



Matière :	Science de l'Ingénieur - A.T.C -	Pr.MAHBAB
Section :	Sciences et Technologies Électriques	Systeme n° 3

❖ **Sujet :**

- ◆ Le sujet comporte au total **19** pages.
- ◆ Le sujet comporte 3 types de documents :

📄 **Pages 01 à 06** : Socle du sujet comportant les situations d'évaluation (SEV).

📄 **Pages 07 à 14** : Documents réponses portant la mention.

DREP XX

📄 **Pages 15 à 19** : Documents ressources portant la mention.

DRES XX

19 pages

❖ **4 Fiches cours :**

- ◆ Fiche cours n° 11 « **Les C.N.A** »
- ◆ Fiche cours n° 12 « **Le TRIGGER** »
- ◆ Fiche cours n° 13 « **Les capteurs de position** »
- ◆ Fiche cours n° 14 « **Les S.P de temporisation** »

12 pages

❖ **2 TD:**

- ◆ TD « **Utilisation des PORTA et PORTB** »
- ◆ TD « **Etude d'un système de chauffage** »

9 pages

PORTE AUTOMATIQUE

PORTE AUTOMATIQUE

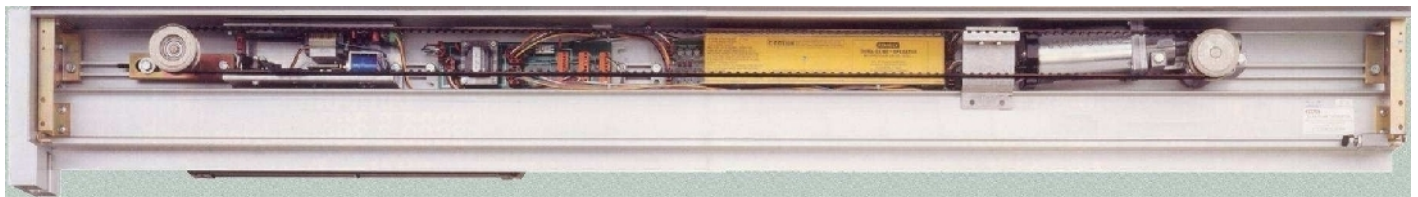
1- PRESENTATION DU SYSTEME :



Dans le but d'assurer un accès aisé et conforme aux normes de sécurité des usagers des espaces publics très fréquentés, tels que les grands magasins, on équipe de plus en plus ces espaces de portes à ouverture et fermeture automatiques. Ce sujet traite le système de commande de ce type de portes automatisées.

2- DESCRIPTION DU SUPPORT :

Le support illustre le sous-système composé des éléments matérialisant les différentes fonctions génériques de la chaîne fonctionnelle de la porte automatisée.



La figure ci-dessus montre la structure du support à étudier selon les solutions constructives établies et adoptées par le concepteur de ce système. Le schéma de la figure 1 sur le document **DRES 01 page 15** représente le circuit global de pilotage du système étudié.

3- Substrat du sujet :

Le cahier des charges de ce système fixe les paramètres caractérisant le fonctionnement et la sécurité et par conséquent la structure du système. L'ouverture et la fermeture des deux volets coulissants se font en deux vitesses pour satisfaire les contraintes liées aux besoins de souplesse d'utilisation. Le mécanisme utilisé permet de convertir l'énergie électrique fournie par le secteur en énergie mécanique. La fonction de conversion d'énergie se fait par l'intermédiaire d'un groupe moto réducteur. Cette énergie mécanique est transmise par le biais d'un ensemble poulie/courroie crantée afin d'éviter le glissement.

Ce système est commercialisé et est largement utilisé dans une large proportion des espaces fréquentés par le public.

Travail demandé :

En exploitant les ressources fournies, on se propose d'étudier et de valider certaines solutions constructives.

SEV 1	ANALYSE FONCTIONNELLE DU SYSTEME	/ pts
-------	---	-------

Tâche 1	Analyse fonctionnelle globale	/ pts
---------	--------------------------------------	-------

REPONDRE SUR LE DOCUMENT REPONSE : DREP 01 Page 7

1. Le système répond à un besoin. Compléter alors le digramme de bête à cornes.
2. Compléter l'actigramme A-0 du système.
3. On considère le diagramme Pieuvre simplifié du système, qui recense un certain nombre d'éléments principaux de son environnement et qui interagissent avec lui. Compléter alors ce diagramme.

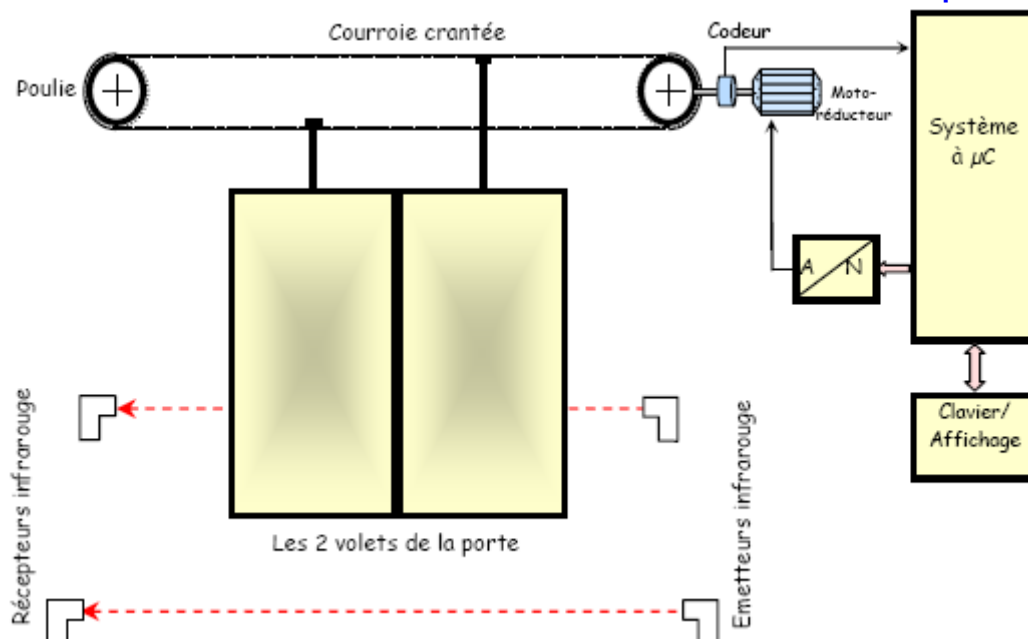
Tâche 2	Analyse structurale du système	/ pts
---------	---------------------------------------	-------

RESSOURCES A EXPLOITER : DRES 01 -Figure 1- Page 15

Le concepteur du système a adopté les solutions constructives, telles que :

- ❖ La commande du système est réalisée autour d'un système à base de microcontrôleur PIC16F84 ;
- ❖ Un bloc Clavier/Affichage (non étudié ici) permet de configurer et régler les paramètres du système ;
- ❖ La détection de présence de personnes est effectuée par deux capteurs infrarouges ; un capteur de chaque côté de la porte ;
- ❖ Le mouvement des volets est assuré grâce à un moteur à courant continu (Mcc) associé à un réducteur mécanique: une courroie crantée portée par 2 poulies dont une est solidaire à l'axe du moto réducteur, supporte les deux volets coulissants de la porte ;
- ❖ La position de la porte est déterminée par un codeur optique monté sur l'axe du moto réducteur; ce qui permet au MCC de tourner à la vitesse Ω_2 ou Ω_1 ;
- ❖ En fonctionnement normal, le codeur optique est aussi utilisé pour détecter la fin de l'ouverture ou la fermeture de la porte. En effet, quand la porte bute en position finale, le moteur "cale" et s'arrête de tourner. Le codeur ne fournit alors plus d'impulsions ;
- ❖ Etant complètement fermée ou ouverte, la porte commence l'ouverture ou la fermeture, avec une vitesse Ω_1 du moteur pendant les 3/4 de la course, puis ralentit à une vitesse Ω_2 ($\Omega_2 < \Omega_1$) pour terminer la course en douceur.

Le schéma suivant illustre les solutions constructives adoptées :



1. Sur le document DREP 02 Page 8; compléter le schéma de la chaîne fonctionnelle du système.

SEV 2

COMMANDE DU MOTEUR

/ pts

RESSOURCES A EXPLOITER : DRES 01 -Figure 1- Page 15
Répondre sur les documents DREP 02 et 03 Page 8 et 9

Tâche 1

Alimentation et protection du moteur

/ pts

1. En négligeant la chute de tension aux bornes de R_{lim}, donner le schéma d'alimentation du moteur, en indiquant le parcours du courant et le signe de la tension aux bornes du moteur, pour les états de sortie du port A ;
 - ✓ RA₄= 0 et RA₃ = 1 (ouverture des volets)
 - ✓ RA₄= 1 et RA₃ = 0 (fermeture des volets)
2. Le blocage accidentel de la porte provoque un courant de surintensité qui ne doit pas dépasser I_{Mmax}, courant maximal admissible dans le Mcc. A fin de contrôler le courant I_M circulant dans le moteur, on branche en série avec ce dernier une résistance R_{lim} de faible valeur. La tension produite à ses bornes est l'image du courant I_M. Le bloc autour du comparateur C réalise donc un circuit de protection du moteur. L'entrée RB₄ configurée en mode interruptible informe en temps réel le microcontrôleur de cette surintensité.
 - 2.1 Pourquoi le blocage de la porte provoque-t-il une surintensité dans le Mcc ?
 - 2.2 Que représente la tension V_{réf} ?
 - 2.3 Compléter le tableau sur le document DREP 03 Page 9.

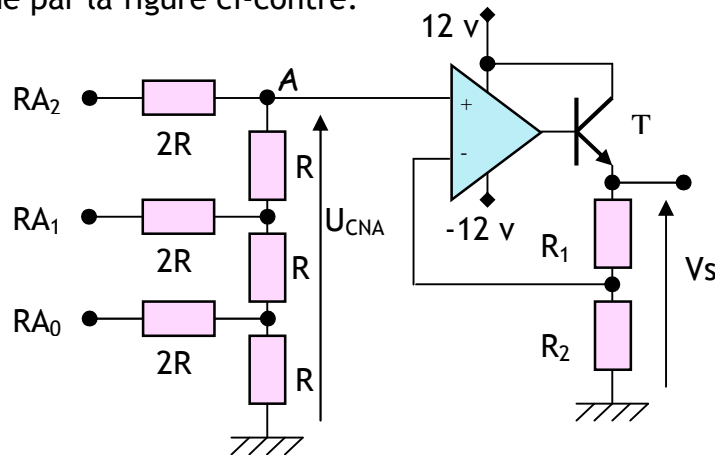
Tâche 2

Variation de vitesse du moteur

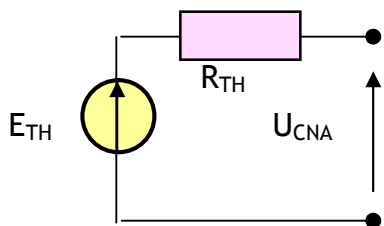
/ pts

Le moteur M_{CC} est alimenté par une tension variant entre 0 et 10v, par l'intermédiaire d'un convertisseur numérique/analogique (CNA) associé au microcontrôleur qui servent de variateur de la vitesse Ω du moteur, permettant ainsi le déplacement des deux volets à vitesse rapide puis à vitesse de ralenti.

Le schéma du CNA est donné par la figure ci-contre.



1. Quel est le type de ce CNA ?
2. Vu du point A, le CNA peut être représenté par un modèle de Thevenin (E_{TH}, R_{TH}), avec :



$$\begin{cases}
 E_{TH} = \frac{V_{CC}}{8} \cdot (RA_2 \cdot 2^2 + RA_1 \cdot 2^1 + RA_0 \cdot 2^0) \\
 V_{CC} = 5 \text{ V.} \\
 R_{TH} = R.
 \end{cases}$$

Mettre E_{TH} sous la forme E_{TH} = K₁.N et donner l'expression de K₁ et N en précisant la signification de K₁.

3. L'amplificateur opérationnel Aop est supposé idéal. Montrer que Vs = (1+R₁/R₂).U_{CNA}.

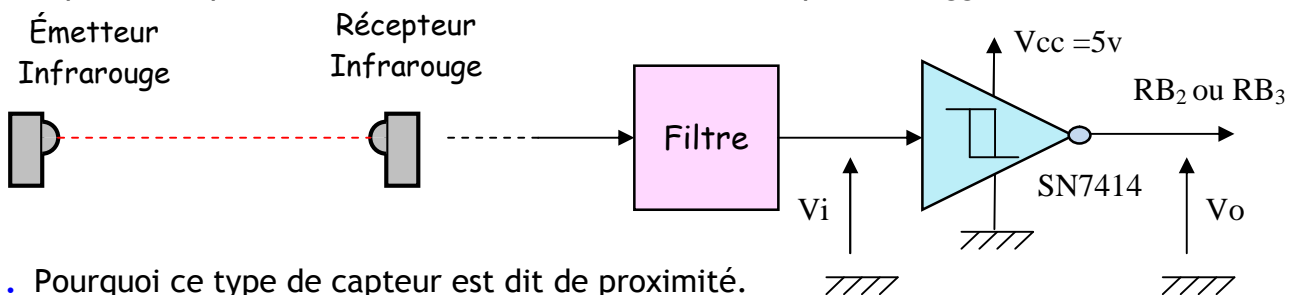
4. Quel est le rôle du transistor T ?
5. Sachant que $\Omega = K_2 \cdot V_s$, donner l'expression qui lie Ω et N.
6. Quelle est alors l'influence de N sur la vitesse du moteur.
7. La vitesse rapide et la vitesse de ralenti de la porte correspondent respectivement aux tensions $V_s=10V$ et $V_s = 4V$:
 - 7.1. Calculer R_1 et R_2 sachant que la vitesse rapide est sélectionnée par la combinaison $RA_2 RA_1 RA_0 = 111$ et que $(R_1 + R_2) = 10 K \Omega$.
 - 7.2. Donner alors la combinaison $RA_2 RA_1 RA_0$ permettant de sélectionner la vitesse de ralenti.

SEV 3	ETUDE PARTIELLE DE LA CHAINE D'INFORMAION	/ pts
-------	--	-------

Tâche 1	ACQUISITION DE PRÉSENCE	/ pts
---------	--------------------------------	-------

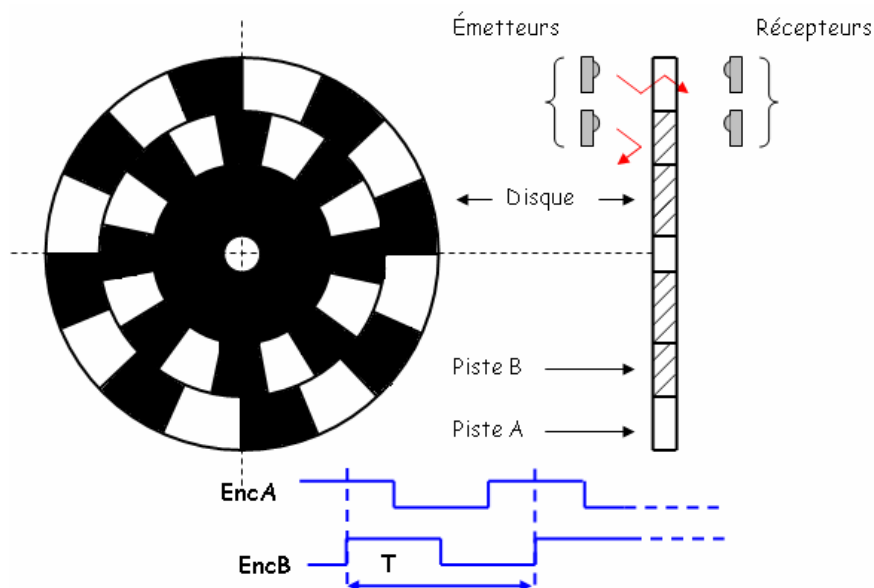
RESSOURCES A EXPLOITER : DRES 04 Page 18
Répondre sur les documents DREP 04 Page 10

La détection de présence de personnes est effectuée par deux capteurs infrarouges - détecteur de proximité photoélectrique-; un capteur de chaque côté de la porte. L'information délivrée par ces capteurs doit être filtrée et mise en forme par un Trigger, le SN7414.



1. Pourquoi ce type de capteur est dit de proximité.
2. Quelle la nature de l'information délivrée par ce capteur.
3. Combien de porte logique tiggerisées contient le SN7414.
4. De quelle technologie -CMOS ou TTL- est le SN7414.
5. Donner la valeur numérique des seuils de basculement V_{T+} et V_{T-} .
6. En déduire la valeur de V_H (l'hystérésis).
7. Donner les valeurs max et min de la tension V_o (V_{OH} et V_{OL}).
8. Tracer le chronogramme de V_o .

Tâche 2	ACQUISITION DE POSITION	/ pts
---------	--------------------------------	-------



Page	Système n°3	PORTE AUTOMATIQUE Classe : 2STE	Lycée Technique Mohammedia Prof : MAHBAB	Sujet A.T.C
5 / 19				

Répondre sur les documents **DREP 04 Page 10**

La capture de la position se fait à l'aide d'un codeur incrémental constitué, comme le montre la figure ci dessus, de :

- ✓ Un disque comportant deux pistes A et B décalées et divisées chacune, en 16 secteurs équidistants et alternativement opaques et transparents ;
- ✓ Deux éléments optoélectroniques (une diode infrarouge et un phototransistor) disposés de part et d'autre de chaque piste.

Le codeur optique fournit alors deux signaux EncA et EncB déphasés entre eux de 1/4 de la période T ; ces deux signaux sont filtrés, mis en forme et compatible TTL.

1. Calculer le déplacement minimal de la courroie détectable par ce capteur sachant qu'un tour de la poulie correspond à un déplacement linéaire de la courroie de 26.66 cm.
2. Le principe de la détermination de la position de la porte se base sur le comptage ou le décomptage des impulsions fournies par le signal EncA, suivant le sens de rotation donné par l'état du signal EncB.
 - 2.1 Combien de tours le disque fera-t-il, pour que chaque volet de la porte parcoure sa course maximale qui est de 1m ?
 - 2.2 En déduire le nombre de bits nécessaires pour représenter la position.

Tâche 3

Programmes de fonctionnement

/ pts

RESSOURCES A EXPLOITER : **DRES 01, 02, 03 Page 15, 16,17**

La figure 2 du document **DRES 01 Page 15**, représente l'organigramme de fonctionnement du système. Il est axé autour de 3 parties :

- ❖ Initialisation : elle configure l'état interne et externe du système ;
- ❖ Calcul_Course : elle s'exécute à chaque mise sous tension ;
- ❖ elle a pour rôle de déterminer et mémoriser la valeur de la course maximale de la porte ; on en déduit aussi les valeurs des positions à partir desquelles, on commande le ralenti aussi bien en ouverture qu'en fermeture ;
- ❖ Ouvrir_Fermer : partie principale du programme, elle s'exécute à chaque détection de présence.

Nb : Seules les parties Initialisation et Ouvrir_Fermer feront l'objet de cette étude.

1. Donner le programme d'initialisation du PIC 16 F 84, répondre sur le document **DREP 06 Page 12**.

2. Le comptage et le décomptage sont assurés par le μ C. Le signal EncA est utilisé pour déclencher une interruption à chaque front montant sur RB₀. La routine d'interruption consiste alors, à incrémenter ou à décrémenter le contenu de la case mémoire représentant la position, suivant l'état de la ligne EncB (RB₁).

Compléter sur le document **DREP 06 Page 12**, la partie du sous-programme d'interruption, en tenant compte des considérations suivantes :

- ❖ On appelle POS la case mémoire contenant la position de la porte ;
- ❖ L'incréméntation aura lieu si EncB (RB₁) est au niveau haut.

3. Sur le document **DREP 05 Page 11**, compléter l'organigramme du sous-programme "Ouvrir_Fermer" en tenant compte de ce qui suit :

- ❖ On appelle L la case mémoire contenant la course maximale de la porte ;
- ❖ On appelle P1 la case mémoire contenant les 3/4 de la course ;
- ❖ On appelle P2 la case mémoire contenant le 1/4 de la course ;
- ❖ On appelle Tempo un sous programme de temporisation tenant compte du temps nécessaire au passage des usagers.

4. Compléter le sous-programme "Ouvrir_Fermer", sur le document **DREP 06 Page 12**.

SEV 4

TRANSMISSION DE PUISSANCE MECANIQUE

/ pts

Tâche 1

Etude du Motoréducteur

/ pts

RESSOURCES A EXPLOITER : DRES 05 Page 19

Le dessin d'ensemble du document DRES 05 Page 19 représente la motorisation des deux volets coulissants. Le moteur équipé d'un réducteur à roue et vis sans fin, entraîne un ensemble constitué de poulies et courroie crantée. La poulie motrice est équipée d'un embrayage permettant de respecter les conditions de sécurité imposées par la législation en vigueur sur ce type de système.

Les éléments de l'embrayage sont représentés en considérant que la bobine (17) de l'électroaimant est excitée. L'angle d'hélice de la roue hélicoïdale est faible par rapport à l'angle de frottement, le système roue et vis sans fin est donc irréversible.

REPONDRE SUR LE DOCUMENT REPONSE : DREP 07 Page 13

1. A partir de la position des éléments définis sur le dessin, compléter dans l'ordre les repères des différentes pièces qui participent à la transmission du couple.
2. Analyser la liaison entre (21) et (22) en rayant dans le tableau les caractères qui ne conviennent pas.
3. Quand on coupe l'alimentation de la bobine:
 - 3.1. Citer les repères des pièces qui se déplacent
 - 3.2. Préciser le type de mouvement de celles-ci :
4. Donner la fonction des éléments suivants : Clavette (4) ; Ressort (27) ; Rondelle (30) ; Joint (15)
5. Quel est le matériau des pièces suivantes : Le corps (1) ; La roue (3)
6. Quel est le procédé d'obtention des pièces suivantes : Le corps (1) ; L'arbre (2)
7. Pourquoi le constructeur a-t-il choisi le réducteur roue et vis sans fin ?

Tâche 2

Etude cinématique

/ pts

REPONDRE SUR LE DOCUMENT REPONSE : DREP 07 Page 13 et DREP 08 Page 14

Pour cette étude, on prend $N_{\text{moteur}} = 3\ 000\ \text{tr/min}$; le nombre de dent de la roue $Z_r = 40$ dents ; la vis est à un seul filet et le diamètre de la poulie crantée (29) est $D_p = 84.89\ \text{mm}$.

1. Compléter le schéma cinématique du réducteur roue et vis sans fin.
2. Déterminer le rapport de réduction du réducteur roue et vis sans fin.
3. Déterminer la fréquence de rotation de la poulie motrice.
4. Déterminer la vitesse de translation d'un vantail.

Tâche 3

Travail graphique

/ pts

REPONDRE SUR LE DOCUMENT REPONSE : DREP 07 Page 14

Le guidage en rotation de l'arbre (37) par rapport au corps (1) est assuré par les roulements (39) et (40).

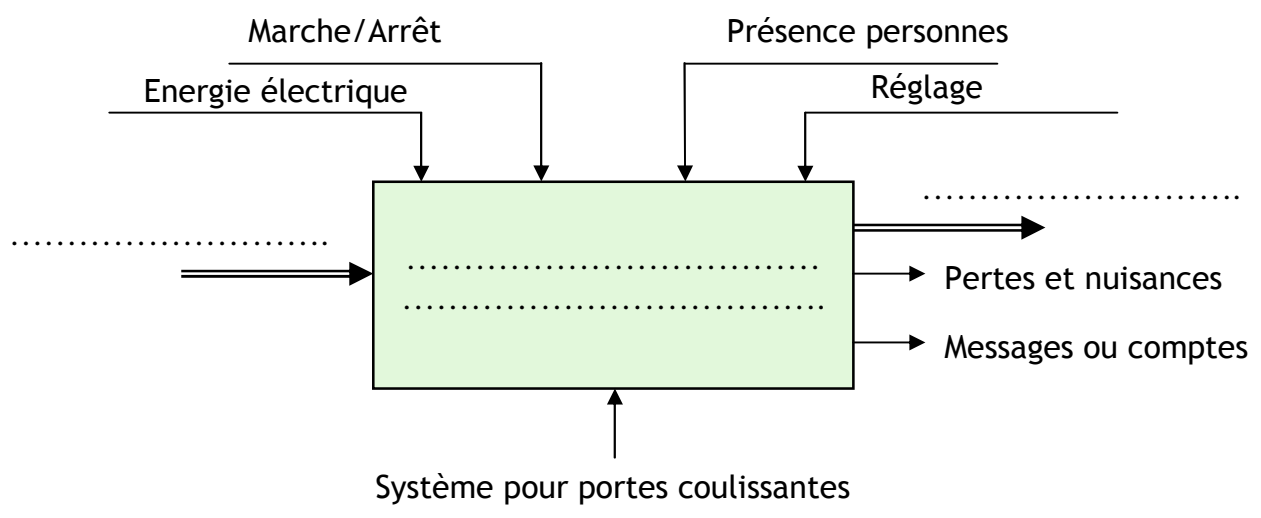
On demande de :

1. Compléter le montage des roulements ;
2. Indiquer les tolérances de montage des roulements.

DREP 01

DOCUMENT A RENDRE

Actigramme A-0



Bête à cornes

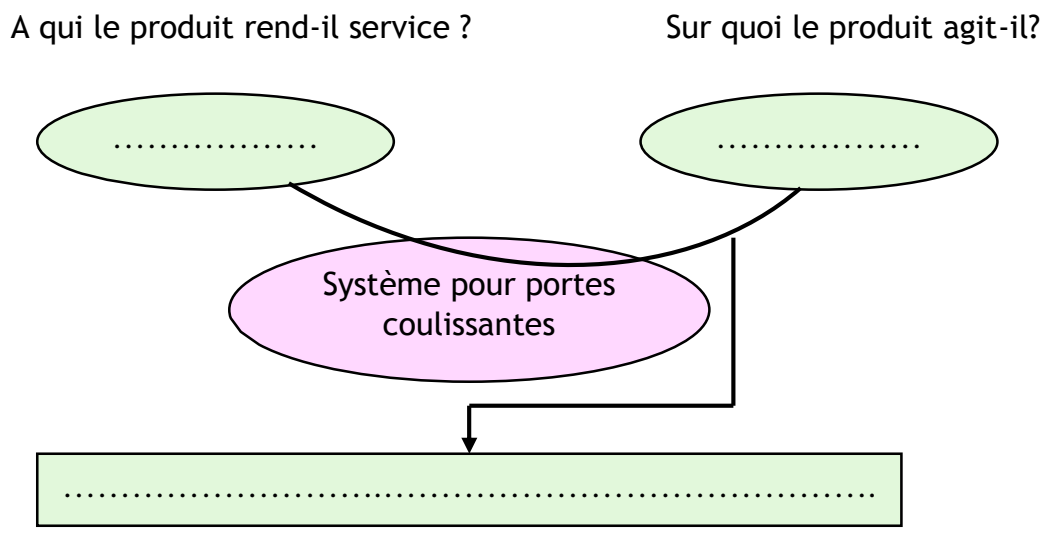
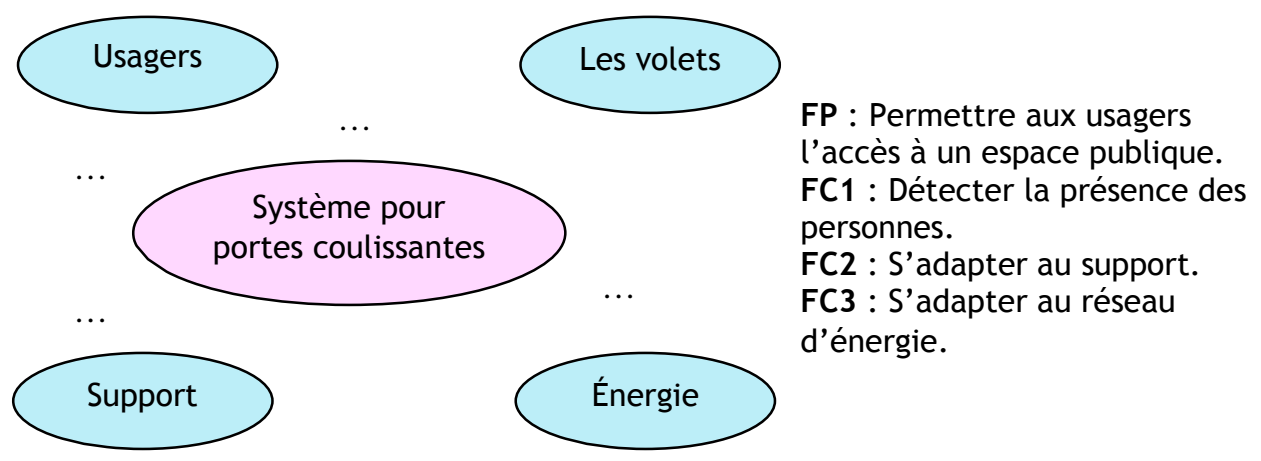


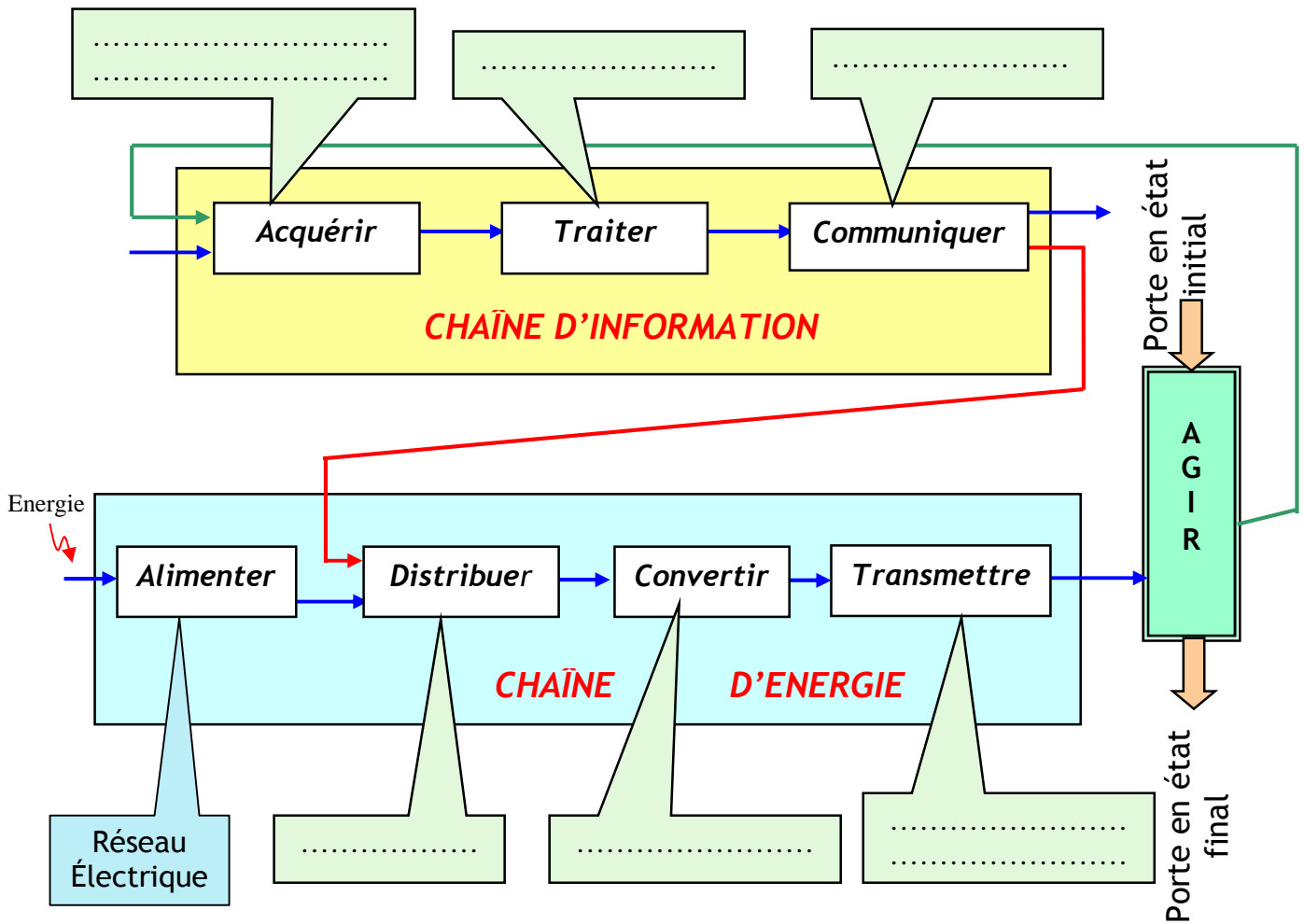
Diagramme de Pieuvre



DREP 02

DOCUMENT A RENDRE

Etude structurelle du système



Alimentation et protection du moteur

1. Le schéma d'alimentation du moteur.

ouverture des volets	fermeture des volets

2. Protection du moteur.

2.1 Pourquoi le blocage de la porte provoque-t-il une surintensité dans le Mcc ?

.....

.....

.....

DREP 03

DOCUMENT A RENDRE

2.2 Que représente la tension $V_{réf}$?

.....

2.3 Tableau à compléter.

	État de RB4	État du moteur
$I_M R_{lim} < V_{réf}$
$I_M R_{lim} > V_{réf}$

Variation de vitesse du moteur

1. Quel est le type de ce CNA ?

.....

2. Mettre E_{TH} sous la forme $E_{TH} = K_1.N$ et donner l'expression de K_1 et N en précisant la signification de K_1 .

.....

3. L'amplificateur opérationnel A_{op} est supposé idéal. Montrer que $V_s = (1+R_1/R_2).U_{CNA}$.

.....

4. Quel est le rôle du transistor T ?

.....

5. Sachant que $\Omega = K_2.V_s$, donner l'expression qui lie Ω et N .

.....

6. Quelle est alors l'influence de N sur la vitesse du moteur.

.....

7. La vitesse rapide et la vitesse de ralenti de la porte correspondent respectivement aux tensions $V_s=10V$ et $V_s = 4V$:

7.1. Calculer R_1 et R_2 sachant que la vitesse rapide est sélectionnée par la combinaison $RA_2 RA_1 RA_0 = 111$ et que $(R_1 + R_2) = 10 K \Omega$.

.....

7.2. Donner alors la combinaison $RA_2 RA_1 RA_0$ permettant de sélectionner la vitesse de ralenti.

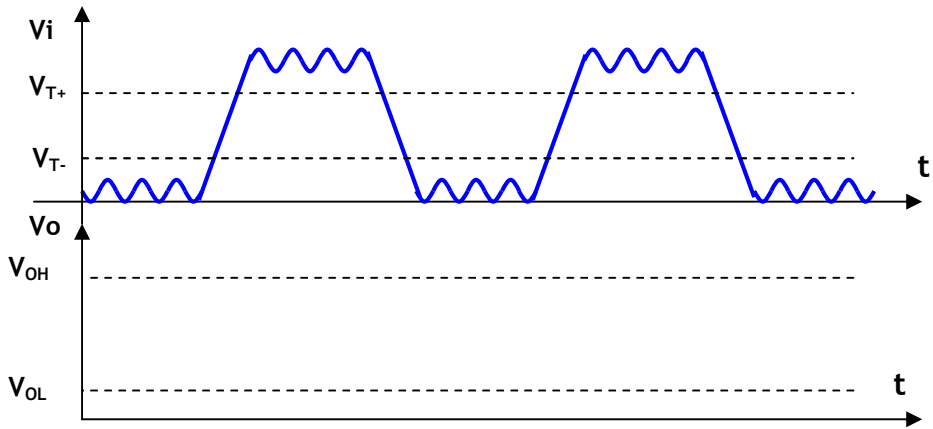
.....

DREP 04

DOCUMENT A RENDRE

Acquisition de présence

1. Pourquoi ce type de capteur est dit de proximité.
.....
2. Quelle la nature de l'information délivrée par ce capteur.
.....
3. Combien de porte logique tiggerisées contient le SN7414.
.....
4. De quelle technologie -CMOS ou TTL- est le SN7414.
.....
5. Donner la valeur numérique des seuils de basculement V_{T+} et V_{T-} .
.....
6. En déduire la valeur de V_H (l'hystérésis).
.....
7. Donner les valeurs max et min de la tension V_o (V_{OH} et V_{OL}).
.....
8. Tracer le chronogramme de V_o .



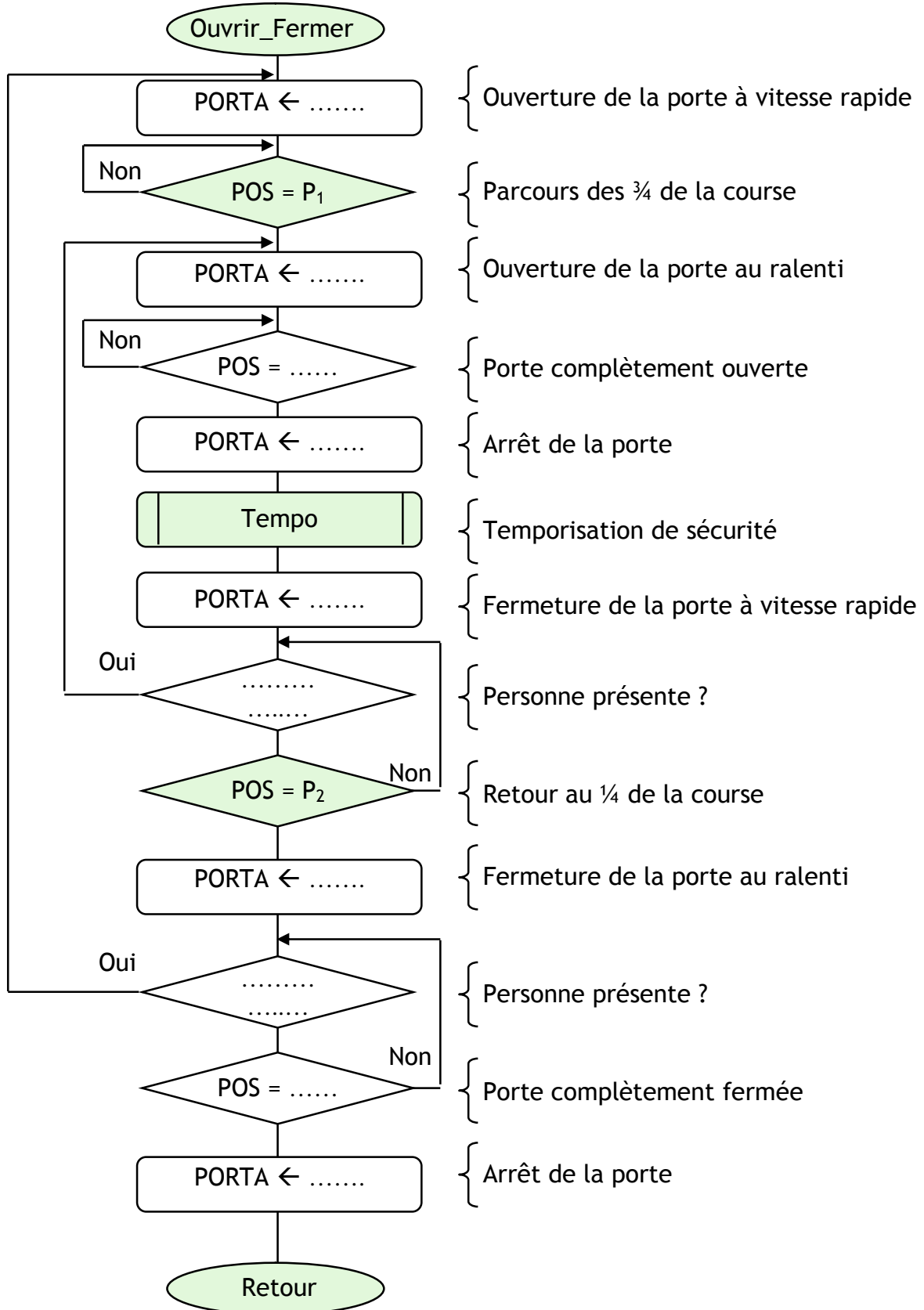
Acquisition de position

1. Calculer le déplacement minimal de la courroie détectable par ce capteur sachant qu'un tour de la poulie correspond à un déplacement linéaire de la courroie de 26.66 cm.
.....
2. Principe de la détermination de la position de la porte.
 - 2.1 Combien de tours le disque fera-t-il, pour qu'un volet parcoure 1m.
.....
 - 2.2 En déduire le nombre de bits nécessaires pour représenter la position.
.....

DREP 05

DOCUMENT A RENDRE

Organigramme Ouvrir_Fermer

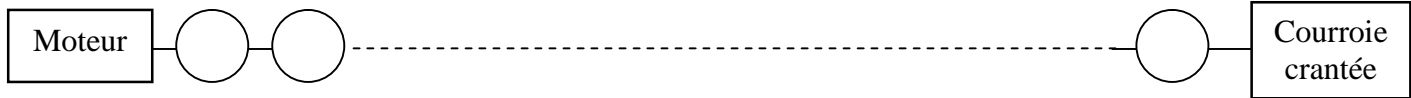


DREP 07

DOCUMENT A RENDRE

Etude du motoréducteur

1. À partir de la position des éléments définis sur le dessin, compléter dans l'ordre les repères des différentes pièces qui participent à la transmission du couple.



2. Analyser la liaison entre (21) et (22) en rayant dans le tableau ci-dessous les caractères qui ne conviennent pas.

Partielle	Par adhérence	Elastique	démontable	Indirecte
Complète	Par obstacle	Rigide	non démontable	directe

3. Quand on coupe l'alimentation de la bobine:

3.1. Citer les repères des pièces qui se déplacent :

.....

3.2. Préciser le type de mouvement de celles-ci :

.....

4. Donner la fonction des éléments définis dans le tableau ci-dessous :

Éléments	Fonction
Clavette (4)
Ressort (27)
Rondelle (30)
Joint (15)

5. Quel est le matériau des pièces suivantes :

Le corps (1) :

La roue (3) :

6. Quel est le procédé d'obtention des pièces suivantes :

Le corps (1) :

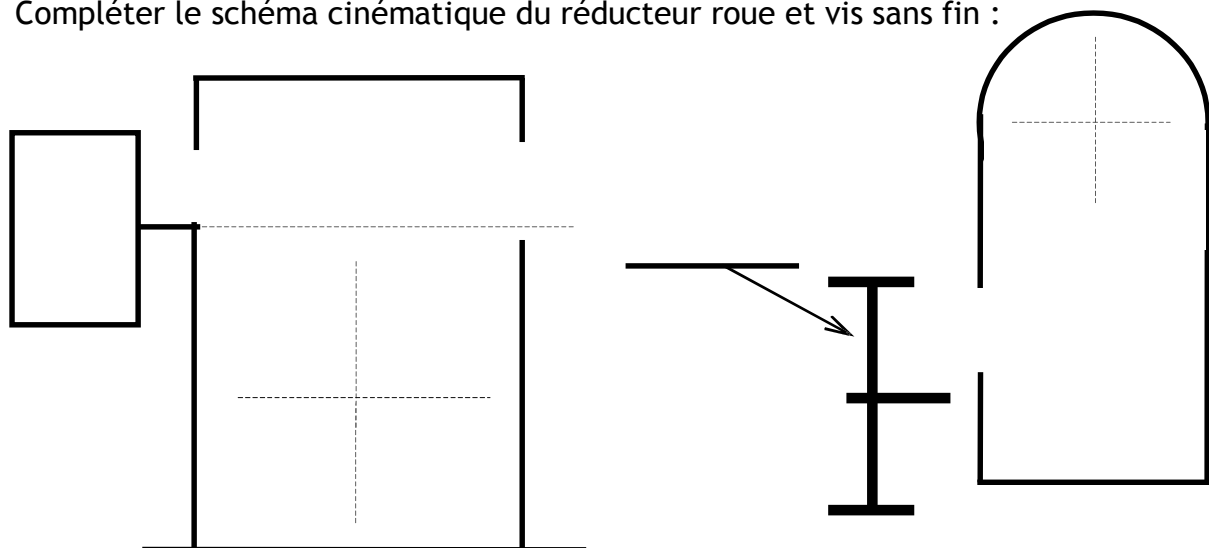
L'arbre (2) :

7. Pourquoi le constructeur a-t-il choisi le réducteur roue et vis sans fin ?

.....

Etude cinématique

1. Compléter le schéma cinématique du réducteur roue et vis sans fin :



DREP 08

DOCUMENT A RENDRE

Etude cinématique

2. Déterminer la raison du réducteur roue et vis sans fin :

.....
.....
.....
.....
.....
.....
..... $r = \dots\dots\dots$

3. Déterminer la fréquence de rotation de la poulie motrice :

.....
.....
..... $N = \dots\dots\dots$

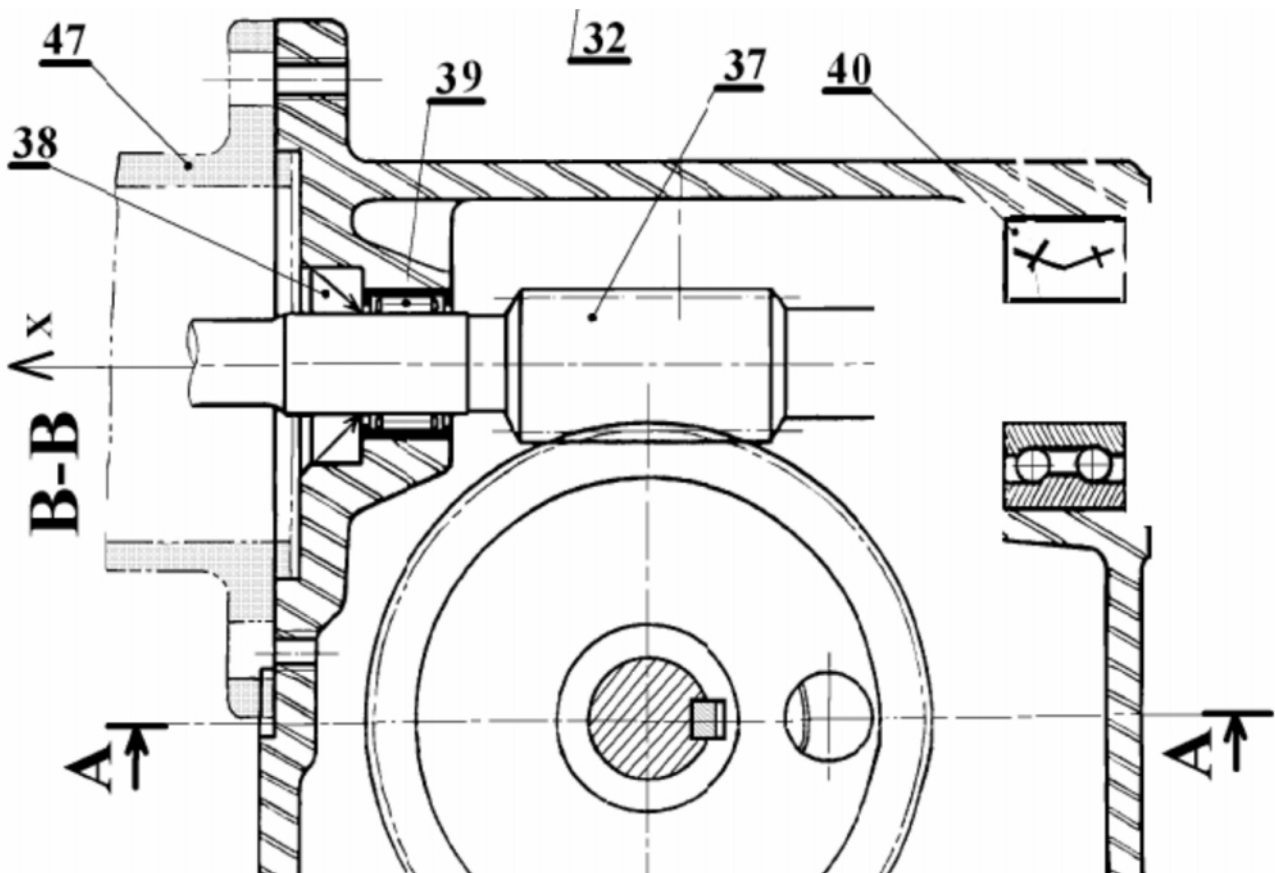
4. Déterminer la vitesse de translation d'un vantail :

.....
..... $V = \dots\dots\dots$

Travail graphique

Le guidage en rotation de l'arbre (37) par rapport au corps (1) est assuré par les roulements (39) et (40). On demande de :

- 1. Compléter le montage des roulements ;
- 2. Indiquer les tolérances de montage des roulements.



DRES 01

Circuit global de pilotage du système

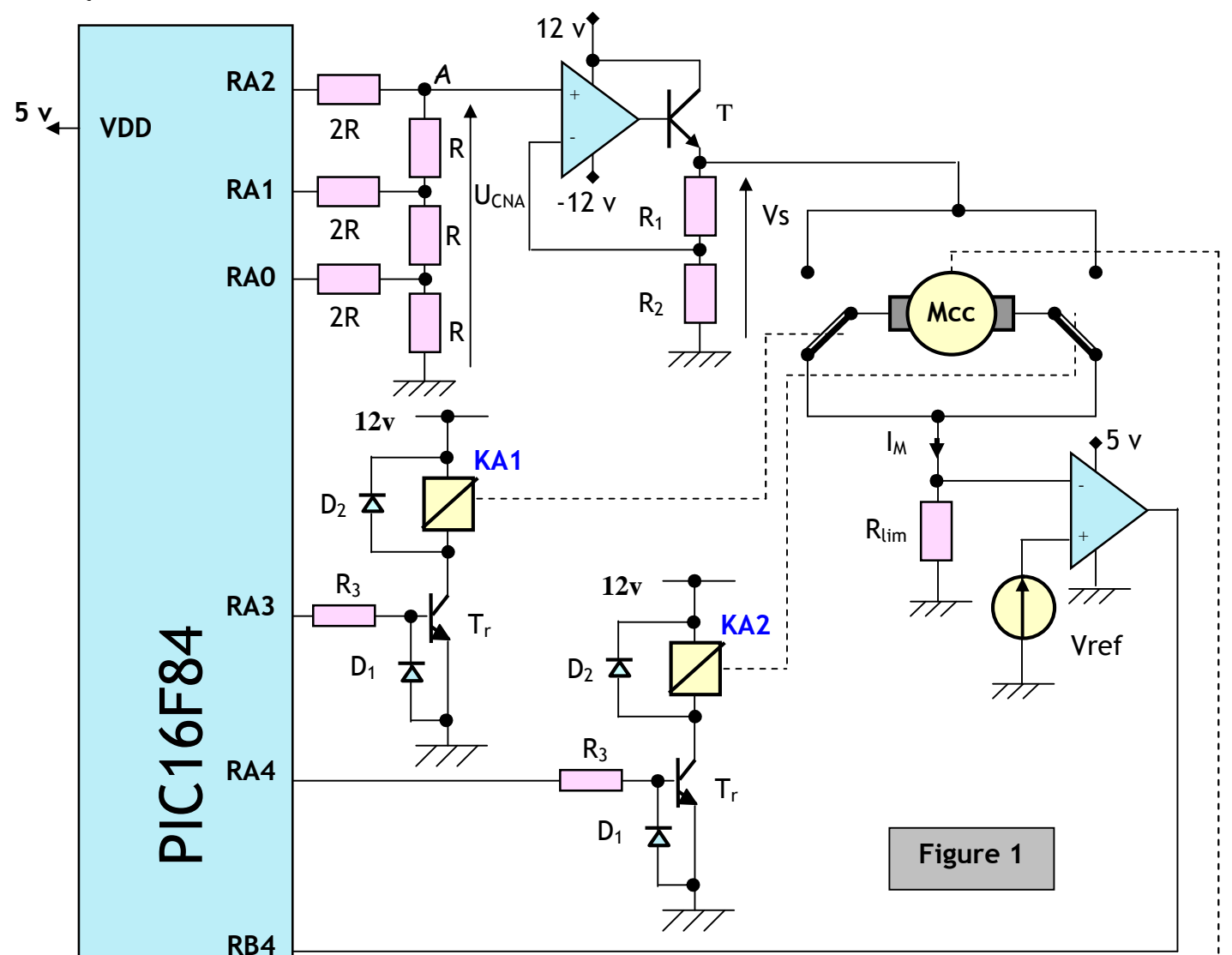


Figure 1

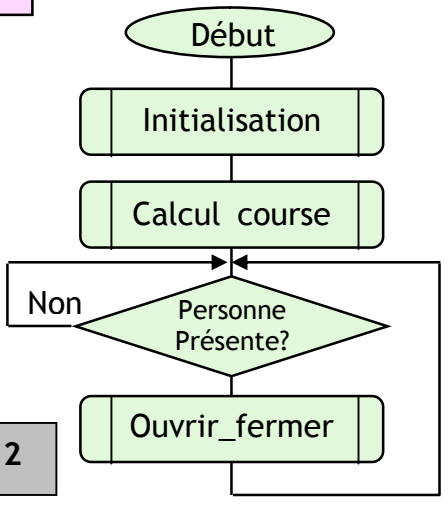
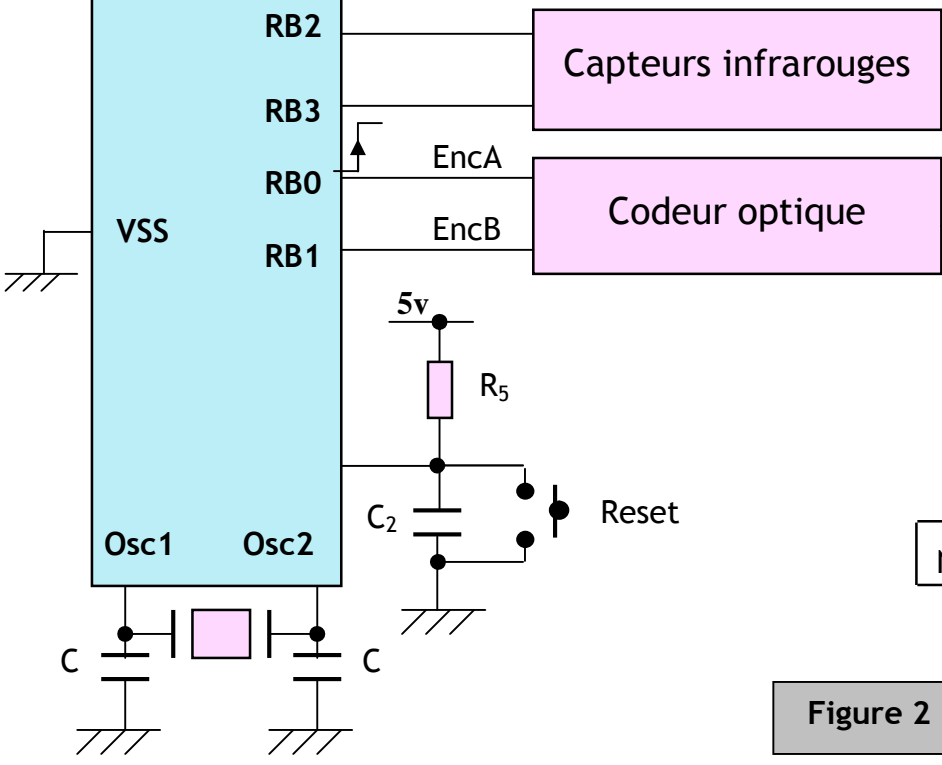


Figure 2

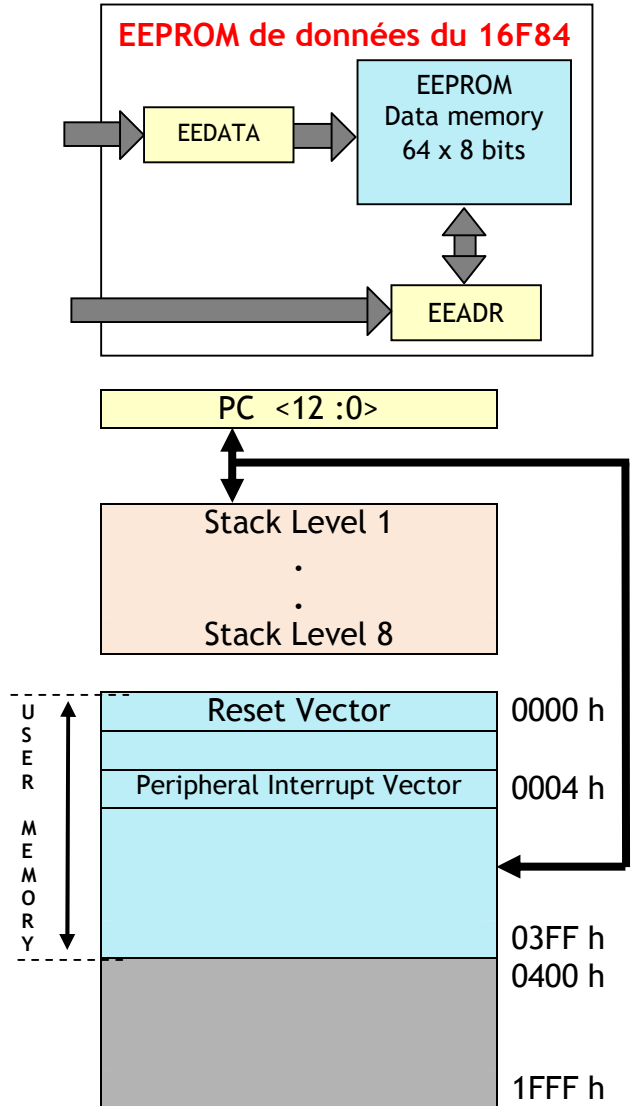
DRES 02

Plan mémoire du 16 F 84

Les mémoires du 16 F 84

00 h	INDF	INDF	80 h
01 h	TMRO	OPTION	81 h
02 h	PCL	PCL	82 h
03 h	STATUS	STATUS	83 h
04 h	FSR	FSR	84 h
05 h	PORTA	TRISA	85 h
06 h	PORTB	TRISB	86 h
07 h			87 h
08 h	EEDATA	EECON1	88 h
09 h	EEADR	EECON2	89 h
0A h	PCLATH	PCLATH	8A h
0B h	INTCON	INTCON	8B h
0C h			8C h
36 General Pourpose Regisers (SRAM)		Mapped (accesses) In Bank 0	
2F h			AF h
30 h			B0 h
7F h		FF h	
ADDR	BANK 0	BANK 1	ADDR
FILE			FILE

RAM du 16F84



EEPROM programme du 16F84

Configuration des PORTx, les registres PORTx et TRISx

Tous les ports sont pilotés par deux registres :

- ✓ Le registre de **PORTx**, si le **PORTx** ou certaines lignes de **PORTx** sont configurées en sortie, ce registre détermine l'état logique des sorties.
- ✓ Le registre **TRISx**, c'est le registre de direction. Il détermine si le **PORTx** ou certaines lignes de Port sont en entrée ou en sortie. L'écriture d'un 1 logique correspond à une **entrée** (1 comme Input) et l'écriture d'un 0 logique correspond à une **sortie** (0 comme Output).

Remarque :

Les registres **TRISx** appartiennent à la **BANQUE 1** des **SFR**. Lors de l'initialisation du μC il ne faut pas oublier de changer de bank mémoire pour les configurer.

Pour accéder aux banques mémoire, on utilise le bit **RP0** (5^{ème} bit du registre **STATUS**).

RP0 = 0 : Accès à la **BANK 0**.

RP0 = 1 : Accès à la **BANK 1**.

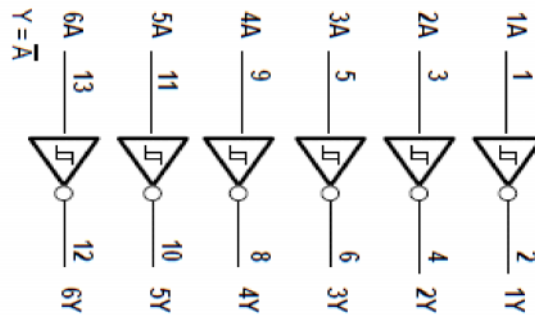
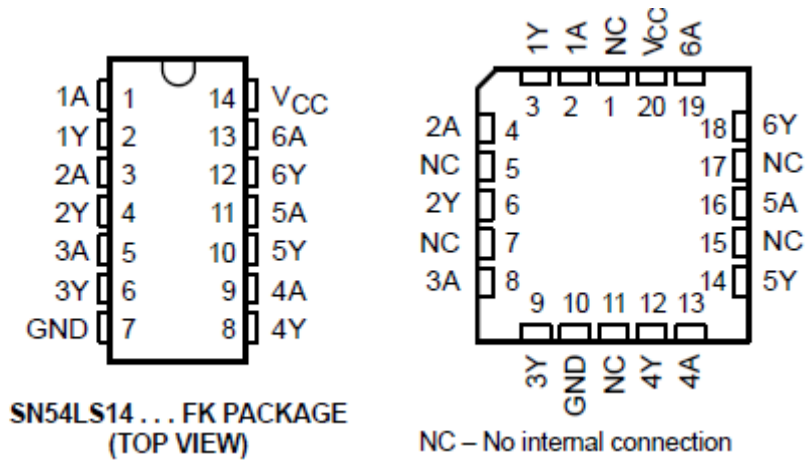
DRES 03

Jeux d'instructions du micro contrôleur 16F84

INSTRUCTIONS OPERANT SUR REGISTRE		indicateurs	Cycles
ADDWF F,d	$W+F \rightarrow \{W,F ? d\}$	C, DC, Z	1
ANDWF F,d	$W \text{ and } F \rightarrow \{W,F ? d\}$	Z	1
CLRF F	Clear F	Z	1
COMF F,d	Complémente F $\rightarrow \{W,F ? d\}$	Z	1
DECF F,d	Décrémente F $\rightarrow \{W,F ? d\}$	Z	1
DECFSZ F,d	Décrémente F $\rightarrow \{W,F ? d\}$ skip if 0		1(2)
INCF F,d	Incrémente F $\rightarrow \{W,F ? d\}$	Z	1
INCFSZ F,d	lincrémente F $\rightarrow \{W,F ? d\}$ skip if 0		1(2)
IORWF F,d	$W \text{ or } F \rightarrow \{W,F ? d\}$	Z	1
MOVF F,d	$F \rightarrow \{W,F ? d\}$	Z	1
MOVWF F	$W \rightarrow F$		1
RLF F,d	Rotation à gauche de F à travers C $\rightarrow \{W,F ? d\}$	C	1
RRF F,d	Rotation à droite de F à travers C $\rightarrow \{W,F ? d\}$	C	1
SUBWF F,d	$F - W \rightarrow \{W,F ? d\}$	C, DC, Z	1
SWAPF F,d	Permute les 2 quartets de F $\rightarrow \{W,F ? d\}$		1
XORWF F,d	$W \text{ xor } F \rightarrow \{W,F ? d\}$	Z	1
INSTRUCTIONS OPERANT SUR LES BITS		indicateurs	Cycles
BCF F,b	Mise à 0 du bit b de F	C, DC, Z	1
BSF F,b	Mise à 1 du bit b de F	Z	1
BTFSC F,b	Teste le bit b de F, sauter si 0	Z	1(2)
BTFSS F,b	Teste le bit b de F, sauter si 1	Z	1(2)
INSTRUCTIONS OPERANT SUR CONSTANTE		indicateurs	Cycles
ADDLW K	$W + K \rightarrow W$	C, DC, Z	1
ANDLW K	$W \text{ and } K \rightarrow W$	Z	1
IORLW K	$W \text{ or } K \rightarrow W$	Z	1
MOVLW K	$L \rightarrow W$	Z	1
SUBLW K	$K - W \rightarrow W$	C, DC, Z	1
XORLW K	$W \text{ xor } K \rightarrow W$	Z	1
AUTRES INSTRUCTIONS		indicateurs	Cycles
CLRW	Clear W	Z	1
CLRWDT	Clear Watchdog timer	TO', PD'	1
CALL L	Branchement à un sous programme de label L		2
GOTO L	Branchement à la ligne de label L		2
NOP	Pas d'opération		1
RETURN	Retour d'un sous programme		2
RETFIE	Retour d'interruption		2
RETLW K	Retour d'un sous programme avec K dans W		2
SLEEP	Se met en mode standby	TO', PD'	1

DRES 04

Caractéristique du SN7414



electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS‡	SN5414 SN7414			UNIT
		MIN	TYP§	MAX	
V_{T+}	$V_{CC} = 5\text{ V}$	1.5	1.7	2	V
V_{T-}	$V_{CC} = 5\text{ V}$	0.6	0.9	1.1	V
Hysteresis ($V_{T+} - V_{T-}$)	$V_{CC} = 5\text{ V}$	0.4	0.8		V
V_{IK}	$V_{CC} = \text{MIN}, I_I = -12\text{ mA}$			-1.5	V
V_{OH}	$V_{CC} = \text{MIN}, V_I = 0.6\text{ V}, I_{OH} = -0.8\text{ mA}$	2.4	3.4		V
V_{OL}	$V_{CC} = \text{MIN}, V_I = 2\text{ V}, I_{OL} = 16\text{ mA}$		0.2	0.4	V
I_{T+}	$V_{CC} = 5\text{ V}, V_I = V_{T+}$		-0.43		mA
I_{T-}	$V_{CC} = 5\text{ V}, V_I = V_{T-}$		-0.56		mA
I_I	$V_{CC} = \text{MAX}, V_I = 5.5\text{ V}$			1	mA
I_{IH}	$V_{CC} = \text{MAX}, V_{IH} = 2.4\text{ V}$			40	μA
I_{IL}	$V_{CC} = \text{MAX}, V_{IL} = 0.4\text{ V}$		-0.8	-1.2	mA
$I_{OS}¶$	$V_{CC} = \text{MAX}$	-18		-55	mA
I_{CCH}	$V_{CC} = \text{MAX}$		22	36	mA
I_{CCL}	$V_{CC} = \text{MAX}$		39	60	mA

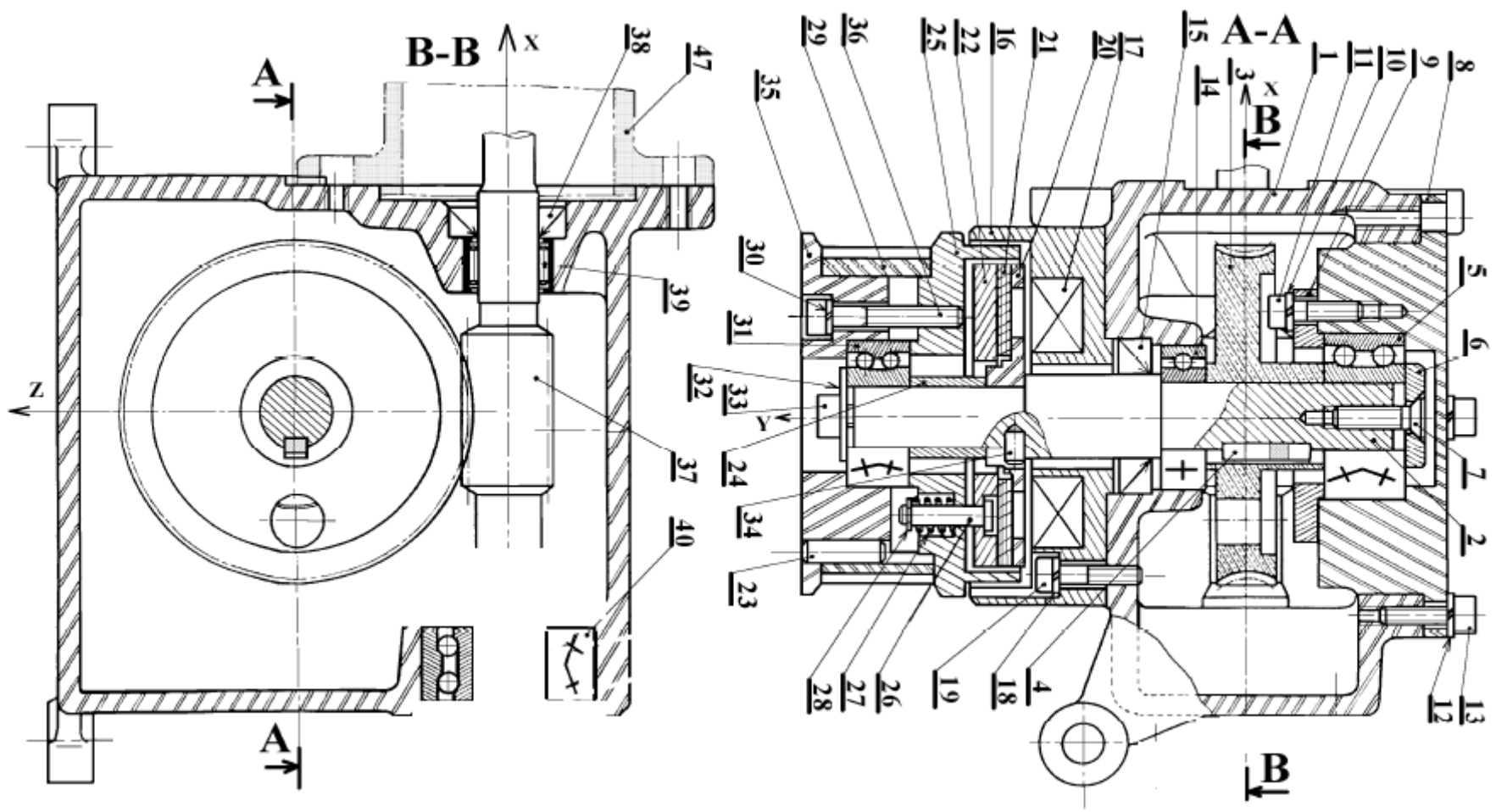
‡ For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.

§ All typical values are at $V_{CC} = 5\text{ V}, T_A = 25^\circ\text{C}$.

¶ Not more than one output should be shorted at a time.

DRES 05

REDUCTEUR PORTE AUTOMATISEE

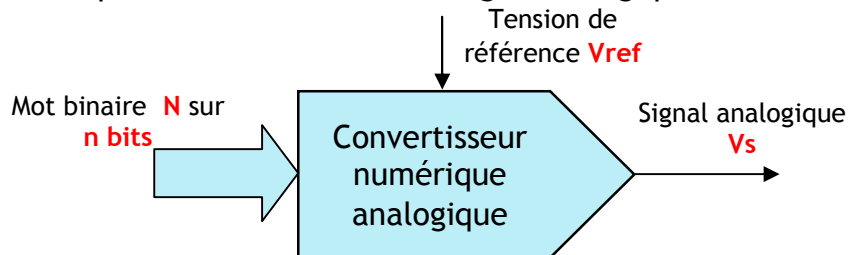


Convertisseur numérique analogique

1- Introduction:

1.1- Définition :

Un convertisseur numérique analogique est un dispositif qui permet de convertir un signal numérique sur n bits à son homologue analogique.

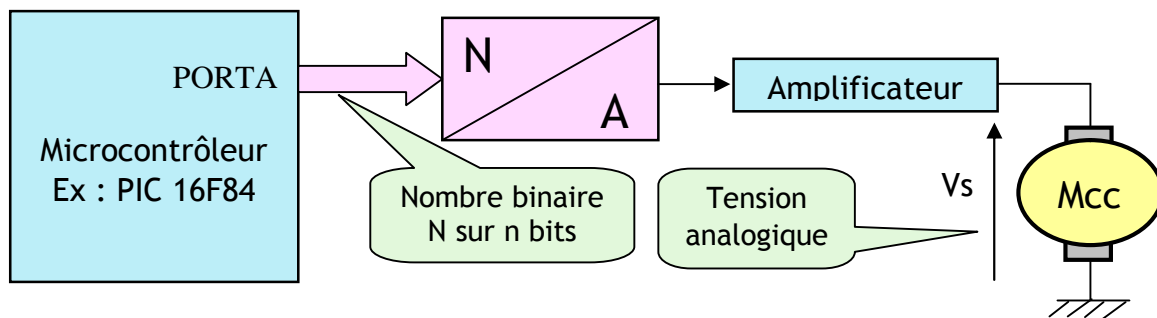


La tension de sortie est rapportée à une autre tension, dite de référence.
En général :

$$V_s = \frac{V_{ref}}{2^n} \cdot N$$

1.2- But:

Les CNA permettent aux microcontrôleurs la commande de dispositifs analogiques.

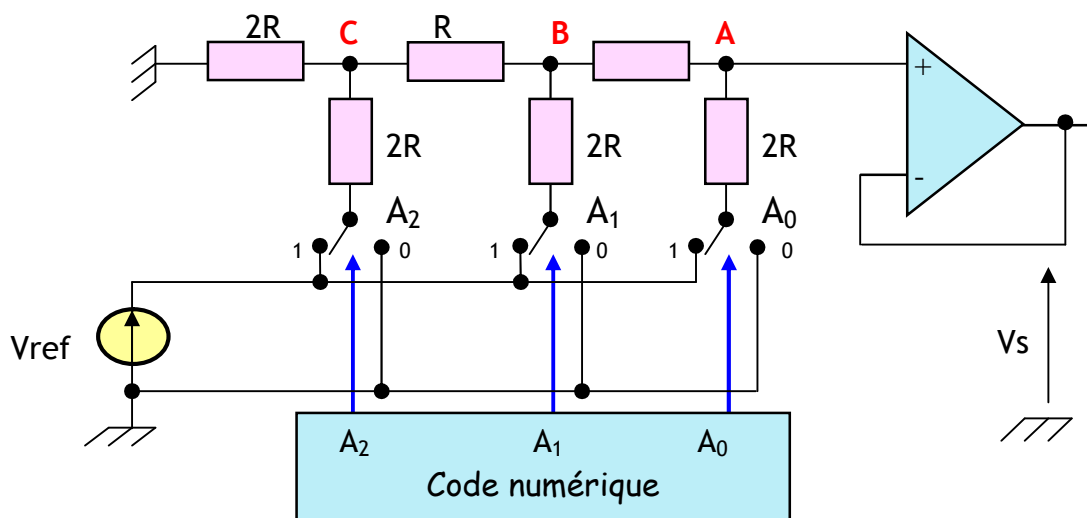


1.3- Les principaux types de CNA :

- ❖ Le CNA à réseau R-2R
- ❖ Le CNA à résistances pondérées
- ❖ Le CNA à réseau R-2R à échelle inversée
- ❖ Le CNA à courants pondérés

2- CNA à réseau R-2R:

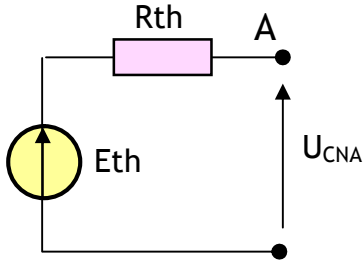
2.1- Schéma de principe :



Exemple de ce type de Convertisseur à 3 bits

2.2- Principe :

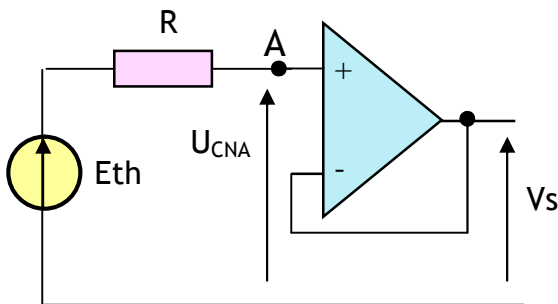
Ce type de CNA n'utilise que deux valeurs de résistances. Les commutateurs sont commandés par le code numérique. Chaque commutateur (A_2, A_1, A_0) peut être relié à la masse (position "0"), soit à la tension V_{ref} (position "1"). Le montage au point A est équivalent au générateur de Thevenin suivant :



Avec :

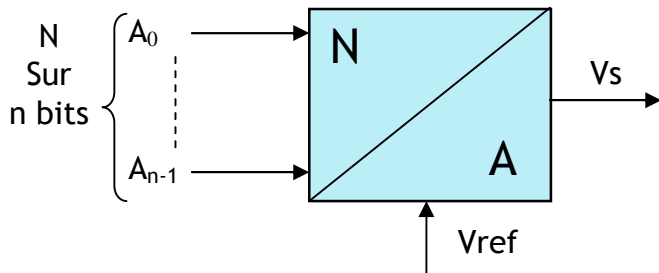
$$\begin{cases} R_{th} = R \\ E_{Th} = A_0 \cdot V_{ref} / 8 + A_1 \cdot V_{ref} / 4 + A_2 \cdot V_{ref} / 2 \end{cases}$$

Donc on peut transformer le montage en :



$$\begin{aligned} i^+ = i^- = 0, \text{ donc } U_{CNA} &= E_{th} \\ \text{On a } V^+ &= U_{CNA} \text{ et } V^- = V_s, \text{ donc } V_s = U_{CNA} = E_{th} \\ V_s &= A_0 \cdot V_{ref} / 8 + A_1 \cdot V_{ref} / 4 + A_2 \cdot V_{ref} / 2 \\ V_s &= (V_{ref} / 8) \cdot (4 \cdot A_2 + 2 \cdot A_1 + A_0) \\ V_s &= (V_{ref} / 8) \cdot (2^2 \cdot A_2 + 2^1 \cdot A_1 + 2^0 \cdot A_0) \\ V_s &= (V_{ref} / 2^3) \cdot N \rightarrow V_s = K \cdot N \\ \text{Avec } K &= V_{ref} / 2^3 \quad N_{(2)} = A_2 A_1 A_0 \\ N_{(10)} &= 2^2 \cdot A_2 + 2^1 \cdot A_1 + 2^0 \cdot A_0 \\ K &: \text{Resolution ou Quantum} \end{aligned}$$

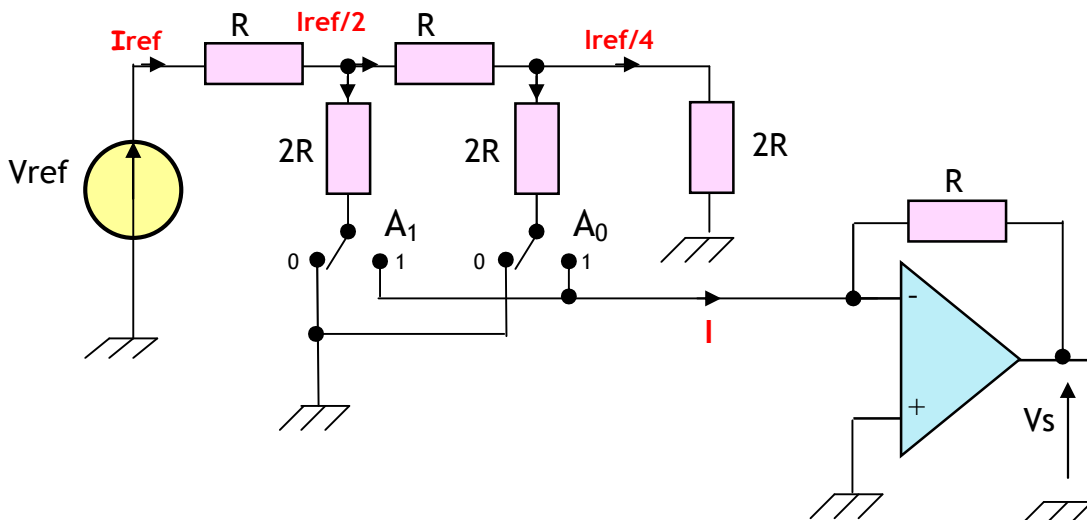
2.3- Pour un CNA n bits :



$$\begin{aligned} V_s &= (V_{ref} / 2^n) (2^{n-1} A_{n-1} + 2^{n-2} A_{n-2} + \dots + 2^0 A_0) \\ V_s &= (V_{ref} / 2^n) N \\ \rightarrow V_s &= K \cdot N \\ K &= V_{ref} / 2^n, N_{(2)} = A_{n-1} A_{n-2} \dots A_0 \\ N_{(10)} &= 2^{n-1} A_{n-1} + 2^{n-2} A_{n-2} + \dots + 2^0 A_0 \end{aligned}$$

3- CNA à réseau R-2R à échelle inversée :

3.1- Schéma de principe :



Exemple de ce type de convertisseur à 2 bits

3.2- Principe :

Un réseau R-2R est associé à un convertisseur courant - tension. Le réseau est alimenté sous une tension V_{ref} . Des interrupteurs, commandés par l'état des bits A_0, A_1 , orientent le courant dans la branche soit vers le convertisseur courant - tension (interrupteur en position 1) soit vers la masse (interrupteur en position 0).

- ❖ Le courant traversant la résistance R du réseau se divise en deux à travers les $2R$.
- ❖ L'impédance vue par la source V_{ref} est indépendante de l'état de l'interrupteur commandé par A_0 et elle vaut $2R$. Ainsi, la résistance $2R$ placée en fin du réseau peut elle-même être remplacée par un nouveau réseau R-2R.

$$I_{ref} = V_{ref} / (R + 2R // 2R) \quad I_{ref} = V_{ref} / 2R$$

Le courant dans l'ampli-op :

$$I = A_1 \cdot I_{ref} / 2 + A_0 \cdot I_{ref} / 4$$

$$I = (I_{ref} / 2^2) \cdot (2^1 \cdot A_1 + 2^0 \cdot A_0)$$

$$I = (I_{ref} / 2^2) \cdot N$$

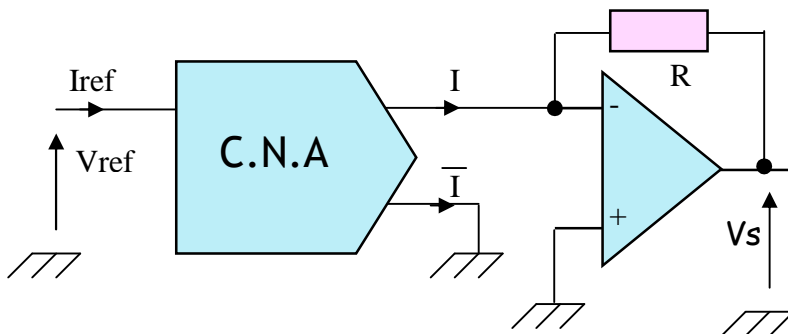
$$N_{(2)} = A_1 \cdot A_0$$

$$N_{(10)} = 2^1 \cdot A_1 + 2^0 \cdot A_0$$

$$V_s = -R \cdot I$$

$$V_s = - (V_{ref} / 2^3) \cdot N$$

3.3- Pour un CNA n bits :



$$I_{ref} = V_{ref} / 2R$$

$$I = (I_{ref} / 2^n) \cdot N$$

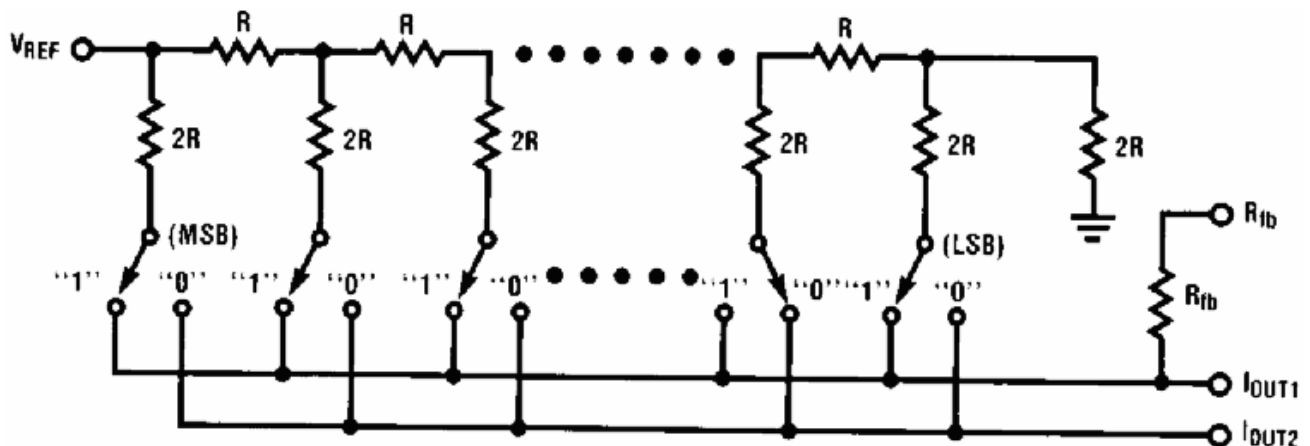
$$V_s = - (V_{ref} / 2^{n+1}) \cdot N$$

Avec:

$$N_{(2)} = A_{n-1} \cdot A_{n-2} \dots A_1 \cdot A_0$$

$$N_{(10)} = 2^{n-1} \cdot A_{n-1} + 2^{n-2} \cdot A_{n-2} + \dots + 2^1 \cdot A_1 + 2^0 \cdot A_0$$

4- Exemple de CNA à réseau R-2R : AD7532 ou DAC830 :



Cette fois-ci, l'impédance d'entrée du montage est R . On note que l'ensemble des résistances est intégré ainsi que la résistance, ici appelée R_{fb} (feedback), qui peut assurer la conversion courant - tension. Le calcul des courants sortant donne :

$$I_{out1} = (V_{ref} / 2^n R) \cdot (2^{n-1} \cdot A_{n-1} + 2^{n-2} \cdot A_{n-2} + \dots + 2^2 \cdot A_2 + 2^1 \cdot A_1 + 2^0 \cdot A_0)$$

$$I_{out2} = (V_{ref} / 2^n R) \cdot (2^{n-1} \cdot \overline{A_{n-1}} + 2^{n-2} \cdot \overline{A_{n-2}} + \dots + 2^2 \cdot \overline{A_2} + 2^1 \cdot \overline{A_1} + 2^0 \cdot \overline{A_0})$$

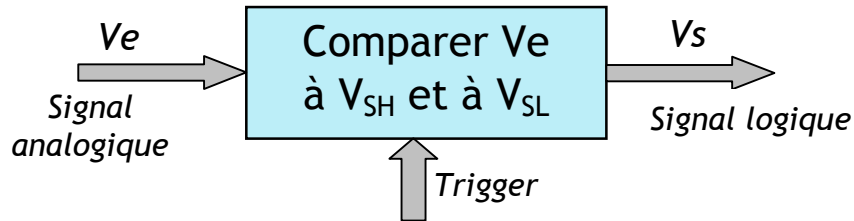
Ce calcul suppose que les courants de sortie I_{out1} et I_{out2} sont à la masse. I_{out} est directement proportionnel au code N . On peut remarquer que

$$I_{out1} + I_{out2} = \frac{V_{ref}}{R} \left[\frac{2^n - 1}{2^n} \right] \quad \text{et} \quad I_{out1} - I_{out2} = 2 I_{out1} - \frac{V_{ref}}{R} \left[\frac{2^n - 1}{2^n} \right]$$

TRIGGER DE SMITT

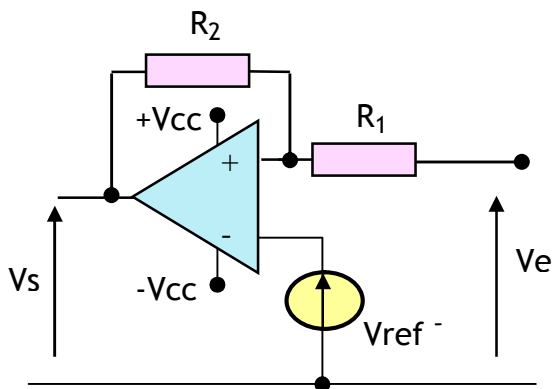
1- Principe :

Le trigger de Schmitt est un comparateur à deux seuils ; le premier se nomme le point inférieur de basculement V_{SL} et le second le point supérieur de basculement V_{SH}



2- Trigger non inverseur :

2.1- fonctionnement :



Le montage est à réaction positive ; donc l'A.Op est en mode de commutation (trigger).
 On a : $V^+ = \dots\dots\dots$ et $V^- = \dots\dots\dots$
 On a basculement si $\dots\dots\dots$
 Donc : $\dots\dots\dots$
 $V_e = \dots\dots\dots$
 Si $V_s = +V_{cc}$; On a basculement pour $V_e = V_{e1} = \dots\dots\dots$
 Si $V_s = -V_{cc}$; On a basculement pour $V_e = V_{e2} = \dots\dots\dots$

Remarque : $V_{e2} > V_{e1}$

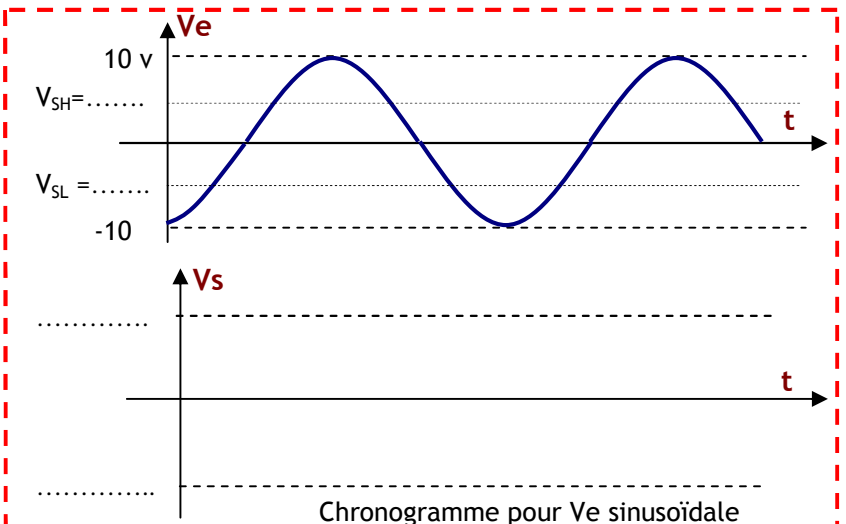
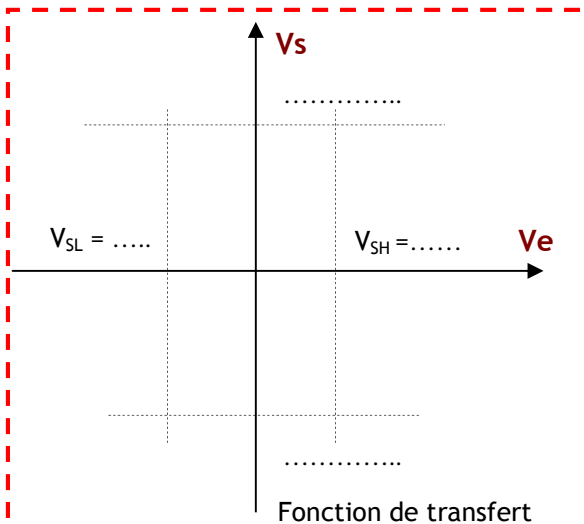
V_{e2} est appelée seuil de basculement haut V_{SH} ;
 V_{e1} est appelée seuil de basculement bas V_{SL} ;
 Si $V_{ref} = 0$; alors : $V_{SH} = \dots\dots\dots$

$V_{SH} = \dots\dots\dots$
 $V_{SL} = \dots\dots\dots$
 et $V_{SL} = \dots\dots\dots$

2.2- Chronogramme et fonction de transfert pour $V_{ref} = 0$:

On donne : $+V_{cc} = 10 \text{ v}$ $-V_{cc} = -10 \text{ v}$
 $R_1 = 1 \text{ K}\Omega$ $R_2 = 2 \text{ K}\Omega$
 $V_{ref} = 0 \text{ V}$ V_e signal sinusoïdal

A.N : $V_{SH} = \dots\dots\dots \rightarrow V_{SH} = \dots\dots\dots$
 $V_{SL} = \dots\dots\dots \rightarrow V_{SL} = \dots\dots\dots$



2.3- Chronogramme et fonction de transfert pour $V_{ref} \neq 0$:

On donne :

$+V_{cc} = 10 \text{ v}$

$R_1 = 1 \text{ K}\Omega$

$V_{ref} = 2 \text{ V}$

$-V_{cc} = -10 \text{ v}$

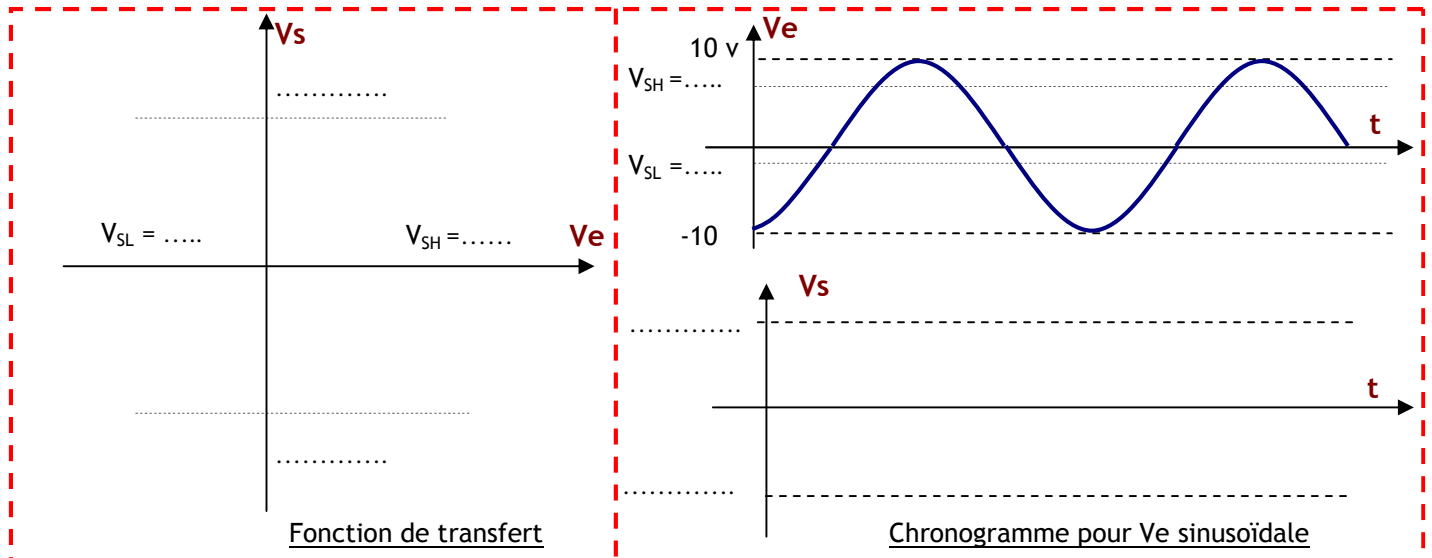
$R_2 = 2 \text{ K}\Omega$

V_e signal sinusoïdal

A.N:

$V_{SH} = \dots \rightarrow V_{SH} = \dots$

$V_{SL} = \dots \rightarrow V_{SL} = \dots$



Fonction de transfert

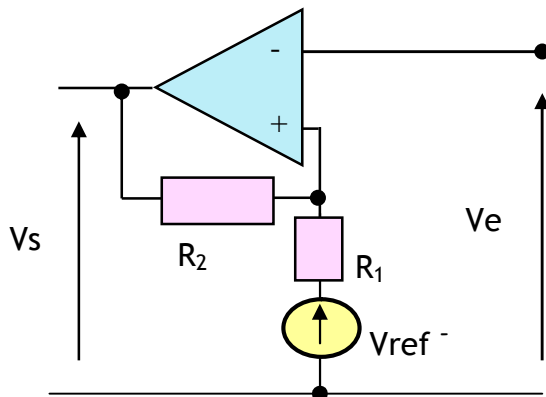
Chronogramme pour V_e sinusoïdale

Remarque :

La tension de référence permet de translater les seuils de basculement V_{SH} et V_{SL}

3- Trigger inverseur :

3.1- Fonctionnement :



Le montage est à réaction positive ; donc l'A.Op est en mode de commutation (trigger).

On a : $V^+ = \dots$ et $V^- = \dots$

On a basculement si \dots

Donc : $V_e = \dots$

Si $V_s = +V_{cc}$; On a basculement pour

$V_e = V_{e1} = \dots$

Si $V_s = -V_{cc}$; On a basculement pour

$V_e = V_{e2} = \dots$

Remarque : $V_{e2} < V_{e1}$

V_{e1} est appelée seuil de basculement haut V_{SH} ;

$V_{SH} = \dots$

V_{e2} est appelée seuil de basculement bas V_{SL} ;

$V_{SL} = \dots$

Si $V_{ref} = 0$; alors : $V_{SH} = \dots$

et $V_{SL} = \dots$

3.2- Chronogramme et fonction de transfert pour $V_{ref} = 0$:

On donne :

$+V_{cc} = 10 \text{ v}$

$R_1 = 1 \text{ K}\Omega$

$V_{ref} = 0 \text{ V}$

$-V_{cc} = -10 \text{ v}$

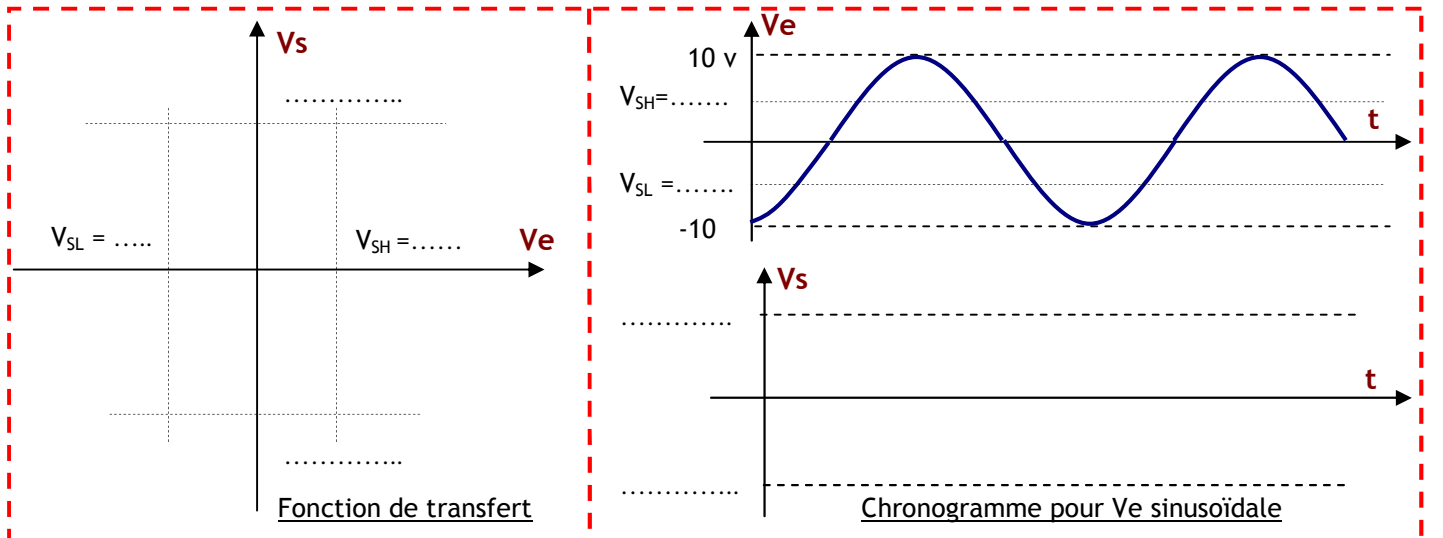
$R_2 = 2 \text{ K}\Omega$

V_e signal sinusoïdal

A.N :

$V_{SH} = \dots \rightarrow V_{SH} = \dots$

$V_{SL} = \dots \rightarrow V_{SL} = \dots$



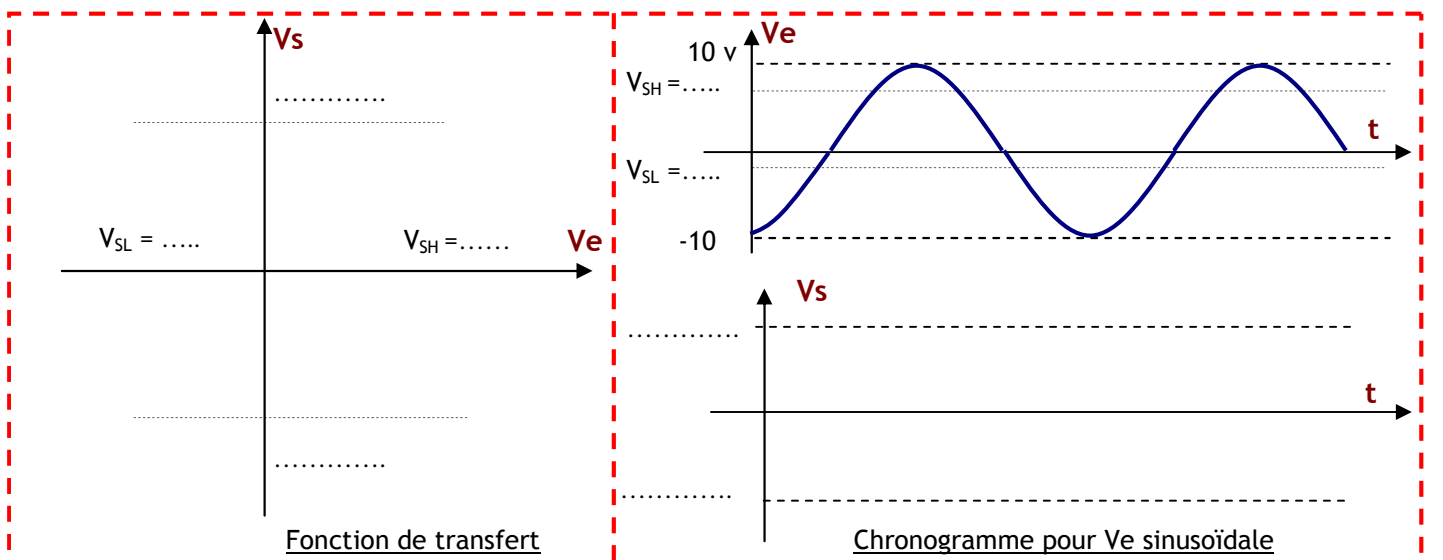
3.3- Chronogramme et fonction de transfert pour $V_{ref} \neq 0$:

On donne : $+V_{cc} = 10 \text{ v}$ $-V_{cc} = -10 \text{ v}$
 $R_1 = 1 \text{ K}\Omega$ $R_2 = 2 \text{ K}\Omega$
 $V_{ref} = 2 \text{ V}$ V_e signal sinusoïdal

A.N :

$$V_{SH} = \dots \rightarrow V_{SH} = \dots$$

$$V_{SL} = \dots \rightarrow V_{SL} = \dots$$



Remarque :

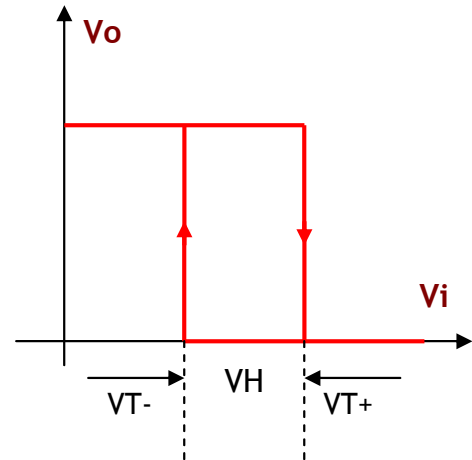
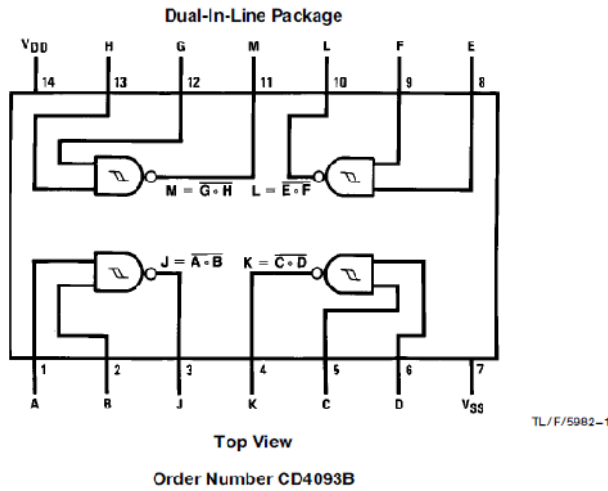
La tension de référence permet de translater les seuils de basculement V_{SH} et V_{SL}

4- Portes logiques triggerisées :

Les constructeurs proposent des portes triggerisées dans les deux familles logiques TTL et CMOS.

4.1- Famille CMOS :

Le circuit intégré CD4093BC contient 4 NAND triggerisées.

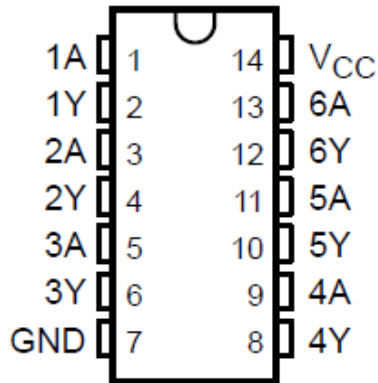


Les seuils de basculement sont fonction de l'alimentation ; à 25°C le constructeur donne :

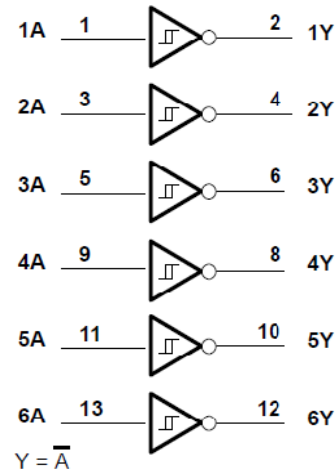
- ❖ VDD = 5 v ; VT+ = 3,3 v ; VT- = 1,8 v ; VH = 1,5 v.
- ❖ VDD = 10 v ; VT+ = 6,2 v ; VT- = 4,1 v ; VH = 2,1 v.
- ❖ VDD = 15 v ; VT+ = 9 v ; VT- = 6,3 v ; VH = 2,7 v.

4.2- Famille TTL :

Le circuit intégré SN74LS14 contient 6 inverseurs triggerisés.



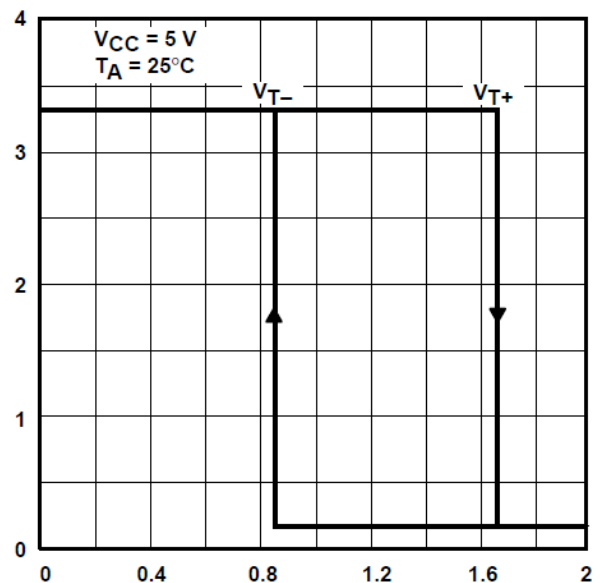
SN54LS14 . . . FK PACKAGE
(TOP VIEW)



Les seuils de basculement typique à 25°C :

- ❖ VT+ = 1,7 v
- ❖ VT- = 0,9 v
- ❖ VH = 0,8 v

OUTPUT VOLTAGE vs INPUT VOLTAGE



Les Capteurs de position

1- Définition :

Les informations délivrées par les capteurs sont en général analogiques. Dans la plupart des systèmes informatiques, ces informations analogiques sont converties en données numériques pour qu'un ordinateur puisse les traiter. Dans le cas des déplacements, il est possible de concevoir des capteurs qui traduisent la position - linéaire ou angulaire - en un mot binaire qui la définit.

2- Codeur incrémental :

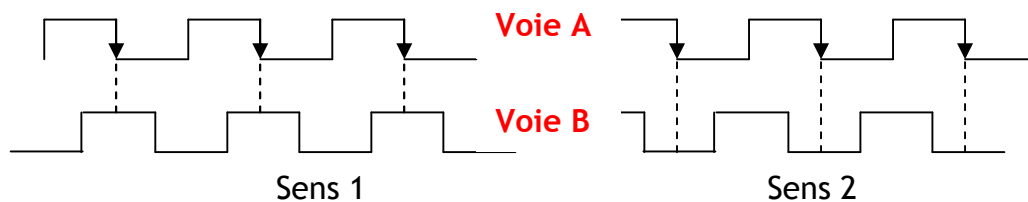
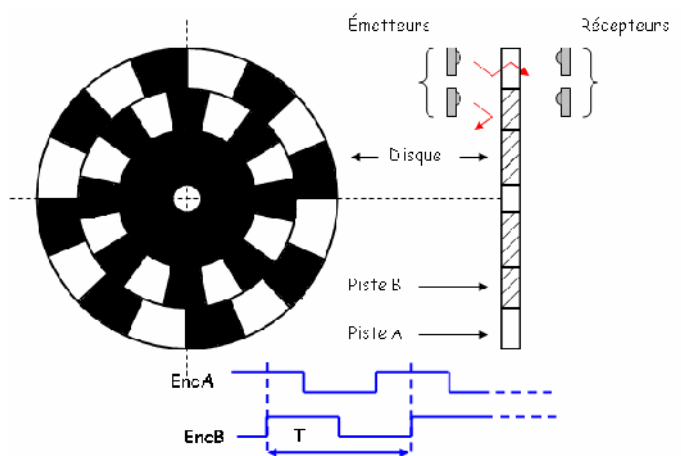
2.1- Description :

Ce capteur délivre une impulsion à chaque déplacement élémentaire, la position est déterminée par comptage ou décomptage des impulsions selon le sens du déplacement. Ce type de capteur est constitué de 2 ou 3 pistes. Les deux pistes concentriques (disques) sont chacune divisées en N surfaces élémentaires égales. Les surfaces de l'une des pistes sont décalées d'un quart de période spatiale par rapport à celle de l'autre piste. Une troisième piste, avec une unique surface élémentaire est quelque fois ajoutée à fin de permettre le comptage du nombre de tours ou la remise à zéro du compteur. La lecture est assurée par un émetteur (diode LED) et un récepteur de lumière (phototransistor), placés respectivement de part et d'autre de la règle ou du disque.

2.2- Codeur incrémental 8 points :

Un codeur incrémental possède généralement 3 voies (piste) :

- ✓ Voie Z donnant une impulsion par tour.
- ✓ Voie A donnant n impulsions par tour,
- ✓ Voie B identique à voie A, mais dont les signaux sont déphasés de + ou - 90°, suivant le sens de rotation



2.3- Caractéristiques principales d'un codeur incrémental :

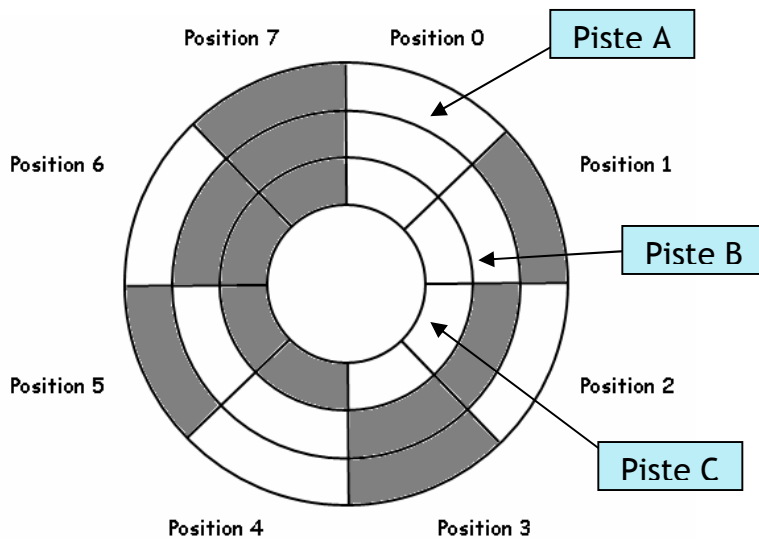
- ❖ Nombre de points par tour ou nombre d'impulsions par tour (exemple: 500 points/tr),
- ❖ Nombre de voies ou nombre de pistes (exemple: 3 pistes A, B, Z),
- ❖ Tension d'alimentation,
- ❖ Vitesse maximale de rotation.

3- Codeur absolu :

3.1- Description :

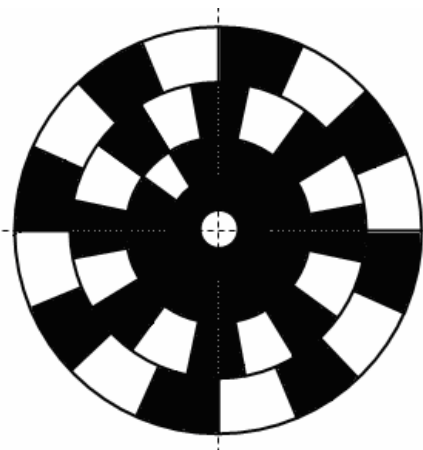
Ce sont des disques divisés en N surfaces égales (secteurs pour les disques) à l'intérieur desquelles se trouve matérialisé le mot binaire associé à la position à traduire, selon un code déterminé. Le nombre N de surfaces fixe la résolution soit : L/N pour une règle de longueur L (cm) et $360^\circ/N$ pour un disque. Les n bits constituant chacun des mots sont matérialisés sur n pistes concentriques (disques) en utilisant des états physiques complémentaires pour distinguer les valeurs 0 et 1.

3.2- Codeur absolu 8 points :

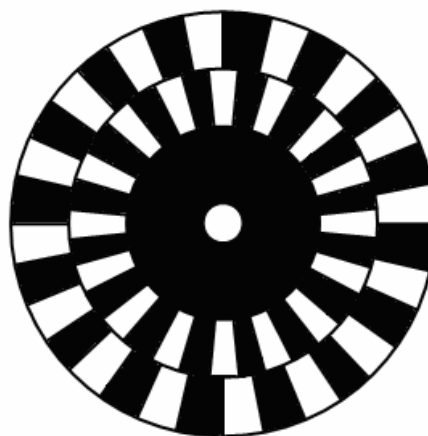


Position	Code (C, B, A)		
0	0	0	0
1	0	0	1
2	0	1	0
3	0	1	1
4	1	0	0
5	1	0	1
6	1	1	0
7	1	1	1

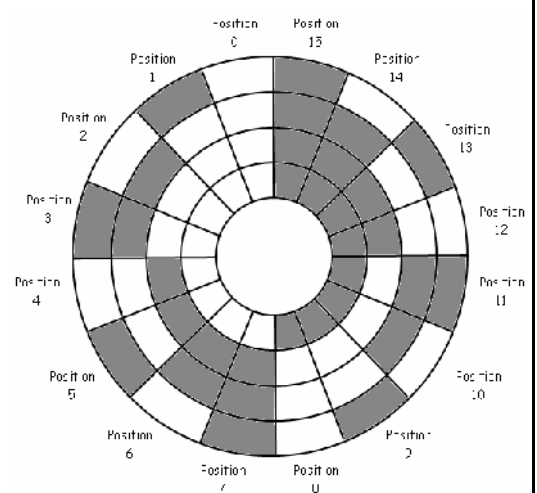
4- Exemples :



Codeur incrémental 8 points avec une 3^{ème} piste



Codeur incrémental 16 points



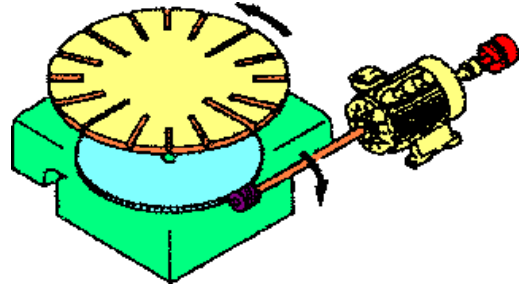
Codeur absolu 16 points

5- Calcul du nombre de points d'un codeur :

5.1- Mouvement circulaire :

$$N = 360 \times (1/P) \times (F_m/F_c)$$

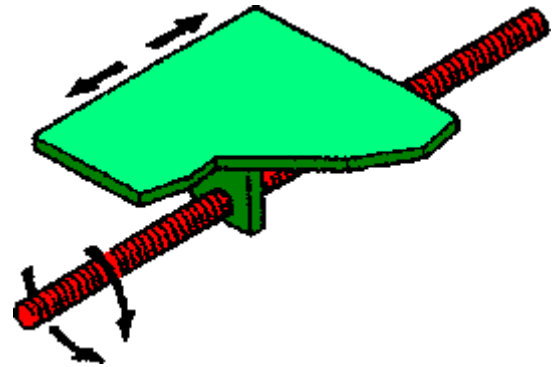
N: nombre de points du codeur
P: précision souhaitée en degrés
F_m: fréquence de rotation du mobile
F_c: fréquence de rotation du codeur



5.2- Mouvement de translation :

$$N = (1/P) \times (F_e/F_c) \times Q$$

N: nombre de points du codeur
P: précision souhaitée en mm
F_e: fréquence de rotation de l'entraînement
F_c: fréquence de rotation du codeur
Q: rapport de conversion de mouvement rotation translation



5.3- Comparaison de 2 codeurs 512 points :

Type du codeur	Incrémental	Absolu
Nombre de pistes	3 (A, B, Z)	9 (A, B, C, D, E, F, G, H, I)
Nombre de capteurs(E-R)	3	9
Connecteur	5 broches utiles	11 broches utiles
Nombre de points par tour	512	512
Information 1 tour	Immédiate par Z	décodage des pistes A, B, C...
Information sens	A partir des signaux A et B	Possible
Information vitesse	Comptage sur A ou B	Comptage sur A

Codeur incrémental

Codeur absolu



Sous programme de temporisation

1- Temporisation faible :

Dans ce cas, on utilise l'instruction NOP qui veut dire 'ne rien faire'. Ainsi, le microcontrôleur perd un cycle machine à ne rien faire.

L'horloge du microcontrôleur le PIC16F84, est associée à un quartz externe, elle génère le signal qui cadence l'exécution des instructions. Chaque instruction du programme est traitée en un cycle machine (une période de l'horloge avec une division interne par 4), exceptées les sauts qui s'exécutent en deux cycles d'horloge.

Par exemple, si la fréquence du quartz est de 4 Mhz,

$$F = 4 \text{ Mhz} \quad F / 4 = 1 \text{ Mhz} \quad \text{Un Cycle} = 4 / F \quad \text{Un Cycle} = 1 \mu\text{s}$$

Donc le temps d'exécution d'une instruction NOP est de 1 μs .

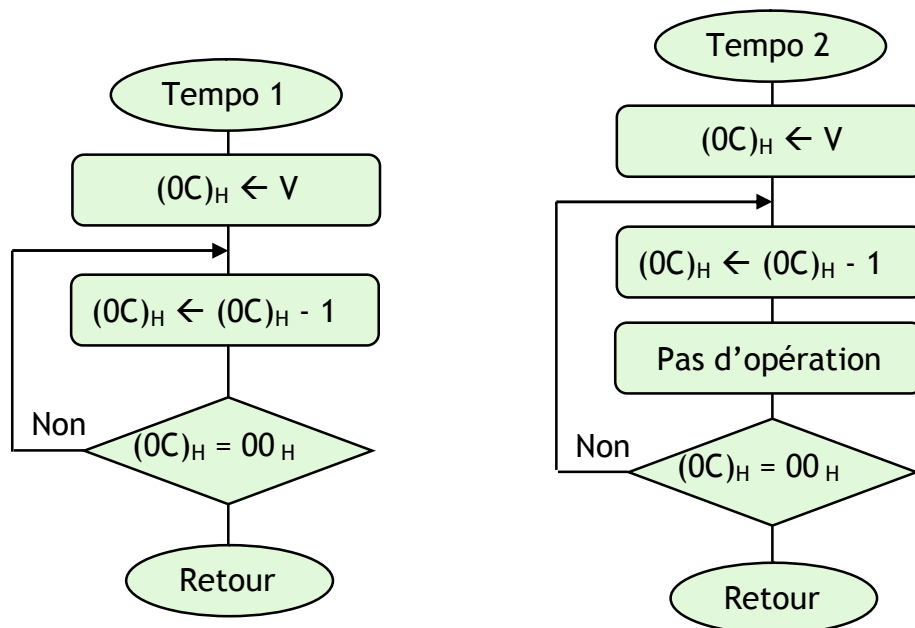
2- Temporisation moyenne :

2.1- Principe :

On utilise des sous programmes, appelés sous programmes de temporisation.

En général on charge un registre de la zone GPR, par une donnée 8 bits, et on passe le temps à décrémenter ce fichier, jusqu'à ce que son contenu soit nul. Ainsi, le temps perdu à l'exécution de ce sous programme est le temps de Temporisation.

2.2- Organigramme:



2.3- Programme:

Sous programme	Tempo	Nb de Cycle	Sous programme	Tempo	Nb de Cycle
.....		1	.....		1
.....		1	.....		1
Loop	1(2)	Loop	.....	1
.....		2	.....		1(2)
.....		2	.....		2
.....		2	.....		2

2.4- Calcul de la Temporisation :

La boucle se répète v fois, donc les instructions DECFSZ et GOTO pour le sous programme n° 1 (NOP, DECFSZ et GOTO pour le sous programme n° 2) sont répétées, aussi v fois.

Tempo 1 =

Tempo 2 =

Si la fréquence du quartz est égale à 4 Mhz : Un Cycle =

La temporisation est maximale, pour V_{MAX}

Tempo 1_{MAX} =

Tempo 2_{MAX} =

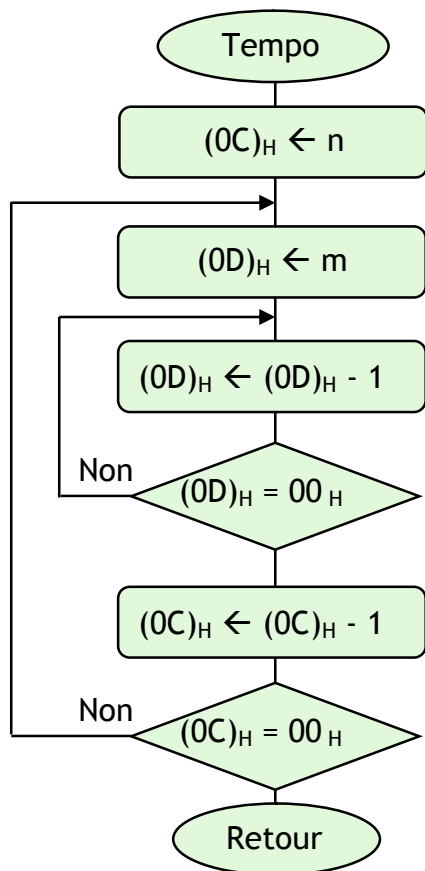
3- Temporisation grande :

3.1- Principe :

On utilise des boucles imbriquées et on ajuste par des NOP.

3.2- Organigramme:

3.3- Programme:



Sous programme Tempo	Nb de Cycle
Tempo	1
.....	1
Lab1	1
.....	1
Lab2	1(2)
.....	2
.....	1(2)
.....	2
.....	2

3.4- Calcul de la Temporisation :

Tempo =

Tempo =

Si la fréquence du quartz est égale à 4 Mhz : Un Cycle =

La temporisation est maximale, pour n_{MAX} et m_{MAX}

Tempo_{MAX} =

Tempo_{MAX} =

Tempo_{MAX} =

UTILISATION DES PORTS

I- Exercice 1 :

Configurer le PORTB en entrée et PORTA en sortie - PIC 16F84 - .

```

..... ; accès à la Bank1
..... ;
..... ; PORTB en entrée
..... ;
..... ; PORTA sortie
..... ; accès à la Bank0

```

II- Exercice 2 :

Configurer les broches RB₀, RB₁, RB₂, RB₃, RB₅, RB₇ en entrée, les broches RB₄, RB₆ en sortie, les broches RA₀, RA₃, RA₄ en entrée et les broches RA₂, RA₁ en sortie- PIC 16F84 - .

```

..... ; accès à la Bank1
..... ;
..... ;
..... ;
..... ; accès à la Bank0

```

III- Exercice 3 :

Configurer le PORTB en entrée, le PORTA en sortie, le PORTC en entrée, le PORTD en sortie et le PORTE en entrée - PIC 16F877 - .

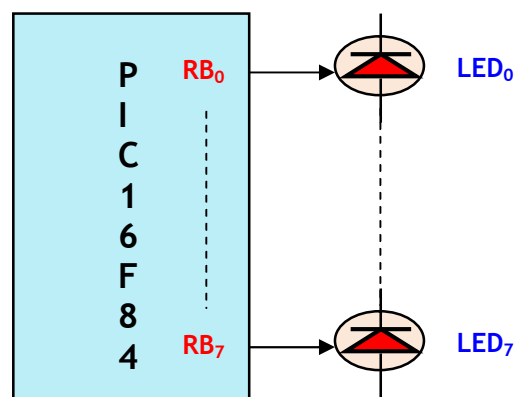
```

..... ;
..... ; accès à la Bank1
..... ;
..... ; PORTB en entrée
..... ; PORTC en entrée
..... ; PORTE en entrée
..... ;
..... ; PORTA sortie
..... ; PORTD sortie
..... ; accès à la Bank0

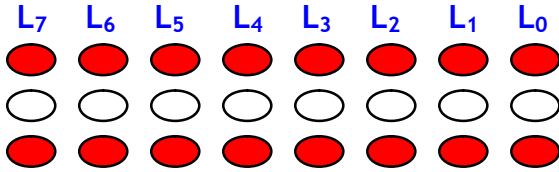
```

IV- Exercice 4 :

Soit le montage suivant :



4.2- Faire un programme qui permet d'allumer et d'éteindre les LEDs connectées au PORTB.

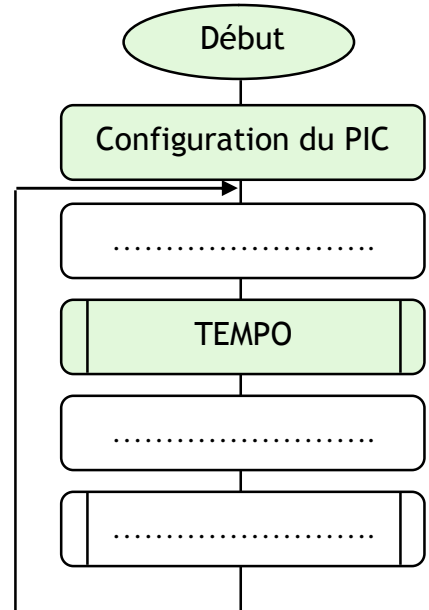


Programme :

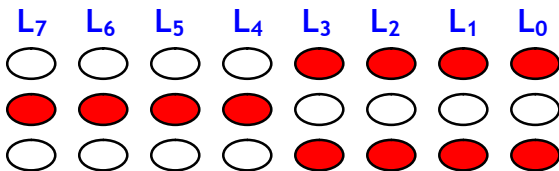
```

.....; Accès Bank1
.....; PORTB en Sortie
.....; Accès Bank0
Lab .....
.....; LEDS allumées
.....; appel SP tempo
.....
.....; LEDS eteintes
.....; appel SP tempo
.....
    
```

Organigramme :



4.3- Faire un programme qui permet d'allumer et d'éteindre les LEDs connectées au PORTB 4 par 4.

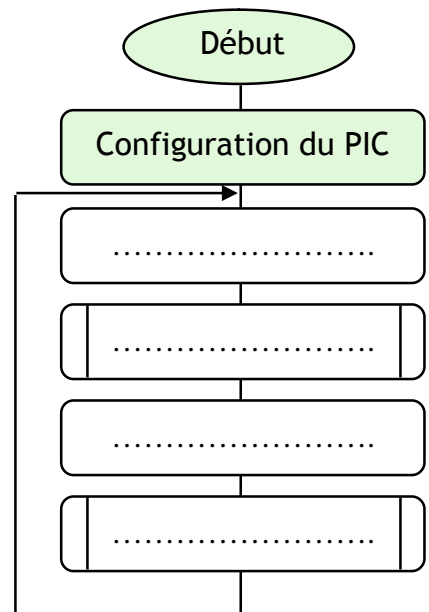


Programme :

```

.....; Accès Bank1
.....; PORTB en Sortie
.....; Accès Bank0
Lab .....
.....;
.....; appel SP tempo
.....
.....;
.....; appel SP tempo
.....
    
```

Organigramme :

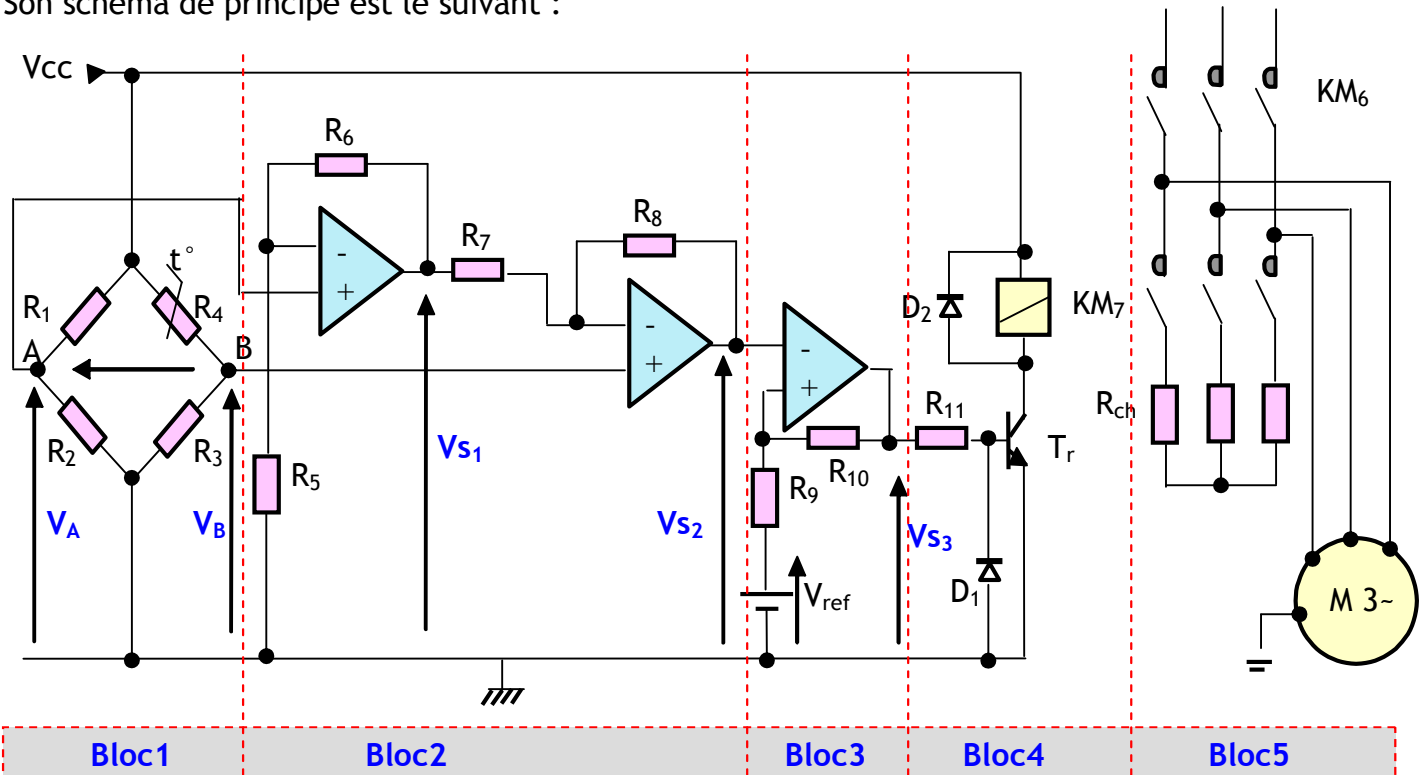


Etude d'un système de séchage

A- Présentation et description du système :

Ce système est constitué d'un turbo ventilateur et des résistances chauffantes identiques R_{ch} afin de fournir de l'air chaud dont la température est comprise entre 40°C et 70°C .

Son schéma de principe est le suivant :



- ❖ Les amplificateurs opérationnels sont supposés parfaits avec $\pm V_{sat} = \pm V_{CC} = \pm 12\text{ V}$;
- ❖ Le capteur de température est une thermistance à coefficient de température négatif (CTN), sa résistance varie en fonction de la température selon la loi suivante :

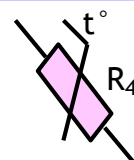
$$R = R_0 \cdot e^{B \cdot \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right)}$$

- ✓ T et T_0 sont en degré Kelvin ($^{\circ}\text{K}$);
- ✓ $R_0 = 10\text{ K}\Omega$ la résistance à la température $T_0 = 298^{\circ}\text{K}$;
- ✓ e : base du logarithme népérien ;
- ✓ $B = 3977^{\circ}\text{K}$ est un coefficient donné par le fabricant.
- ✓ $T (^{\circ}\text{K}) = t (^{\circ}\text{C}) + 273$.

B- Etude du système :

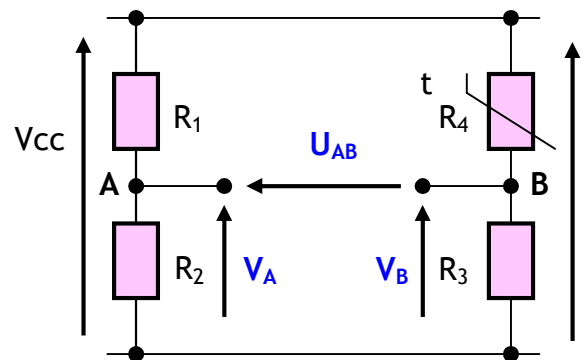
1- Capteur de température (La C.T.N) :

- 1.1. Déterminer la valeur de R_4 (CTN) qui correspond à 40°C .
- 1.2. Déterminer la valeur de R_4 (CTN) qui correspond à 70°C .

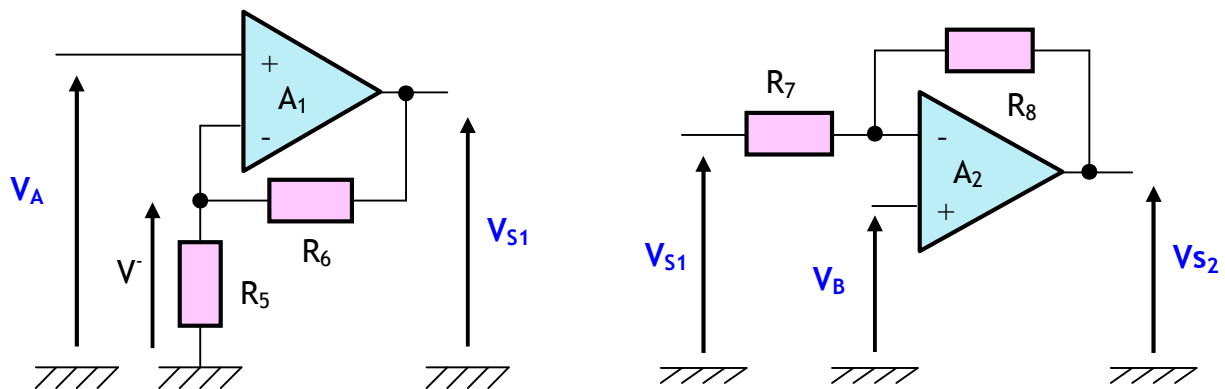


2- Bloc1 (Pont de Wheatstone) :

- 2.1. Donner l'expression de V_A en fonction de V_{CC} , R_1 et R_2 .
- 2.2. Donner l'expression de V_B en fonction de V_{CC} , R_3 et R_4 .
- 2.3. Sachant que : $R_1 = R_2 = R_3 = 10\text{ K}\Omega$;
 - a. Calculer V_A .
 - b. Calculer les valeurs de V_B correspondantes à 40°C et à 70°C .
 - c. En déduire alors les valeurs de U_{AB} correspondantes à 40°C et à 70°C .



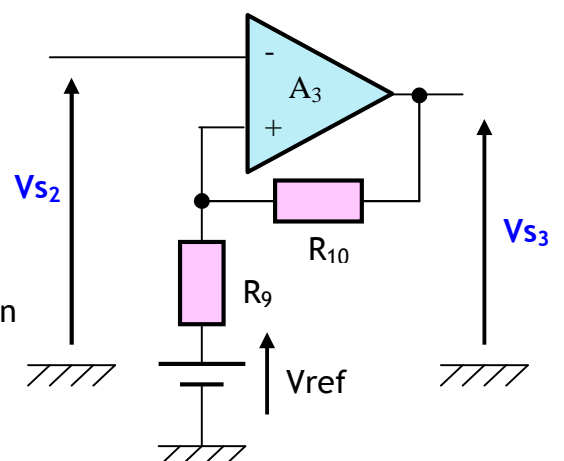
3- Bloc2 (Amplificateur de différence) :



- 3.1. Donner le mode de fonctionnement des amplificateurs A_1 et A_2 .
- 3.2. Donner l'expression de V_{S1} en fonction de V_A , R_5 et R_6 .
- 3.3. Donner l'expression de V_{S2} en fonction de V_{S1} , V_B , R_7 et R_8 .
- 3.4. Sachant que :
 - ✓ $R_5 = R_6 = R_7 = R_8 = 10\text{ K}\Omega$;
 - ✓ $U_{AB} = -1,84\text{ V}$ à 40°C ;
 - ✓ $U_{AB} = -4,24\text{ V}$ à 70°C .
 - a. Déterminer V_{S2} en fonction de U_{AB} , sachant que $U_{AB} = V_A - V_B$.
 - b. En déduire alors les valeurs de V_{S2} correspondantes à 40°C et à 70°C .

4- Bloc3 :

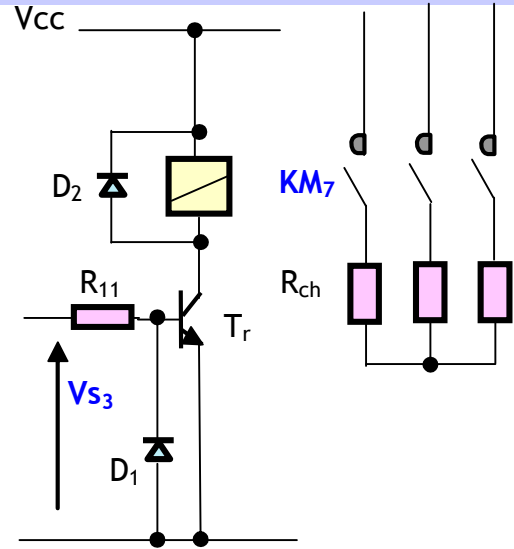
- 4.1. Donner le mode de fonctionnement de l'amplificateur opérationnel A_3 .
- 4.2. Quelle est la fonction de ce bloc ?
- 4.3. Sachant que les valeurs des tensions de seuil ; V_{SB} (seuil bas) = $3,68\text{ V}$ et V_{SH} (seuil haut) = $8,48\text{ V}$, tracer la fonction de transfert $V_{S3} = f(V_{S2})$;
- 4.4. En déduire alors la caractéristique V_{S3} en fonction de la température t est en $^\circ\text{C}$ - $V_{S3} = f(t)$ -.



5- Bloc4 (Interface de sortie) :

Compléter le tableau suivant :

Evolution de la température T	de 40°C à 70°C	de 70°C à 40°C
Vs ₃ en volt
Etat du transistor Tr (bloqué ou saturé)
Contacteur KM ₇ (ouvert ou fermé)



C- Document réponse :

1- Capteur de température (La C.T.N) :

1.1. Déterminer la valeur de R₄ (CTN) qui correspondant à 40 °C.

.....

1.2. Déterminer la valeur de R₄ (CTN) qui correspondant à 70 °C.

.....

2- Bloc1 (Pont de Wheatstone):

2.1. Donner l'expression de V_A en fonction de V_{CC}, R₁ et R₂.

.....

2.2. Donner l'expression de V_B en fonction de V_{CC}, R₃ et R₄.

.....

2.3. Sachant que : R₁ = R₂ = R₃ = 10 KΩ ;

a. Calculer V_A.

.....

b. Calculer les valeurs de V_B correspondantes à 40°C et à 70°C.

.....

c. En déduire alors les valeurs de U_{AB} correspondantes à 40°C et à 70°C .

.....

.....

.....

.....

.....

3- Bloc2 (Amplificateur de différence) :

3.1. Donner le mode de fonctionnement des amplificateurs A_1 et A_2 .

.....

.....

3.2. Donner l'expression de V_{S1} en fonction de V_A , R_5 et R_6 .

.....

.....

.....

.....

.....

3.3. Donner l'expression de V_{S2} en fonction de V_{S1} , V_B , R_7 et R_8 .

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3.4.

a. Déterminer V_{S2} en fonction de U_{AB} , sachant que $U_{AB} = V_A - V_B$.

.....

.....

.....

.....

.....

b. En déduire alors les valeurs de V_{S2} correspondantes à 40°C et à 70°C .

.....

.....

.....

4- Bloc3 :

4.1. Donner le mode de fonctionnement de l'amplificateur opérationnel A_3 .

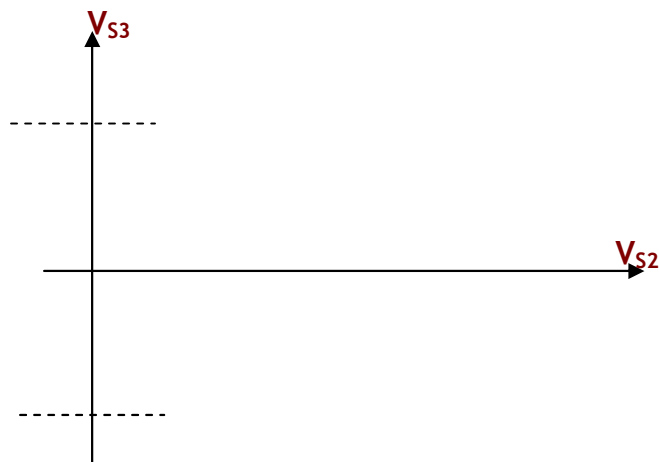
.....

.....

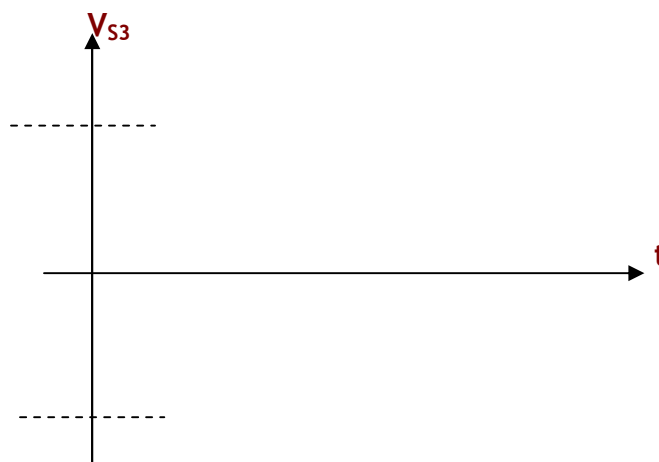
4.2. Quelle est la fonction de ce bloc ?

.....

4.3. Tracer la fonction de transfert $V_{S3} = f(V_{S2})$;



4.4. Tracer la fonction de transfert $V_{S3} = f(t)$;



5- Bloc4 (Interface de sortie) :

Compléter le tableau suivant :

Evolution de la température T	de 40°C à 70°C	de 70°C à 40°C
V_{S3} en volt
Etat du transistor Tr (bloqué ou saturé)
Contacteur KM ₇ (ouvert ou fermé)