



Matière :	Science de l'Ingénieur - <b>A.T.C</b> -	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	<b>ANALYSE FONCTIONNELLE DU SYSTEME</b>	/ pts
-------	---	-------

Tâche 1	<b>Analyse fonctionnelle globale</b>	/ pts
---------	--------------------------------------	-------

REPENDRE 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.

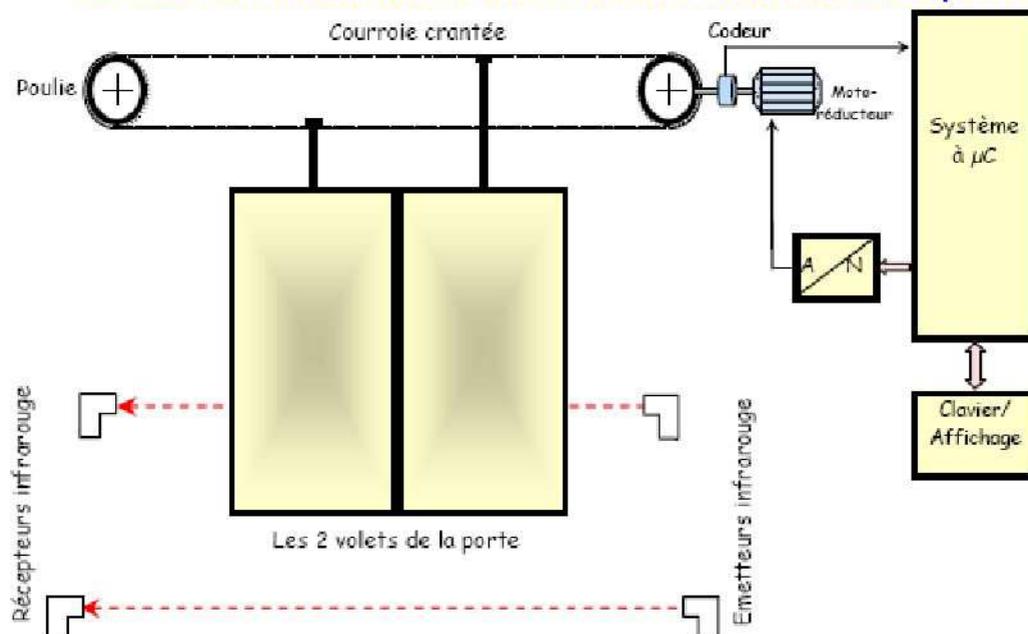
Tâche 2	<b>Analyse structurale du système</b>	/ pts
---------	---------------------------------------	-------

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  $\Omega_2$  ou  $\Omega_1$  ;
- ❖ 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  $\Omega_1$  du moteur pendant les 3/4 de la course, puis ralentit à une vitesse  $\Omega_2$  ( $\Omega_2 < \Omega_1$ ) 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<sub>lim</sub>, 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 ;

- ✓ RA<sub>4</sub>= 0 et RA<sub>3</sub> = 1 (**ouverture des volets**)
- ✓ RA<sub>4</sub>= 1 et RA<sub>3</sub> = 0 (**fermeture des volets**)

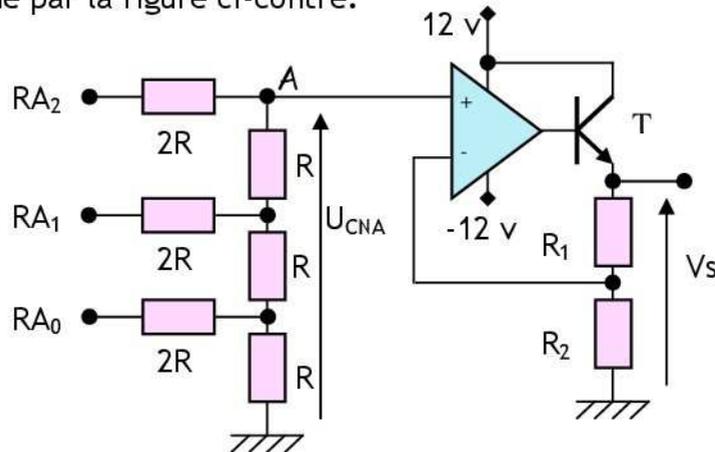
2. Le blocage accidentel de la porte provoque un courant de surintensité qui ne doit pas dépasser I<sub>Mmax</sub>, courant maximal admissible dans le Mcc. A fin de contrôler le courant I<sub>M</sub> circulant dans le moteur, on branche en série avec ce dernier une résistance R<sub>lim</sub> de faible valeur. La tension produite à ses bornes est l'image du courant I<sub>M</sub>. Le bloc autour du comparateur C réalise donc un circuit de protection du moteur. L'entrée RB<sub>4</sub> 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 Vréf ?
- 2.3 Compléter le tableau sur le document DREP 03 Page 9.

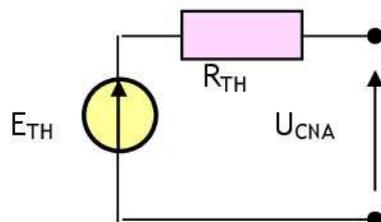
Tâche 2	Variation de vitesse du moteur	/ pts
---------	--------------------------------	-------

Le moteur M<sub>CC</sub> 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<sub>TH</sub>, R<sub>TH</sub>), avec :



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

Mettre E<sub>TH</sub> sous la forme E<sub>TH</sub> = K<sub>1</sub>.N et donner l'expression de K<sub>1</sub> et N en précisant la signification de K<sub>1</sub>.

- 3. L'amplificateur opérationnel Aop est supposé idéal. Montrer que Vs = (1+R<sub>1</sub>/R<sub>2</sub>).U<sub>CNA</sub>.

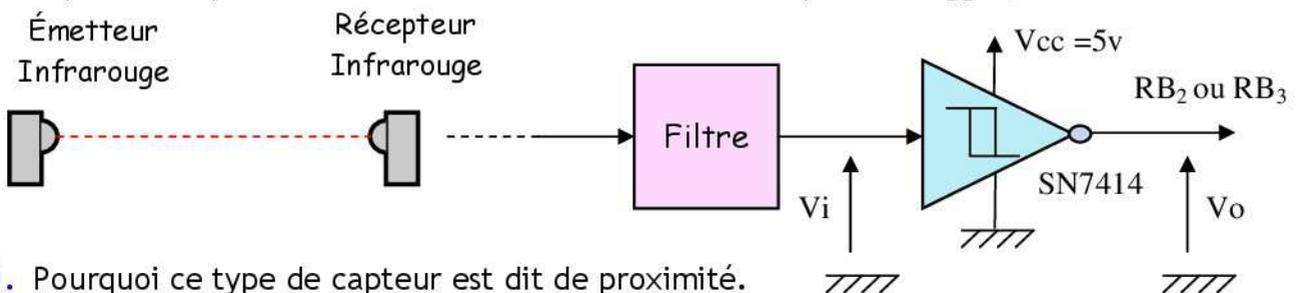
4. Quel est le rôle du transistor T ?
5. Sachant que  $\Omega = K_2 \cdot V_s$ , donner l'expression qui lie  $\Omega$  et N.
6. Quelle est alors l'influence de N sur la vitesse du moteur.
7. La vitesse rapide et la vitesse de ralenti de la porte correspondent respectivement aux tensions  $V_s=10V$  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	<b>ETUDE PARTIELLE DE LA CHAINE D'INFORMAION</b>	/ pts
-------	--	-------

Tâche 1	<b>ACQUISITION DE PRÉSENCE</b>	/ pts
---------	--------------------------------	-------

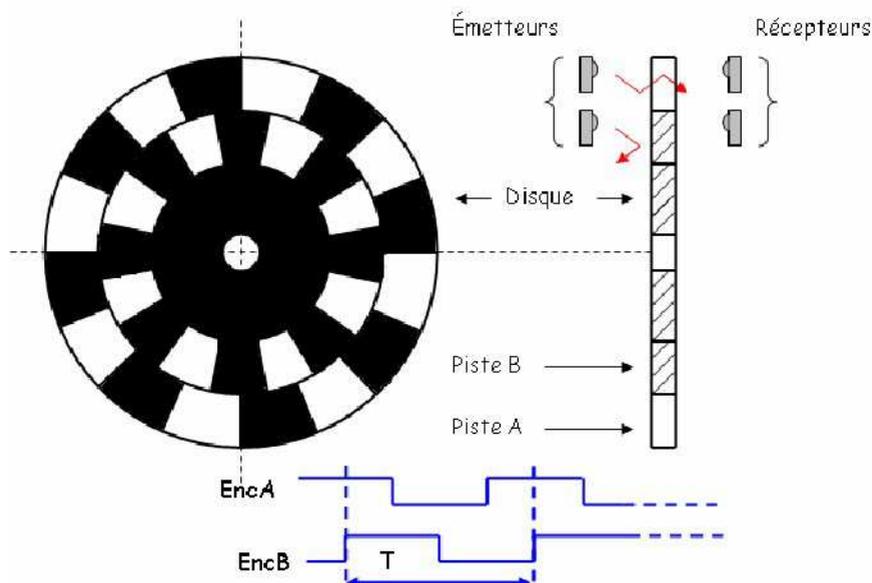
RESSOURCES A EXPLOITER : **DRES 04 Page 18**  
Répondre sur les documents **DREP 04 Page 10**

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	<b>ACQUISITION DE POSITION</b>	/ pts
---------	--------------------------------	-------



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

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  $\mu C$ . Le signal EncA est utilisé pour déclencher une interruption à chaque front montant sur  $RB_0$ . 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 ( $RB_1$ ).

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'incrémentation aura lieu si EncB ( $RB_1$ ) 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).

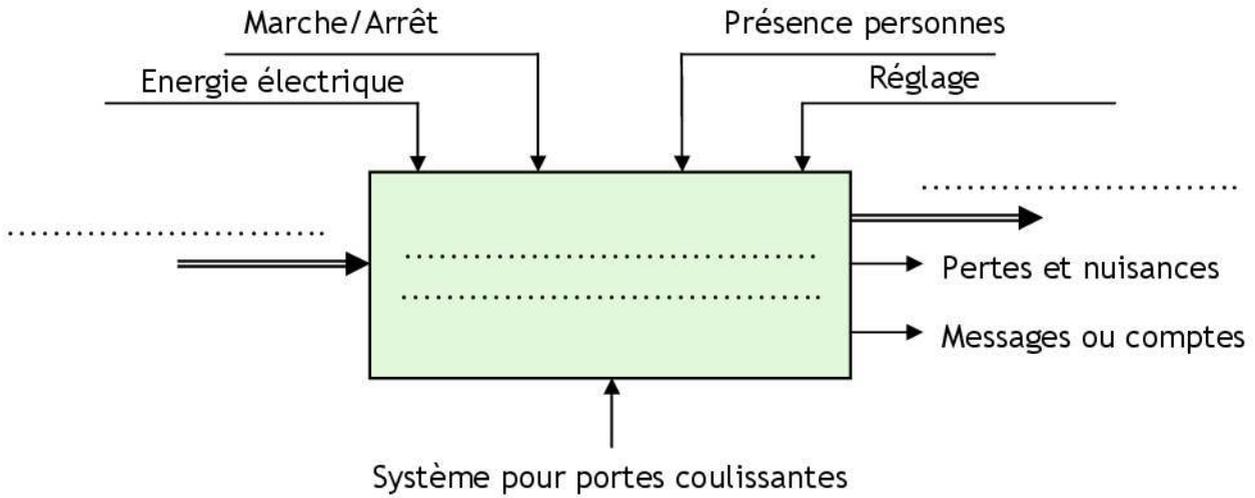
On demande de :

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

A qui le produit rend-il service ?

Sur quoi le produit agit-il?

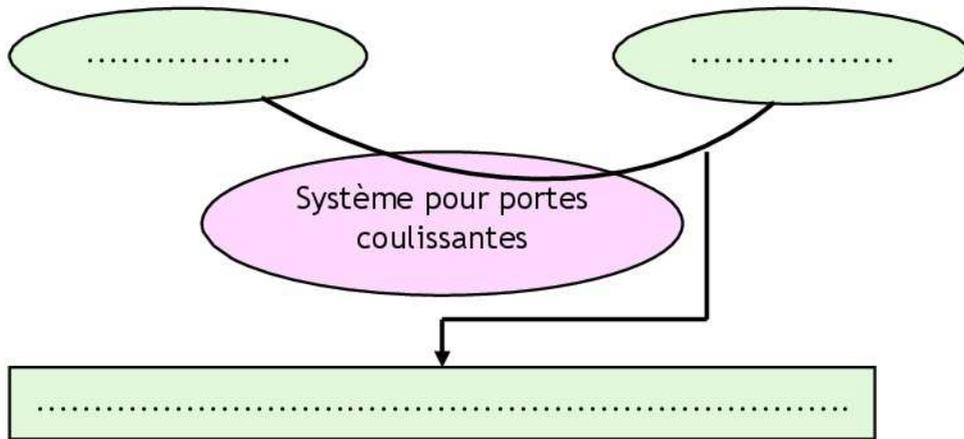
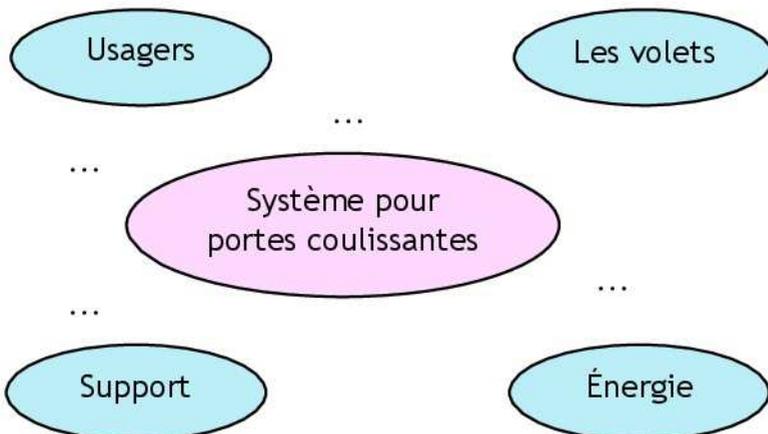


Diagramme de Pieuvre

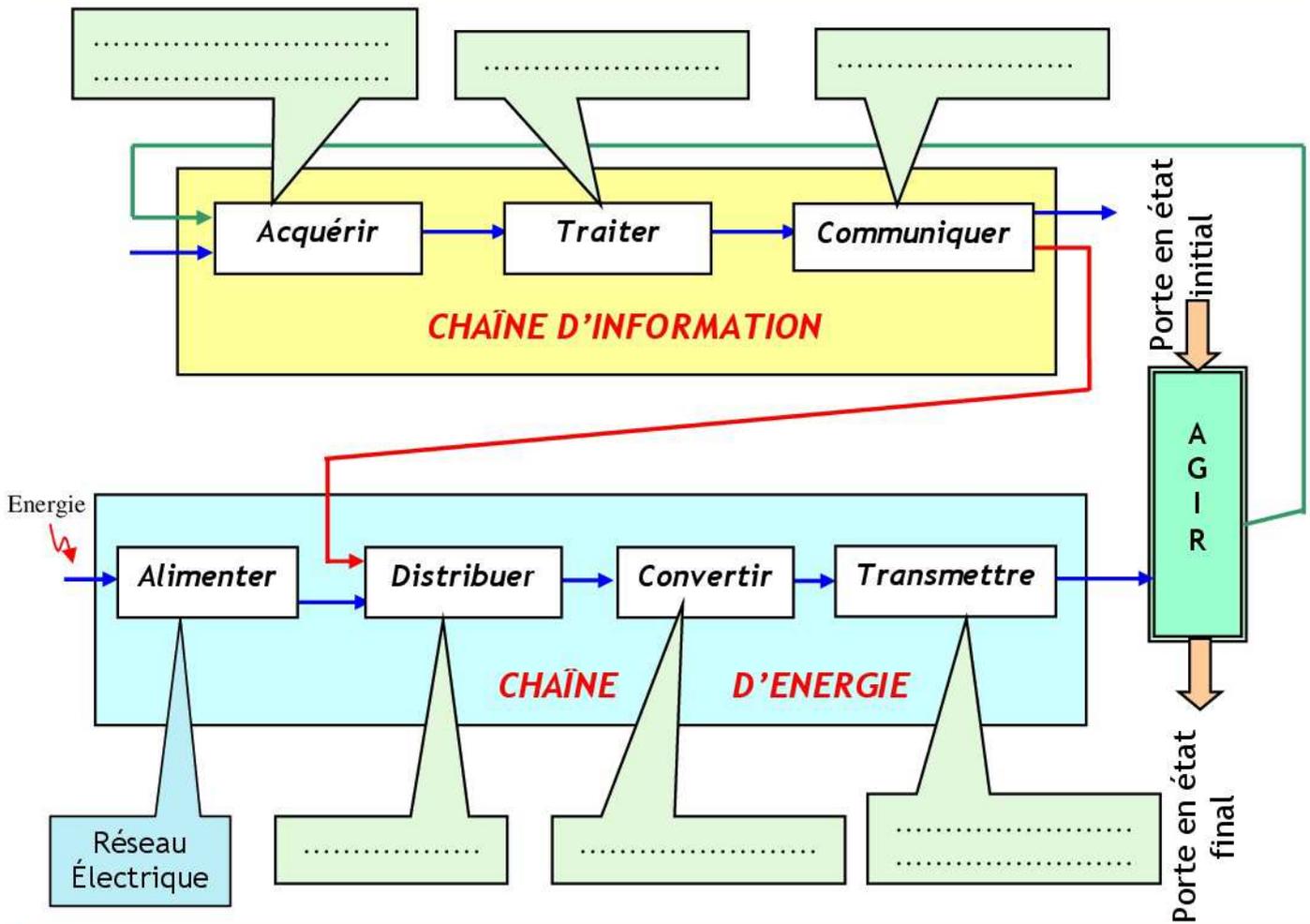


- FP : Permettre aux usagers l'accès à un espace public.
- FC1 : Détecter la présence des personnes.
- FC2 : S'adapter au support.
- FC3 : S'adapter au réseau d'énergie.

DREP 02

DOCUMENT A RENDRE

Etude structurale 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  $E_{TH} = K_1 \cdot N$  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  $V_s = (1 + R_1/R_2) \cdot U_{CNA}$ .

.....

.....

.....

4. Quel est le rôle du transistor T ?

.....

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

.....

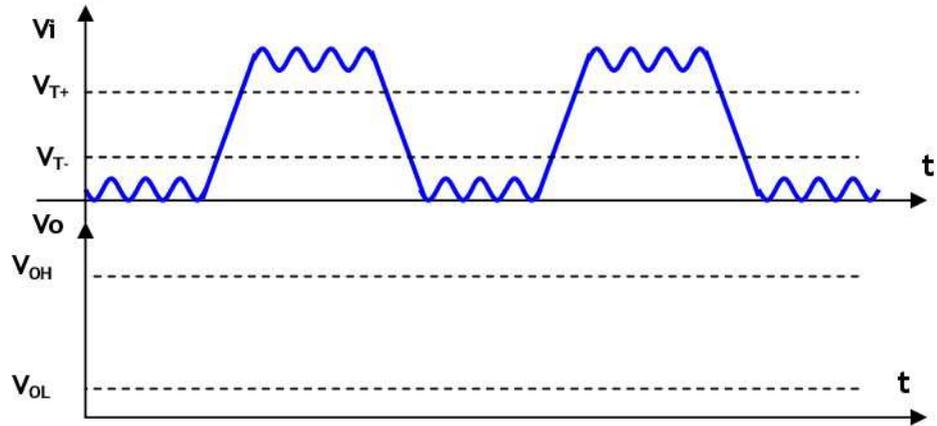
.....

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  $V_o$ .



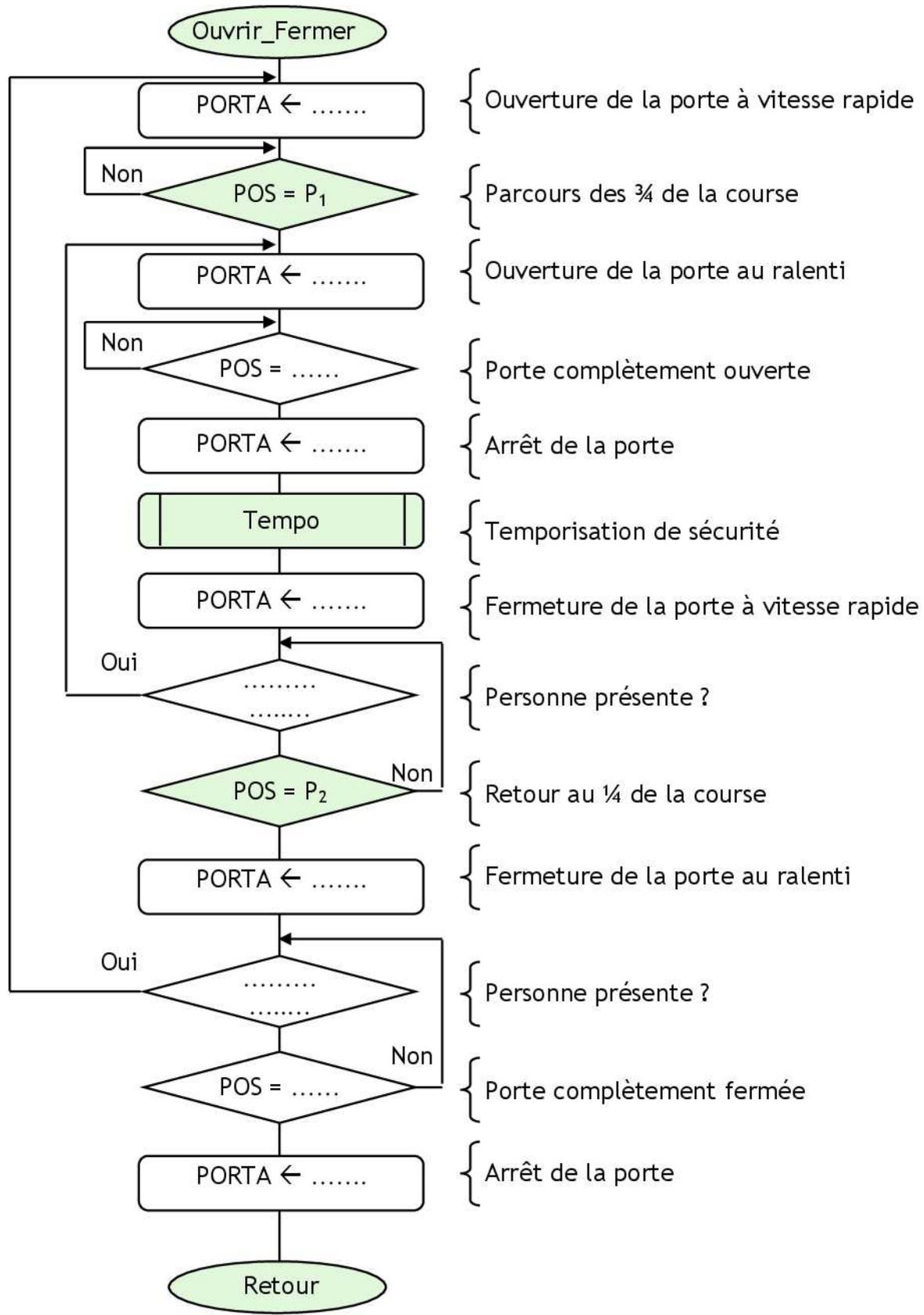
Acquisition de position

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



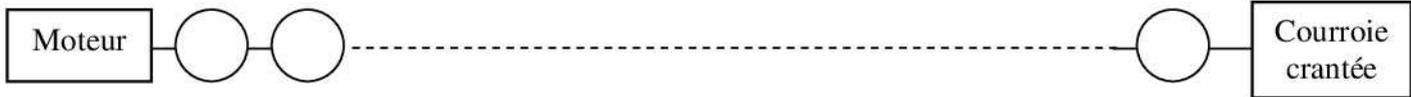


**DREP 07**

**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) : .....

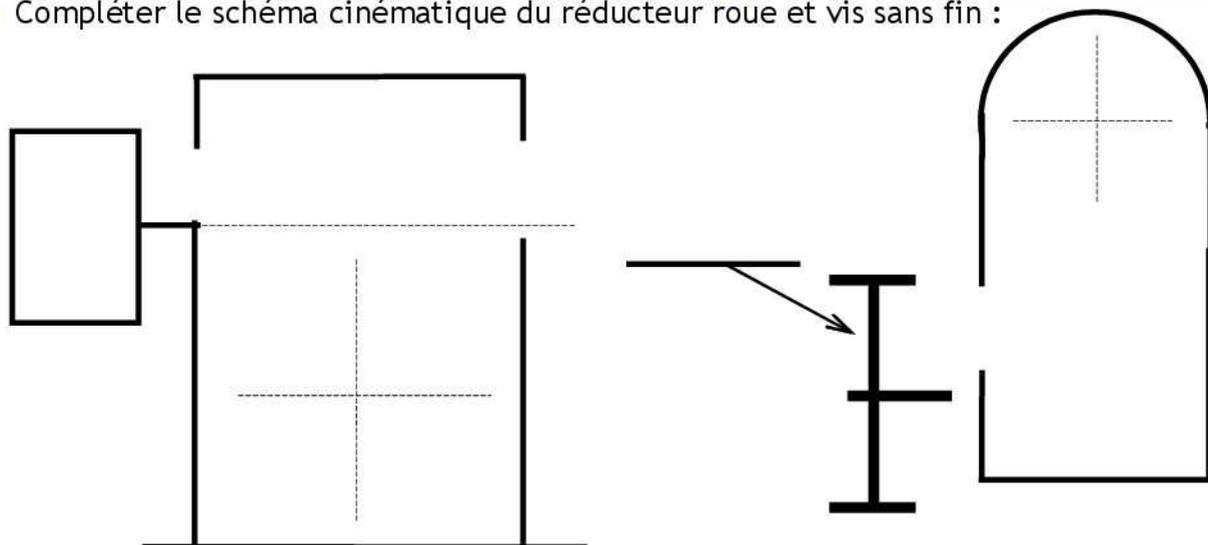
L'arbre (2) : .....

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 :





DRES 01

Circuit global de pilotage du système

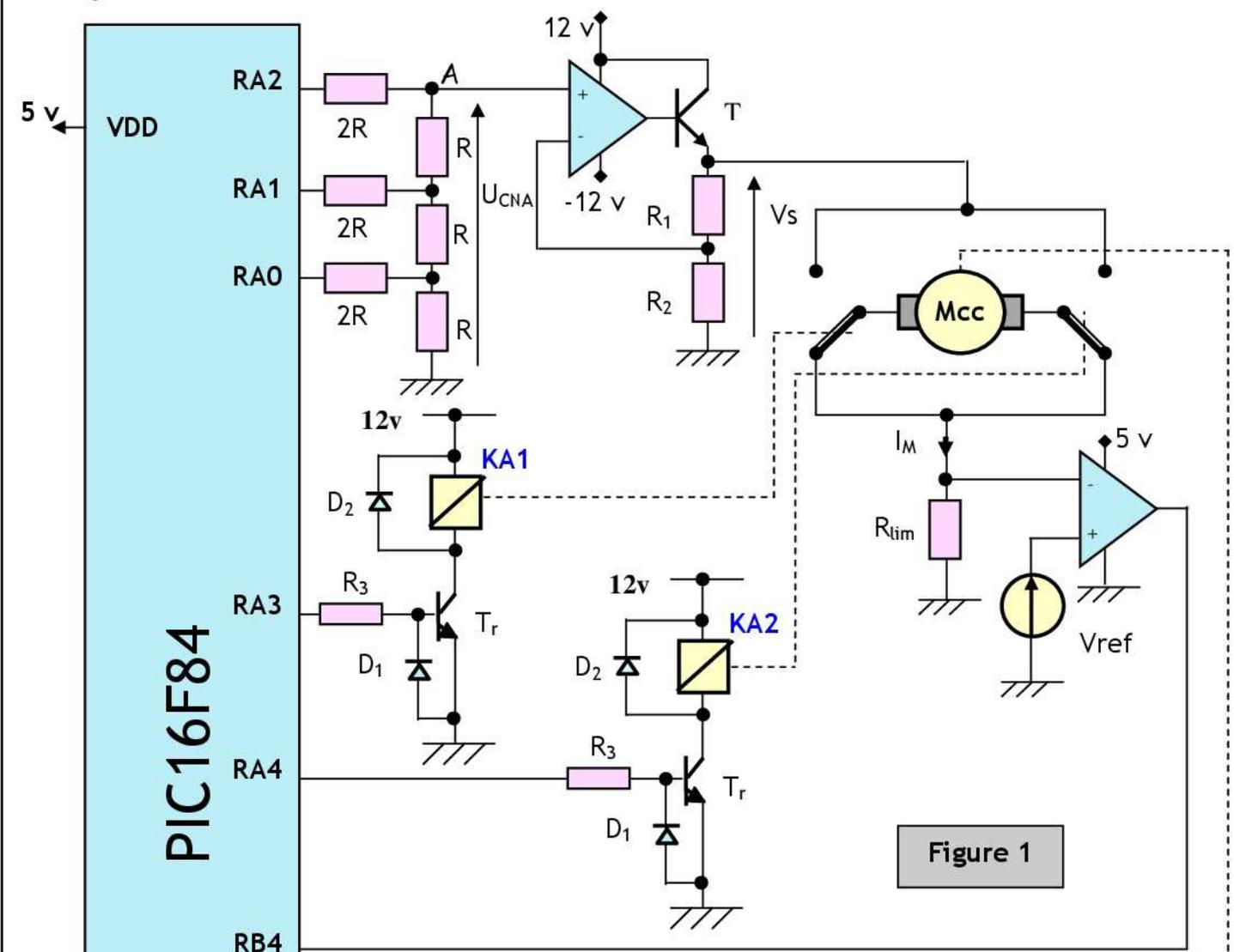


Figure 1

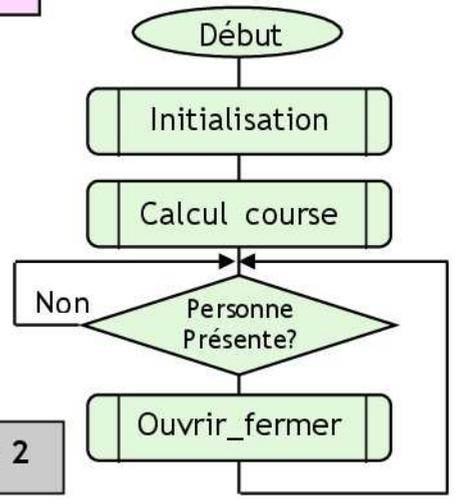
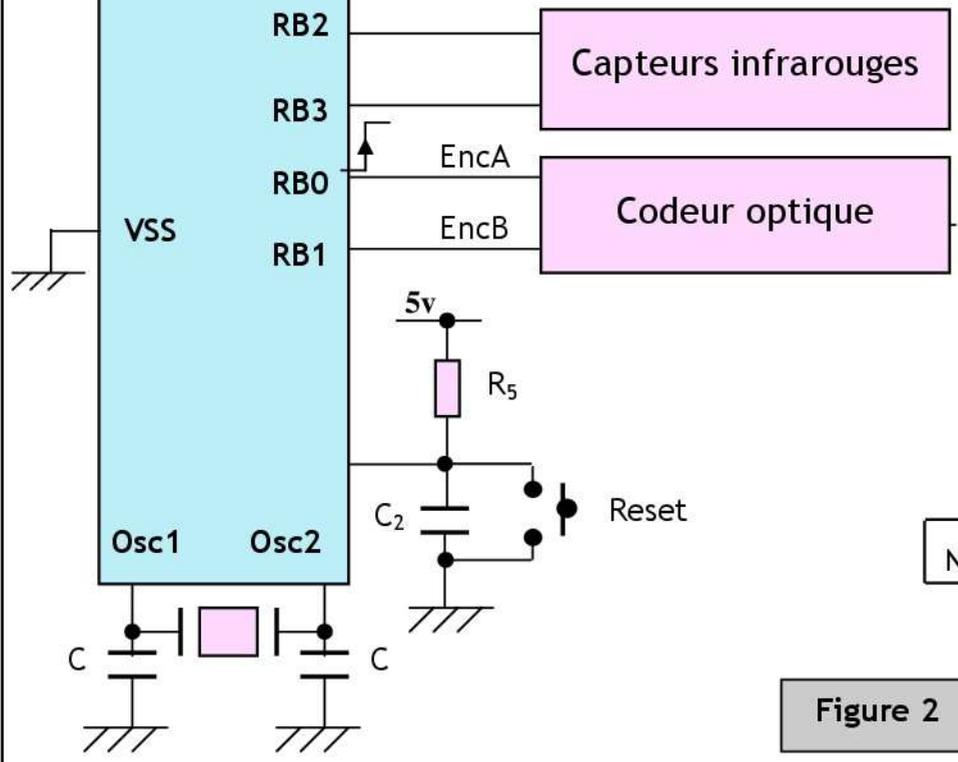


Figure 2

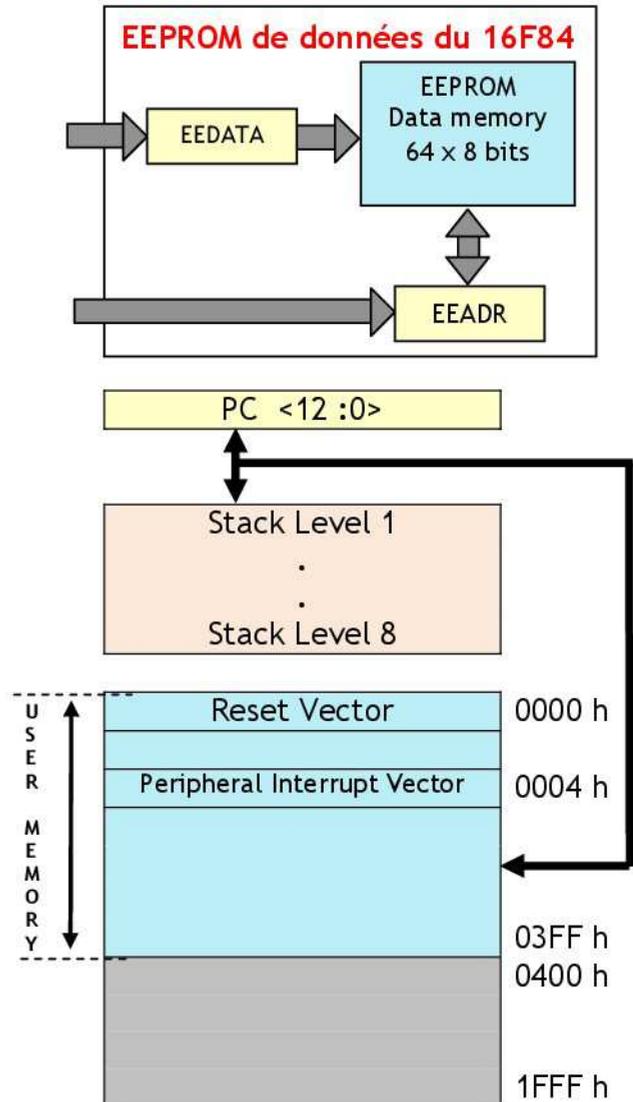
DRES 02

## 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
2F h	36 General Pourpose Regisers (SRAM)		AF h
30 h			Mapped (accesses) In Bank 0
7F h	<b>BANK 0</b>	<b>BANK 1</b>	FF h
<b>ADDR</b>			<b>ADDR</b>
<b>FILE</b>			<b>FILE</b>

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  $\mu\text{C}$  il ne faut pas oublier de changer de bank mémoire pour les configurer.

Pour accéder aux banques mémoire, on utilise le bit **RP0** (5<sup>ème</sup> bit du registre STATUS).

RP0 = 0 : Accès à la BANK 0.

RP0 = 1 : Accès à la BANK 1.

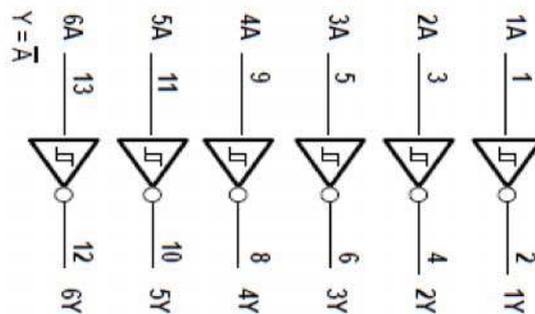
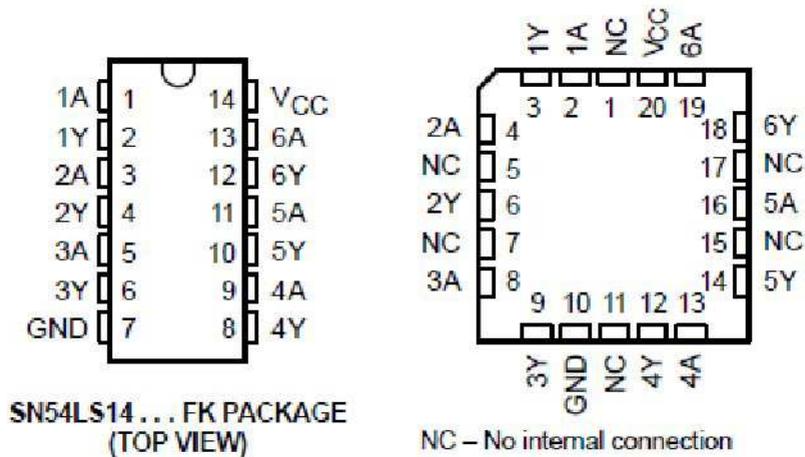
**DRES 03**

**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	Incrémente 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	$\mu\text{A}$
$I_{IL}$	$V_{CC} = \text{MAX}, V_{IL} = 0.4\text{ V}$		-0.8	-1.2	mA
$I_{OS}^{\ddagger}$	$V_{CC} = \text{MAX}$	-18		-55	mA
$I_{CCH}$	$V_{CC} = \text{MAX}$		22	36	mA
$I_{CCL}$	$V_{CC} = \text{MAX}$		39	60	mA

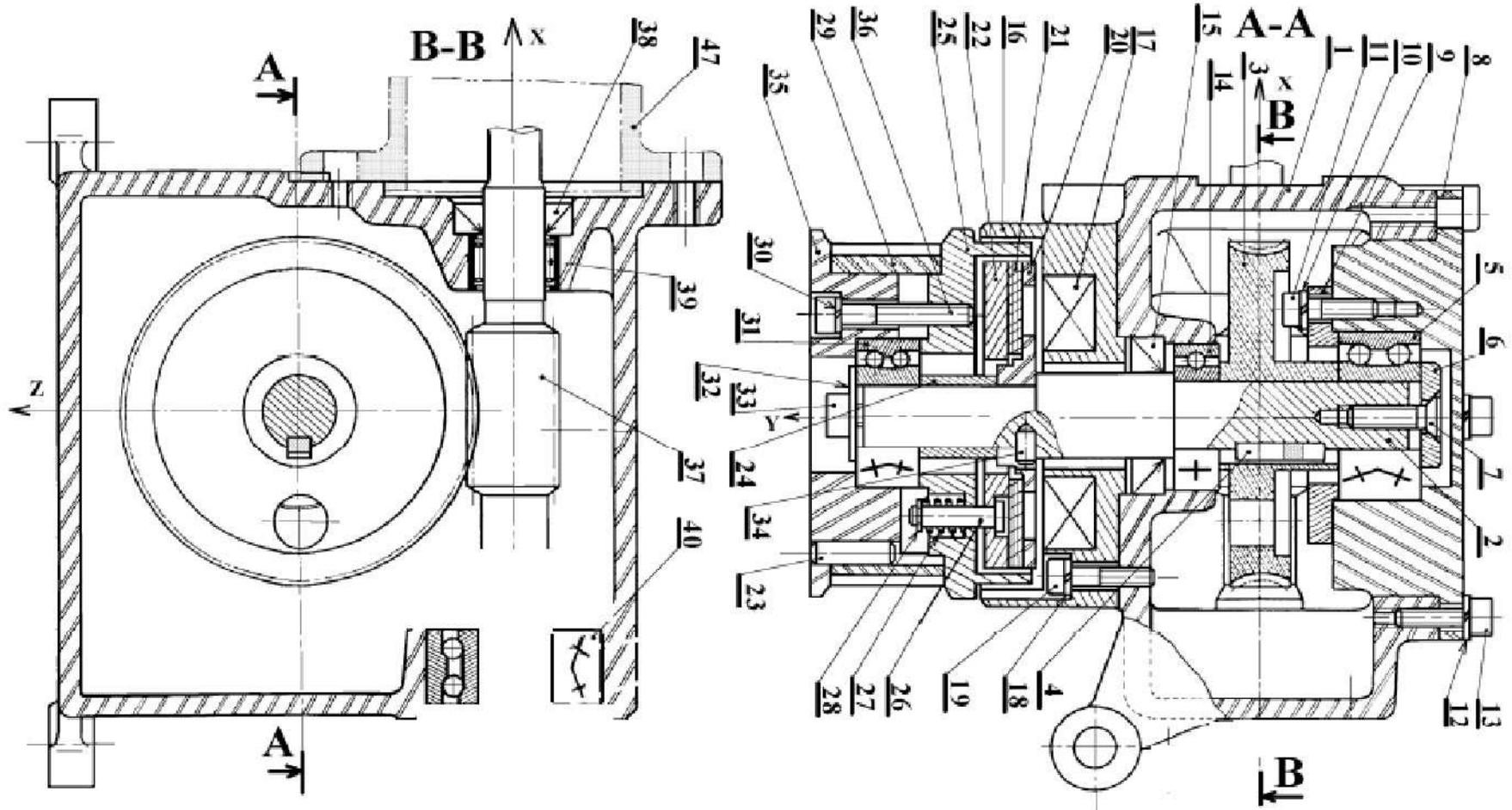
† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.

‡ 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

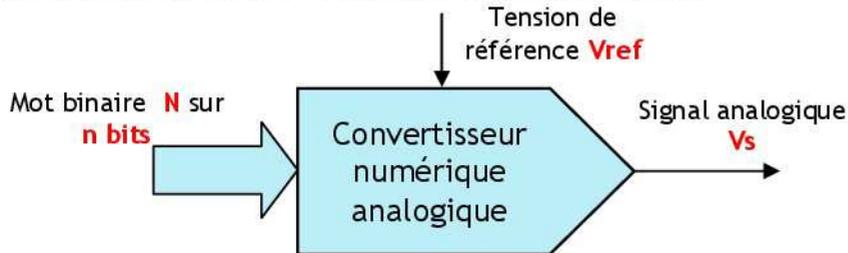


# Convertisseur numérique analogique

## 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.

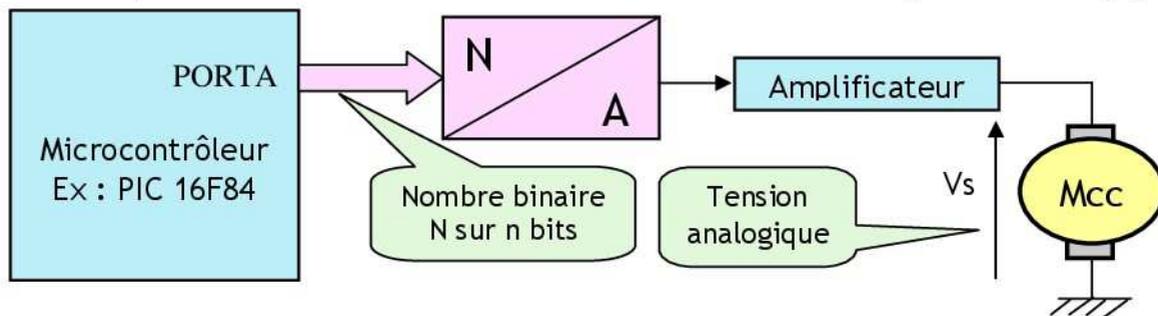


La tension de sortie est rapportée à une autre tension, dite de référence.  
En général :

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

### 1.2- But:

Les CNA permettent aux microcontrôleurs la commande de dispositifs analogiques.

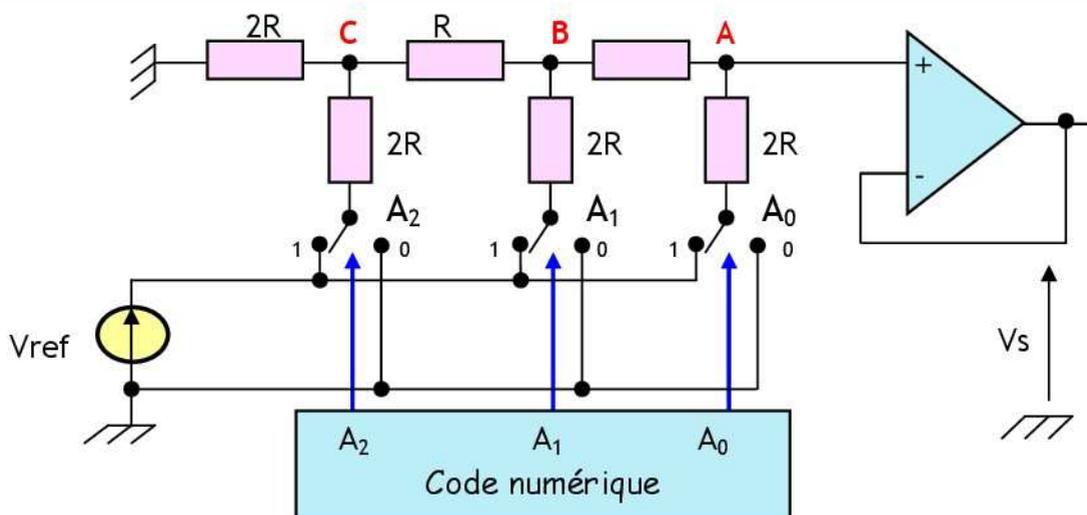


### 1.3- Les principaux types de CNA :

- ❖ 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:

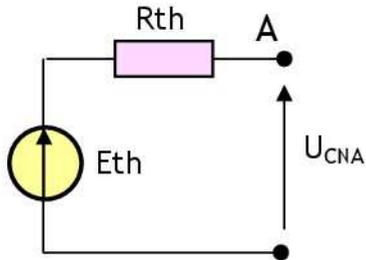
### 2.1- Schéma de principe :



Exemple de ce type de Convertisseur à 3 bits

## 2.2- Principe :

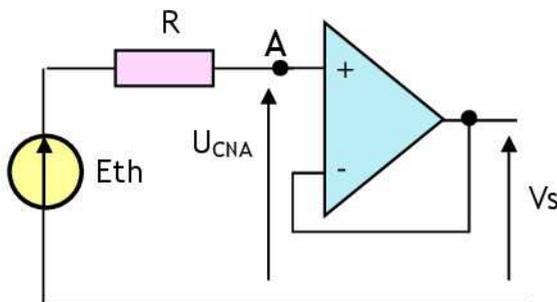
Ce type de CNA n'utilise que deux valeurs de résistances. Les commutateurs sont commandés par le code numérique. Chaque commutateur ( $A_2, A_1, A_0$ ) peut être relié à la masse (position "0"), soit à la tension  $V_{ref}$  (position "1"). Le montage au point A est équivalent au générateur de Thevenin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



Avec :

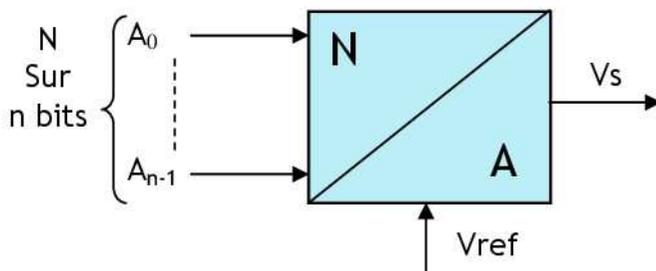
$$\begin{cases} R_{th} = R \\ E_{Th} = A_0 \cdot V_{ref} / 8 + A_1 \cdot V_{ref} / 4 + A_2 \cdot V_{ref} / 2 \end{cases}$$

Donc on peut transformer le montage en :



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

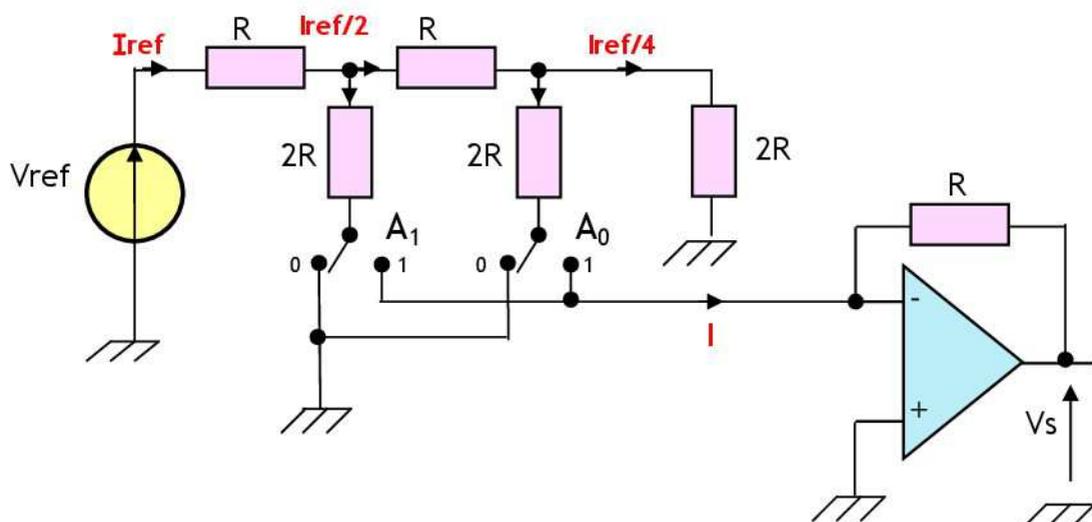
## 2.3- Pour un CNA n bits :



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

## 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 :

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

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

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

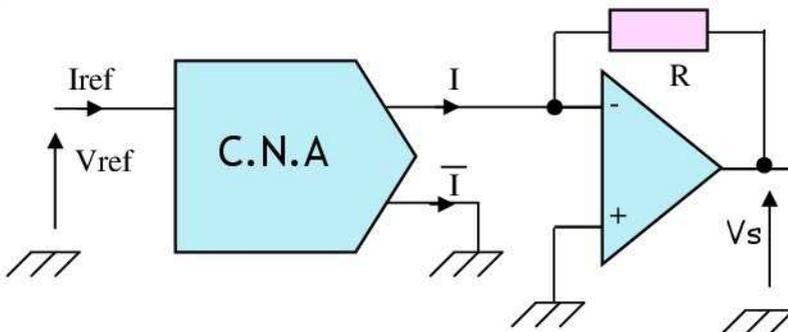
$$N_{(2)} = A_1 \cdot A_0$$

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

$$V_s = -R \cdot I$$

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

### 3.3- Pour un CNA n bits :



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

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

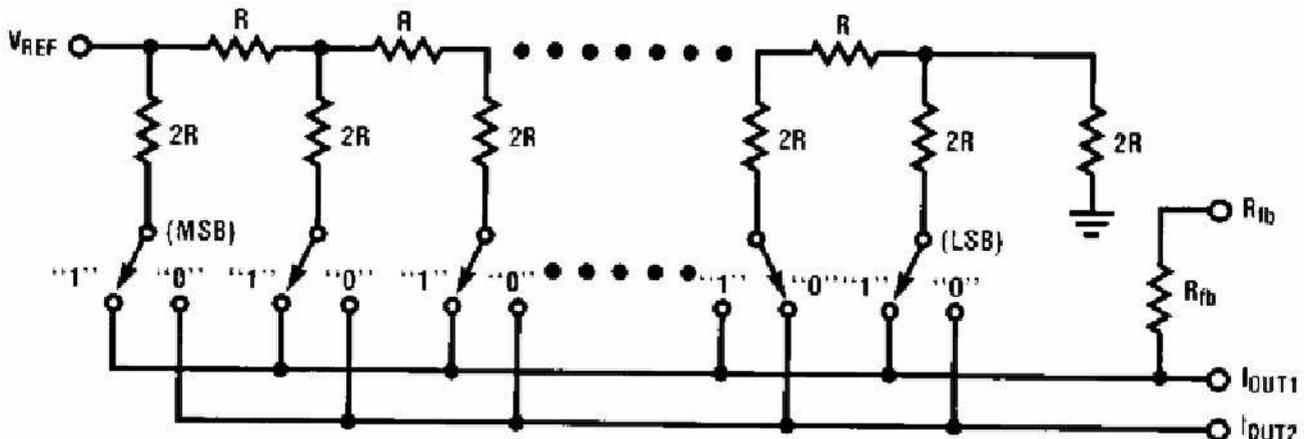
$$V_s = - (V_{ref} / 2^{n+1}) \cdot N$$

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 :

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

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

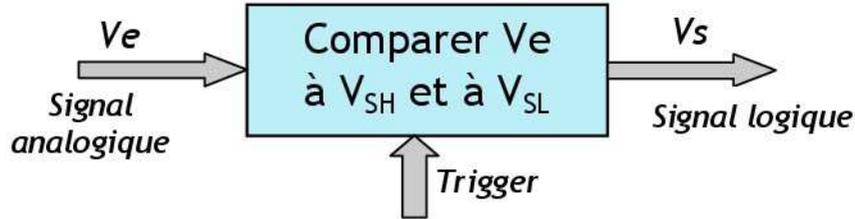
Ce calcul suppose que les courants de sortie  $I_{out1}$  et  $I_{out2}$  sont à la masse.  $I_{out}$  est directement proportionnel au code  $N$ . On peut remarquer que

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

# TRIGGER DE SMITT

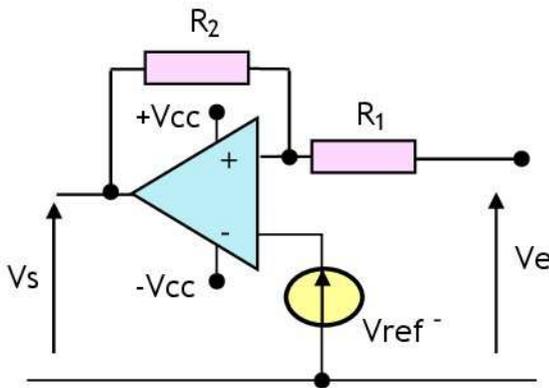
## 1- Principe :

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

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

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

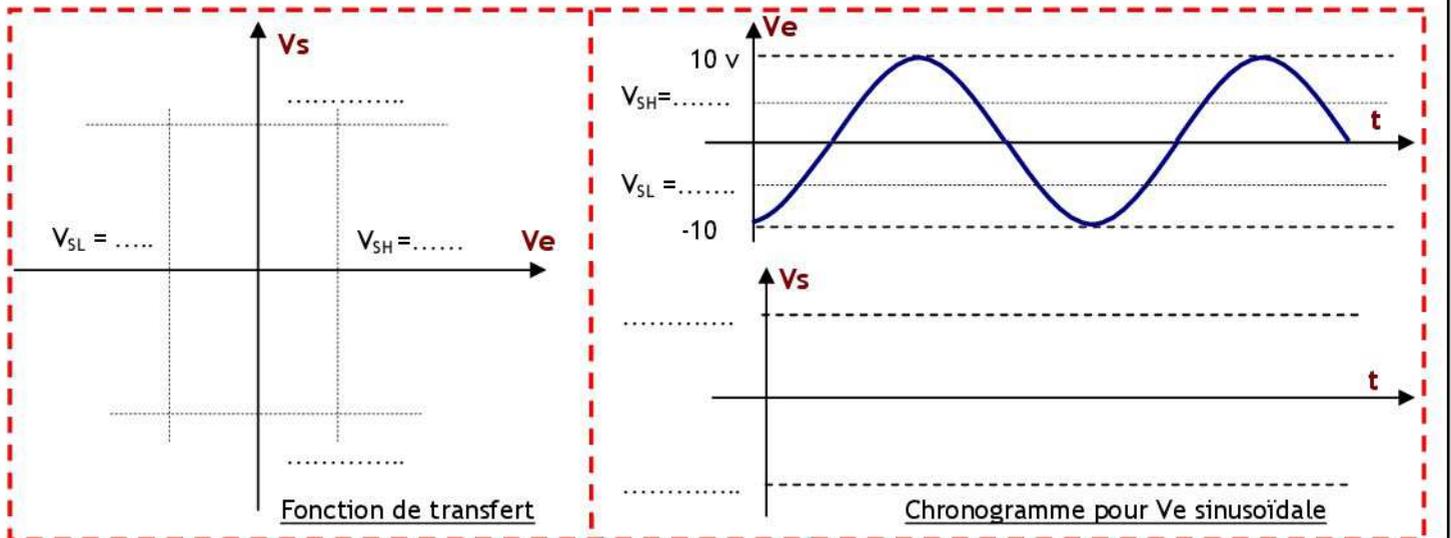
et  $V_{SL} = \dots\dots\dots$

### 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

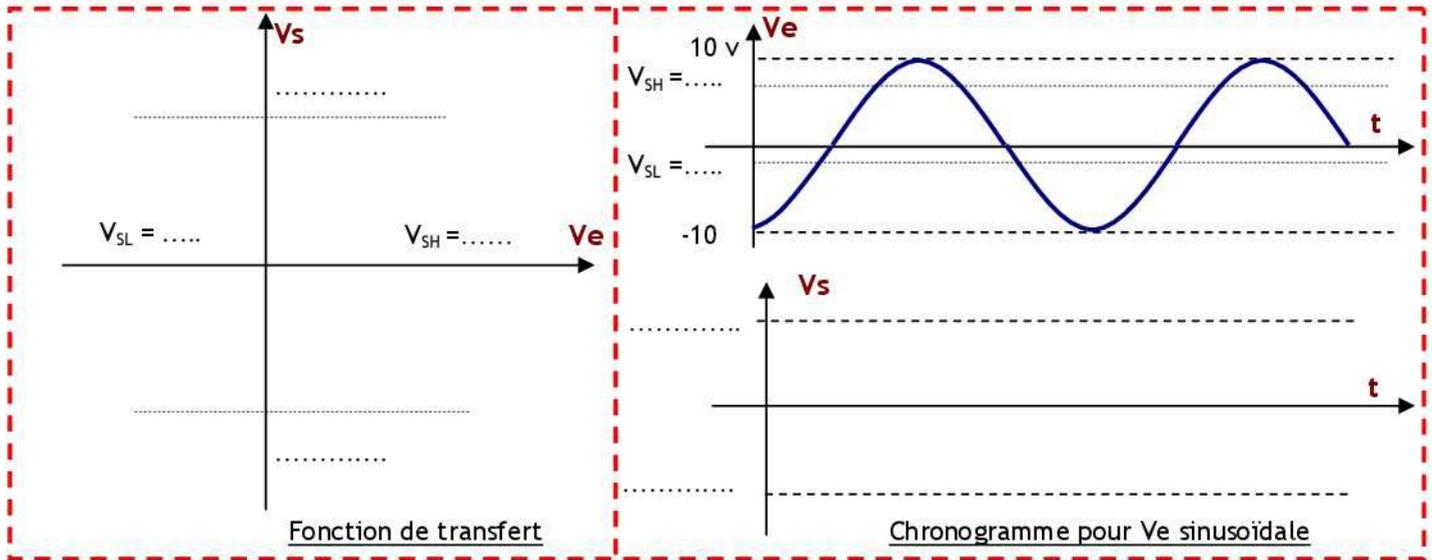
**A.N :**  $V_{SH} = \dots\dots\dots \rightarrow V_{SH} = \dots\dots\dots$

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



**2.3- Chronogramme et fonction de transfert pour Vref ≠ 0:**

On donne : +Vcc = 10 v      -Vcc = -10 v      A.N:  
 R1= 1 KΩ      R2 = 2 KΩ      V<sub>SH</sub> = ..... → V<sub>SH</sub> = .....  
 Vref = 2V      Ve signal sinusoïdal      V<sub>SL</sub> = ..... → V<sub>SL</sub> = .....

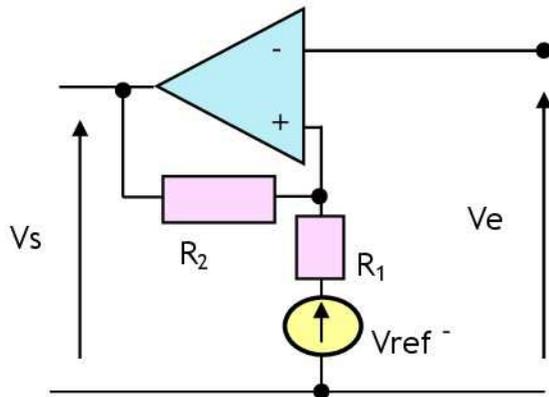


**Remarque :**

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

**3- Trigger inverseur :**

**3.1- Fonctionnement :**



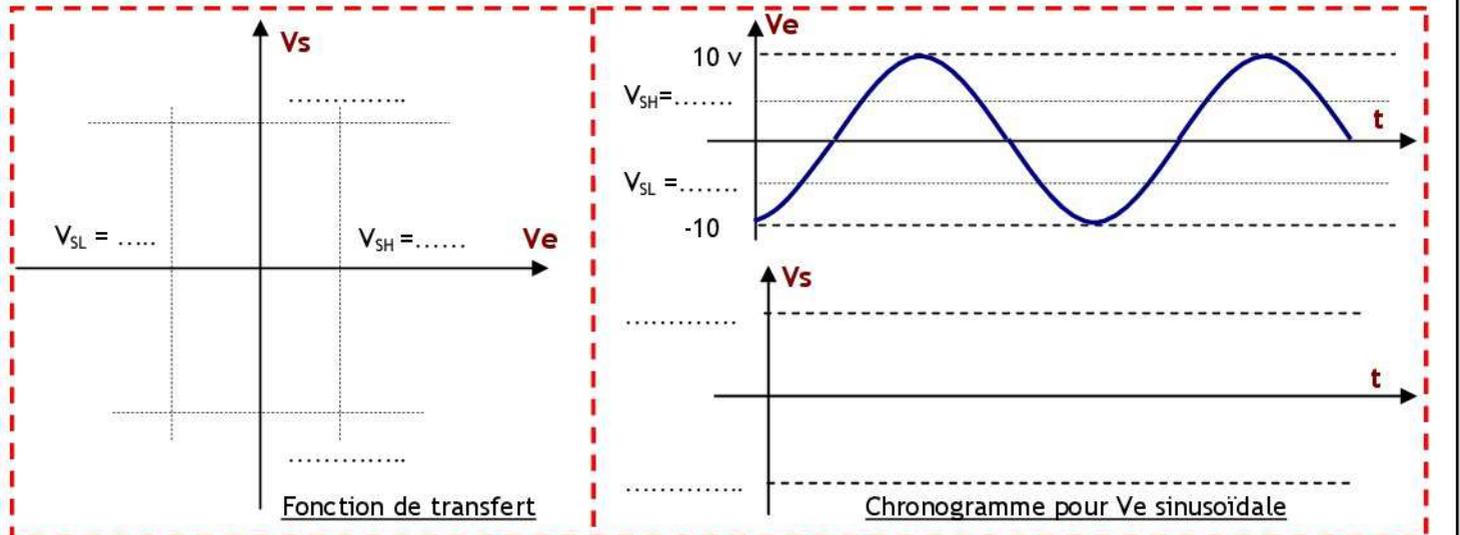
Le montage est à réaction positive ; donc l'A.Op est en mode de commutation (trigger).  
 On a :  $V^+ = \dots\dots\dots$  et  $V^- = \dots\dots\dots$   
 On a basculement si .....  
 Donc :  $V_e = \dots\dots\dots$   
 Si  $V_s = +V_{cc}$  ; On a basculement pour  $V_e = V_{e1} = \dots\dots\dots$  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

**Remarque :**

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

**3.2- Chronogramme et fonction de transfert pour Vref = 0:**

On donne : +Vcc = 10 v      -Vcc = -10 v      A.N:  
 R1= 1 KΩ      R2 = 2 KΩ      V<sub>SH</sub> = ..... → V<sub>SH</sub> = .....  
 Vref = 0V      Ve signal sinusoïdal      V<sub>SL</sub> = ..... → V<sub>SL</sub> = .....



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

On donne :

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

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

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

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

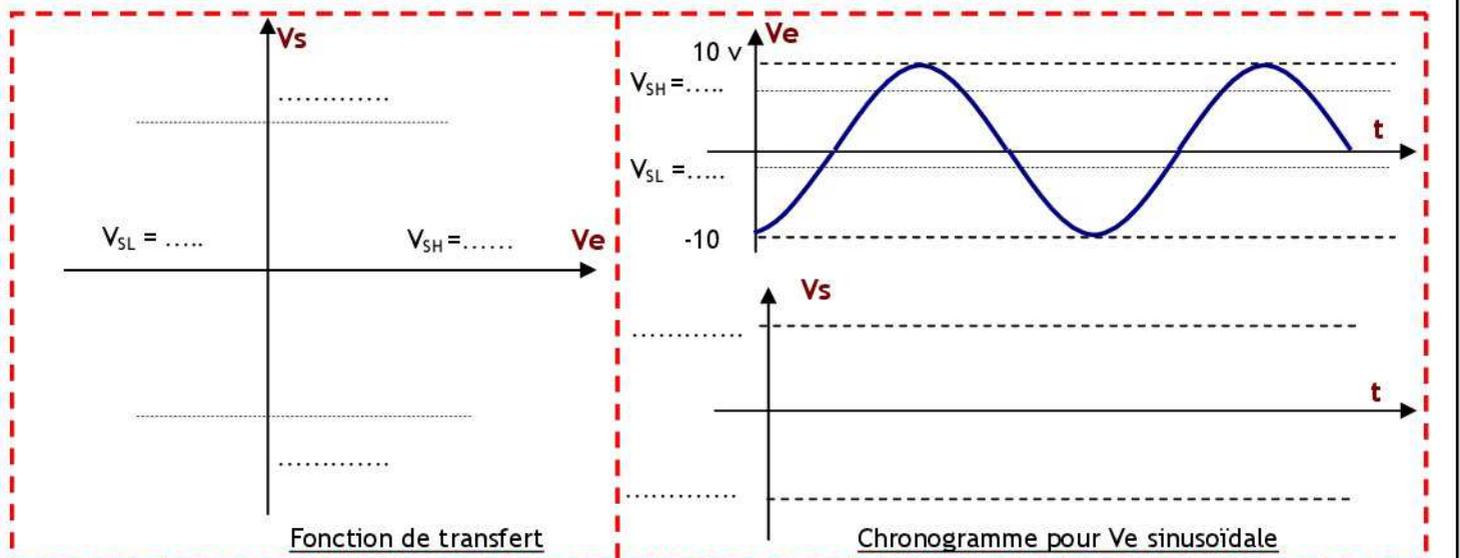
$$R_2 = 2 \text{ K}\Omega$$

$V_e$  signal sinusoïdal

A.N :

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

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



#### Remarque :

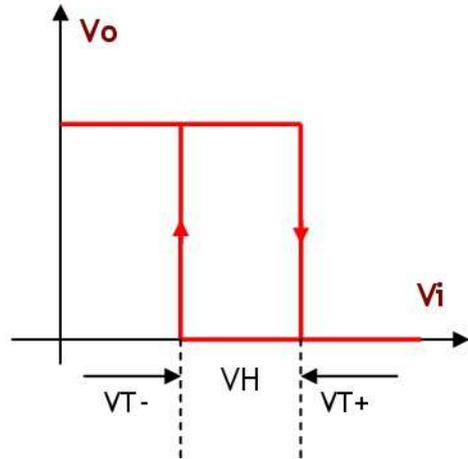
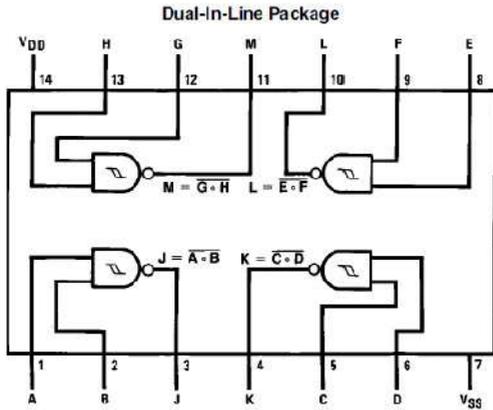
La tension de référence permet de translater les seuils de basculement  $V_{SH}$  et  $V_{SL}$ .

### 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.



TL/F/5982-1

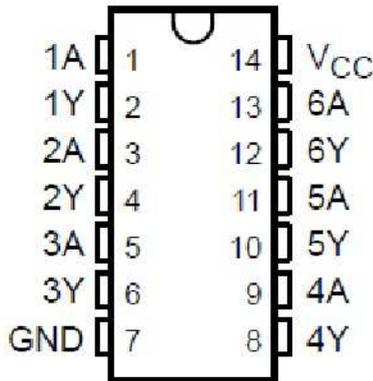
Order Number CD4093B

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

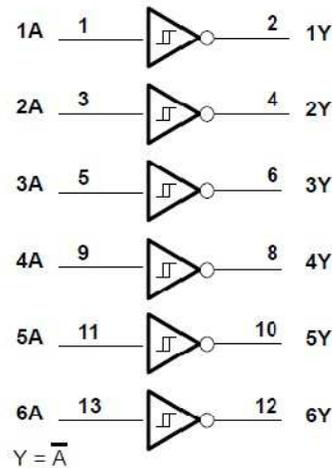
- ❖ VDD = 5 v;            VT+ = 3,3 v;            VT- = 1,8 v;            VH = 1,5 v.
- ❖ VDD = 10 v;        VT+ = 6,2 v;            VT- = 4,1 v;            VH = 2,1 v.
- ❖ VDD = 15 v;        VT+ = 9 v;              VT- = 6,3 v;            VH = 2,7 v.

### 4.2- Famille TTL :

Le circuit intégré SN74LS14 contient 6 inverseurs triggerisés.



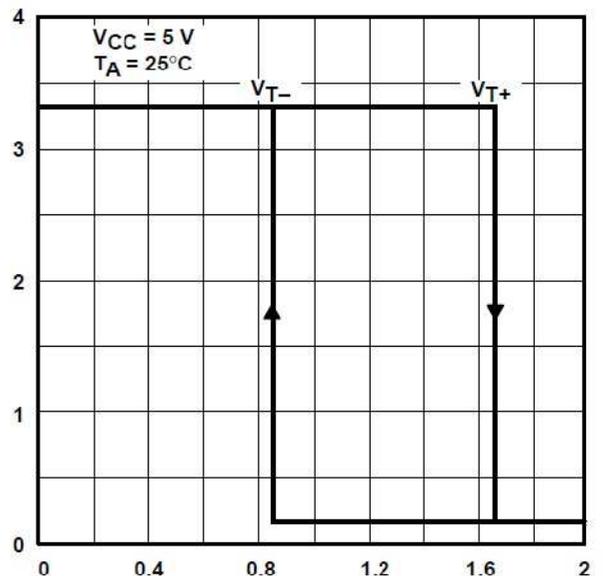
SN54LS14 . . . FK PACKAGE  
(TOP VIEW)



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 :

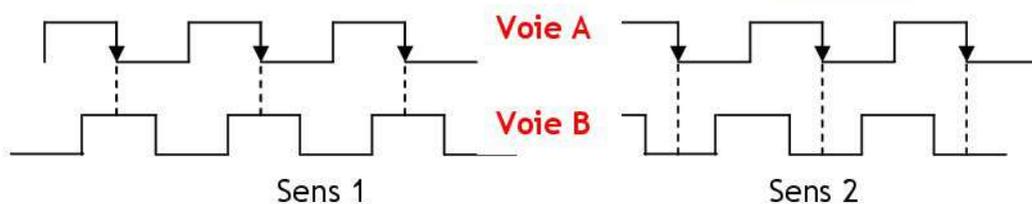
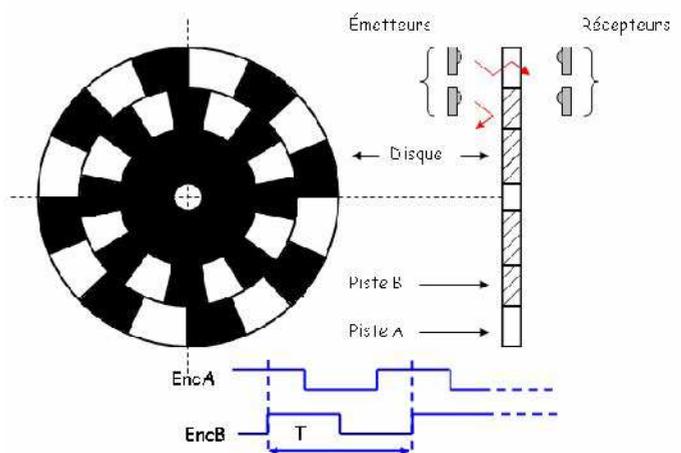
#### 2.1- Description :

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 chaque une 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 :

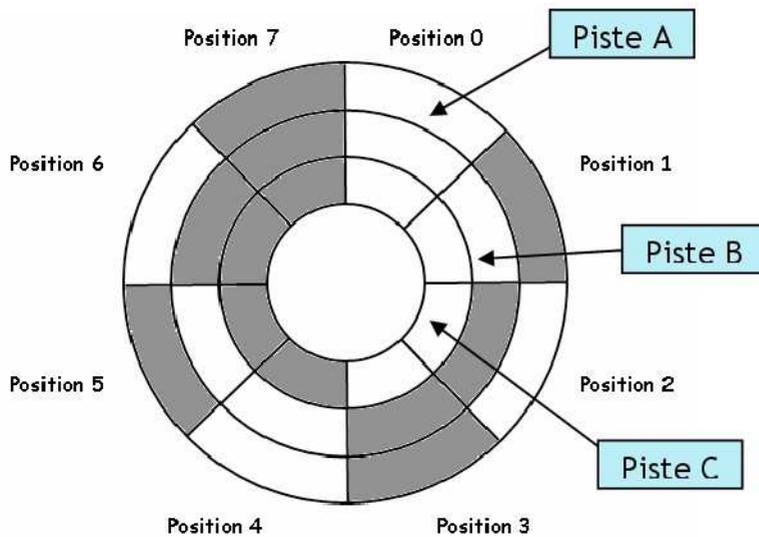
- ❖ Nombre de points par tour ou nombre d'impulsions par tour (exemple: 500 points/tr),
- ❖ Nombre de voies ou nombre de pistes (exemple: 3 pistes A, B, Z),
- ❖ Tension d'alimentation,
- ❖ Vitesse maximale de rotation.

### 3- Codeur absolu :

#### 3.1- Description :

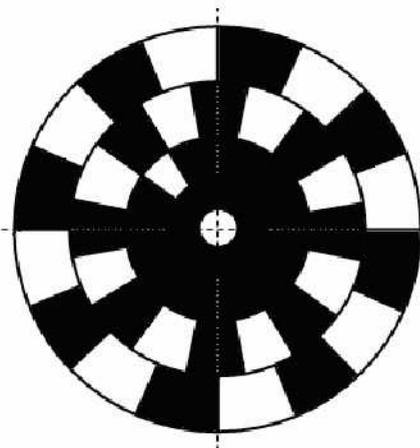
Ce sont des disques divisés en N surfaces égales (secteurs pour les disques) à l'intérieur desquelles se trouve matérialisé le mot binaire associé à la position à traduire, selon un code déterminé. Le nombre N de surfaces fixe la résolution soit :  $L/N$  pour une règle de longueur L (cm) et  $360^\circ/N$  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 :

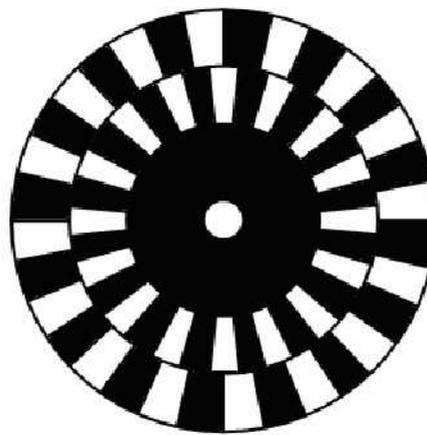


Position	Code (C, B, A)		
0	0	0	0
1	0	0	1
2	0	1	0
3	0	1	1
4	1	0	0
5	1	0	1
6	1	1	0
7	1	1	1

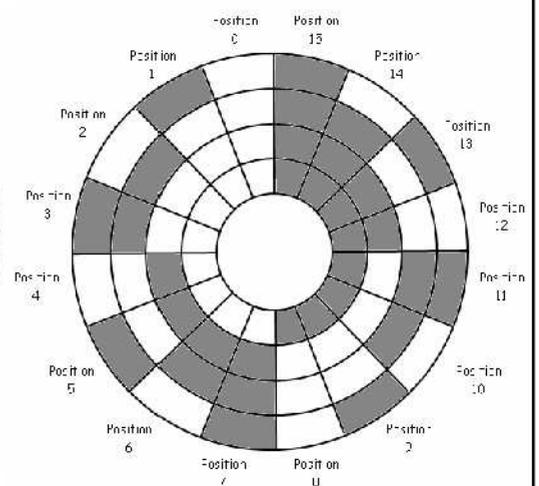
### 4- Exemples :



Codeur incrémental 8 points avec une 3<sup>ème</sup> piste



Codeur incrémental 16 points



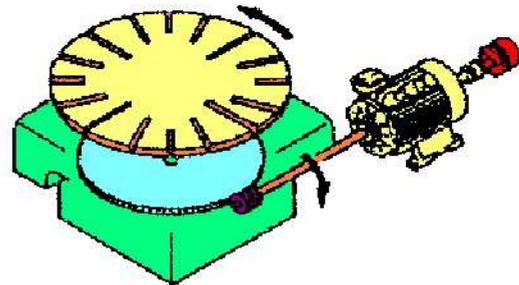
Codeur absolu 16 points

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

## 5.1- Mouvement circulaire :

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

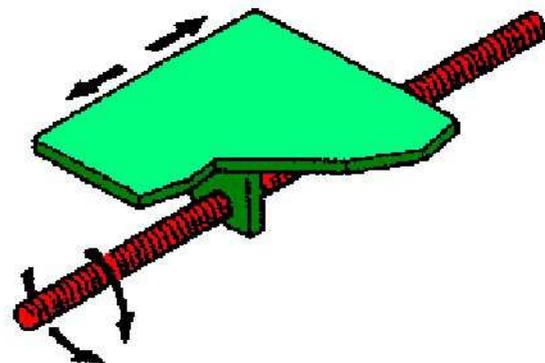
- N:** nombre de points du codeur  
**P:** précision souhaitée en degrés  
**F<sub>m</sub>:** fréquence de rotation du mobile  
**F<sub>c</sub>:** fréquence de rotation du codeur



## 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<sub>e</sub>:** fréquence de rotation de l'entraînement  
**F<sub>c</sub>:** 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,

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

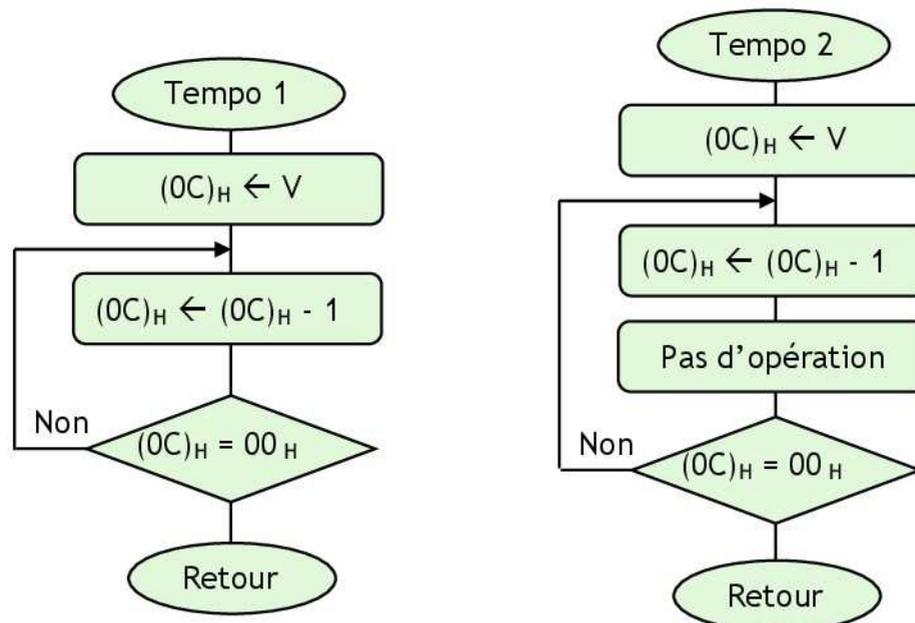
Donc le temps d'exécution d'une instruction NOP est de 1  $\mu\text{s}$ .

### 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<sub>MAX</sub> = .....  
 Tempo 2<sub>MAX</sub> = .....

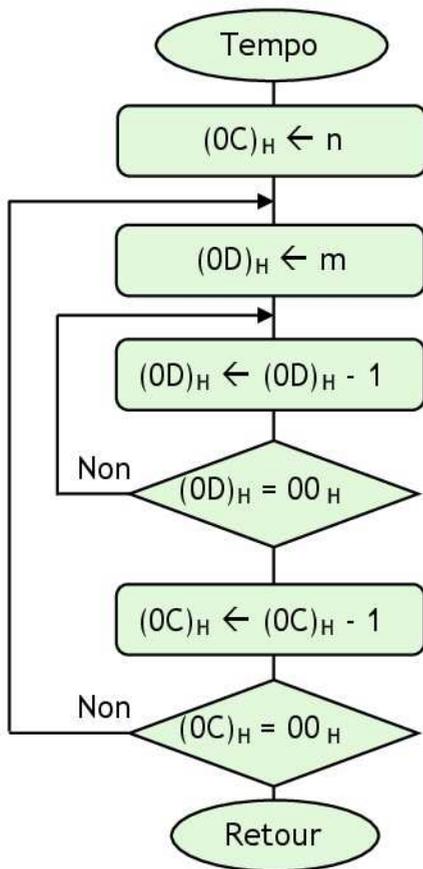
**3- Temporisation grande :**

**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<sub>MAX</sub> = .....  
 Tempo<sub>MAX</sub> = .....  
 Tempo<sub>MAX</sub> = .....

## 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 RB<sub>0</sub>, RB<sub>1</sub>, RB<sub>2</sub>, RB<sub>3</sub>, RB<sub>5</sub>, RB<sub>7</sub> en entrée, les broches RB<sub>4</sub>, RB<sub>6</sub> en sortie, les broches RA<sub>0</sub>, RA<sub>3</sub>, RA<sub>4</sub> en entrée et les broches RA<sub>2</sub>, RA<sub>1</sub> 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 -.

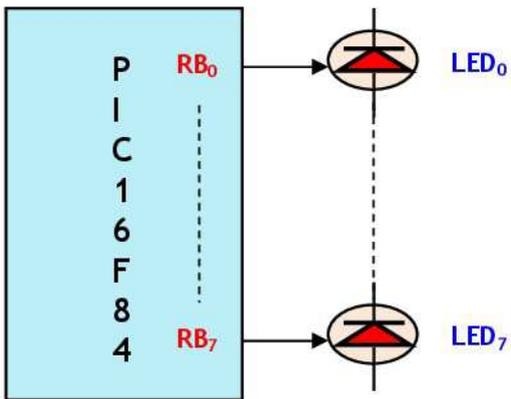
```

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

```

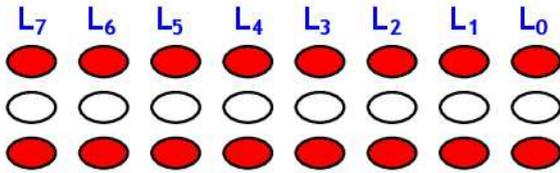
### IV- Exercice 4 :

Soit le montage suivant :





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

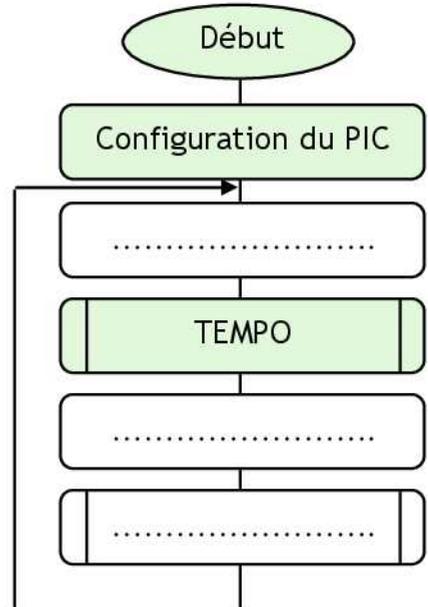


**Programme :**

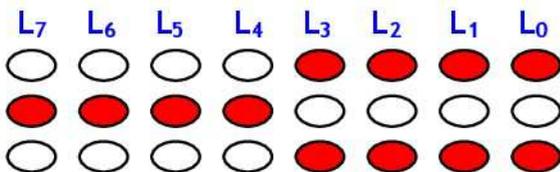
```

.....; 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.

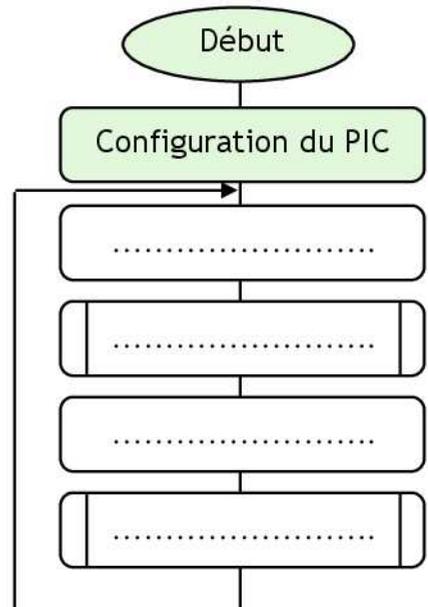


**Programme :**

```

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

**Organigramme :**



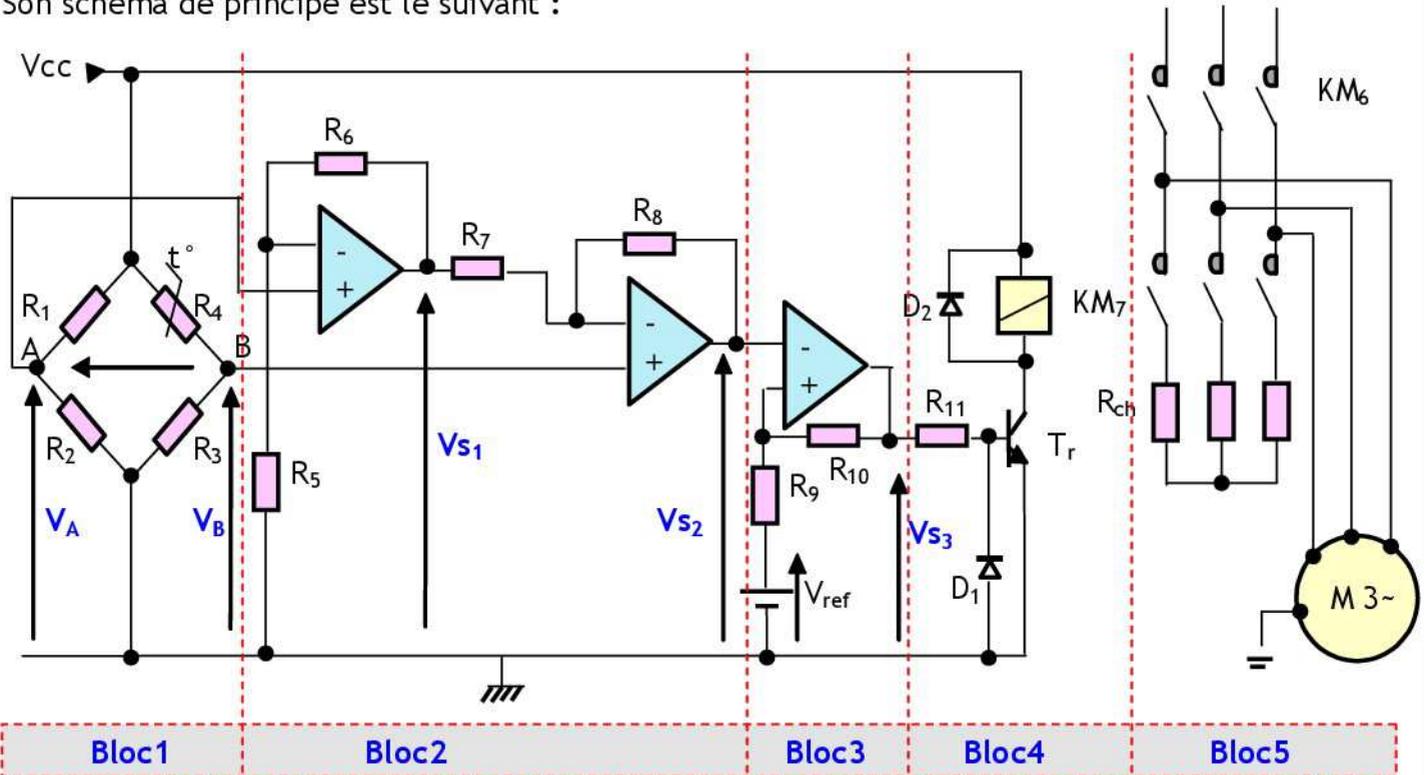


## Etude d'un système de séchage

### 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  $40^{\circ}\text{C}$  et  $70^{\circ}\text{C}$ .

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 :

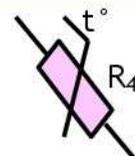
$$R = R_0 \cdot e^{B \cdot \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right)}$$

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

### B- Etude du système :

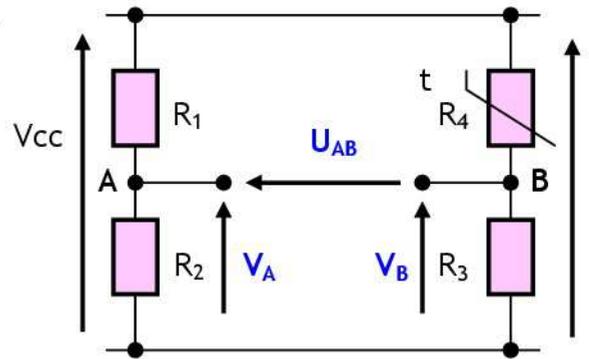
#### 1- Capteur de température (La C.T.N) :

- 1.1. Déterminer la valeur de  $R_4$  (CTN) qui correspond à  $40^{\circ}\text{C}$ .
- 1.2. Déterminer la valeur de  $R_4$  (CTN) qui correspond à  $70^{\circ}\text{C}$ .

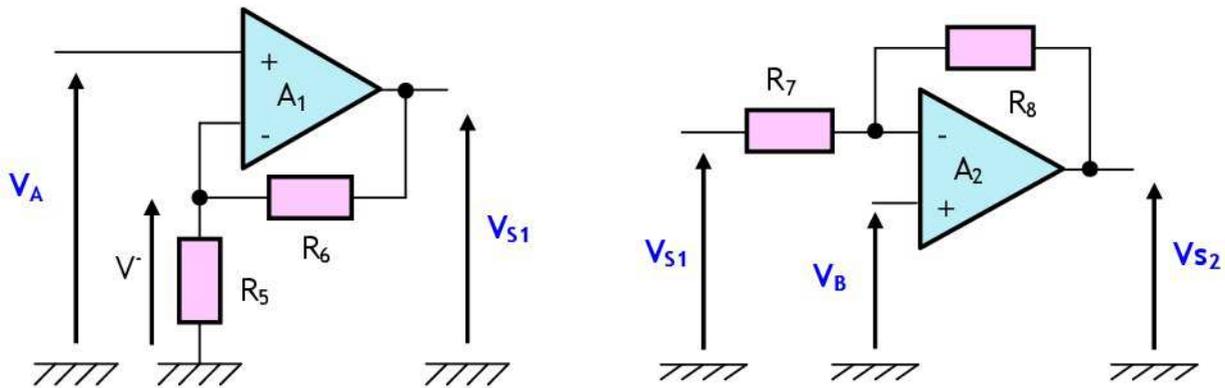


## 2- Bloc1 (Pont de Wheatstone) :

- 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  $40^\circ\text{C}$  et à  $70^\circ\text{C}$ .
  - c. En déduire alors les valeurs de  $U_{AB}$  correspondantes à  $40^\circ\text{C}$  et à  $70^\circ\text{C}$ .



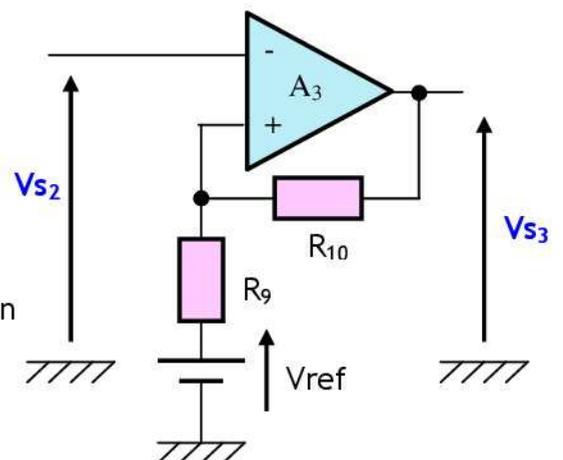
## 3- Bloc2 (Amplificateur de différence) :



- 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  $40^\circ\text{C}$  ;
  - ✓  $U_{AB} = -4,24\text{ V}$  à  $70^\circ\text{C}$ .
  - 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  $40^\circ\text{C}$  et à  $70^\circ\text{C}$ .

## 4- Bloc3 :

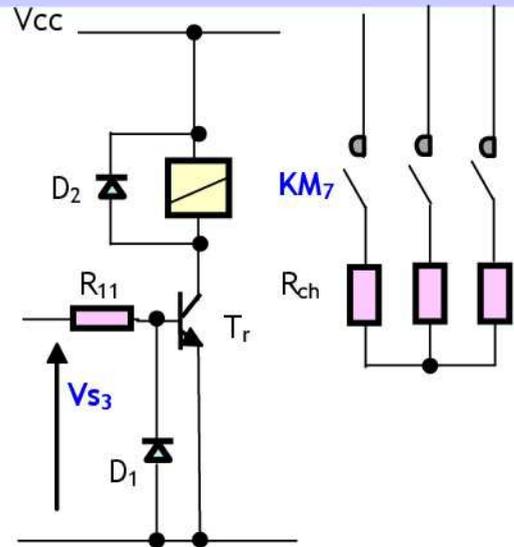
- 4.1. Donner le mode de fonctionnement de l'amplificateur opérationnel  $A_3$ .
- 4.2. Quelle est la fonction de ce bloc ?
- 4.3. Sachant que les valeurs des tensions de seuil ;  $V_{SB}$  (seuil bas) =  $3,68\text{ V}$  et  $V_{SH}$  (seuil haut) =  $8,48\text{ V}$ , tracer la fonction de transfert  $V_{S3} = f(V_{S2})$  ;
- 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
$V_{S3}$ en volt	.....	.....
Etat du transistor $T_r$ (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  $R_4$  (CTN) qui correspondant à 40 °C.

.....

.....

1.2. Déterminer la valeur de  $R_4$  (CTN) qui correspondant 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  $40^{\circ}\text{C}$  et à  $70^{\circ}\text{C}$ .

.....

.....

.....

.....

.....

**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  $40^{\circ}\text{C}$  et à  $70^{\circ}\text{C}$ .

.....

.....

.....

**4- Bloc3 :**

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

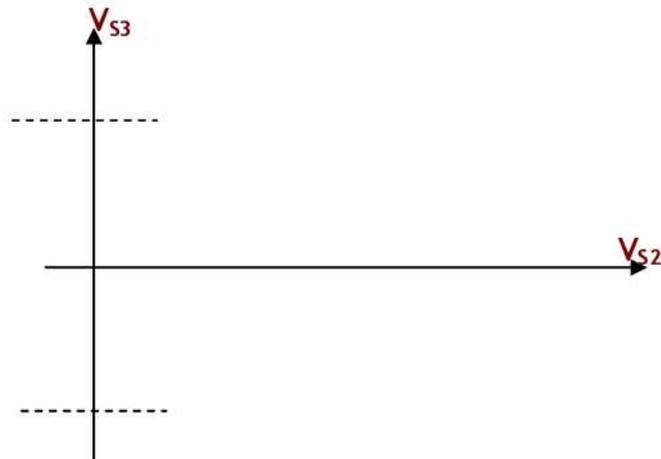
.....

.....

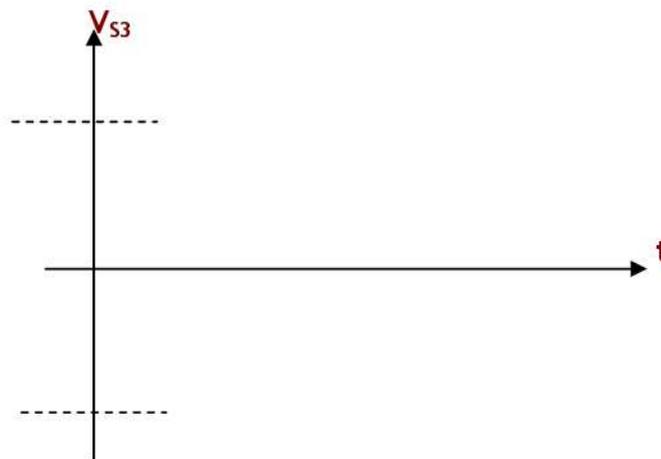
4.2. Quelle est la fonction de ce bloc ?

.....

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 <sub>7</sub> (ouvert ou fermé)	.....	.....



**ROYAUME DU MAROC**  
MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION  
NATIONALE  
Académie de Casablanca  
DÉLÉGATION DE MOHAMMEDIA  
**Lycée Technique Mohammedia**



Matière :	Science de l'Ingénieur - <b>A.T.C</b> -	Pr.MAHBAB
Section :	Sciences et Technologies Électriques	<b>Système n° 3</b>

## *CORRECTION*

### ❖ **Sujet :**

## *PORTE AUTOMATISEE*

08 pages

### ❖ **Exercices d'application:**

- ◆ Fiche cours n° 12 « *Le TRIGGER* »
- ◆ Fiche cours n° 14 « *Les S.P de temporisation* »

03 pages

### ❖ **4 TD:**

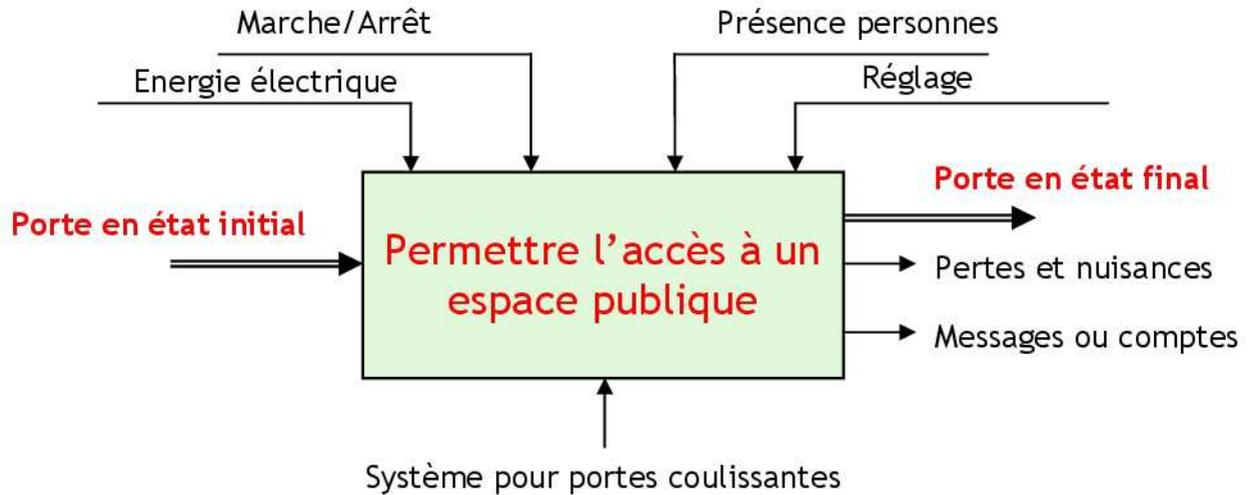
- ◆ TD n° 5 « *Utilisation des PORTA et PORTB* »
- ◆ TD n° 6 « *Etude d'un système de chauffage* »

06 pages

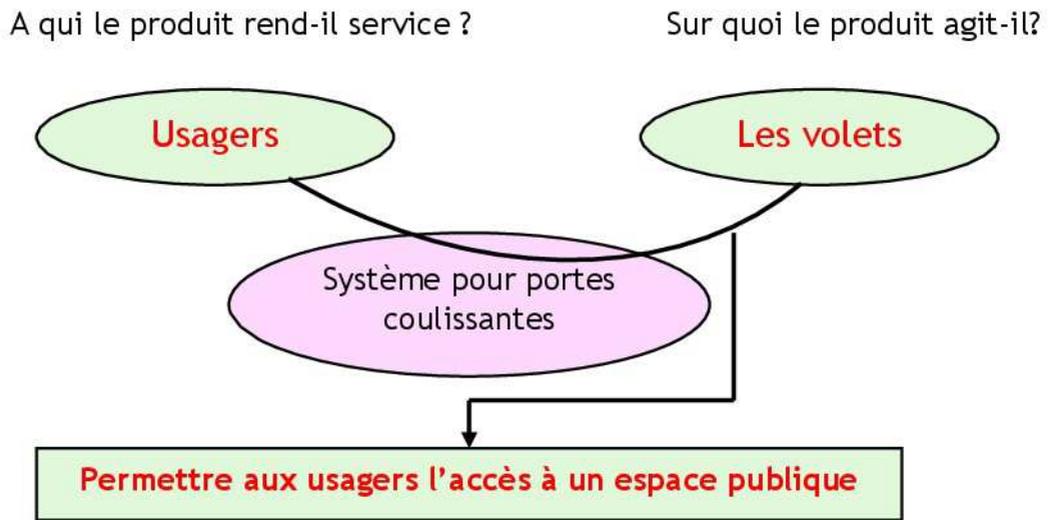
DREP 01

CORRECTION

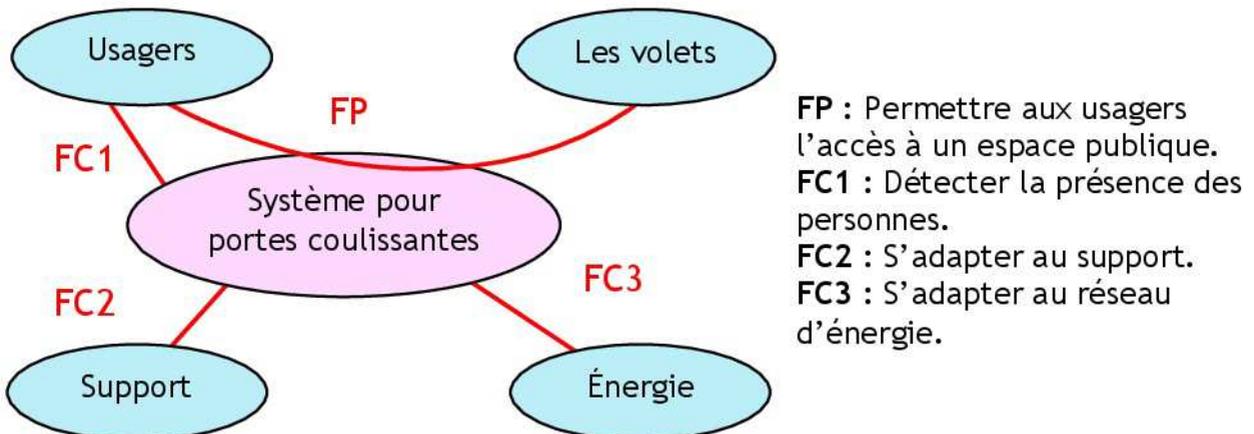
### Actigramme A-0



### Bête à cornes



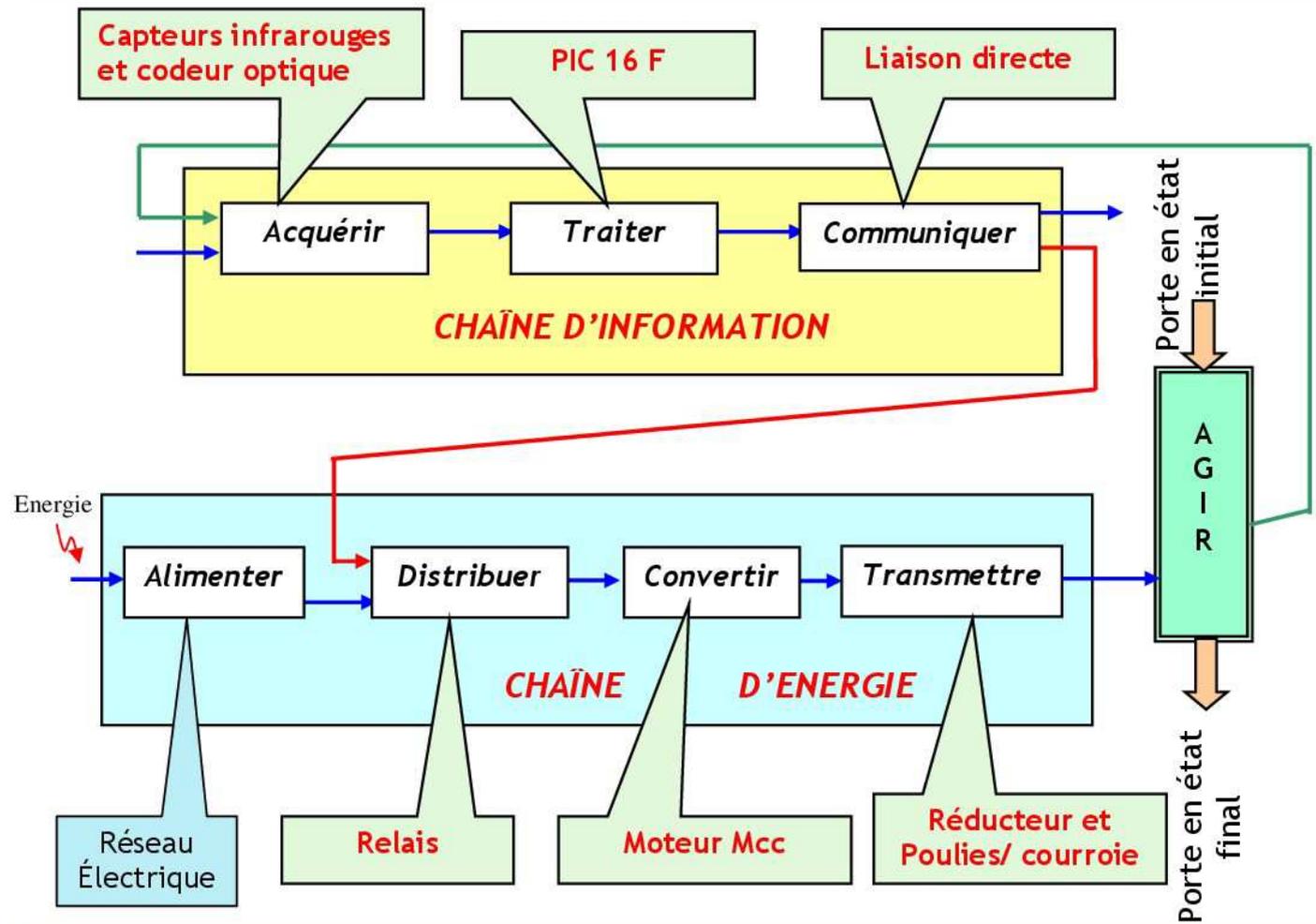
### Diagramme de Pieuvre



DREP 02

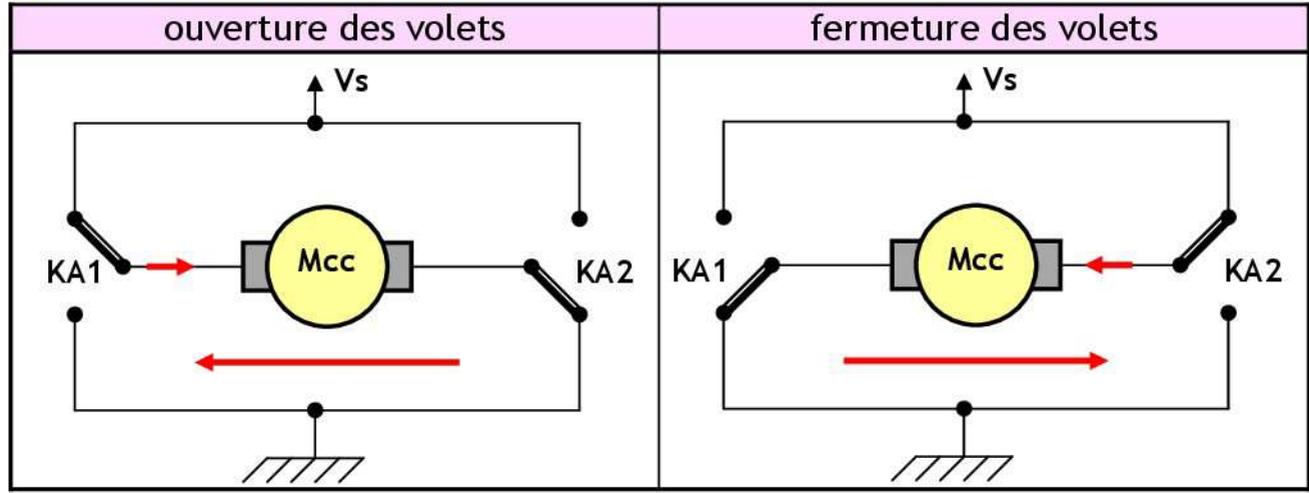
CORRECTION

Etude structurelle du système



Alimentation et protection du moteur

1. Le schéma d'alimentation du moteur.



2. Protection du moteur.

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

On sait que  $I_M = (V_s - K\Omega)/r$ .

Le blocage de la porte annule  $\Omega$ , ce qui implique l'annulation de la f.c.e.m, de ce fait le courant  $I_M$  n'est limité que par  $r$  (résistance de l'induit).

DREP 03

CORRECTION

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

$V_{réf} = R_{lim} \cdot I_{Mmax}$  ;  $V_{réf}$  est alors l'image de  $I_{Mmax}$ .

2.3 Tableau à compléter.

	État de RB4	État du moteur
$I_M R_{lim} < V_{réf}$	1	Fonctionnement
$I_M R_{lim} > V_{réf}$	0	Arrêt par $\mu C$

### Variation de vitesse du moteur

1. Quel est le type de ce CNA ?

C'est un CNA à réseau R-2R.

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

$E_{TH} = (V_{cc}/8) \cdot (RA_2 \cdot 2^2 + RA_1 \cdot 2^1 + RA_0 \cdot 2^0) = K_1 \cdot N$   
avec  $K_1 = V_{cc}/8$  et  $N = RA_2 \cdot 2^2 + RA_1 \cdot 2^1 + RA_0 \cdot 2^0$ .  
 $K_1$  est le quantum ou résolution.

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

$V^- = V_s \cdot R_2 / (R_1 + R_2)$  et  $V^+ = U_{CNA}$

L'amplificateur opérationnel travaille en mode linéaire, donc  $V^- = V^+$

$U_{CNA} = V_s \cdot R_2 / (R_1 + R_2)$   $V_s = (1 + R_1/R_2) \cdot U_{CNA}$

4. Quel est le rôle du transistor T ?

C'est un amplificateur de courant et adaptateur d'impédance

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

$U_{CNA} = E_{TH} = K_1 \cdot N$ ,  $V_s = (1 + R_1/R_2) \cdot U_{CNA}$   
et  $\Omega = K_2 \cdot V_s$

Donc  $\Omega = K_2 \cdot K_1 \cdot (1 + R_1/R_2) \cdot N$ .

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

La vitesse du moteur est proportionnelle à  $N$  on dit qu'on a un variateur de vitesse

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  $(R_1 + R_2) = 10 K \Omega$ .

$V_s = (1 + R_1/R_2) \cdot K_1 \cdot N$   $R_1/R_2 = (V_s / K_1 N) - 1$

$R_1/R_2 = 1,28 \rightarrow R_1 = 1,28 R_2$  et on a  $R_1 + R_2 = 10 K \Omega \rightarrow 2,28 R_2 = 10 K \Omega$

$R_2 = 10 / 2,28 K \Omega \rightarrow R_2 = 4,4 K \Omega$

$R_1 = 10 - R_2 \rightarrow R_1 = 5,6 K \Omega$

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

$V_s = (1 + R_1/R_2) \cdot K_1 \cdot N$  donc  $N = V_s / (1 + R_1/R_2) \cdot K_1$

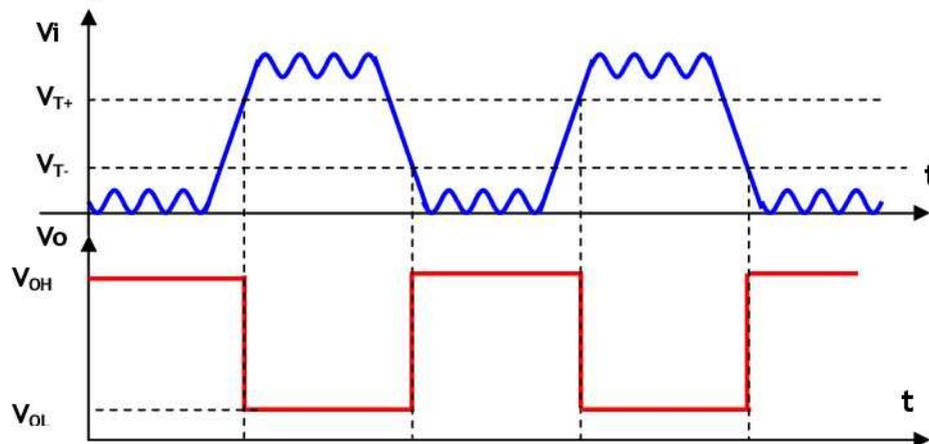
$N = 3 \rightarrow RA_2 RA_1 RA_0 = 011$

DREP 04

CORRECTION

## Acquisition de présence

- Pourquoi ce type de capteur est dit de proximité.  
**Absence de contact entre l'objet en mouvement et le capteur.**
- Quelle la nature de l'information délivrée par ce capteur.  
**Information logique (T.O.R).**
- Combien de porte logique tiggerisées contient le SN7414.  
**6 portes.**
- De quelle technologie -CMOS ou TTL- est le SN7414.  
**Technologie TTL**
- Donner la valeur numérique des seuils de basculement  $V_{T+}$  et  $V_{T-}$  .  
 **$V_{T+} = 1.7v$  et  $V_{T-} = 0.9v$ .**
- En déduire la valeur de  $V_H$  (l'hystérésis).  
 **$V_H = 0.8v$ .**
- Donner les valeurs max et min de la tension  $V_o$  ( $V_{OH}$  et  $V_{OL}$ ).  
 **$V_{OH} = 3.2v$  et  $V_{OL} = 0.2v$ .**
- Tracer le chronogramme de  $V_o$ .



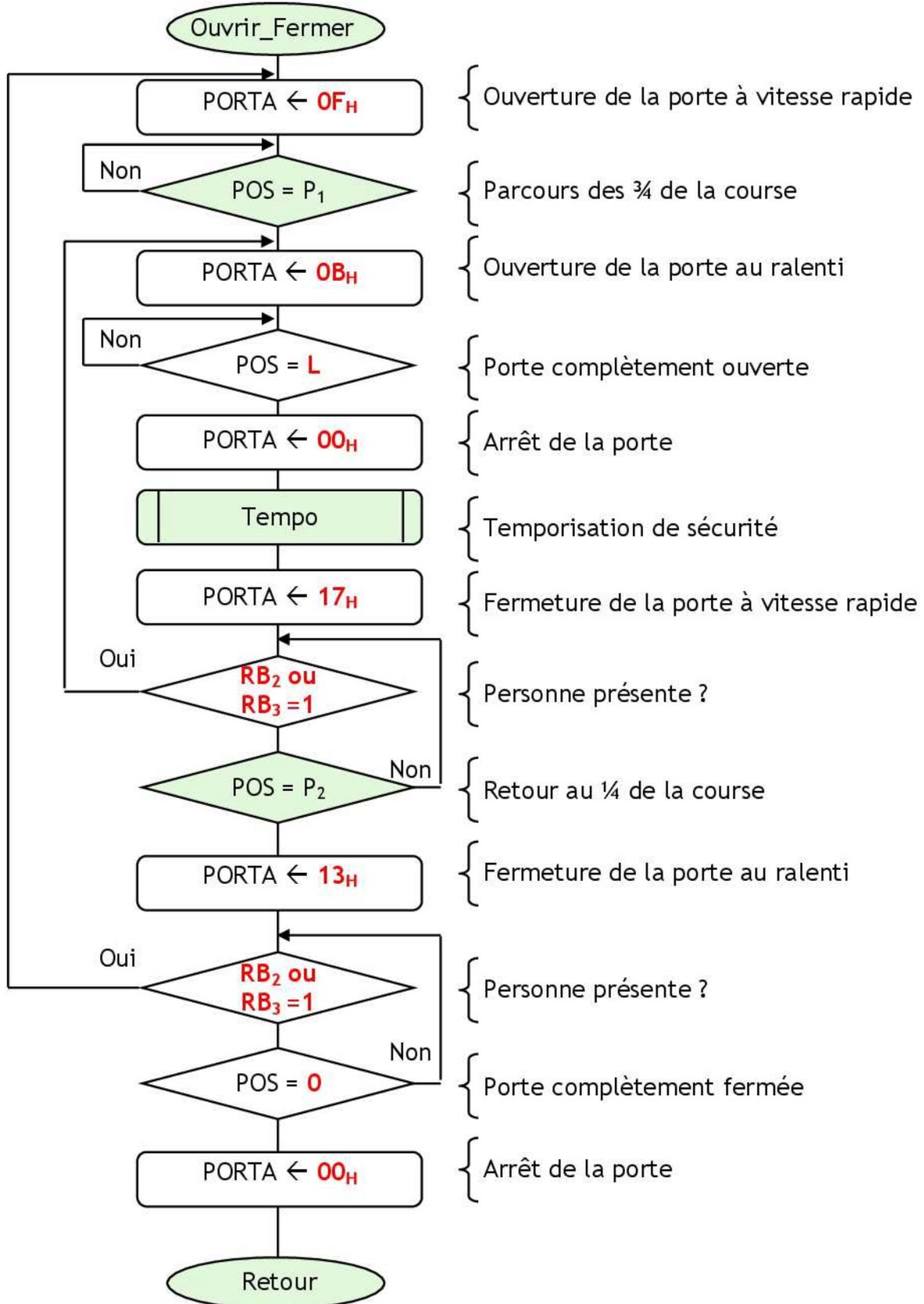
## Acquisition de position

- 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.  
**Le déplacement minimal de la courroie détectable par ce capteur est :  
 $d = \text{déplacement} / \text{nombre de points} \rightarrow L = 26.66/8 = 3,33 \text{ cm}$**
- Principe de la détermination de la position de la porte.
  - Combien de tours le disque fera-t-il, pour qu'un volet parcoure 1m .  
**Nombre de tours =  $1m / 0.2666 \text{ m} = 3.75 \text{ tours}$ .**
  - En déduire le nombre de bits nécessaires pour représenter la position.  
**Nombre d'impulsions =  $3.75 \times 8 = 30 \text{ impulsions}$  Nombre de bits = 5.**

DREP 05

CORRECTION

## Organigramme Ouvrir\_Fermer



DREP 06

CORRECTION

## Sous programme Ouvrir\_Fermer

Ouvrir_Fermer	<b>MOVLW</b>	<b>0x0F</b>
	<b>MOVWF</b>	<b>PORTA</b>
Lab1	<b>MOVF</b>	<b>P1, W</b>
	<b>SUBWF</b>	<b>POS, W</b>
	<b>BTFSS</b>	<b>STATUS, Z</b>
	<b>GOTO</b>	<b>Lab1</b>
Lab2	<b>MOVLW</b>	<b>0x0B</b>
	<b>MOVWF</b>	<b>PORTA</b>
Lab3	<b>MOVF</b>	<b>L, W</b>
	<b>SUBWF</b>	<b>POS, W</b>
	<b>BTFSS</b>	<b>STATUS, Z</b>
	<b>GOTO</b>	<b>Lab3</b>
	<b>CLRF</b>	<b>PORTA</b>
	<b>CALL</b>	<b>Tempo</b>
	<b>MOVLW</b>	<b>0x17</b>
	<b>MOVWF</b>	<b>PORTA</b>
Lab4	<b>BTFSC</b>	<b>PORTB, 2</b>
	<b>GOTO</b>	<b>Lab2</b>
	<b>BTFSC</b>	<b>PORTB, 3</b>
	<b>GOTO</b>	<b>Lab2</b>
	<b>MOVF</b>	<b>P2, W</b>
	<b>SUBWF</b>	<b>POS, W</b>
	<b>BTFSS</b>	<b>STATUS, Z</b>
	<b>GOTO</b>	<b>Lab4</b>
	<b>MOVLW</b>	<b>0x13</b>
	<b>MOVWF</b>	<b>PORTA</b>
Lab5	<b>BTFSC</b>	<b>PORTB, 2</b>
	<b>GOTO</b>	<b>Ouvrir_Fermer</b>
	<b>BTFSC</b>	<b>PORTB, 3</b>
	<b>GOTO</b>	<b>Ouvrir_Fermer</b>
	<b>MOVLW</b>	<b>0x00</b>
	<b>SUBWF</b>	<b>POS, W</b>
	<b>BTFSS</b>	<b>STATUS, Z</b>
	<b>GOTO</b>	<b>Lab5</b>
	<b>CLRF</b>	<b>PORTA</b>
	<b>RETURN</b>	

## Programme d'initialisation

```

Initialisation BSF STATUS, 5
                ; accès à la BANK 1
                CLRF TRISA
                ; PORTA en sortie
                MOVLW 0xFF
                MOVWF TRISB
                ; PORTB en entrée
                BCF STATUS, 5
                ; accès à la BANK 0

```

## Sous-programme d'interruption

```

Val_Pos BTFSS PORTB, 1
        GOTO Down
        INCF POS
        GOTO Fin
Down DECF POS
Fin RETFIE

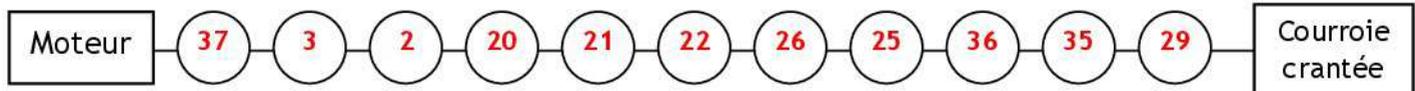
```

DREP 07

CORRECTION

### 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	<del>Par obstacle</del>	Rigide	<del>non-démontable</del>	directe

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

3.1. Citer les repères des pièces qui se déplacent :

**22-26 et 28.**

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

**Translation d'axe Oy.**

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

Éléments	Fonction
Clavette (4)	Réaliser une liaison en rotation entre 3 et 2.
Ressort (27)	Ramener (22) en position repos quand l'électroaimant n'est plus alimenté.
Rondelle (30)	Freinage de sécurité relative de (35) par rapport à (25).
Joint (15)	Assurer l'étanchéité du système roue et vis sans fin.

5. Quel est le matériau des pièces suivantes :

Le corps (1) : **Alliage d'aluminium cuivre.**

La roue (3) : **Alliage de**

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

Le corps (1) : **Par moulage**

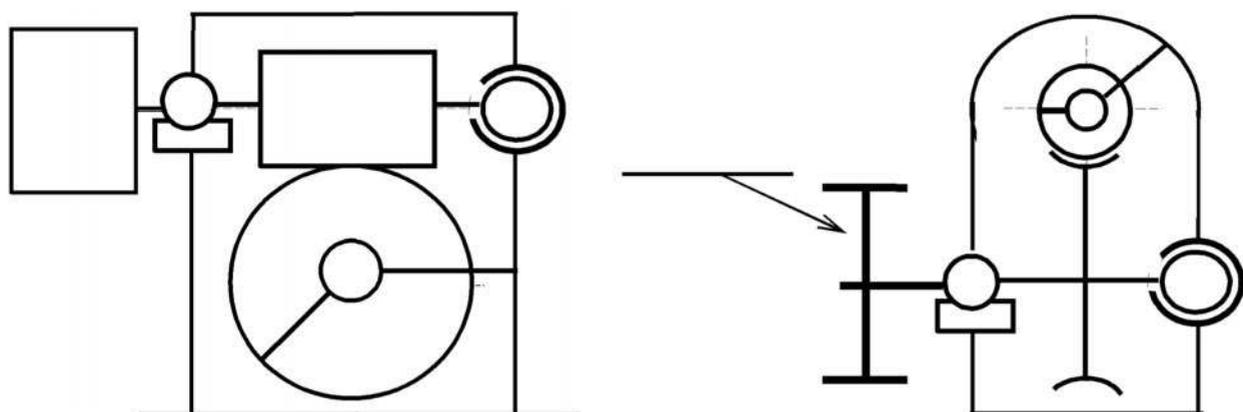
L'arbre (2) : **Par usinage.**

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

**La réduction de vitesse est assez importante dans un encombrement réduit.**

### Etude cinématique

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



DREP 08

CORRECTION

### Etude cinématique

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

$$r = z_{\text{vis}} / z_{\text{roue}}$$

$$r = 2/80 = 1/40 = 0.025$$

$r = 0.025$

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

$$N_{\text{poulie}} = N_{\text{moteur}} \cdot r_{\text{réducteur}}$$

$$N_{\text{poulie}} = 1500 \times 1/40 = 37.5$$

$N = 37.5$

4. Déterminer la vitesse de translation d'un vantail

$$v = R_{\text{poulie}} \times \omega_{\text{poulie}} = R_{\text{poulie}} \cdot \pi \cdot N_{\text{poulie}} / 30$$

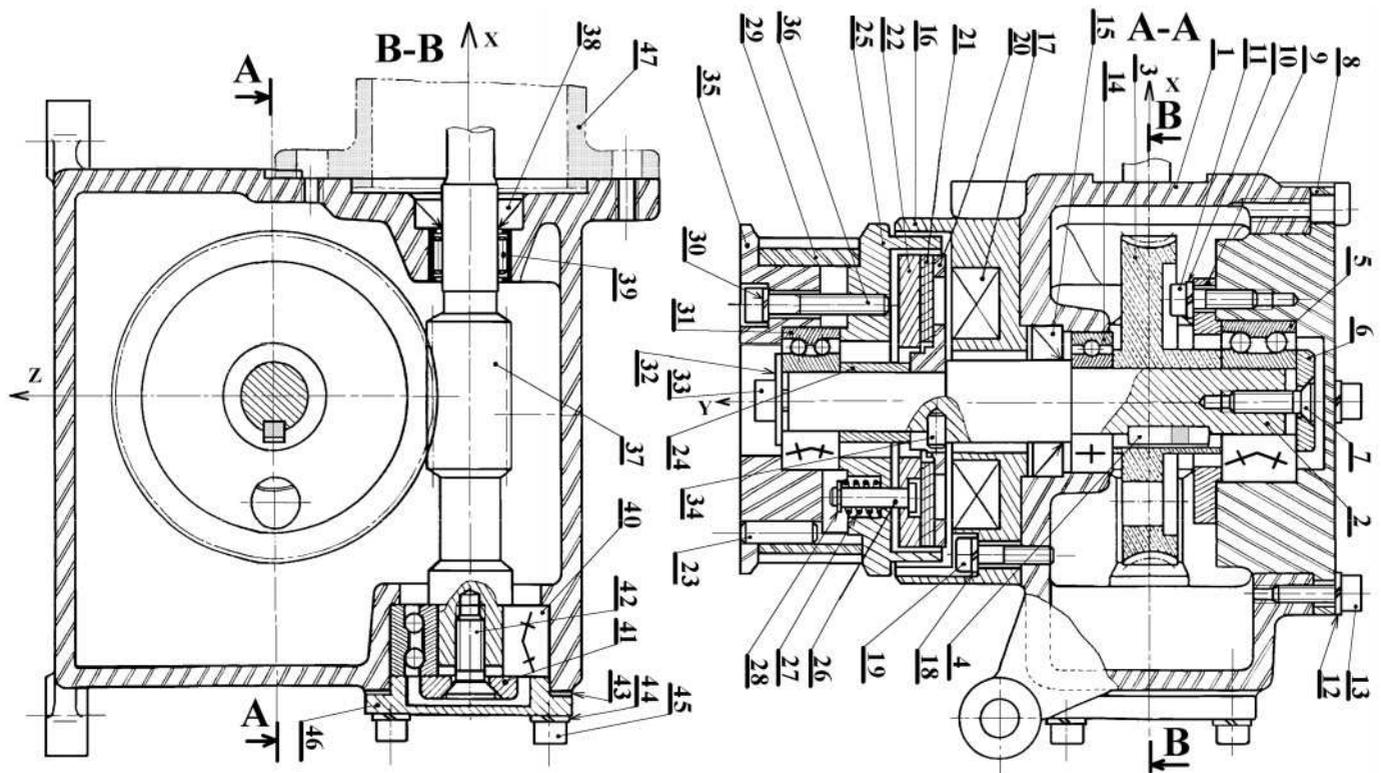
$$v = 84.89/2 \times \pi \times 37.5 / 30 = 167 \text{ mm/s.}$$

$v = 0167 \text{ mm/s}$

### 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.



## Trigger de SCMITT

### 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 :  $V^+ = (V_s \cdot R_1 + V_e \cdot R_2) / (R_1 + R_2)$  et  $V^- = V_{ref}$

On a basculement si  $V^+ = V^-$

Donc :  $V_{ref} = (V_s \cdot R_1 + V_e \cdot R_2) / (R_1 + R_2)$

$V_e = V_{ref} \cdot (R_1 + R_2) / R_2 - V_s \cdot R_1 / R_2$

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

$V_e = V_{e1} = V_{ref} \cdot (R_1 + R_2) / R_2 - V_{cc} \cdot R_1 / R_2$

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

$V_e = V_{e2} = V_{ref} \cdot (R_1 + R_2) / R_2 + V_{cc} \cdot R_1 / R_2$

$$V_{SH} = V_{ref} \cdot (R_1 + R_2) / R_2 + V_{cc} \cdot R_1 / R_2$$

$$V_{SL} = V_{ref} \cdot (R_1 + R_2) / R_2 - V_{cc} \cdot R_1 / R_2$$

Si  $V_{ref} = 0$  ; alors :

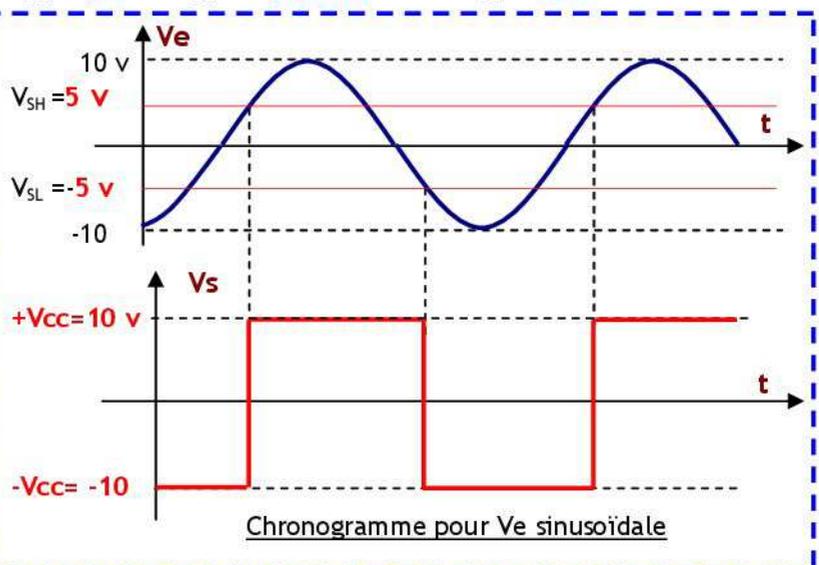
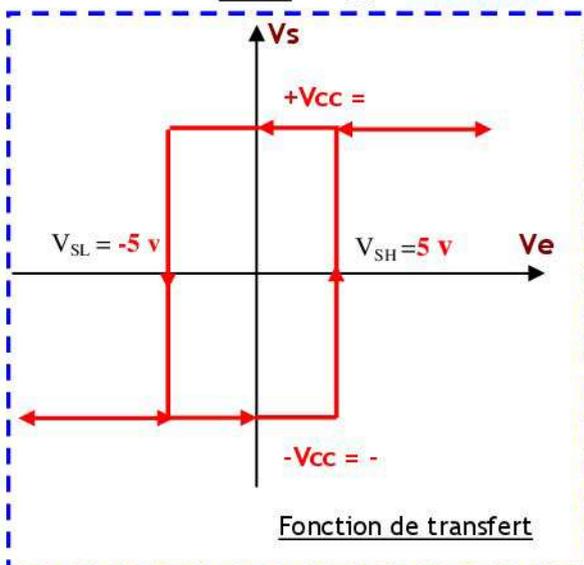
$$V_{SH} = V_{cc} \cdot R_1 / R_2$$

et

$$V_{SL} = -V_{cc} \cdot R_1 / R_2$$

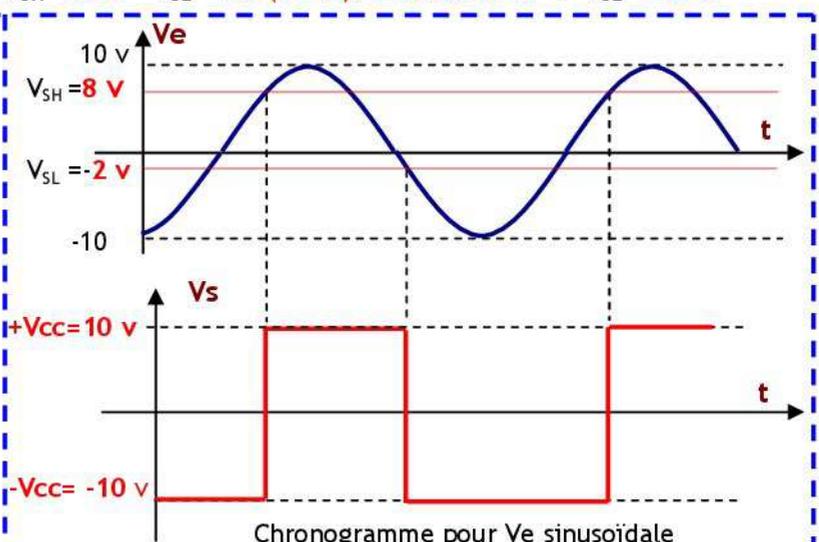
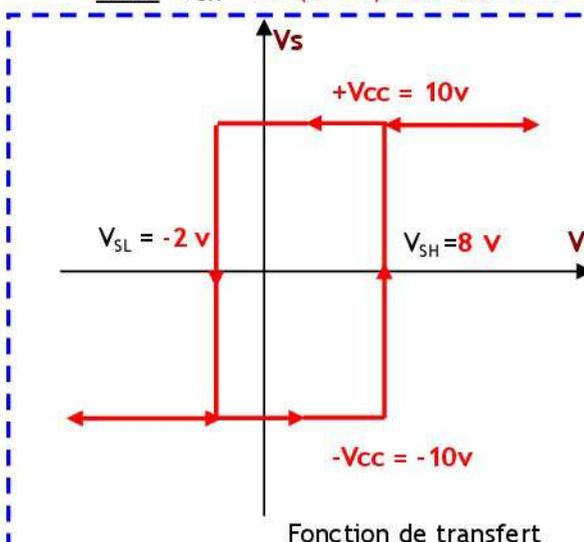
#### 2.2- Chronogramme et fonction de transfert pour $V_{ref} = 0$ :

A.N:  $V_{SH} = +10 \cdot 1 / 2 \rightarrow V_{SH} = 5 \text{ v}$      $V_{SL} = -10 \cdot 1 / 2 \rightarrow V_{SL} = -5 \text{ v}$



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

A.N:  $V_{SH} = 2 \cdot (1 + 2) / 2 + 10 \cdot 1 / 2 \rightarrow V_{SH} = 8 \text{ v}$      $V_{SL} = 2 \cdot (1 + 2) / 2 - 10 \cdot 1 / 2 \rightarrow V_{SL} = -2 \text{ v}$



### 3- Trigger inverseur :

#### 3.1- Fonctionnement :

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

On a :  $V^+ = (V_s \cdot R_1 + V_{ref} \cdot R_2) / (R_1 + R_2)$  et  $V^- = V_e$

On a basculement si  $V^+ = V^-$

Donc :  $V_e = (V_s \cdot R_1 + V_{ref} \cdot R_2) / (R_1 + R_2)$

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

$V_e = V_{e1} = (V_{cc} \cdot R_1 + V_{ref} \cdot R_2) / (R_1 + R_2)$

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

$V_e = V_{e2} = (-V_{cc} \cdot R_1 + V_{ref} \cdot R_2) / (R_1 + R_2)$

$$V_{SH} = (V_{cc} \cdot R_1 + V_{ref} \cdot R_2) / (R_1 + R_2)$$

$$V_{SL} = (-V_{cc} \cdot R_1 + V_{ref} \cdot R_2) / (R_1 + R_2)$$

Si  $V_{ref} = 0$  ; alors :

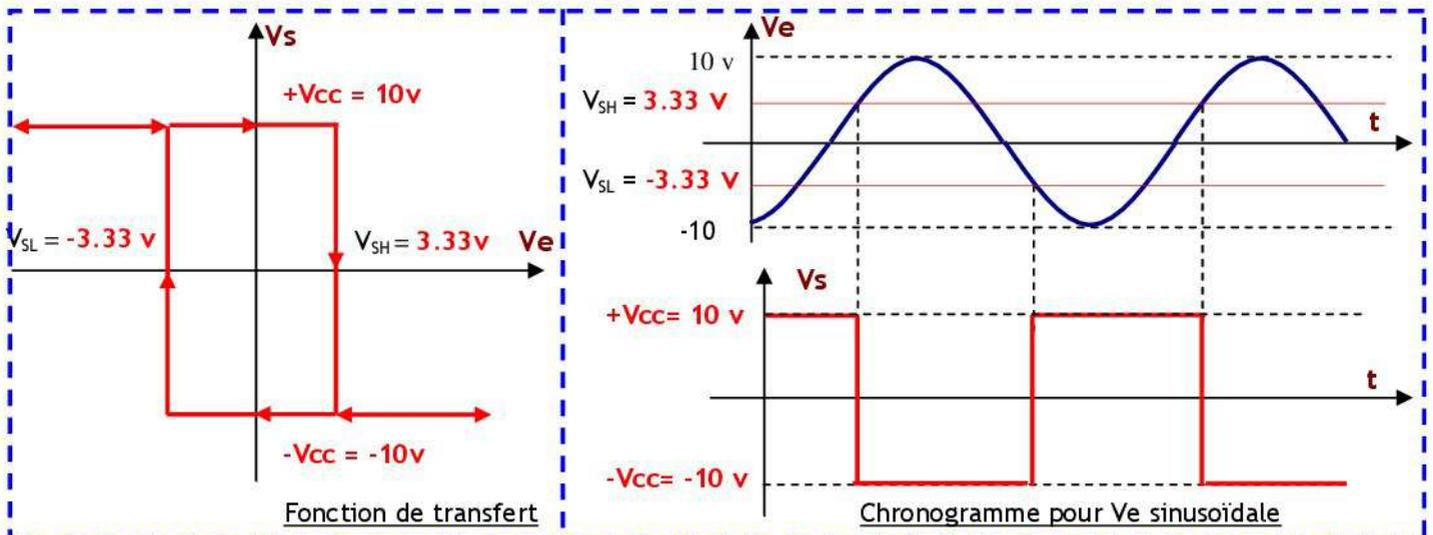
$$V_{SH} = V_{SH} = V_{cc} \cdot R_1 / (R_1 + R_2)$$

et

$$-V_{cc} \cdot R_1 / (R_1 + R_2)$$

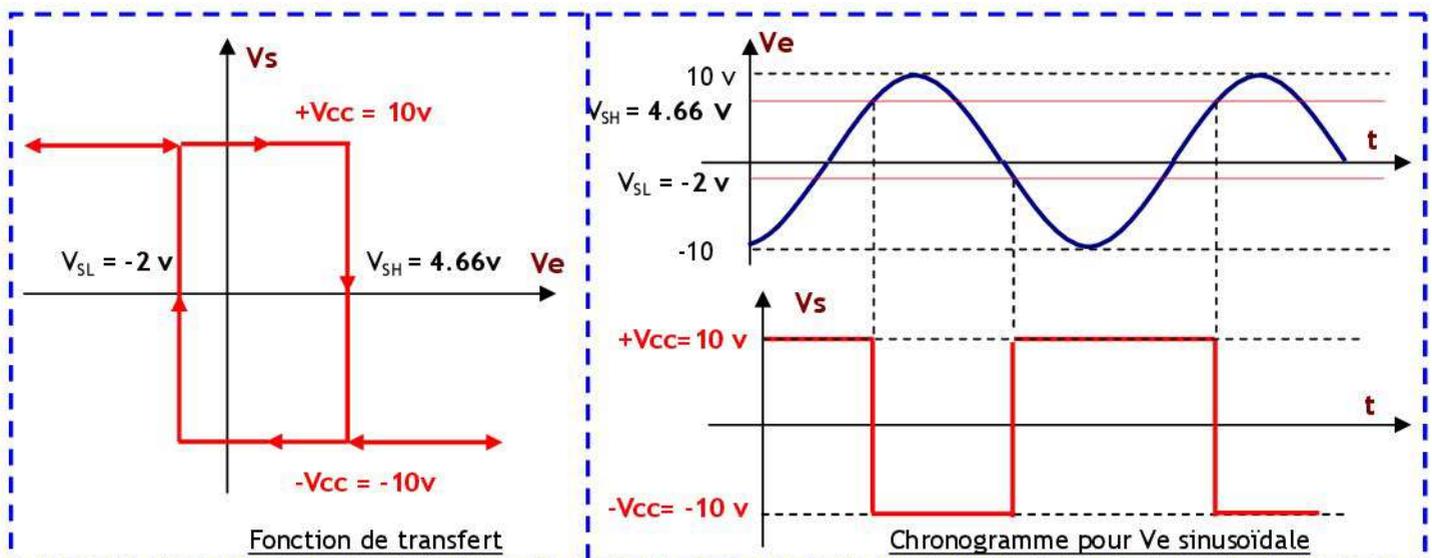
#### 3.2- Chronogramme et fonction de transfert pour $V_{ref} = 0$ :

A.N :  $V_{SH} = +10.1/3 \rightarrow V_{SH} = 3.33 \text{ v}$      $V_{SL} = -10.1/3 \rightarrow V_{SL} = -3.33 \text{ v}$



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

A.N :  $V_{SH} = (10.1 + 2.2) / (1+2) \rightarrow V_{SH} = 4.66 \text{ v}$      $V_{SL} = (-10.1 + 2.2) / (1+2) \rightarrow V_{SL} = -2 \text{ v}$



## Sous programme de temporisation

### 2- Temporisation moyenne :

#### 2.3- Programme:

Sous programme	Tempo	Nb de Cycle	Sous programme	Tempo	Nb de Cycle
Loop	<b>MOVLW V</b>	1	Loop	<b>MOVLW V</b>	1
	<b>MOVWF 0x0C</b>	1		<b>MOVWF 0x0C</b>	1
	<b>DECFSZ 0x0C, 1</b>	1(2)		<b>Nop</b>	1
	<b>GOTO Loop</b>	2		<b>DECFSZ 0x0C, 1</b>	1(2)
	<b>RETURN</b>	2		<b>GOTO Loop</b>	2
			<b>RETURN</b>	2	

#### 2.4- Calcul de la Temporisation :

$$\text{Tempo 1} = 1 + 1 + V \cdot (1 + 2) + 2 = 4 + 3 \cdot V \text{ cycles machine}$$

$$\text{Tempo 2} = 1 + 1 + V \cdot (1 + 1 + 2) + 2 = 4 + 4 \cdot V \text{ cycles machine}$$

Si la fréquence du quartz est égale à 4 Mhz : Un Cycle =  $1 / (F/4) = 1 \mu s$

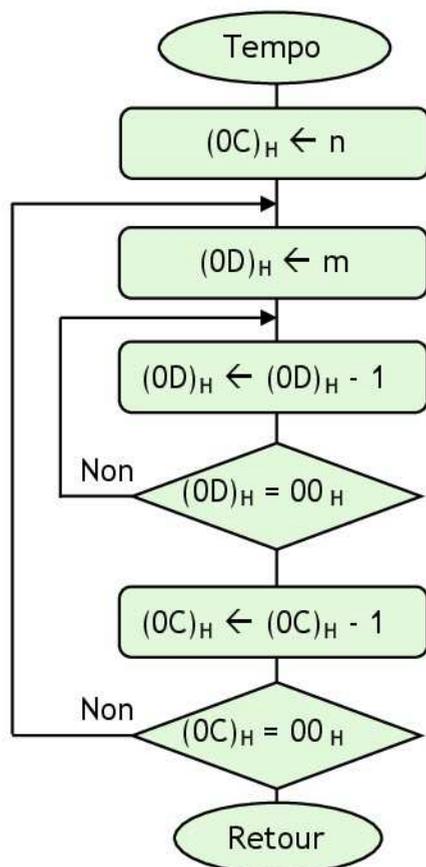
La temporisation est maximale, pour  $V_{MAX}$

$$\text{Tempo 1}_{MAX} = 4 + 3 \cdot 255 = 769 \mu s$$

$$\text{Tempo 2}_{MAX} = 4 + 4 \cdot 255 = 1024 \mu s$$

### 3- Temporisation grande :

#### 3.2- Organigramme:



#### 3.3- Programme:

Sous programme	Tempo	Nb de Cycle
Tempo	<b>MOVLW n</b>	1
	<b>MOVWF 0x0C</b>	1
Lab1	<b>MOVLW m</b>	1
	<b>MOVWF 0x0D</b>	1
Lab2	<b>DECFSZ 0x0D, 1</b>	1(2)
	<b>GOTO Lab2</b>	2
	<b>DECFSZ 0x0C, 1</b>	1(2)
	<b>GOTO Lab1</b>	2
	<b>RETURN</b>	2

#### 3.4- Calcul de la Temporisation :

$$\text{Tempo} = 1 + 1 + n \cdot (1 + 1 + m \cdot (1 + 2) + 1 + 2) + 2 = 4 + n \cdot (5 + m \cdot 3) V \text{ cycles machine}$$

$$\text{Tempo} = 4 + 5 \cdot n + 3 \cdot m \cdot n V \text{ cycles machine}$$

$$\text{Un Cycle} = 1 / (F/4) = 1 \mu s$$

$$\text{Tempo}_{MAX} = 4 + 5 \cdot 255 + 3 \cdot 255 \cdot 255$$

$$\text{Tempo}_{MAX} = 1279 + 195075$$

$$\text{Tempo}_{MAX} = 196354 \mu s$$

## UTILISATION DES PORTS

### I- Exercice 1 :

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

```
BSF      STATUS, 5 ; accès à la Bank1
MOVLW   0xFF      ;
MOVWF   TRISB    ; PORTB en entrée
MOVLW   0x00      ;
MOVWF   TRISA    ; PORTA sortie
BCF     STATUS, 5 ; accès à la Bank0
```

### II- Exercice 2 :

Configurer les broches RB<sub>0</sub>, RB<sub>1</sub>, RB<sub>2</sub>, RB<sub>3</sub>, RB<sub>5</sub>, RB<sub>7</sub> en entrée, les broches RB<sub>4</sub>, RB<sub>6</sub> en sortie, les broches RA<sub>0</sub>, RA<sub>3</sub>, RA<sub>4</sub> en entrée et les broches RA<sub>2</sub>, RA<sub>1</sub> en sortie- PIC 16F84 -.

```
BSF      STATUS, 5 ; accès à la Bank1
MOVLW   0xAF      ;
MOVWF   TRISB    ;
MOVLW   0x19      ;
MOVWF   TRISA    ;
BCF     STATUS, 5 ; accès à la Bank0
```

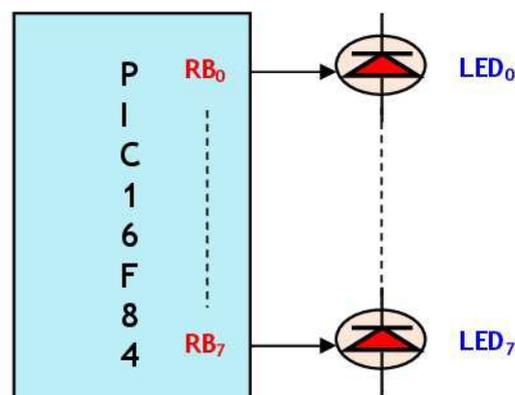
### III- Exercice 3 :

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

```
BCF     STATUS, 6 ;
BSF     STATUS, 5 ; accès à la Bank1
MOVLW   0xFF      ;
MOVWF   TRISB    ; PORTB en entrée
MOVWF   TRISC    ; PORTC en entrée
MOVWF   TRISE    ; PORTE en entrée
MOVLW   0x00      ;
MOVWF   TRISA    ; PORTA sortie
MOVWF   TRISD    ; PORTD sortie
BCF     STATUS, 5 ; accès à la Bank0
```

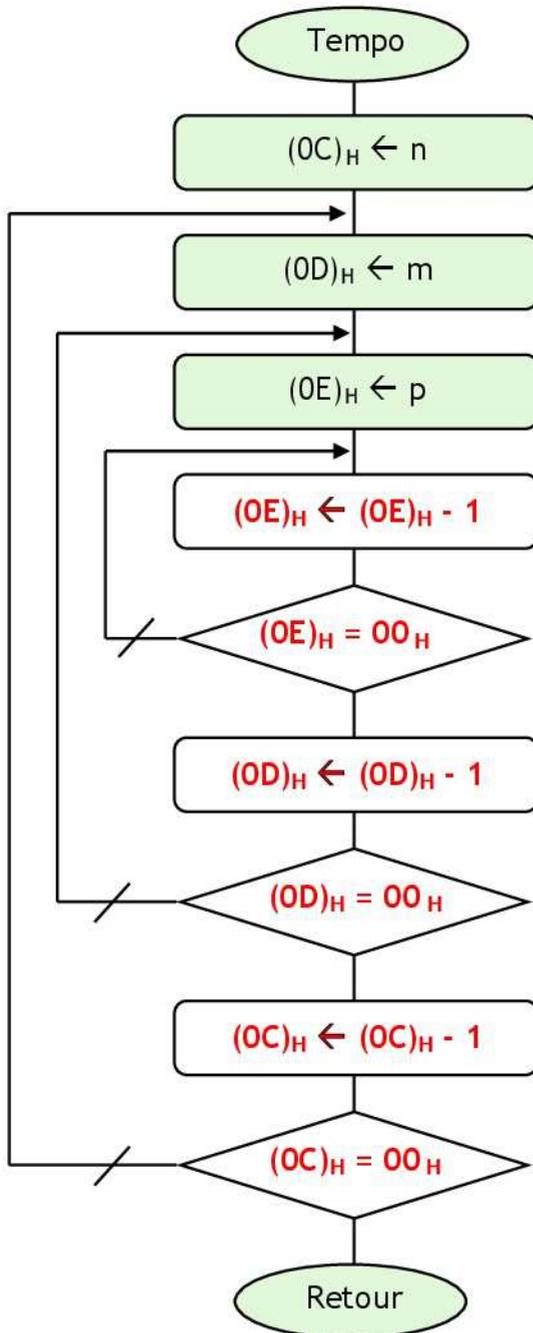
### IV- Exercice 4 :

Soit le montage suivant :



4.1- Donner un exemple de sous programme de temporisation. Utiliser 3 boucles imbriquées.

### Organigramme



Sous programme Tempo			Nb de Cycle
Tempo	MOVLW	n	1
	MOVWF	0x0C	1
Lab1	MOVLW	m	1
	MOVWF	0x0D	1
Lab2	MOVLW	p	1
	MOVWF	0x0E	1
Lab3	DECFSZ	0x0E, 1	1(2)
	GOTO	Lab3	2
	DECFSZ	0x0D, 1	1(2)
	GOTO	Lab2	2
	DECFSZ	0x0C, 1	1(2)
	GOTO	Lab1	2
	RETURN		2

### Calcul de la Temporisation :

Si la fréquence du quartz est égale à 4 Mhz :

$$\text{Un Cycle} = 1 / (F/4) = 1 \mu\text{s}$$

$$\text{Tempo} = 1 + 1 + n. (1 + 1 + m. (1 + 1 + p. (1 + 2) + 1 + 2) + 1 + 2) + 2$$

$$\text{Tempo} = 4 + n. (2 + m. (2 + 3. p + 3) + 3)$$

$$\text{Tempo} = 4 + n. (5 + m. (5 + 3. p))$$

$$\text{Tempo} = 4 + n. (5 + 5.m + 3. p.m)$$

$$\text{Tempo} = 4 + 5. n + 5. m. n + 3. p. m. n \text{ cycles}$$

La temporisation est maximale, pour  $n_{\text{MAX}}$ ,  $m_{\text{MAX}}$  et  $p_{\text{MAX}}$

$$\text{Tempo}_{\text{MAX}} = 4 + 5. 255 + 5. 255. 255 + 3.255. 255. 255 \text{ cycles}$$

$$\text{Tempo}_{\text{MAX}} = 50070529 \mu\text{s} \approx 50 \text{ s}$$

### Calcul de la Temporisation pour $n = 5$ , $m = 255$ et $p = 255$ :

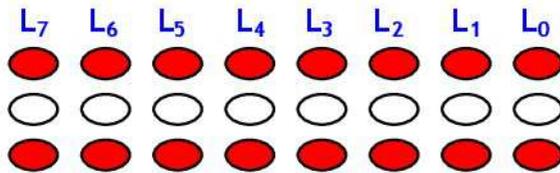
$$\text{Tempo} = 4 + 5. n + 5. m. n + 3. p. m. n \text{ cycles}$$

$$\text{Tempo} = 4 + 5. 5 + 5. 255. 5 + 3. 255. 255. 5 \text{ cycles}$$

$$\text{Tempo} = 4 + 25 + 6375 + 975375 \text{ cycles}$$

$$\text{Tempo} = 981779 \mu\text{s} \quad \text{Tempo} \approx 1 \text{ s}$$

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

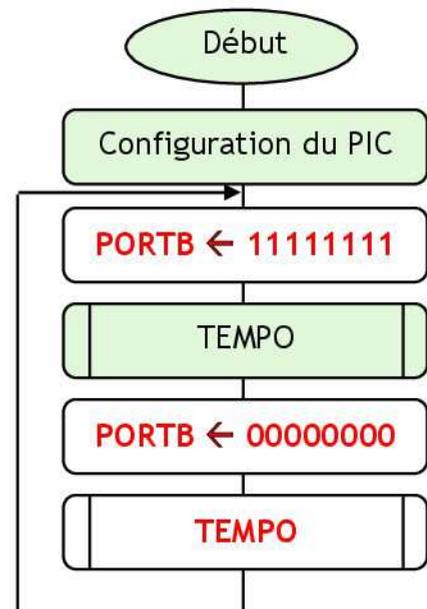


Programme :

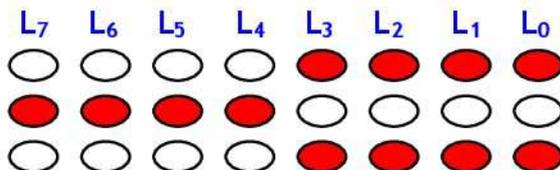
```

Lab   BSF      TATUS, 5      ; Accès Bank1
      CLRFB   TRISB      ; PORTB en Sortie
      BCF     STATUS, 5   ; Accès Bank0
      MOVLW  0xFF        ;
      MOVWF  PORTB       ; LEDS allumées
      CALL   TEMPO       ; appel SP tempo
      MOVLW  0x00        ;
      MOVWF  PORTB       ; LEDS allumées
      CALL   TEMPO       ; appel SP tempo
      GOTO   Lab
  
```

Organigramme :



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

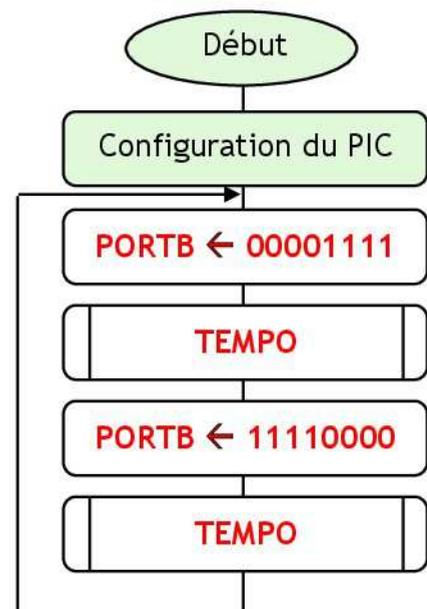


Programme :

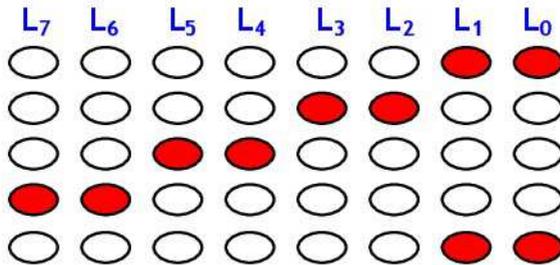
```

Lab   BSF      TATUS, 5      ; Accès Bank1
      CLRFB   TRISB      ; PORTB en Sortie
      BCF     STATUS, 5   ; Accès Bank0
      MOVLW  0x0F        ;
      MOVWF  PORTB       ; LEDS allumées
      CALL   TEMPO       ; appel SP tempo
      MOVLW  0xF0        ;
      MOVWF  PORTB       ; LEDS allumées
      CALL   TEMPO       ; appel SP tempo
      GOTO   Lab
  
```

Organigramme :



4.4- Faire un programme qui permet d'allumer et d'éteindre les LEDs connectées au PORTB 2 par 2.



Programme :

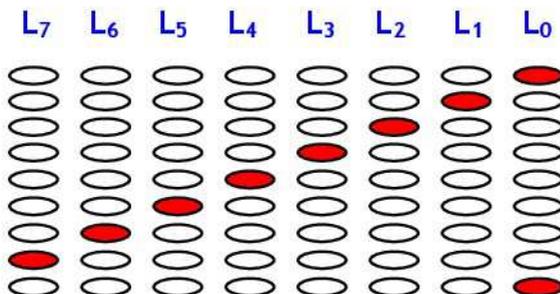
```

BSF      TATUS, 5 ; Accès Bank1
CLRF    TRISB   ; PORTB en Sortie
BCF     STATUS, 5 ; Accès Bank0
Lab     MOVLW   0x03
        MOVWF  PORTB
        CALL  TEMPO ; appel SP tempo
        MOVLW 0x0C
        MOVWF  PORTB
        CALL  TEMPO ; appel SP tempo
        MOVLW 0x30
        MOVWF  PORTB
        CALL  TEMPO ; appel SP tempo
        MOVLW 0xC0
        MOVWF  PORTB
        CALL  TEMPO ; appel SP tempo
GOTO    Lab
  
```

Organigramme :



4.5- Faire un programme qui permet d'allumer et d'éteindre les LEDs connectées au PORTB 1 par 1.

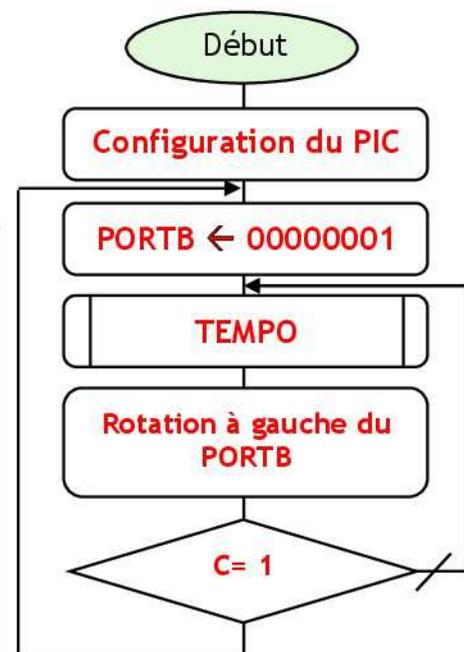


Programme :

```

BSF      TATUS, 5 ; Accès Bank1
CLRF    TRISB   ; PORTB en Sortie
BCF     STATUS, 5 ; Accès Bank0
Lab 1   MOVLW   0x01
        MOVWF  PORTB
Lab 2   CALL  TEMPO ; appel SP tempo
        RLF   PORTB
        BTFSS STATUS, C
        GOTO  Lab 2
        GOTO  Lab 1
  
```

Organigramme :



## Etude d'un système de séchage

### C- Document réponse :

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

- 1.1. Déterminer la valeur de  $R_4$  (CTN) qui correspondant à  $40^\circ\text{C}$ .

$$R_4(T) = R_0 \cdot \exp(B \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right))$$

$$R_4(40^\circ\text{C}) = 10 \cdot \exp(3977 \left( \frac{1}{313} - \frac{1}{298} \right)) \quad R_4(40^\circ\text{C}) = 5,31 \text{ K}\Omega$$

- 1.2. Déterminer la valeur de  $R_4$  (CTN) qui correspondant à  $70^\circ\text{C}$ .

$$R_4(T) = R_0 \cdot \exp(B \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right))$$

$$R_4(70^\circ\text{C}) = 10 \cdot \exp(3977 \left( \frac{1}{343} - \frac{1}{298} \right)) \quad R_4(70^\circ\text{C}) = 1,74 \text{ K}\Omega$$

#### 2- Bloc1 (Pont de Wheatstone):

- 2.1. Donner l'expression de  $V_A$  en fonction de  $V_{CC}$ ,  $R_1$  et  $R_2$ .

$$V_A = V_{CC} \times R_2 / (R_1 + R_2)$$

- 2.2. Donner l'expression de  $V_B$  en fonction de  $V_{CC}$ ,  $R_3$  et  $R_4$ .

$$V_B = V_{CC} \times R_3 / (R_3 + R_4)$$

- 2.3. Sachant que :  $R_1 = R_2 = R_3 = 10 \text{ K}\Omega$  ;

- a. Calculer  $V_A$ .

$$V_A = V_{CC} \times R_2 / (R_1 + R_2) \quad V_A = 3 \times 10 / (10 + 10) \quad V_A = 6\text{v}$$

- b. Calculer les valeurs de  $V_B$  correspondantes à  $40^\circ\text{C}$  et à  $70^\circ\text{C}$ .

$$V_B(70^\circ\text{C}) = V_{CC} \times R_3 / (R_3 + R_4(70^\circ\text{C})) \quad V_B(70^\circ\text{C}) = 12 \times 10 / (10 + 1,74) \quad V_B(70^\circ\text{C}) = 10,24 \text{ v}$$

$$V_B(40^\circ\text{C}) = V_{CC} \times R_3 / (R_3 + R_4(40^\circ\text{C})) \quad V_B(40^\circ\text{C}) = 12 \times 10 / (10 + 5,31) \quad V_B(40^\circ\text{C}) = 7,84 \text{ v}$$

- c. En déduire alors les valeurs de  $U_{AB}$  correspondantes à  $40^\circ\text{C}$  et à  $70^\circ\text{C}$ .

$$U_{AB} = V_A - V_B \quad U_{AB}(40^\circ\text{C}) = V_A - V_B(40^\circ\text{C}) \quad U_{AB}(40^\circ\text{C}) = 6 - 7,84 \quad U_{AB}(40^\circ\text{C}) = -1,84\text{v}$$

$$U_{AB}(70^\circ\text{C}) = V_A - V_B(70^\circ\text{C}) \quad U_{AB}(70^\circ\text{C}) = 6 - 10,24 \quad U_{AB}(70^\circ\text{C}) = -4,24\text{v}$$

#### 3- Bloc2 (Amplificateur de différence) :

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

**On a une réaction négative, donc l'amplificateur opérationnel travaille en mode linéaire**

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

$$e^+ = V_A \text{ et } e^- = V_{S1} \cdot R_5 / (R_5 + R_6)$$

$$e^+ = e^- \text{ donc } V_A = V_{S1} \cdot R_5 / (R_5 + R_6)$$

$$V_A = V_{S1} \cdot (R_5 + R_6) / R_5 \quad V_{S1} = V_A \cdot (1 + R_6 / R_5)$$

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

$$e^+ = V_B \text{ et } e^- = (V_{S1} \cdot R_8 + V_{S2} \cdot R_7) / (R_7 + R_8)$$

$$e^+ = e^- \text{ donc } V_B = (V_{S1} \cdot R_8 + V_{S2} \cdot R_7) / (R_7 + R_8)$$

$$V_B \cdot (R_7 + R_8) = (V_{S1} \cdot R_8 + V_{S2} \cdot R_7) \quad V_B \cdot (R_7 + R_8) - V_{S1} \cdot R_8 = V_{S2} \cdot R_7$$

$$V_{S2} = V_B \cdot (1 + R_8 / R_7) - V_{S1} \cdot R_8 / R_7$$

- 3.4.

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

$$V_{S2} = V_B \cdot (1 + R_8 / R_7) - V_{S1} \cdot R_8 / R_7$$

$$V_{S2} = V_B \cdot (1 + R_8 / R_7) - V_A \cdot (1 + R_6 / R_5) \cdot R_8 / R_7$$

$$V_{S2} = V_B \cdot (1 + 10 / 10) - V_A \cdot (1 + 10 / 10) \cdot 10 / 10$$

$$V_{S2} = 2 \cdot V_B - 2 \cdot V_A \quad V_{S2} = -2 \cdot (V_A - V_B) \quad V_{S2} = -2 \cdot U_{AB}$$

b. En déduire alors les valeurs de  $V_{S2}$  correspondantes à  $40^\circ\text{C}$  et à  $70^\circ\text{C}$ .

$$V_{S2} = -2 \cdot U_{AB}$$

$$V_{S2(40^\circ)} = + 3.68 \text{ v} \quad V_{S2(70^\circ)} = + 8.48 \text{ v}$$

#### 4- Bloc3 :

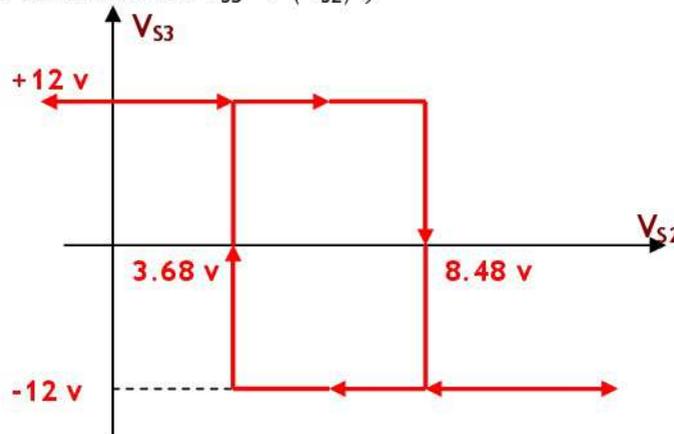
4.1. Donner le mode de fonctionnement de l'amplificateur opérationnel  $A_3$ .

**On a une réaction positive, donc c'est le mode de commutation**

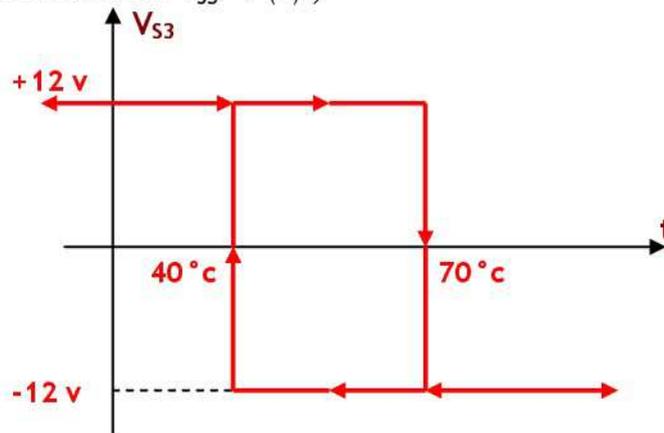
4.2. Quelle est la fonction de ce bloc ?

**Trigger inverseur.**

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) :

Evolution de la température T	de $40^\circ\text{C}$ à $70^\circ\text{C}$	de $70^\circ\text{C}$ à $40^\circ\text{C}$
$V_{S3}$ en volt	<b>+ 12 v</b>	<b>- 12 v</b>
Etat du transistor $Tr$ (bloqué ou saturé)	<b>Saturé</b>	<b>Bloqué</b>
Contacteur $KM_7$ (ouvert ou fermé)	<b>Ouvert</b>	<b>Fermé</b>