0,620	0,654	0,686	0,720	0,758	0,798	0,840	0,907	1,049	
1,02	0,70		0,270	0,420	0,536	0,564	0,591	0,625	0,657	0,691	0,729	0,769	0,811	0,878	1,020	
0,99	0,71		0,242	0,392	0,508	0,536	0,563	0,597	0,629	0,663	0,701	0,741	0,783	0,850	0,992	
0,96	0,72		0,213	0,364	0,479	0,507	0,534	0,568	0,600	0,634	0,672	0,712	0,754	0,821	0,963	
0,94	0,73		0,186	0,336	0,452	0,480	0,507	0,541	0,573	0,607	0,645	0,685	0,727	0,794	0,936	
0,91	0,74		0,159	0,309	0,425	0,453	0,480	0,514	0,546	0,580	0,618	0,658	0,700	0,767	0,909	
0,88	0,75		0,132	0,282	0,398	0,426	0,453	0,487	0,519	0,553	0,591	0,631	0,673	0,740	0,882	
0,86	0,76		0,105	0,255	0,371	0,399	0,426	0,460	0,492	0,526	0,564	0,604	0,652	0,713	0,855	
0,83	0,77		0,079	0,229	0,345	0,373	0,400	0,434	0,466	0,500	0,538	0,578	0,620	0,687	0,829	
0,80	0,78		0,053	0,202	0,319	0,347	0,374	0,408	0,440	0,474	0,512	0,552	0,594	0,661	0,803	
0,78	0,79		0,026	0,176	0,292	0,320	0,347	0,381	0,413	0,447	0,485	0,525	0,567	0,634	0,776	
0,75	0,80			0,150	0,266	0,294	0,321	0,355	0,387	0,421	0,459	0,499	0,541	0,608	0,750	

TABLEAU 2

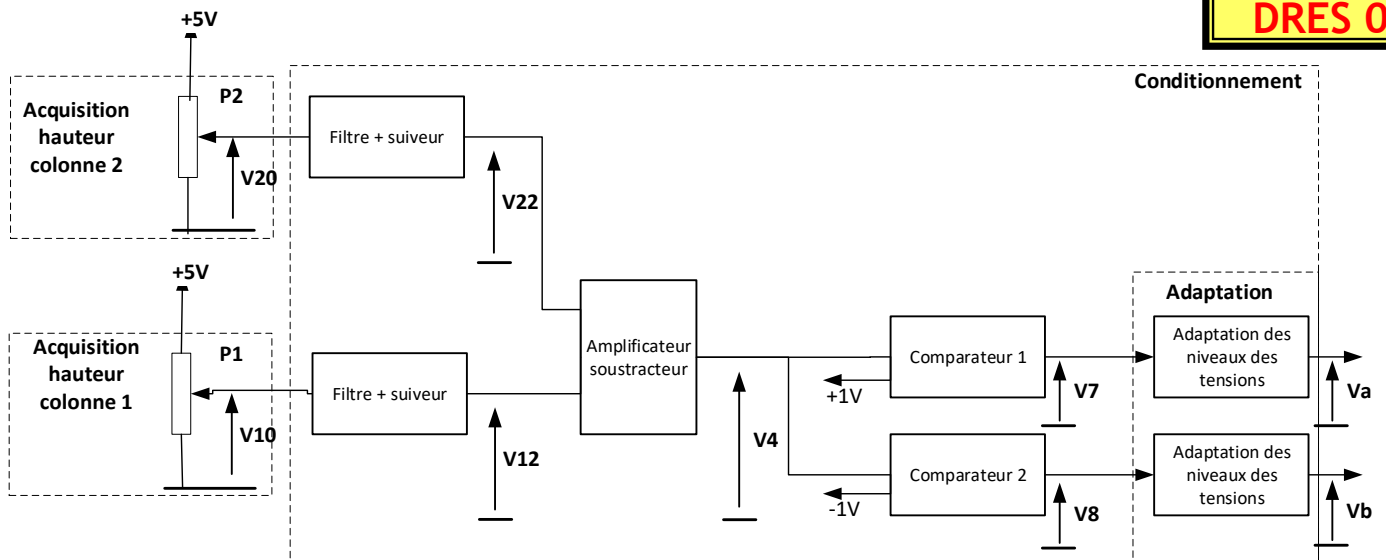


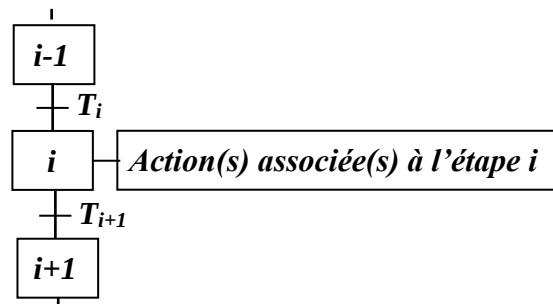
Fig. 9 : Schéma synoptique de la chaîne d'acquisition

Rappel du principe de traduction d'un GRAFCET en Ladder

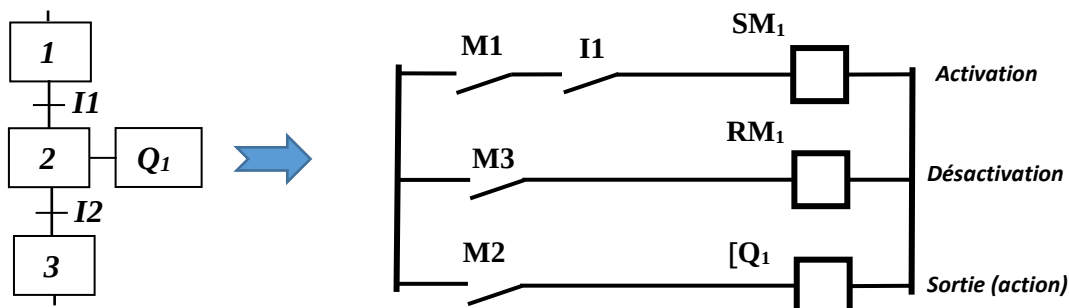
L'étape i est matérialisée par une case mémoire M_i .

L'étape i est :

- Activée par l'étape $i-1$ et la réceptivité T_i
- Désactivée par l'étape $i+1$



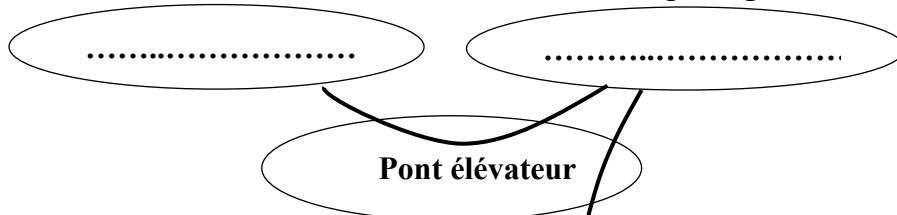
Exemple :



Question :1.

A qui rend-il service ?

Sur quoi agit-il ?



Dans quel but ?

.....

Question :2.

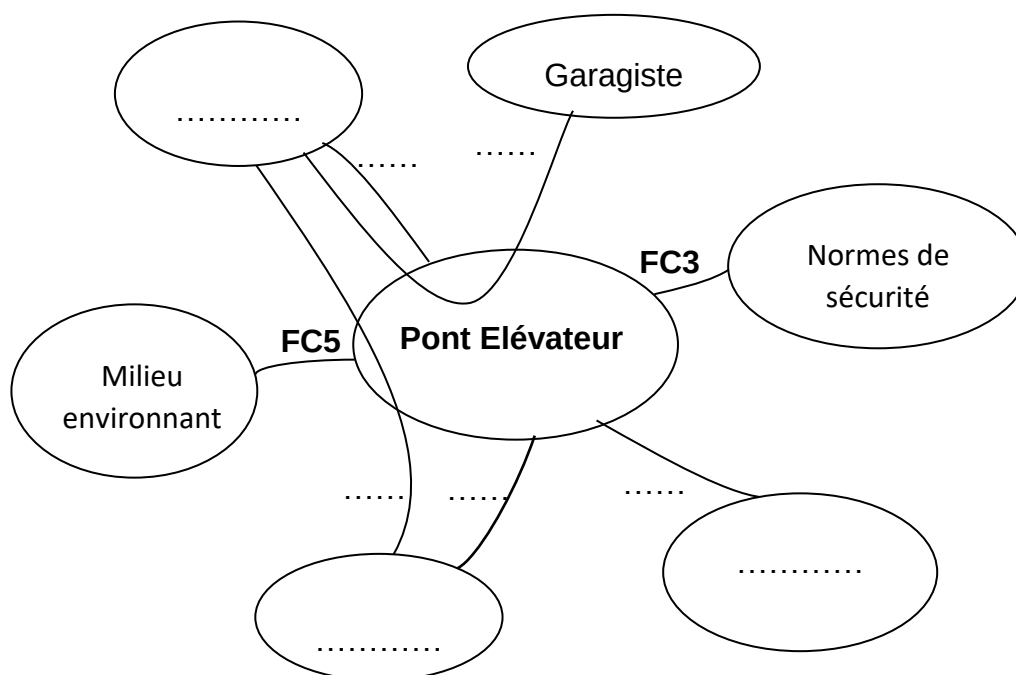
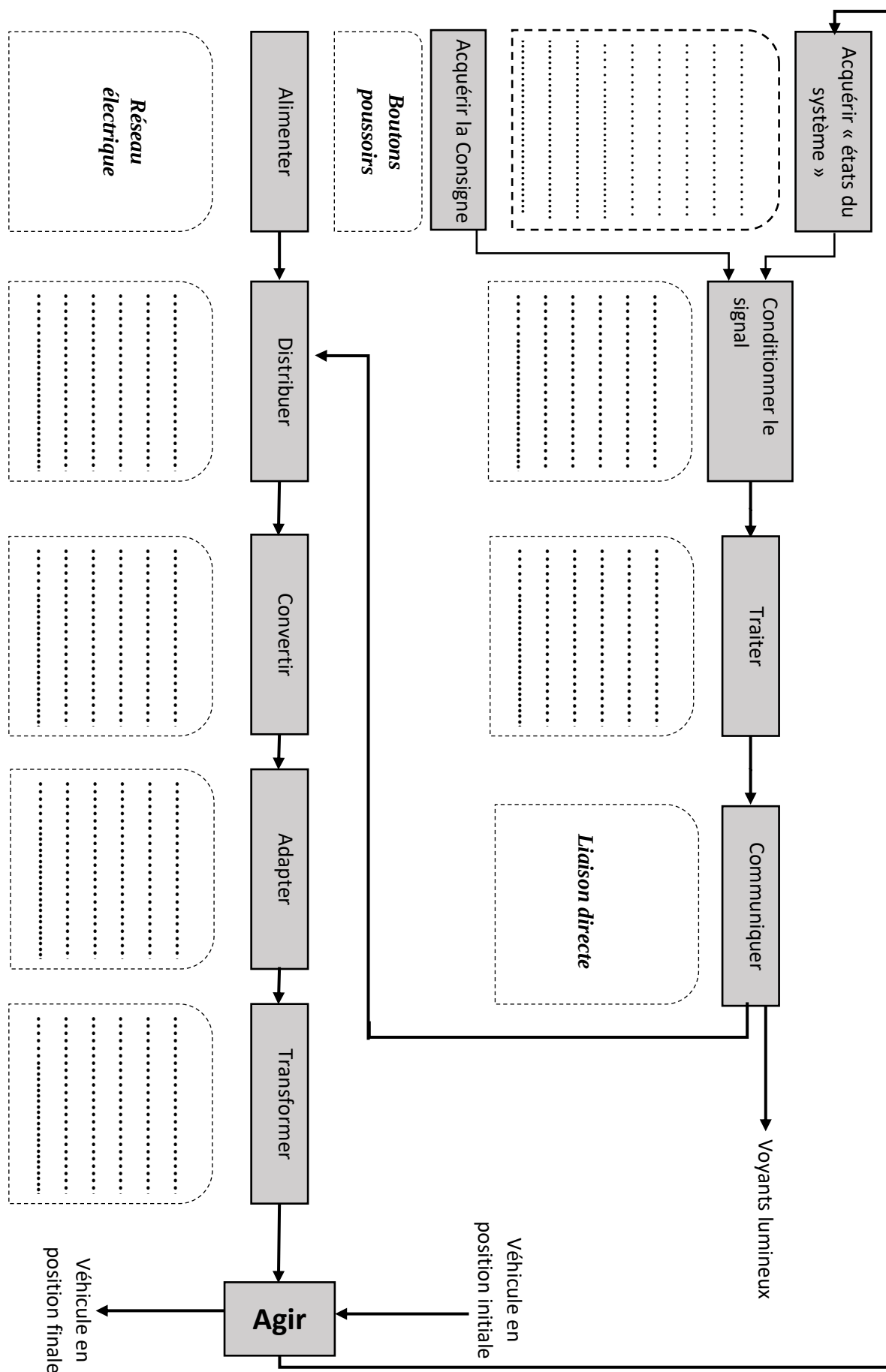


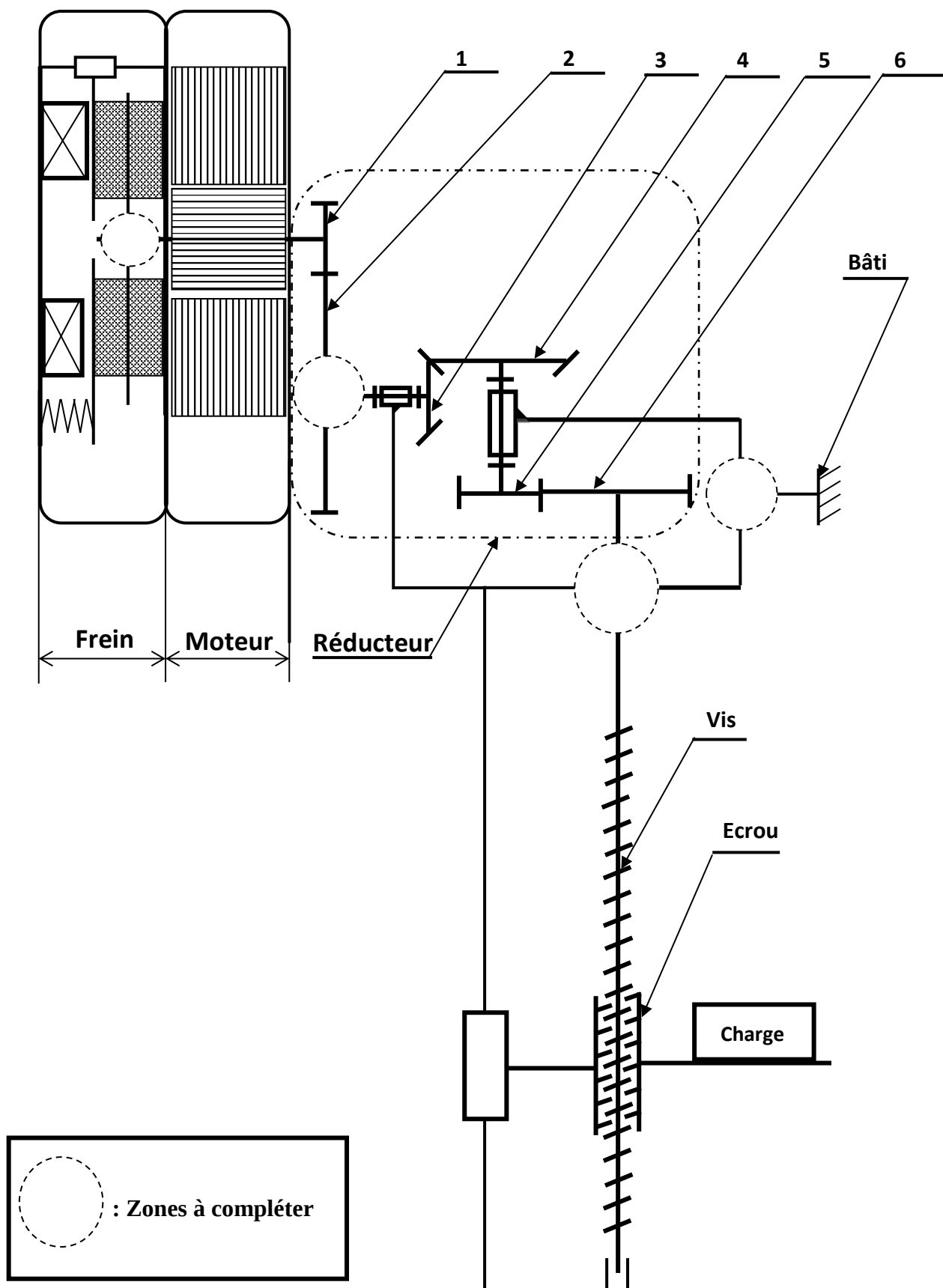
Tableau des fonctions :

FP1	Soulever le véhicule du sol
FP2	Ajuster la hauteur de levage du véhicule par le garagiste
FC1	Maintenir le véhicule en position horizontale équilibrée
FC2	S'adapter à l'énergie électrique du site
FC3	Respecter les normes de sécurité
FC4	Se fixer sur le sol
FC5	Résister au milieu environnant

Question :3.



Question :4.



Question :5.

Question :6.

Question :7.

Question :8.

Question :9.

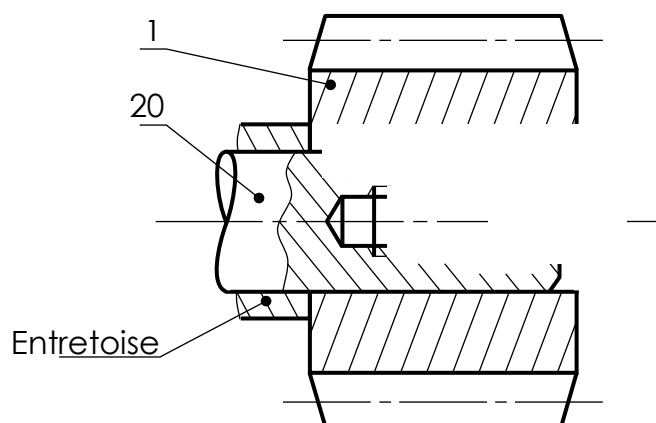
Question :10.

Question :11.

Question :12.

Question :13.

Question :14.



Question :15.

Question :16.

DREP 06

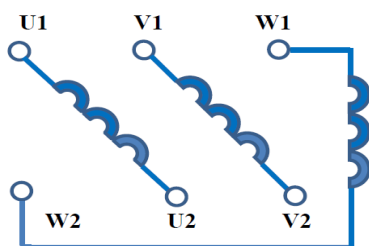
Question :17.

Question :18.

Question :19.

Question :20.

Question :21.



Question :22.

Question :23.

Question :24.

Question :25.

Question :26.

Question :27.

Question :28.

Question :29.

Question :30.

Question :31.

Question :32.

Question :33.

[illegible]

Question :34.

Question :35.

Question :36.

Question :37.

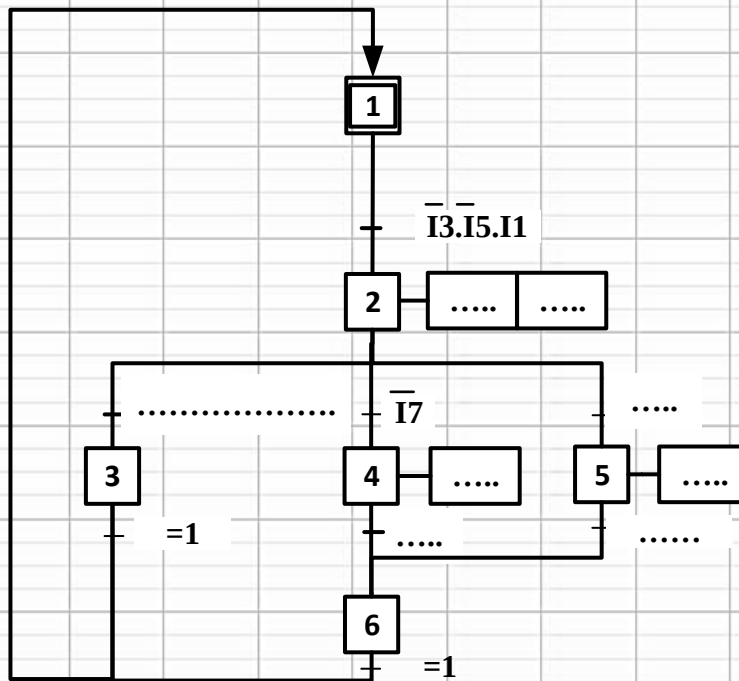
Question :38.

DREP 09

Question :39.

Ecart entre les courses C1 et C2 des bras	V ₄	V ₇	V ₈	V _a	V _b
C1 > (C2 + 20 mm)	V ₄ > +1V	...	...	...	...
C2 > (C1 + 20 mm)	V ₄ < -1V	...	...	...	...
-20 mm ≤ C1-C2 ≤ +20 mm	-1V ≤ V ₄ ≤ +1V	...	...	...	...

Question :40.



Question :41.

DREP 10

