



الصفحة

1

21

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا  
الدورة الاستدراكية 2012  
الموضوع

المملكة المغربية

وزارة التربية الوطنية  
المركز الوطني للتقويم والامتحانات

8	المعامل	RS46	علوم المهندس	المادة
4	مدة الإنجاز	شعبة العلوم والتكنولوجيات: مسلك العلوم والتكنولوجيات الكهربائية		الشعبة أو المسلك

# STORE AUTOMATISE

- ☞ Le sujet comporte au total 21 pages.
- ☞ Le sujet comporte 3 types de documents :
  - Pages 1 à 8 : socle du sujet comportant les situations d'évaluation (SEV) (Couleur blanche) ;
  - Pages 9 à 10 : documents ressources (Couleur rose) ;
  - Pages 11 à 21 : Documents réponses à rendre (Couleur jaune).

*Le sujet comporte cinq situations d'évaluation (SEV) :*

- SEV1 : Analyse fonctionnelle (6 pts)
- SEV2 : Etude du système de fin de course (18 pts)
- SEV3 : Alimentation et câblage du store (28 pts)
- SEV4 : Acquisition et conditionnement de signal (19 pts)
- SEV5 : GRAFCET et programme LADDER (9 pts)

- ☞ Toutes les réponses doivent être rédigées sur les PAGES JAUNES, qui 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 de poche y compris celles programmables.

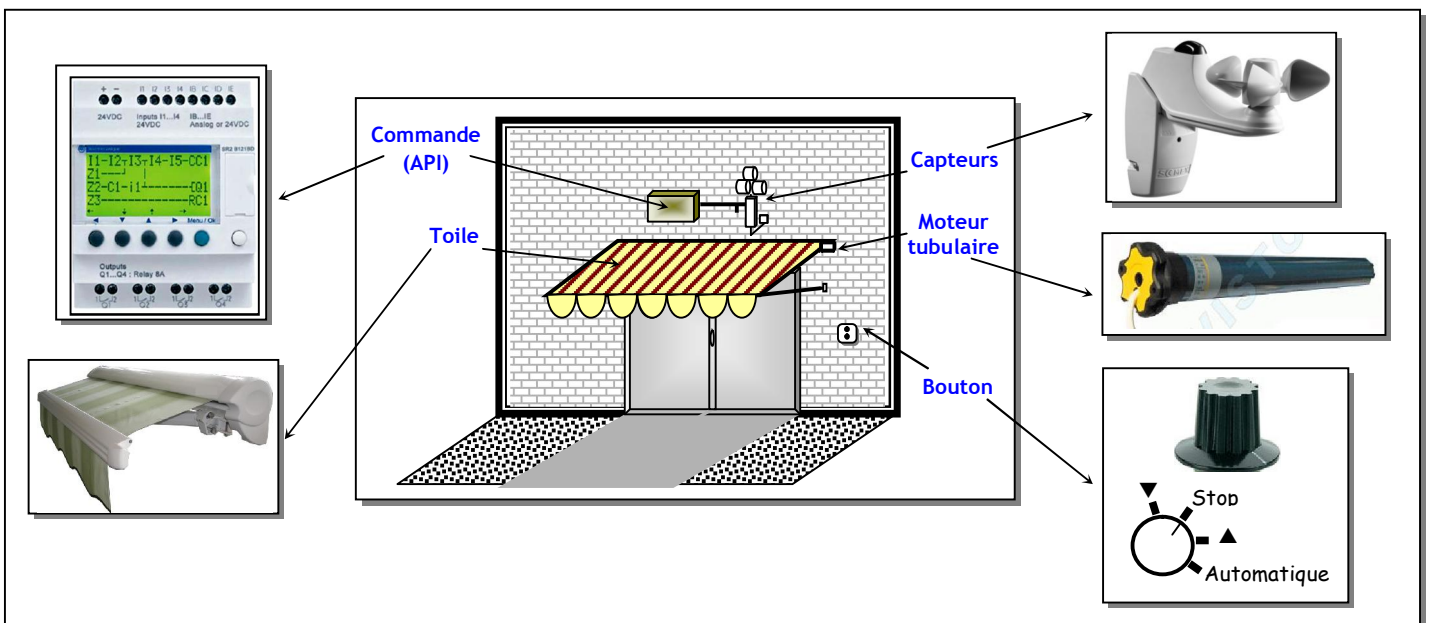
## INTRODUCTION

Pour protéger les biens et les personnes des rayons solaires intenses, on utilise couramment un store. Mais, la manipulation journalière d'un tel système est parfois fastidieuse ; de plus, en cas d'absence de l'opérateur, le store peut se détériorer lors d'une rafale de vent. La commande automatique permet alors, par l'exploitation des capteurs de vent et du soleil, une utilisation rationnelle et fiable d'un store.

L'objet de cette épreuve est donc l'étude d'un store automatisé dont les caractéristiques principales, ainsi que le fonctionnement global sont comme suit :



- La motorisation du système est basée autour d'un moteur asynchrone monophasé (tubulaire) ;
- La commande est assurée par un Automate Programmable Industriel (API) de type Zelio ;
- Un commutateur à 4 positions permet de choisir entre :
  - l'arrêt (Stop) ;
  - le mode automatique (Automatique) ;
  - le mode manuel qui permet l'intervention de l'utilisateur, pour remonter (▲) ou descendre (▼) le store ;
- En mode automatique :
  - L'intensité des rayons solaires est captée par une photodiode ; si la lumière solaire dépasse un certain seuil d'intensité réglable, le store descend ;
  - La vitesse du vent est captée par un anémomètre ; le store est protégé en forçant sa remontée, en cas du dépassement d'un certain seuil de vitesse qui est réglable ;
- La prise en compte du vent est prioritaire sur la prise en compte de la luminosité, ainsi que sur la commande manuelle ;
- La détection des déplacements limites de la toile est assurée par des capteurs de fin de course intégrés au mécanisme du moteur tubulaire, réalisant de ce fait une solution câblée pour cette détection.



Le schéma complet de la commande du système est donné à la page 9. Pour être traitées par l'API, les informations Vent/Soleil ainsi que les commandes manuelles doivent être adaptées aux niveaux de tensions acceptables par l'API.

SEV 1

## ANALYSE FONCTIONNELLE

/06 points

Tâche 1

Diagramme des interactions

/03 points

**Répondre sur page 11**

On étudie le système store automatique dans son ensemble, c'est à dire que le soleil, le vent, la terrasse, l'utilisateur et l'énergie sont des éléments considérés comme extérieurs au système étudié. Compléter le diagramme pieuvre en effectuant les liaisons nécessaires.

Tâche 2

Schéma fonctionnel général

/03 points

**Répondre sur page 11**

Compléter le diagramme fonctionnel général.

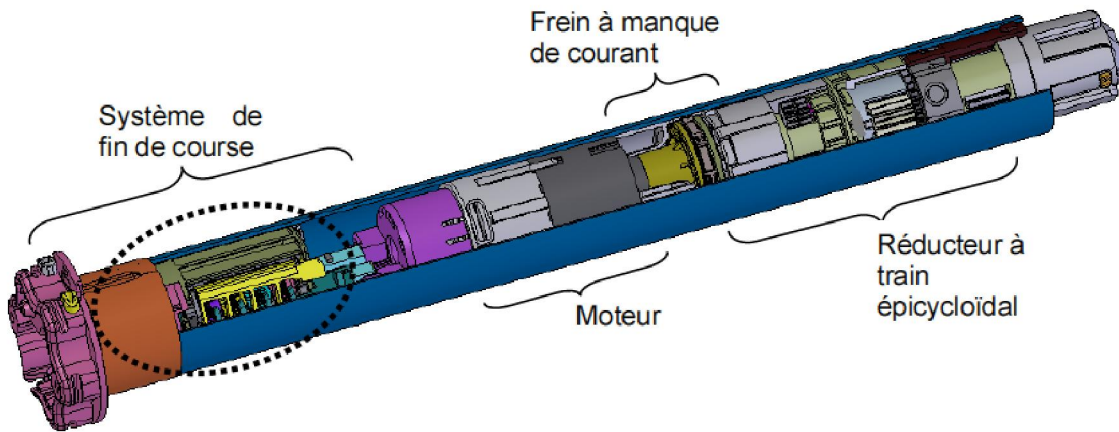
SEV 2

## ÉTUDE DU SYSTEME DE FIN DE COURSE

/18points

**1- Mise en situation**

L'arrêt en position haute ou basse du store est obtenu automatiquement, grâce au système de fin de course (objet de notre étude).

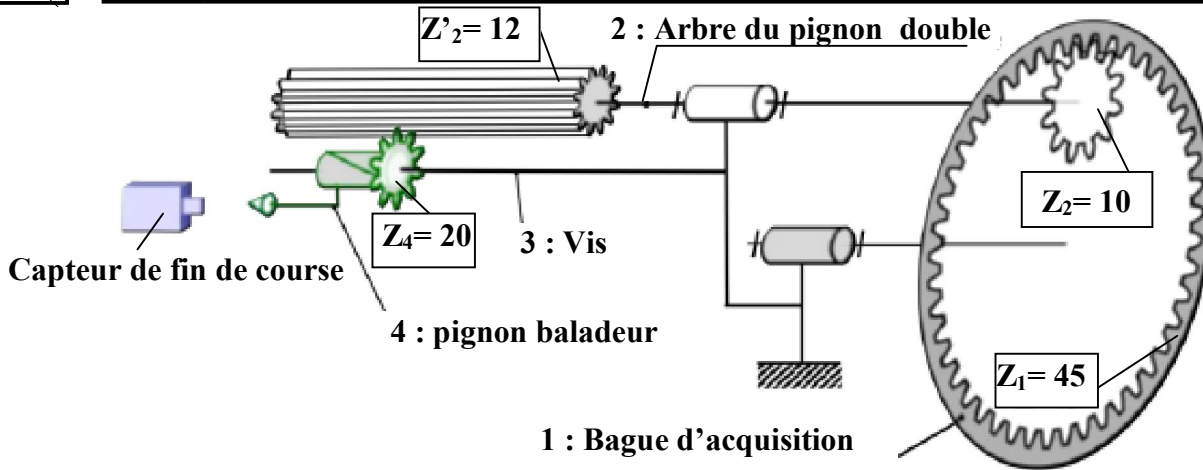


Ce système mécanique de fin de course est composé, comme le montre le schéma de la page suivante, de 2 pignons baladeurs, répartis de part et d'autre du pignon double ( $Z_2$  et  $Z'_2$ ). Ces pignons appuyant chacun sur un capteur de fin de course Haut ou Bas.

**NOTA :** Pour des raisons de simplification, seul un des 2 systèmes pignon baladeur, capteur a été représenté et sera étudié.

**2- Fonctionnement**

La rotation de la bague d'acquisition (1) liée au tube (non représenté), entraîne un train d'engrenages. La sortie de ce train entraîne le pignon baladeur (4) monté sur une vis (3). La vis étant fixe au cours du fonctionnement, il en résulte une rotation et une translation simultanée du pignon baladeur (4). En fin de course, le pignon baladeur (4) déclenche le capteur de fin de course.



Tâche 1 Étude du train d'engrenages /8,5 points

Répondre sur page 12

Données :

- ✓ On considère que le tube tourne à une vitesse de rotation  $N_1 = 17 \text{ tr/min}$  ;
- ✓ Le diamètre du tube  $\varnothing_t = 79,5 \text{ mm}$  ;
- ✓ La longueur de la toile  $L = 3 \text{ m}$  ;
- ✓ On néglige l'épaisseur de la toile ;
- ✓ Tous les engrenages ont un même module  $m = 1,5 \text{ mm}$ .

1. Calculer le nombre de tours que devra faire le tube pour enrouler la totalité de la toile.....(2pts)
2. Calculer la vitesse de rotation du pignon baladeur(4).....(2,5pts)
3. Déterminer :
  - ✓ L'entraxe bague d'acquisition /pignon double  $a_{1-2}$  ;.....(2pts)
  - ✓ L'entraxe pignon double/Pignon baladeur  $a_{2-4}$ .....(2pts)

Tâche 2 Étude du système vis-écrou /5 points

Répondre sur pages 12-13

1. Compléter le diagramme fonctionnel du système vis-écrou.....(2pts)
2. Si on considère que la bague d'acquisition liée à l'axe X tourne dans le sens horaire et sachant que le filetage est droit ; indiquer par une flèche le sens de déplacement du pignon baladeur (4).....(1pt)
3. Quels que soient les résultats trouvés précédemment on prendra les données suivantes :
  - ✓ le nombre de tours nécessaire pour enrouler la toile  $N_f = 15 \text{ tours}$  ;
  - ✓ la vitesse de rotation du pignon baladeur 4 est  $N_4 = 46 \text{ tr/min}$  ;
  - ✓ Le rapport du train d'engrenage est  $r = 2,7$  ;
  - ✓ la distance parcourue par le pignon (4) durant l'enroulement ou le déroulement du store est  $d = 60,75 \text{ mm}$  ;
  - ✓ la vis est à un seul filet .

Calculer alors le pas du filetage de la vis.....(2pts)

Tâche 3 Travail graphique /4,5 points

Répondre sur page 13

Compléter la vue de gauche en coupe A-A du sous ensemble {pignon baladeur + vis}. .....( 4,5 pts)

SEV 3

ALIMENTATION ET CABLAGE DU STORE

/28 points

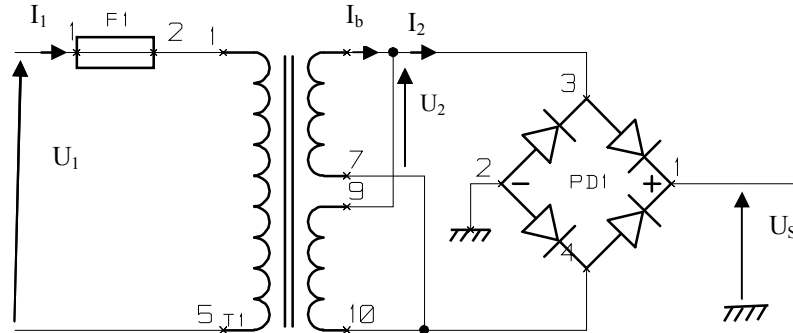
Les circuits électroniques du système sont alimentés sous une tension continue  $V_{cc}=12V$ . On se propose d'étudier la partie transformation et redressement de cette alimentation.

Tâche1

Étude du transformateur

/07 points

Répondre sur page 14



Nomenclature :

- ✓ T1 : Transformateur 230v / 2 x 15v - 1,8VA - Type EI 30/15,5;
- ✓ PDI : Pont de diodes série RB-1,5A boîtier rond ;
- ✓ F1 : Fusible temporisé FIT/FST 100 mA.

On suppose que le transformateur est parfait :

1. Comment sont montés les enroulements au secondaire du transformateur ? ..... (1pt)
2. Calculer le courant nominal  $I_1$  au primaire du transformateur. .... (1,5pt)
3. Calculer le courant nominal  $I_2$  au secondaire du transformateur. .... (1,5pt)
4. Calculer le courant nominal  $I_b$  dans un enroulement du secondaire. .... (1,5pt)
5. Calculer le rapport de transformation  $m$  ..... (1,5pt)

Tâche 2

Étude du redressement

/05 points

Répondre sur pages 14-15

Les diodes sont supposées parfaites. La charge du pont redresseur est supposée résistive de résistance R.

1. Représenter la tension  $U_2(t)$  à la sortie du transformateur. .... (1,5pt)
2. Représenter la tension  $U_s(t)$ . .... (1,5pt)
3. Calculer les valeurs moyenne  $U_{smoy}$  et efficace  $U_{sef}$  de la tension  $U_s$  ..... (2pts)

Tâche 3

Câblage du store

/07 points

Répondre sur pages 15-16

Le store est actionné par un moteur tubulaire asynchrone monophasé (type LT50). Ce dernier dispose des éléments suivants :

- ✓ Un moteur électrique pour fournir le couple mécanique ;
- ✓ Un réducteur pour obtenir une vitesse d'enroulement adaptée (une dizaine de tours par minute) ;
- ✓ Un frein qui permet de maintenir la charge à l'arrêt ;
- ✓ Un dispositif de gestion des fins de course qui mémorise les points d'arrêt haut et bas et coupe automatiquement l'alimentation du moteur lorsque ces points sont atteints.

Dans le but de tester le fonctionnement de ce moteur tubulaire, on effectue la manipulation suivante : on commande le moteur du store à l'aide d'un commutateur à trois positions (montée, arrêt, descente).

1. Compléter le schéma du moteur tubulaire ..... (3pts)
2. Quel est le rôle du condensateur C ? ..... (1pt)
3. Expliquer comment le sens de rotation du moteur est inversé suivant les positions 1 et 2 du commutateur. .... (3pts)

Tâche 4

Protection de l'installation

/9 points

Répondre sur pages 16-17

Le branchement électrique du store nécessite une alimentation en énergie électrique conforme à la norme NF C 15-100 et NF C 14-100. On assure sa protection par un disjoncteur différentiel calibre : 10A, sensibilité : 30mA

1. Compléter le document réponse en insérant le numéro correspondant de chaque élément proposé à sa place.....(2,5pts)
2. Une masse métallique du store est mise accidentellement sous tension suite à un défaut d'isolement.

En considérant la figure représentée et en supposant que la résistance du défaut est faible :

- a) De quel régime du neutre s'agit-il ? .....(0,5pt)
- b) Représenter sur le schéma le chemin du courant de défaut  $I_d$ .....(1pt)
- c) Déterminer la valeur de ce courant de défaut  $I_d$ ..... (1,5pt)
- d) A quelle tension  $U_C$  est soumise la personne qui touche la masse métallique du store ?.....(1,5pt)
- e) Le disjoncteur déclenche-t-il ? Pourquoi ? .....(2pts)

SEV 4

ACQUISITION ET CONDITIONNEMENT DES SIGNAUX

/19 points

Tâche

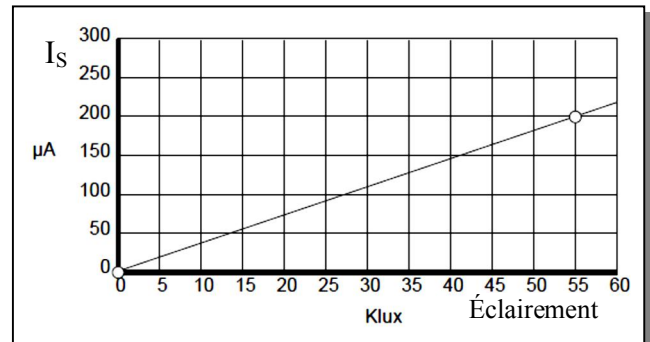
Acquisition de l'information Soleil

/ 19 pts

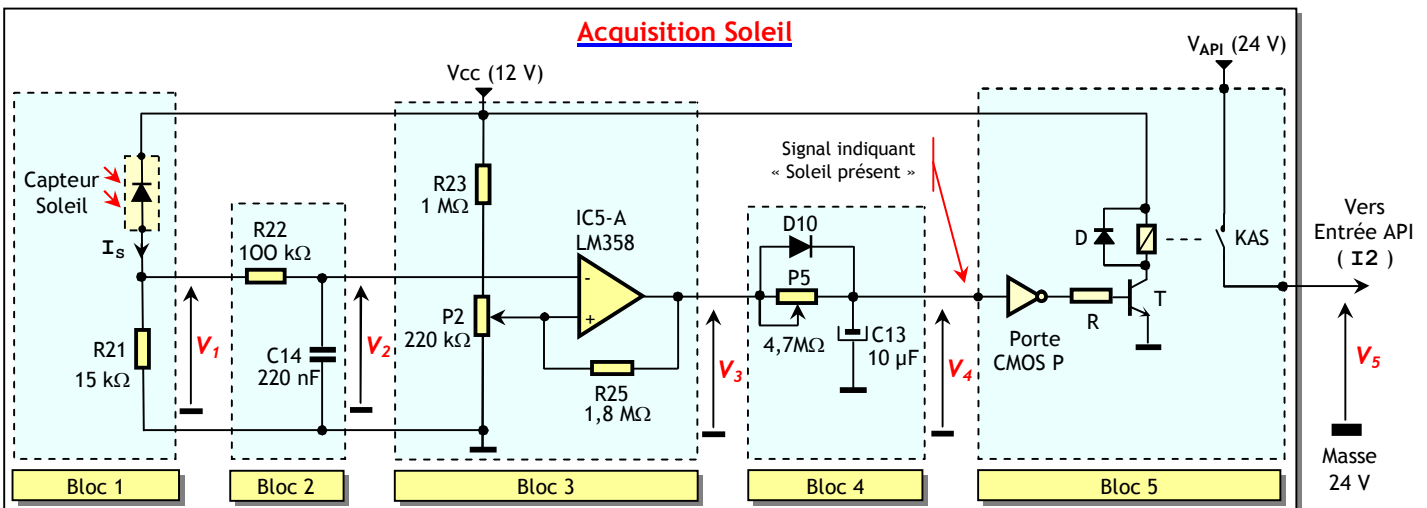
Répondre sur pages 18-19

Dans cette situation, seule l'acquisition de l'information « Soleil » est étudiée.

Le capteur soleil du store est constitué d'une photodiode ; on note qu'une photodiode est une diode dont le courant inverse augmente en fonction de l'éclairement ; le graphique ci-contre donne la courbe de réponse de ce capteur. Le tableau ci-contre donne la mesure de l'éclairement de quelques exemples de situations ; on rappelle que le « lux » est l'unité de mesure de la quantité de lumière reçue par une surface, d'une manière uniformément répartie. Le schéma suivant donne la structure de la carte d'acquisition « Soleil ». Il est formé de 5 blocs qui sont l'objet de l'analyse suivante.



Exemple de situation	Éclairement
Pleine lune	0.5 lux
Ciel couvert	25 Klux à 30 Klux
Soleil moyen	48 Klux
Plein soleil	50 Klux à 100 Klux





1- Le bloc 1 est un convertisseur courant/tension, qui permet d'obtenir aux bornes de la résistance R21 une tension image de l'intensité lumineuse.

1.1- Exprimer  $V_1$  en fonction de  $I_S$ ; on suppose que le courant dans R22 est négligeable..... (2 pts)

2.1- Donner la valeur de  $V_1$  correspondante aux 2 valeurs extrêmes contenues dans la courbe (0 et 55 Klux) .....(1 pt).

2- Le bloc 2 (R22, C14) est un filtre passe-bas permettant d'atténuer l'effet de bruit causé par la ligne (230 V AC, 50 Hz).

2.1- Donner l'expression complexe de la fonction de transfert de ce filtre et la mettre sous la forme suivante tout en précisant l'expression de  $f_0$ , ainsi que sa valeur numérique. ....(3 pts)

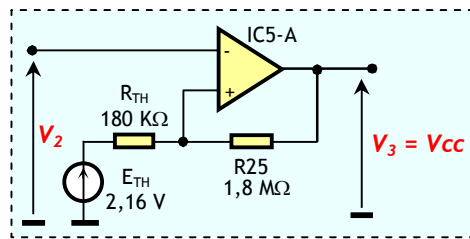
$$\frac{Av}{1 + j \frac{f}{f_0}}$$

2.2- Esquisser l'allure (diagramme de Bode asymptotique) du gain  $Av_{dB}$  d'expression  $(20 \log |Av|)$ . ....(2 pts)

2.3- Déterminer les valeurs de  $|Av|$  et de  $Av_{dB}$  pour la fréquence 50 Hz..... (1 pt)

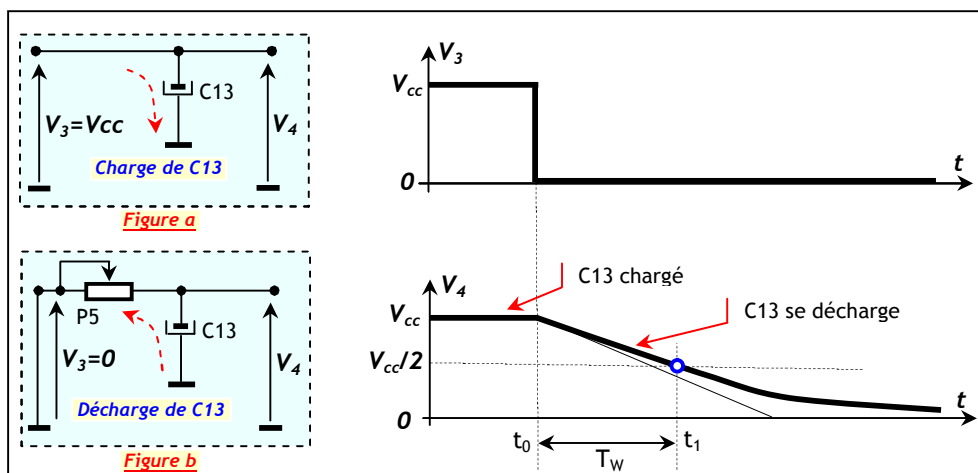
3- Le bloc 3 est un comparateur à 2 seuils (Trigger de Schmitt), réalisé autour de IC5-A; il permet de comparer l'éclairement mesuré à un seuil préréglé par P2; si ce seuil est dépassé, la sortie du comparateur bascule à 0; l'hystérésis de ce comparateur permet d'éviter un va et vient incessant du store par des petites variations de l'éclairement au voisinage du seuil préréglé.

3.1- Calculer la valeur maximale du seuil haut  $V_{SH}$  de ce comparateur, sachant qu'elle est calculée pour  $V_3$  à  $V_{cc}$  (12 V) et le curseur de P2 en position haute, ce qui correspond au schéma équivalent de calcul suivant : .....(2 pts)



3.2- Sachant que la valeur minimale de  $V_{SH}$  est 0, déterminer la plage de réglage de  $V_{SH}$ , ainsi que la plage d'éclairement correspondante. ....(2 pts)

4- Le bloc 4 (D10, P5, C13) lance une temporisation dès qu'il y a présence de soleil (dépassement de seuil). Cette temporisation permet d'ignorer les basculements du comparateur au passage de nuages dispersés (variation importante d'éclairement mais de petite durée). Avant l'atteinte de seuil de basculement préréglé par P2,  $V_3$  est à  $V_{cc}$ , ce qui permet à C13 de se charger rapidement à travers la diode D10, considérée comme un contact fermé (figure a ci-dessous). Lorsque le seuil est atteint,  $V_3$  bascule à 0 et C13 se décharge alors à travers P5 (figure b ci-dessous).  $V_4$  diminue exponentiellement jusqu'à 0; lorsque  $V_4$  atteint, à un certain temps  $t_1$ ,  $V_{cc}/2$ , la sortie de la porte logique inverseuse CMOS P du bloc 5 bascule du niveau logique 0 au niveau logique 1. On note que la porte P est alimentée par  $V_{cc}$  égale à 12 V.



La loi d'évolution de  $V_4$  est de la forme suivante, où  $t_0$  représente l'instant du début de la décharge :

$$\begin{cases} V_4 = V_{cc} e^{-\frac{(t-t_0)}{\tau}} \\ \text{avec} \\ \tau = P5.C13 \end{cases}$$

4.1- Montrer alors que l'expression de la durée  $T_W$  au bout de laquelle  $V_4$  atteint la valeur  $V_{cc}/2$  est de la forme : (2 pts)

$$\begin{cases} T_W = \tau \ln 2 \\ \text{avec} \\ T_W = (t_1 - t_0) \end{cases}$$

4.2- Sachant que P5 est variable, calculer la valeur maximale de  $T_W$ ..... (1 pt)

5- Le bloc 5 permet d'adapter le signal « Soleil présent » à l'entrée de l'API ; en effet, en régime permanent, la sortie  $V_4$  du temporisateur prend 0 (0 logique) ou 12 V (1 logique), alors que l'API n'accepte que le 0 ou le 24 V. .... (3 pts)  
Compléter le tableau de la page 19.

SEV 5

**GRAF CET ET PROGRAMME LADDER DE COMMANDE**

/ 9 points

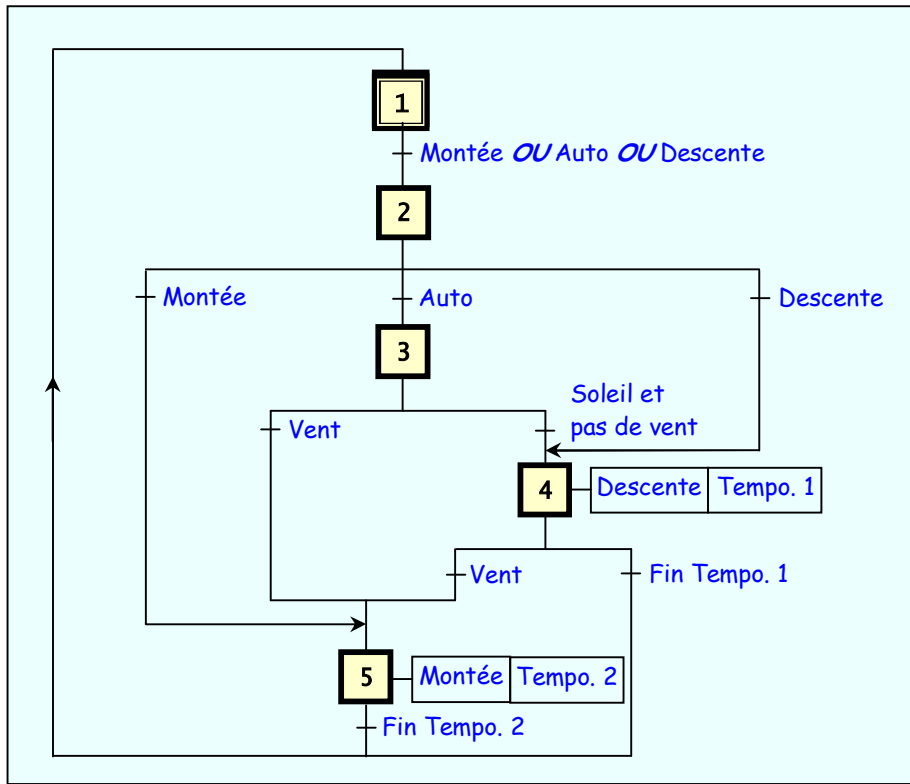
Tâche1

Étude du GRAFCET point de vue partie commande (PC)

/ 6 pts

Répondre sur page 19

La figure ci-dessous représente le GRAFCET point de vue Système de l'application. Compléter le GRAFCET point de vue PC en tenant compte des données des paragraphes 1 et 2 de la page 10.



Tâche 2

Étude du programme LADDER de commande

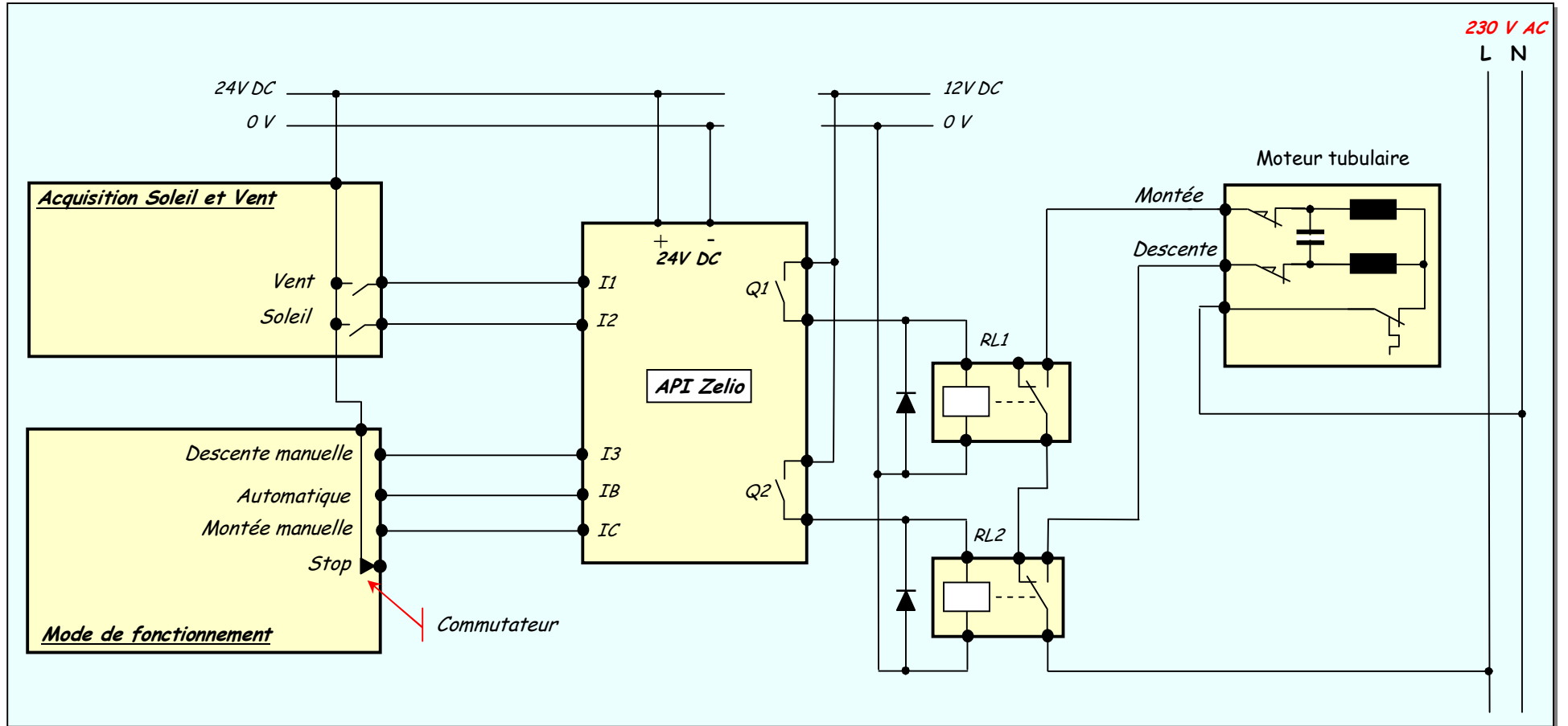
/ 3 pts

Répondre sur pages 20-21

Compléter le programme LADDER de commande du système conformément au GRAFCET point de vue Système, en tenant compte des données du paragraphe 3 de la page 10.



## SCHEMA DE LA PARTIE COMMANDE DU SYSTEME

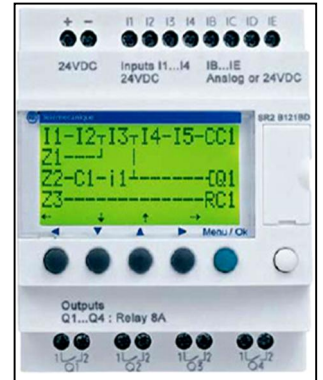


## MODULE LOGIQUE ZELIO SR2B121BD

### 1. PRESENTATION

Le module logique Zelio SR2 B121BD est destiné à la réalisation de petits équipements d'automatisme (petites machines de finition, de confection, d'assemblage ou d'emballage, etc.).  
Le modèle utilisé a pour caractéristiques principales:

- 4 entrées TOR et 4 entrées mixtes (TOR/Analogique) ;
- 4 sorties à relais ;
- Interface Homme/machine avec boutons et affichage LCD ;
- Langages de programmation LADDER et FBD.



### 2. RECAPUTILATIF DE L'AFFECTATION DES ENTREES/SORTIES

#### Sorties

Action	Actionneur/Préactionneur	Sortie API
Montée du store	Moteur asynchrone monophasé tubulaire / Relais RL1	Q 1
Descente du store	Moteur asynchrone monophasé tubulaire / Relais RL2	Q 2

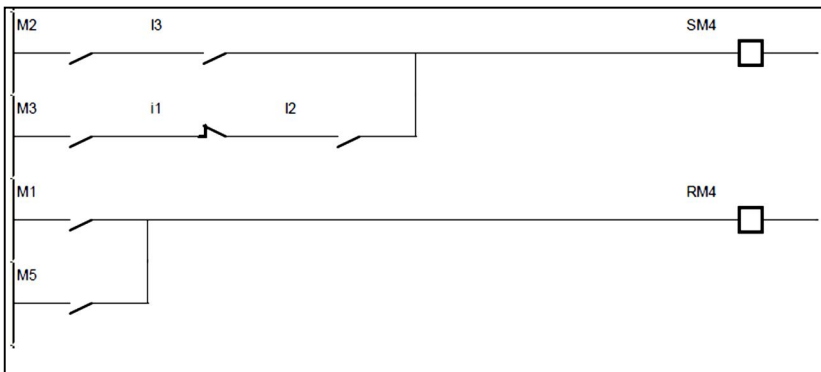
#### Entrées

Information	Capteur	Entrée API
Vitesse du vent dépassant le seuil pré réglé	Capteur Vent	I1
Intensité lumineuse dépassant le seuil pré réglé	Capteur Soleil	I2
Descente manuelle	Commutateur en position Descente	I3
Montée manuelle	Commutateur en position Montée	IC
Mode Auto	Commutateur en position Auto	IB
Arrêt	Commutateur en position Arrêt	

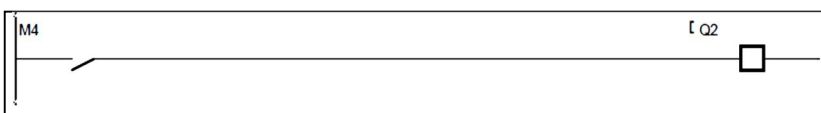
### 3. RÉALISATION DE GRAFCET EN LANGAGE LADDER

La programmation du GRAFCET en langage LADDER dans l'API consiste à associer à chaque étape  $i$  du GRAFCET un bit interne de l'API  $M_i$ . Le GRAFCET point de vue PC étudié contient 5 étapes ; on utilise alors 5 bits internes M1, M2, M3, M4 et M5. Le programme est alors constitué de 2 traitements :

- **Traitement séquentiel** : Cette partie du programme décrit l'évolution séquentielle des étapes en calculant l'état des bits internes  $M_i$  représentant les étapes (exemple ci-dessous : étape 4 dont le bit interne est M4) ;
- **Traitement postérieur** : Cette partie détermine l'état des sorties (exemple ci-dessous : Sortie Q2).



- L'étape 4 est activée si :
  - On est dans l'étape 2 **ET** I3 est actionné ;
  - OU
  - On est dans l'étape 3 **ET** la condition (**NON** I1 **ET** I2) est vraie.
- L'étape 4 est désactivée si :
  - On est passé dans l'étape 1 ;
  - OU
  - On est passé dans l'étape 5.



- La sortie Q2 est active si on est dans l'étape 4.

SEV 1

ANALYSE FONCTIONNELLE

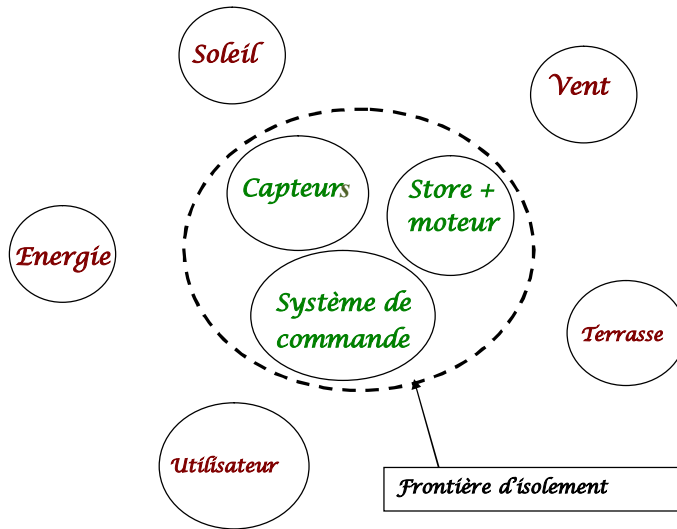
/06points

Tâche1

Diagramme des interactions

/03 points

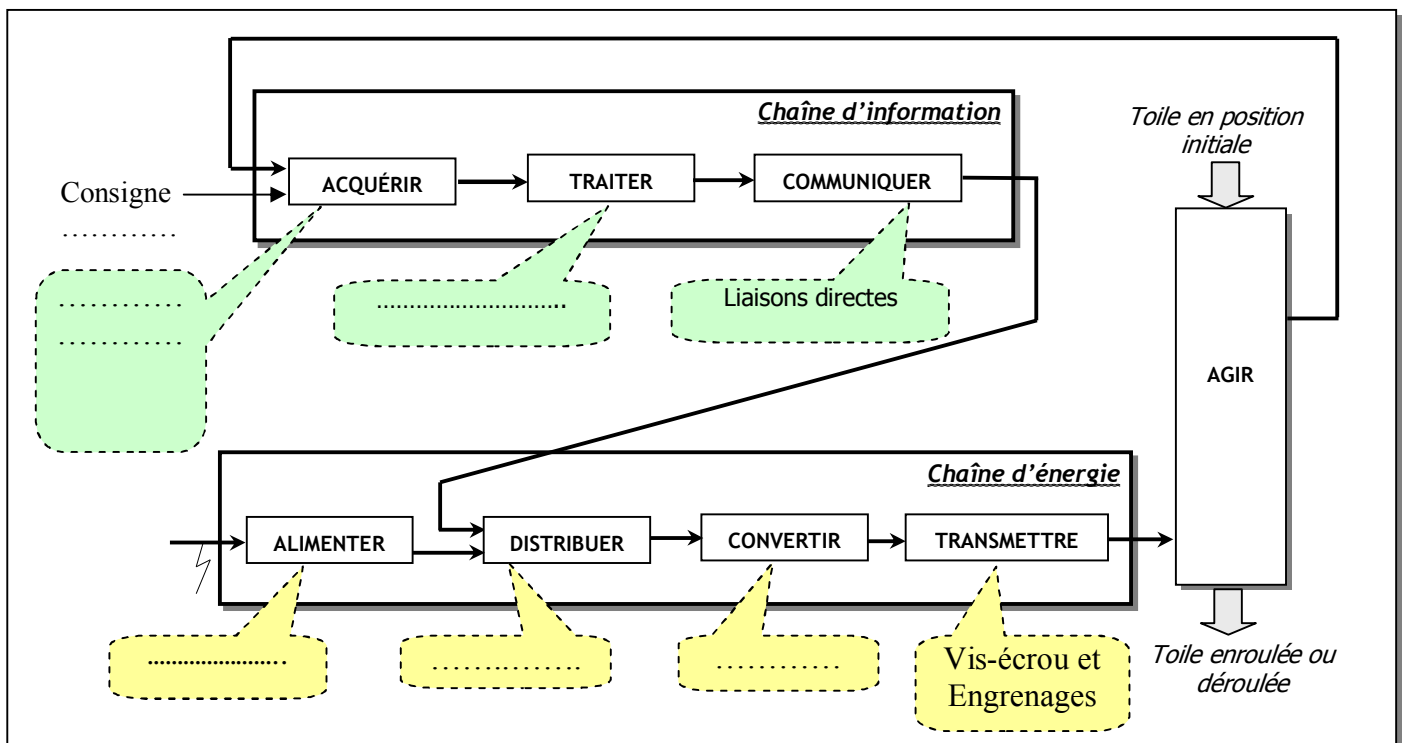
FONCTION	DESCRIPTION
FP	Protéger la terrasse du soleil automatiquement
FC1	Etre configurable facilement par l'utilisateur
FC2	Protéger le store du vent automatiquement
FC3	Etre intégré à la terrasse (esthétique)
FC4	S'adapter à la source d'énergie



Tâche 2

Diagramme fonctionnel général

/03 points



SEV 2

ÉTUDE DU SYSTEME DE FIN DE COURSE

/18points

Tâche1

Etude du train d'engrenages

/8,5points

1. Calculer le nombre de tours que devra faire le tube pour enrouler la totalité de la toile.

$$N_t = \dots \dots \dots trs$$

2. Calculer la vitesse de rotation du pignon baladeur(4).

$$N_4 = \dots \dots \dots tr /min$$

3. Déterminer:

- L'entraxe bague d'acquisition /pignon double  $a_{1-2}$  ;

$$a_{1-2} = \dots \dots \dots mm$$

- L'entraxe pignon double/Pignon baladeur  $a_{2-4}$  .

$$a_{2-4} = \dots \dots \dots mm$$

Tâche 2

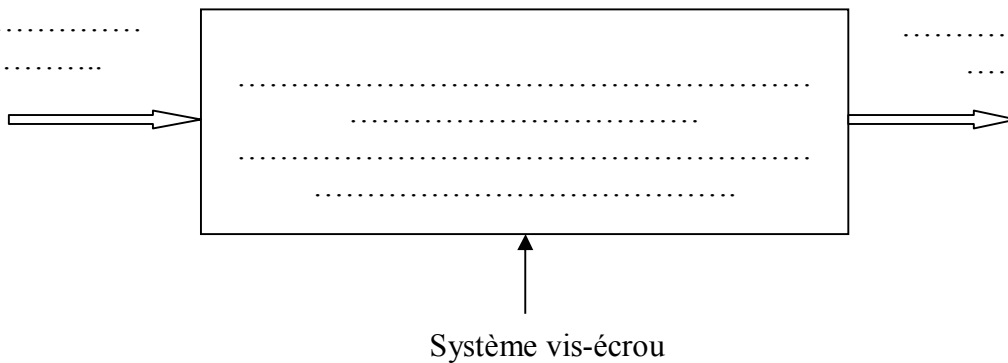
Etude du système vis et écrou

/ 5 points

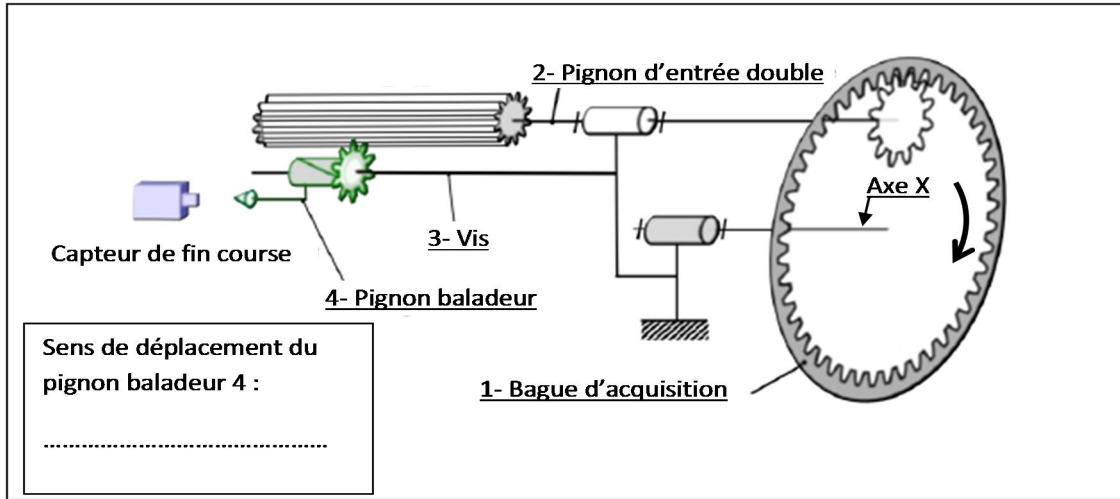
1. Compléter le diagramme suivant :

Mouvement  
d'entrée :

Mouvement de  
sortie :



2. Si on considère que la bague d'acquisition, liée à l'axe X, tourne dans le sens horaire comme le montre le schéma ci-dessous et sachant que le filetage est droit ; indiquer par une flèche le sens de déplacement du pignon baladeur (4) .



3. Calculer le pas du filetage de la vis .

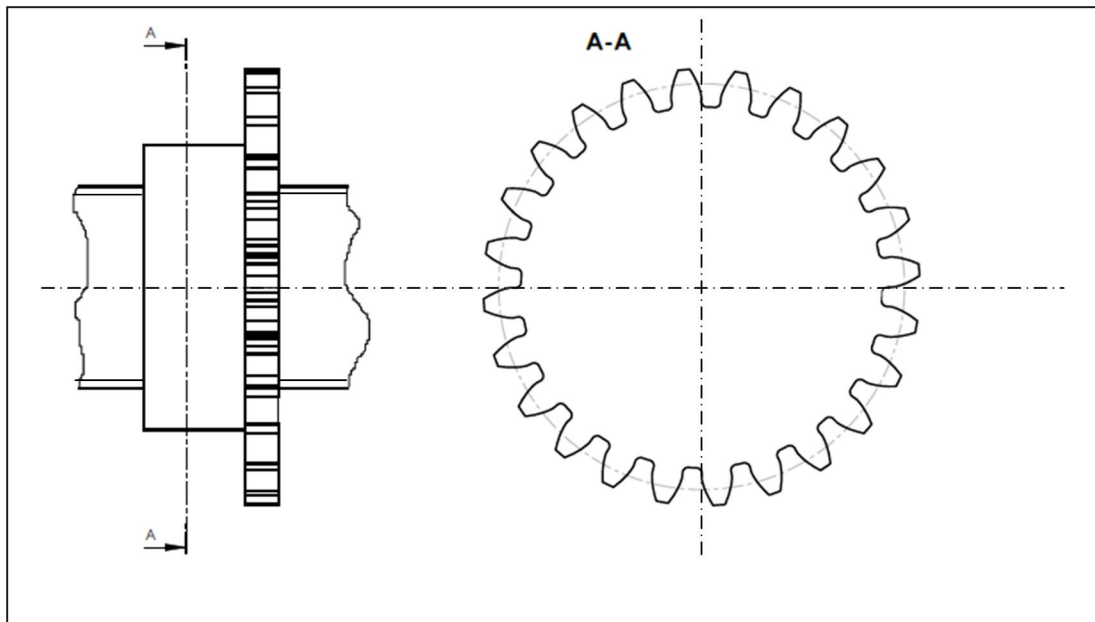
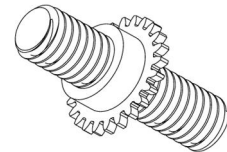
Pas = .....

Tâche 3

Travail graphique

/4,5 points

Compléter la vue de gauche en coupe A-A du sous ensemble pignon baladeur + vis :



SEV 3

ALIMENTATION ET CABLAGE DU STORE

/28 points

Tâche 1

Etude du transformateur

/07 points

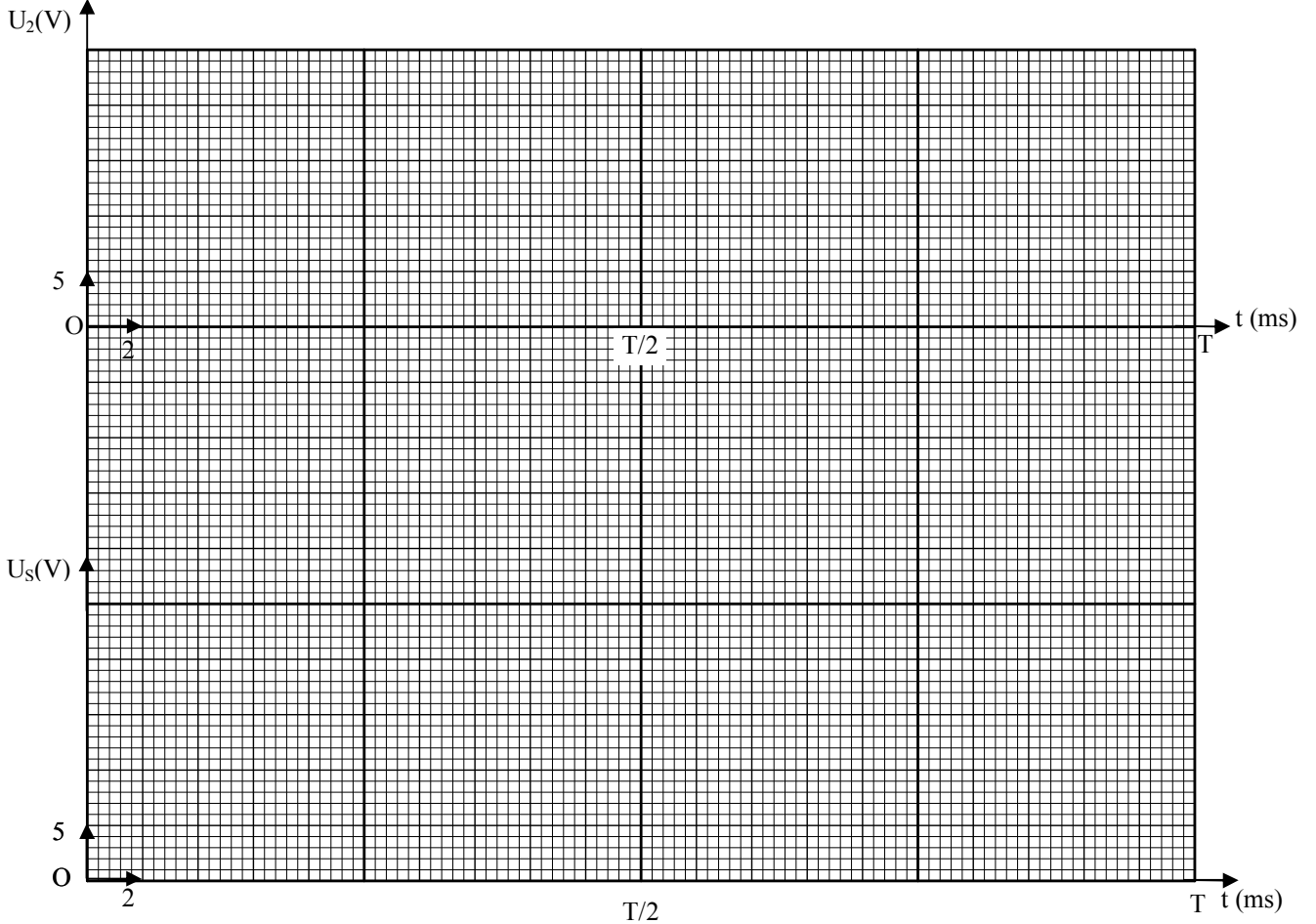
1. ....
2. ....
3. ....
4. ....
5. ....

Tâche 2

Etude du Redressement

/05 points

1. et 2. Représentation de la tension  $U_2$  et  $U_s$





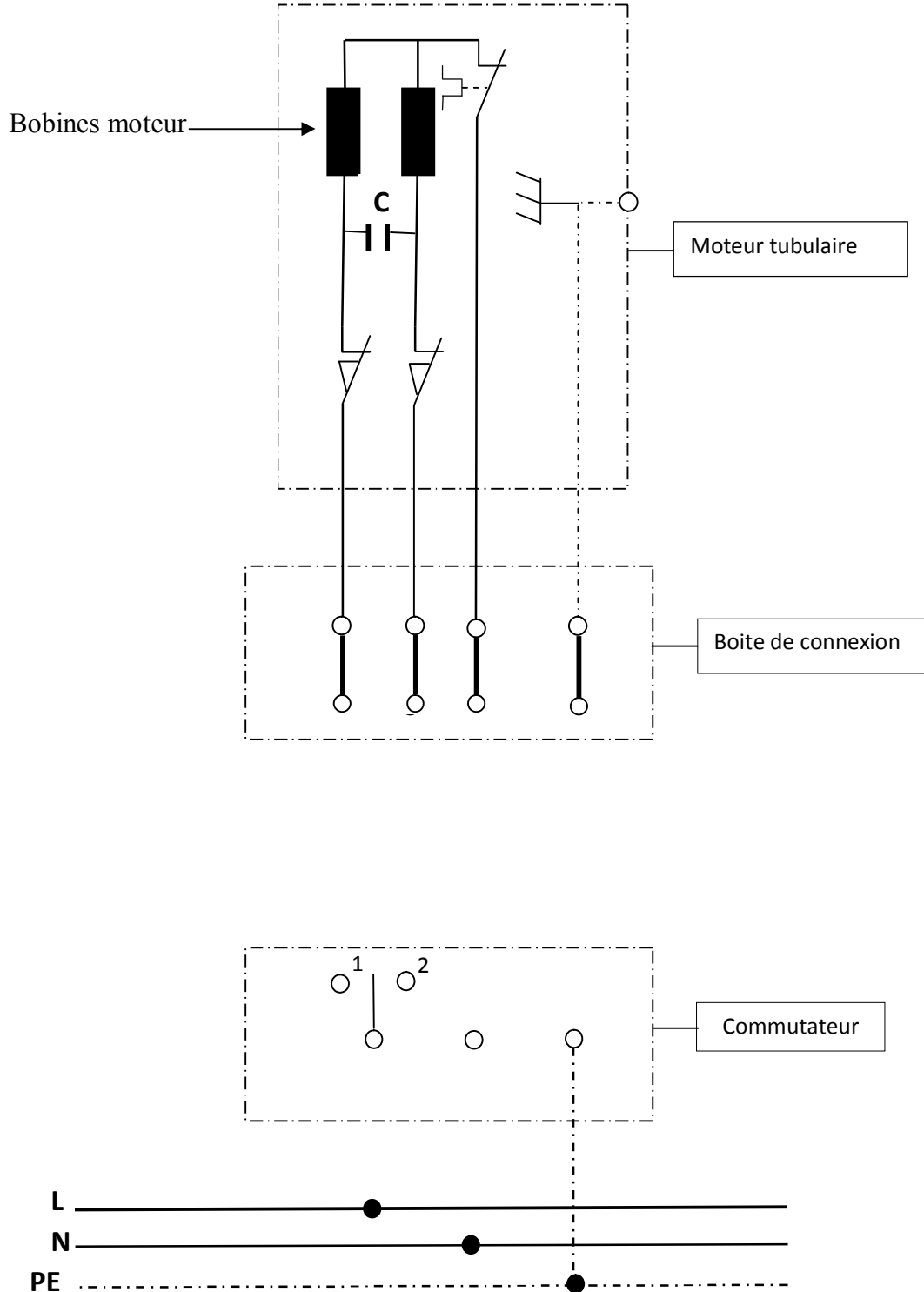
3. Valeurs moyenne et efficace de la tension  $U_S$ :

$U_{Smoy} = \dots\dots\dots$

$U_{Seff} = \dots\dots\dots$

**Tâche 3** **Câblage du store** /07 points

1.



2. Le rôle du condensateur .....

.....

3.

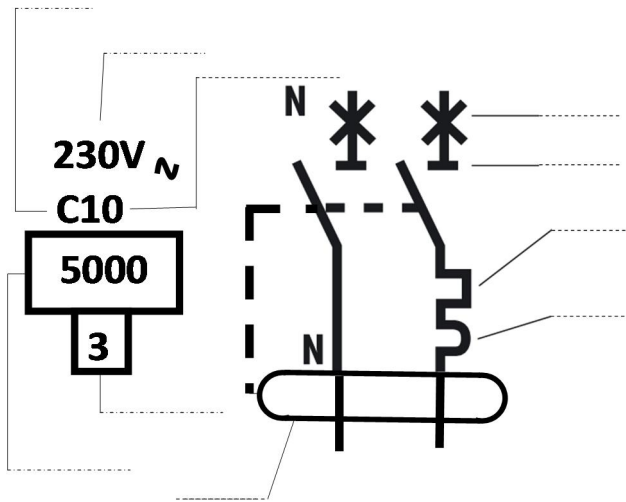
Position du Commutateur	Explications
1	..... ..... .....
2	..... ..... .....

Tâche 4

Protection de l'installation

/09 points

1.

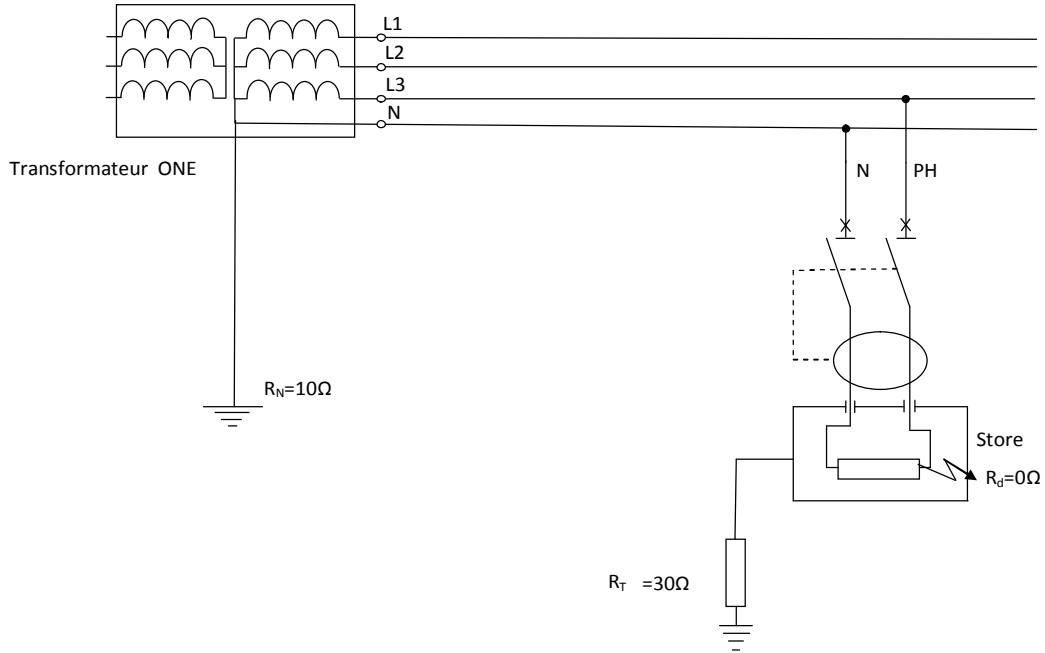


### Éléments proposés

1. Déclenchement différentiel
2. Coupure automatique
3. Classe de limitation
4. Tension assignée (nominale)
5. Pouvoir de coupure
6. Déclenchement magnétique
7. Sectionnement
8. Intensité assigné (nominale)
9. Type de courbe
10. Déclenchement thermique

a. ....

b. ....



c. ....

d. ....

e. ....

1.1-  $V_I = \dots\dots\dots$

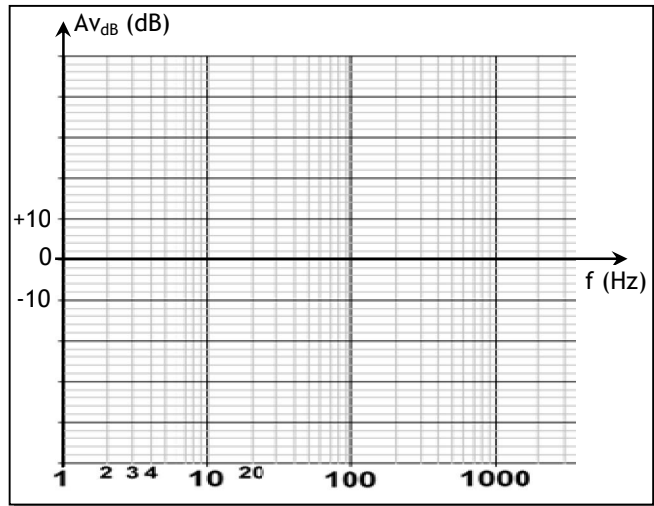
1.2-  $0 \text{ lux} \rightarrow V_I = \dots\dots$  ;  $55 \text{ k lux} \rightarrow V_I = \dots\dots$

2. Le bloc 2

2.1- .....  
 .....  
 .....  
 .....

$f_0 = \dots\dots\dots$

2.2-  $A_{v_{dB}} = 20 \log \frac{1}{\sqrt{1+(f/f_0)^2}}$



2.3- .....  
 .....  
 .....

$|Av| = \dots\dots\dots$

$A_{v_{dB}} = \dots\dots\dots$

3. Le bloc 3

3.1- .....  
 .....  
 .....  
 .....

$V_{SH \text{ max}} = \dots\dots\dots$

- 3.2- Plage de réglage de  $V_{SH}$  : .....
- Plage de  $I_S$  ( $V_{SH}/R_{21}$ ) correspondante : .....
- Plage d'éclairage correspondante : .....

4. Le bloc 4

- 4.1- .....
- .....
- $T_W =$  .....

- 4.2-  $T_{Wmax} =$  .....

5. Le bloc 5

$V_4$	Sortie porte P (0 ou 1)	Transistor T	Relais KAS	Contact KAS (fermé ou ouvert)	$V_5$ (V)
0 logique	.....	Saturé	Excité	.....	.....
1 logique	.....	Bloqué	Non excité	.....	.....

SEV 5

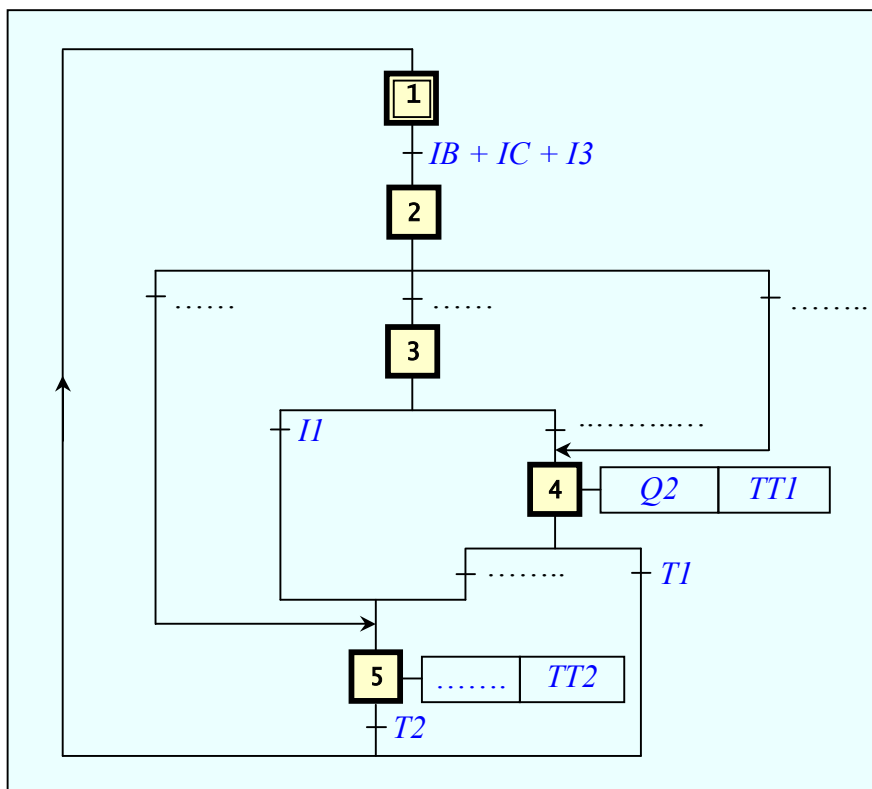
GRFCET ET PROGRAMME LADDER DE COMMANDE

/9 points

Tâche 1

Etude du GRAFCET de point de vue PC

/6 points



Tâche 2

Etude du programme LADDER de commande

/3 points

