

Lycée Antonin Artaud  
25, chemin Notre Dame  
de la Consolation  
13013 MARSEILLE

QUINTRIC Sami  
DOBRE Julien  
PETITJEAN Cédric



# Épreuve E5: Projet technique industriel

## « Magasin Vertical »

BTS Électrotechnique  
Juin 2015

LOGO de l'entreprise partenaire

**kardex**remstar

# **SOMMAIRE**

## **I - Présentation**

- 1.1 -Présentation générale
- 1.2 -Principe de fonctionnement
- 1.3 -Cahier des charges
- 1.4- Présentation du système

## **II- Devis**

## **III- Travail réalisé**

- 3.1 -Schéma Puissance et Commande
- 3.1.2 -Photo d'implantation
- 3.2 -Partie Automate
  - 3.2.1 -Grafcet de sécurité (G.S)
  - 3.2.2 -Grafcet de conduite (G.C)
  - 3.2.3 -Grafcet de production normale (G.P.N)
  - 3.2.4 -Grafcet d'initialisation (G.INIT)

### QUINTRIC Sami

- Étude et vérification de l'entraînement des nacelles
- Choix(validation) de la motorisation à courant continue
- Étude de la régulation de vitesse du moteur utilisé
- Câblage de l'alimentation moteur et de la carte de régulation
- Programmation de l'API ( Initialisation)

### DOBRE Julien

- Étude du système du magasin vertical
- Mise en œuvre des connecteurs PO/PC
- Étude et choix des différents capteurs
- Câblage des entrées/sorties API
- Programmation de l'API ( Production normale)

### PETITJEAN Cédric

- Étude de la partie commande
- Réalisation des schémas électriques
- Étude de l'automatisation du système
- Choix de l'API et des modules nécessaires
- Câblage du circuit commande (hors entrées API)

# Présentation

## 1.1 Présentation générale

### Historique :

Dans ce dossier nous étudierons le projet « Magasin Vertical ».qui nous a été confié.L'équipe sera composée de 3 personnes ayant des tâches attitrées différentes.

Notre travail à réaliser sera le montage de la partie commande de notre magasin, la programmation de l'automatisme de celui-ci ainsi que la justification des choix technologiques .

Le magasin vertical a pour but de faciliter le rangement et l'accès à de nombreux objets à l'aide de plusieurs nacelles numérotées qui selon la demande de la personne, arrive en accès direct devant le guichet du magasin. Ce type de rangement industriel a des avantages et des inconvénients cités ci après :

### **Avantages :**

- Un gain de temps
- Un gain de place
- Une meilleure gestion des stocks
- Une meilleure sécurité des employés
- Une meilleure ergonomie

### **Contraintes :**

- Réseau d'alimentation monophasé 230V ~ 50Hz
- Rangement et distribution grâce à un automate programmable approprié à la problématique du client.
- Mise hors tension par sectionneur cadenassable.
- Arrêt du système si porte ouverte
- Maintenance préventive de la partie opérative

Dans le domaine du stockage rotatif, verticaux, plusieurs entreprises sont en concurrence tel que : **Electroclass**, **Mecalux** ou encore **Kardex** qui sera notre partenaire dans ce projet.

## 1.2 Le principe de fonctionnement

L'opérateur sélectionne la nacelle désirée, en entrant par un terminal de dialogue le numéro voulu de celle-ci (un référencement l'aide dans cette démarche).

Les nacelles se mettent alors en mouvement dans le sens qui permet d'amener le plus rapidement possible la nacelle demandée, grâce au programme.

Lorsqu'aucune nacelle n'est demandée, le magasin se remet automatiquement sur la nacelle par défaut dans notre cas, la nacelle n°1.

Toutes ces actions sont contrôlées par automate et grâce à différents capteurs.

Capteurs inductifs : Un capteur inductif détecte la présence de chacune des nacelles devant la porte. Un deuxième capteur inductif permet de repérer une nacelle particulière dite « Nacelle 1 » qui présente une surcharge métallique qui la distingue.

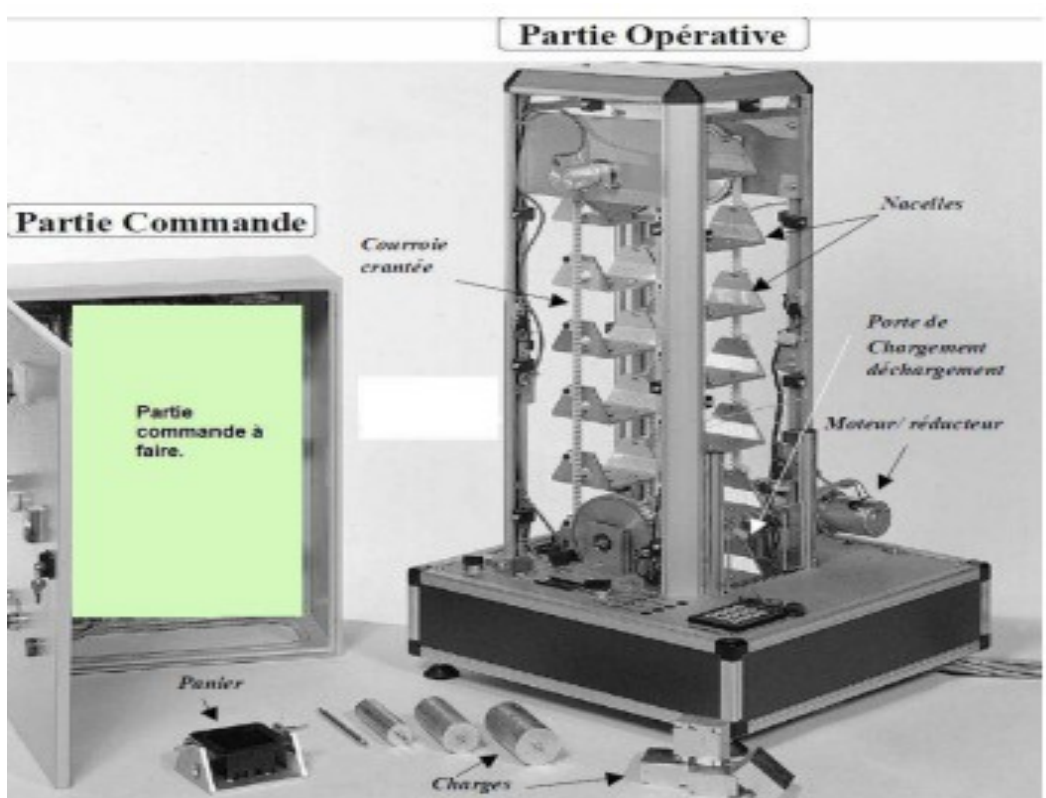
### Les performances du système :

Charge utile maximale d'une balancelle : 10 kg

Nombre de nacelles: 15

Vitesse maximale de déplacement des balancelles : 0,11 m.s<sup>-1</sup>

Image du magasin Vertical :



**Cycle de fonctionnement en mode automatique :**

En l'absence de toute demande par l'opérateur, la balancelle " 1 " doit être présente devant le guichet de l'armoire.

L'opérateur sélectionne la balancelle désirée, en entrant par un terminal de dialogue, le numéro de cette dernière.

Les balancelles se mettent alors en mouvement, dans le sens qui permet d'amener le plus rapidement possible devant le guichet, celle demandée.

Lorsque la balancelle demandée est positionnée devant le guichet, l'opérateur peut alors y accéder en ouvrant la porte du guichet..

Quand l'opérateur referme la porte du guichet, deux possibilités sont offertes :

- 1<sup>ère</sup> possibilité : L'opérateur demande immédiatement une nouvelle balancelle. *(Les balancelles se mettent à nouveau en mouvement, pour amener le plus rapidement possible la balancelle demandée)*
- 2<sup>nd</sup>e possibilité : Retour automatique à la balancelle "1", après une temporisation.

Sécurité : Les balancelles ne peuvent pas se mettre en mouvement, tant que la porte du guichet n'est pas refermée.

La commande de ce mode automatique s'effectue à l'aide d'un terminal de dialogue donné au début de notre projet.

### **Mode de fonctionnement manuel :**

Un mode de fonctionnement manuel doit être possible, permettant de mettre les balancelles en mouvement, par simple action sur un bouton poussoir.

Ce mode de fonctionnement permet en générale de tester le système et savoir si il y a présence de défaut ou si le système est entièrement fonctionnel.

La commande de ce mode manuel s'effectue à l'aide d' un bouton poussoir «+» ainsi qu'un bouton poussoir «-», qui serviront à gérer plus ou moins la vitesse de rotation du moteur courant continu.

## **Caractéristiques Mécanique de la partie opérative :**

### **Le projet du Magasin vertical à pour caractéristiques techniques générales :**

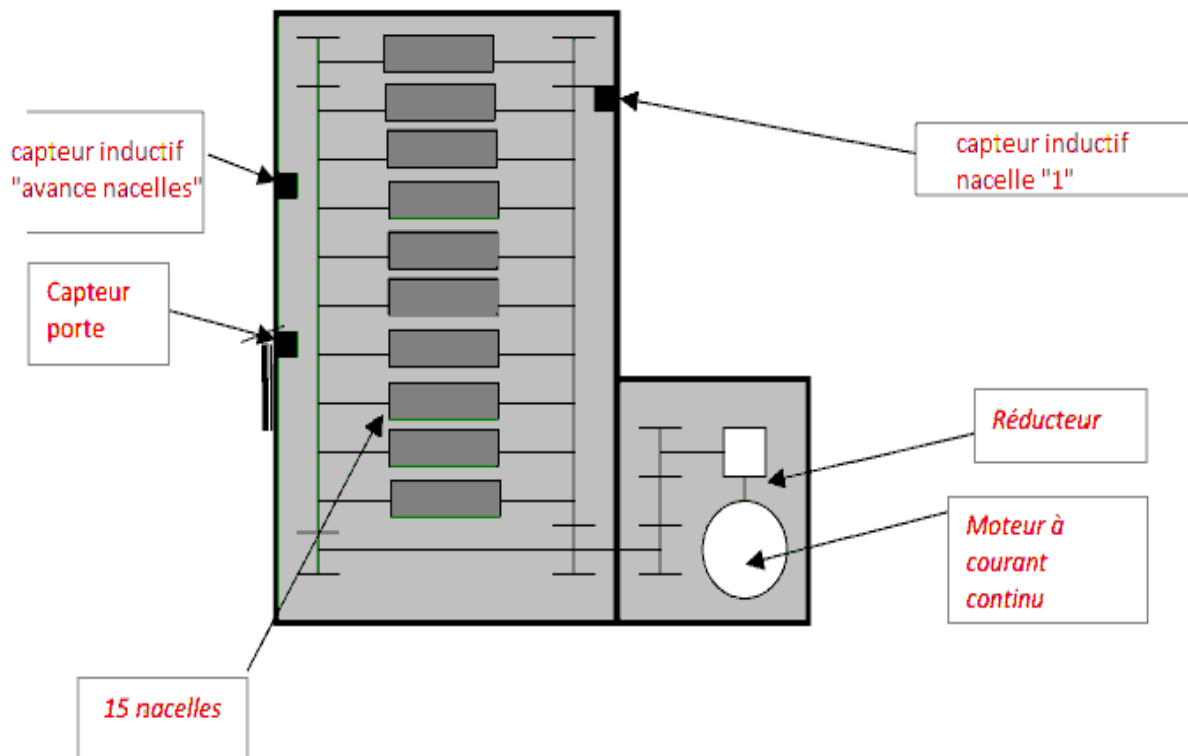
- Moteur : 24 Vcc, 1500 tr/min, 2.4 A , 0.3 Nm
- Résistance d'induit  $R_a = 2 \Omega$
- Inductance d'induit  $L_a = 0;8 \text{ mH}$
- Variateur : 4 quadrants à transistors
- Dynamo tachymétrique : 10 V à 1000 tr/min
- Réducteur : 1/20 réversible
- Poulie : 48 dents, pas de 10 mm, diamètre 160 mm, épaisseur 21 mm, Aluminium de masse volumique 2700 Kg/m<sup>3</sup>
- Courroies : en boucle, 180 dents, pas de 10mm, 15 points équidistants de fixation des nacelles
- Charge : Maxi 1kg par Nacelle
- Frein : 24 Vcc à manque de courant
- Sécurité parois : 4 interrupteurs
- Sécurité porte : 2 interrupteurs fin de course
- Détection nacelle : 2 détecteurs inductifs
- Détection charge : 1 cellule photoélectrique
- Terminal de dialogue
- Voyants : 3 ( Rouge, Jaune, Vert )
- Commande manuelle : 2 bouton poussoirs (+ et - )

### **1.3 Cahier des charges :**

La partie opérative est constituée d'un ensemble de 15 nacelles oscillantes suspendues sur 2 courroies crantées en boucle et entraînées par un moteur à courant continu doté d'un réducteur. Il est possible d'intervenir sur les nacelles (chargement/déchargement) au travers d'une porte coulissante à action manuelle, équipée d'interrupteurs de fin de course et d'un verrou électromagnétique. Un capteur inductif détecte la présence de la nacelle devant la porte. Un deuxième capteur inductif permet de repérer une nacelle par défaut dite « nacelle 1 ».

Fabricant	Quantité(s)	Désignation	Référence	Prix unitaire HT	Total HT	Total TTC
<u>schneider</u>	1	Modicon TSX Micro	TSX3710164DTK1	1287,76	1287,76	1545,31
<u>Comatec</u>	2	Transformateur 230 V AC - 24 V AC ...	TBD2/024.24/F5	26	52	62,4
<u>Hager</u>	1	prise courant 2p+t 16a	SNS216	8,32	8,32	9,98
<u>Schneider</u>	1	PORTE-FUS 2P 25A POUR FUSIBLE 8,5 X 31,5 MM	DF82	10,03	10,03	12,036
<u>Schneider</u>	1	relais de protection thermique moteur - 1,8..2,6 A - classe 10A	LR7K0308	41,17	41,17	49,4
<u>Schneider</u>	1	contacteur Tesys LC1K 3P AC3 440V 6 A bobine 24 VCA	LC1K0610B7	23,02	23,02	27,62
<u>Schneider</u>	5	CONTACTEUR AUXILIAIRE 3NO+2NF	CAD32BD	74,01	222,03	266,43
<u>Legrand</u>	1	POUSSOIR ARRÊT D'URGENCE -1/4 DE TOUR - 3 A - 2 MOD	REF. 0 766 02	84,5	84,5	101,4
<u>Télémechanique</u>	1	Commutateur rotatif Schneider Electric. 2 positions	XB2BD41	14,01	14,01	16,81
<u>Schneider</u>	4	Bouton-poussoirs Dcv, Réarm, Init, Arrêt	R1394A	3,84	15,36	18,43
<u>Schneider</u>	3	Voyant lumineux 24V	ME209338	7,91	23,73	28,47
<u>Telemécanique</u>	1	Module redresseur	ABL6RD3024	228	228	273,6
<u>Télémechanique</u>	1	Module régulateur	ABL6RG3024	163,79	163,79	196,54
<u>Schneider</u>	1	TELEMECANIQUE - BLOC DE CONTACTS 1 NO	ZB2BE101	7,34	7,34	8,8
<u>Schneider</u>	1	TELEMECANIQUE - BLOC DE CONTACTS 1NC	ZB2BE102	7,34	7,34	8,8
<u>Legrand</u>	1	Disj différentiel de protection- diff 30 mA - 2P - 32 A	4 011 31	285	285	342
<b>TOTAL</b>	26				2473,4	2968,026

### Schéma de la partie opérative :



### Interprétation de la demande du client

La demande du client sera de pouvoir assurer le stockage et le déstockage de pièces de petites dimensions avec un système de rangement automatisé (magasin à balancelles).

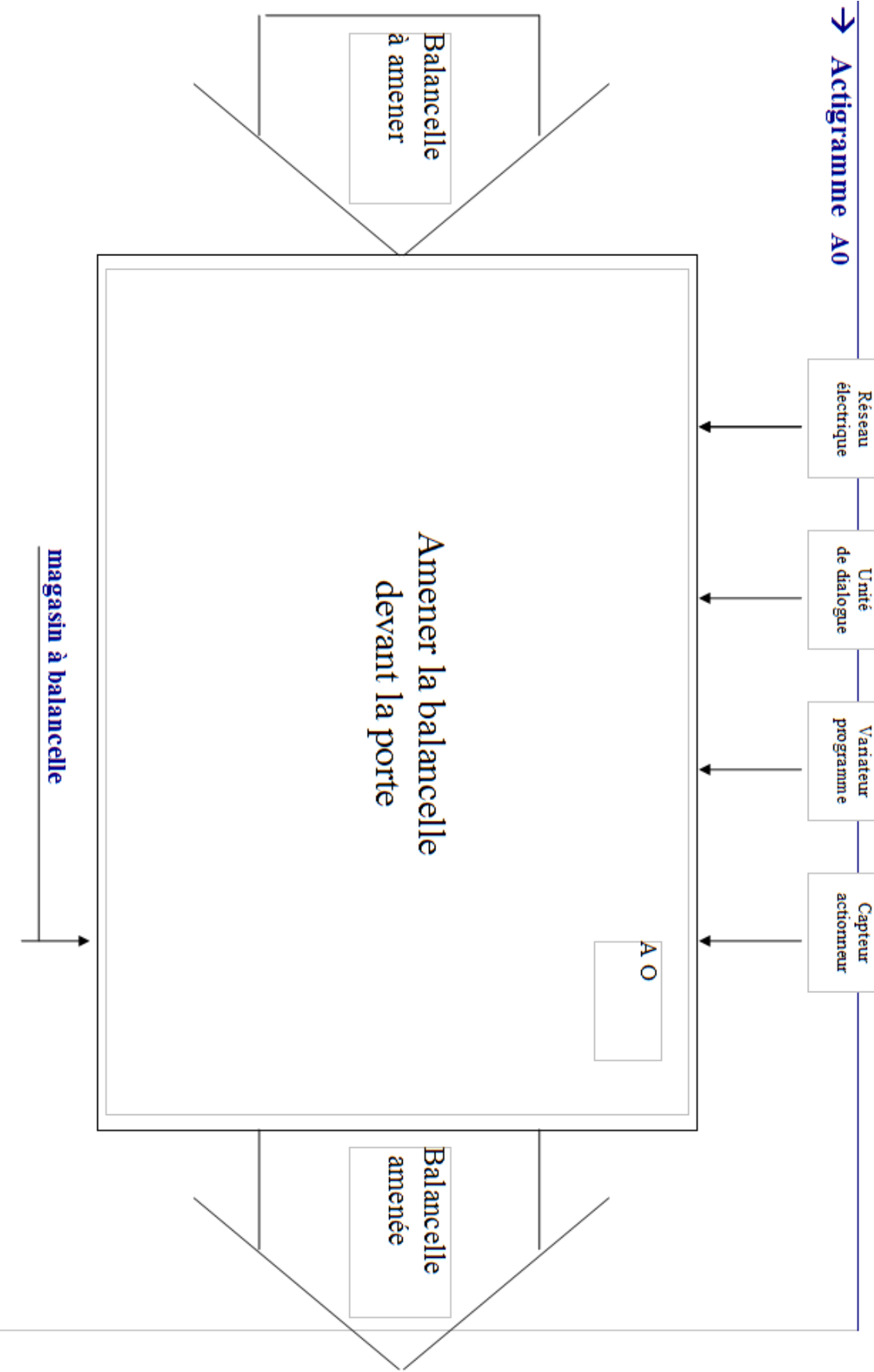
Le stockage industriel occupe un volume important en entreprise et l'accès aux différents produits est parfois complexe et long.

Les magasins de stockage verticaux permettent un stockage de produits tout en occupant une surface réduite au sol. L'accès est facilité par l'automatisation du magasin de stockage, avec :

- Sélection de la balancelle par l'opérateur sur un terminal de dialogue.
- Appel et mise en mouvement automatique des balancelles pour amener les produits sélectionnés devant la porte du guichet.

**Cela permettra un avantage précieux pour les rangements.**

**1.4 Présentation du Système**



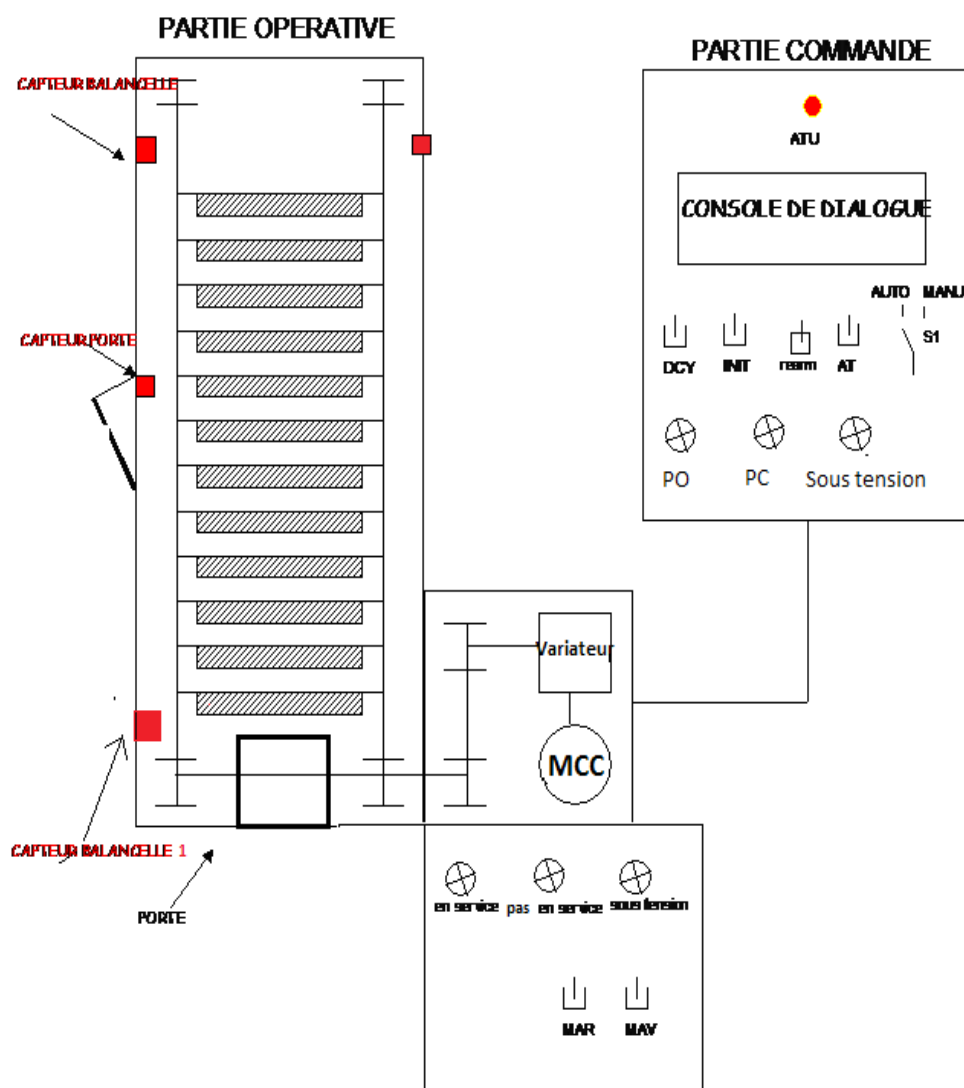
## Choix de l'appareillage de protection et de commande :

Le système de commande sera effectuer dans un coffret électrique industriel fermé (réf. MD1AE786) :



- Protection en tête de ligne par disjoncteur différentielle 30mA, 25A pour 230V.
- Alimentation secteur : 220 Vac – 50/60 Hz – 200 VA
- Protection par fusible et transformateurs d'isolement sur alimentation 24V du variateur et des circuits de commande et de signalisation ;

### 3.1.2 .Photo d'implantation



## L'automate

L'Automate Programmable Industriel, API. Un dispositif similaire à un ordinateur, utilisé pour automatiser des processus comme la commande des machines sur une chaînes de montage dans une usine. On nomme automaticiens les programmeurs de ces Automates Programmables Industriels.

Des cartes d'entrées – sorties (en anglais Input – Output, I/O) numériques (Tout ou rien) ou analogiques

- Cartes d'entrées pour brancher des capteurs, boutons poussoirs, ...
- Cartes de sorties pour brancher des actionneurs, voyants, vannes, ...

Des modules de communication ModBus, ModBus Plus, Profibus, InterBus , DeviceNet, LonWorks, Ethernet, FIPIO, FIPWAY, RS232, RS-485,AS-i, CANopen, pour dialoguer avec d'autres automates



<b>TSX 37 22</b>	
24 V DC	110... 240 V AC

## Choix de l'automate et des modules Entrées / sorties :

L'automate doit pouvoir gérer 13 entrées ainsi que 12 sorties et doit être compatible avec le réseau monophasé 230 V à notre disposition.

Après avoir trouvé les caractéristiques de l'API, celui qui nous convient le mieux sera l'automate de référence : TSX3721.

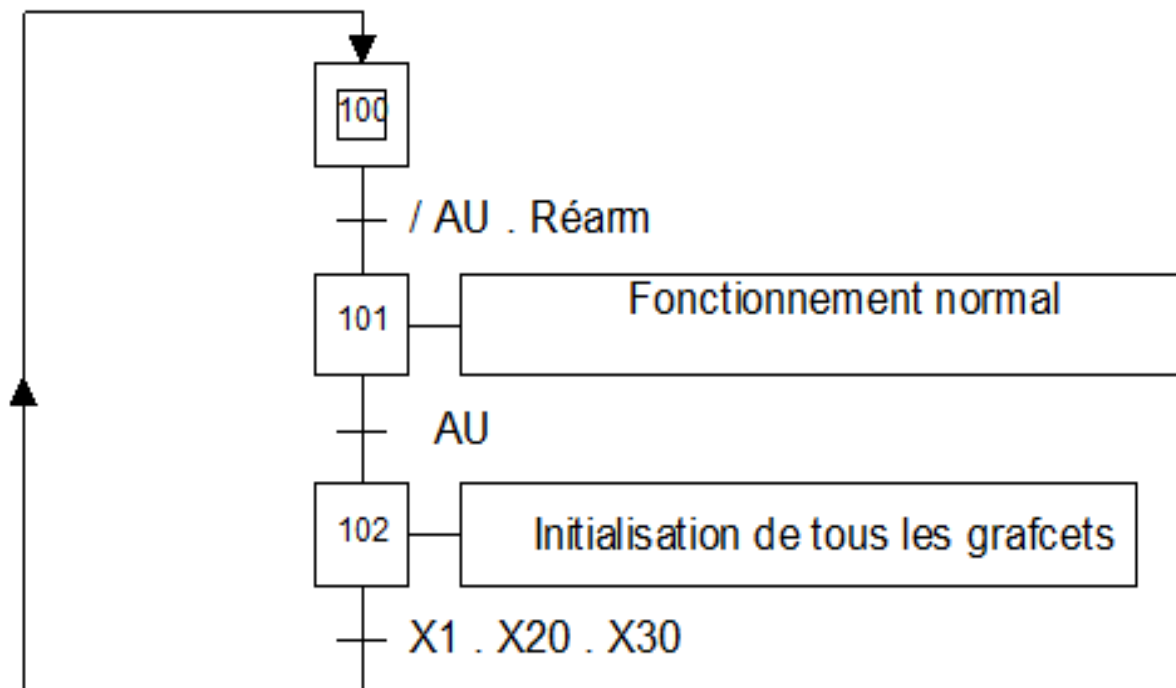
### Automate programmable Industriel Télémécanique :

- 28 entrées TOR 24 Vcc
- 12 sorties TOR relais
- 8 entrées analogique, 10V/ 1000 points
- 4 sorties analogique, 10V/1000 points
- 1 entrée codeur incrémental
- Protection moteur par relais thermique
- Bornier débrochables pour raccordement rapide à la partie opérative.
- 1 module entrées/sorties TOR ( TSX DMZ 28 DR )
- 1 module Entrées TOR ( TSX DEZ 12D2 )
- 1 module Entrées Analogique ( TSX AEZ 801 )
- 1 module Sorties Analogique ( TSX ASZ 401 )

### Commande sur façade :

- Voyants présence tension PO, PC (blanc)
- Voyant mise en service (Vert)
- Bouton poussoir « Arrêt d'urgence » ( coup de poing )
- Commande Bouton Poussoir ( dcy, init, réarm, arrêt )
- Commutateur « MAN/AUTO »
- Prise console TSX3710 pour terminal de réglage ou de programmation ( 500 x 400 x 250 / 10kg ).

## GRAFGET de sécurité



Le Grafket de Sécurité concerne uniquement le ou les bouton(s) d'arrêt d'urgence entrainant une obligation de réarmement de tout les grafket afin de redémarrer un nouveau cycle.

## QUINTRIC Sami

- Étude et vérification de l'entraînement des nacelles
- Choix(validation) de la motorisation à courant continu
- Étude de la régulation de vitesse du moteur utilisé
- Câblage de l'alimentation moteur et de la carte de régulation
- Programmation de l'API ( Initialisation)

### Machine à courant continu :

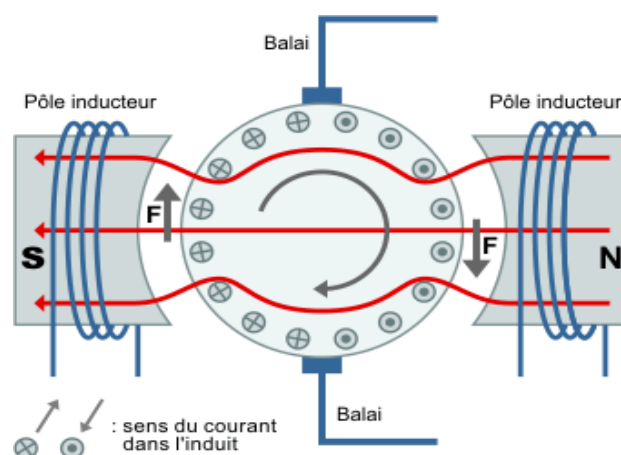
Une machine à courant continu est une machine électrique. Il s'agit d'un convertisseur électromécanique permettant la conversion bidirectionnelle d'énergie entre une installation électrique parcourue par un courant continu et un dispositif mécanique.

#### Elle est constituée :

- d'un **stator** qui est à l'origine de la circulation d'un flux magnétique créé soit par des bobinages soit par des aimants permanents. Il est aussi appelé « inducteur ».
- d'un **rotor** bobiné inversant la polarité de chaque enroulement rotorique au moins une fois par tour de façon à faire circuler un flux magnétique. Les enroulements rotoriques sont appelés « induit ».

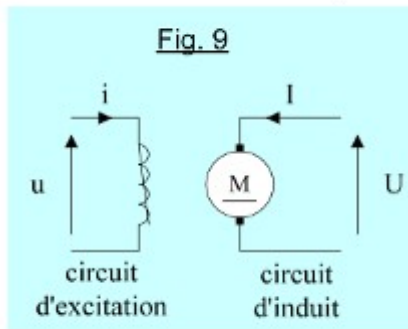
#### Avantage et utilisation :

L'avantage principal des machines à courant continu réside dans leur adaptation simple aux moyens permettant de régler ou de faire varier leur vitesse, leur couple et leur sens de rotation.

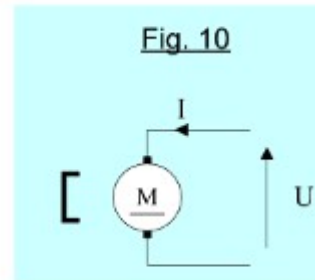


- Il existe plusieurs types de moteur à courant continu dont :

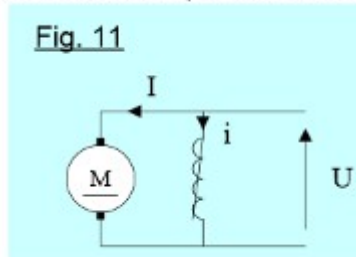
Machine à excitation indépendante



Machine à aimants permanents



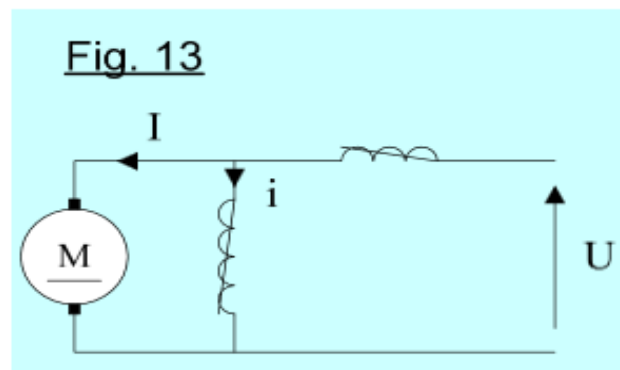
Machine shunt (excitation en dérivation)



Machine à excitation en série



Machine compound (excitation composée)

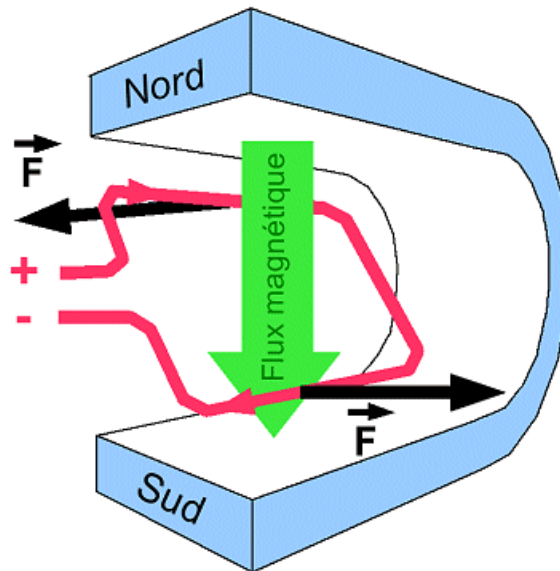


Dans notre cas la maquette est équipé d'un moteur à courant continu à

aimant permanent.

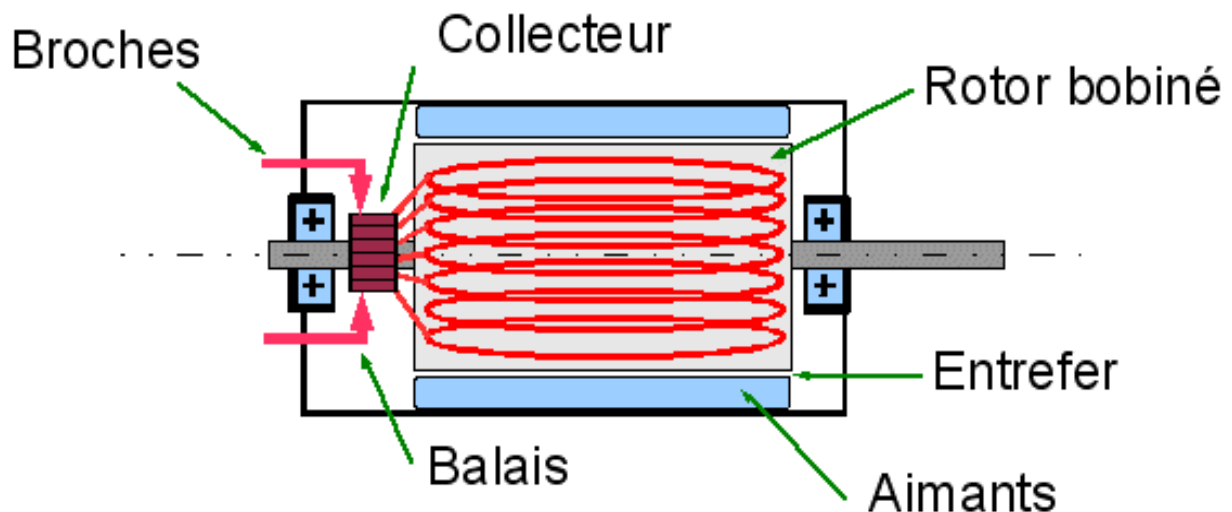
### Principe de fonctionnement :

Si un conducteur en forme de spire, parcouru par un courant  $I$ , est placé dans un champ magnétique, il est soumis à des forces de Laplace. Ces forces créent un couple de rotation qui fait tourner la spire sur son axe. Quand la spire a fait un demi tour, il faut inverser la polarité pour inverser le sens des forces et continuer le mouvement. Ce sera le rôle du collecteur.



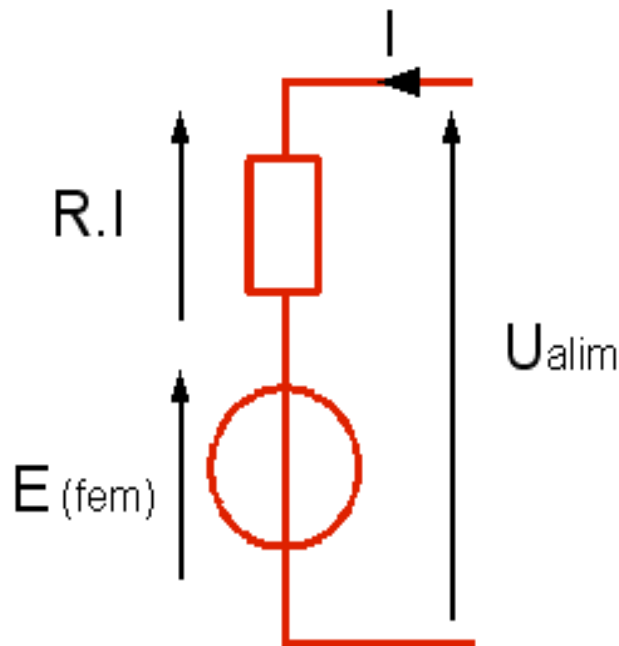
Le rotor, (partie tournante), est constitué d'un noyau métallique avec un bobinage de cuivre, le stator comporte des aimants permanents qui engendrent un champ magnétique dont le flux traverse le rotor. L'espace étroit entre le rotor et le stator est nommé entrefer.

Le rotor est l'induit et le stator l'inducteur, dans d'autres moteurs, l'inducteur peut également être bobiné. Un collecteur avec des balais (charbons) permet de transmettre l'énergie électrique au rotor.



Le rotor est donc constitué de fils électriques, parcourus par un courant, qui forment des spires, ces mêmes fils sont dans le flux magnétique des aimants. Ces conducteurs sont donc soumis à des forces de Laplace, un couple moteur est donc créé. Pour entretenir la rotation du moteur, le collecteur inverse le sens du courant dans les spires à chaque demi tour.

### Schéma équivalent du moteur à courant continu.



**Le moteur se comporte comme une résistance en série avec un générateur de tension (fem : force électromotrice).**

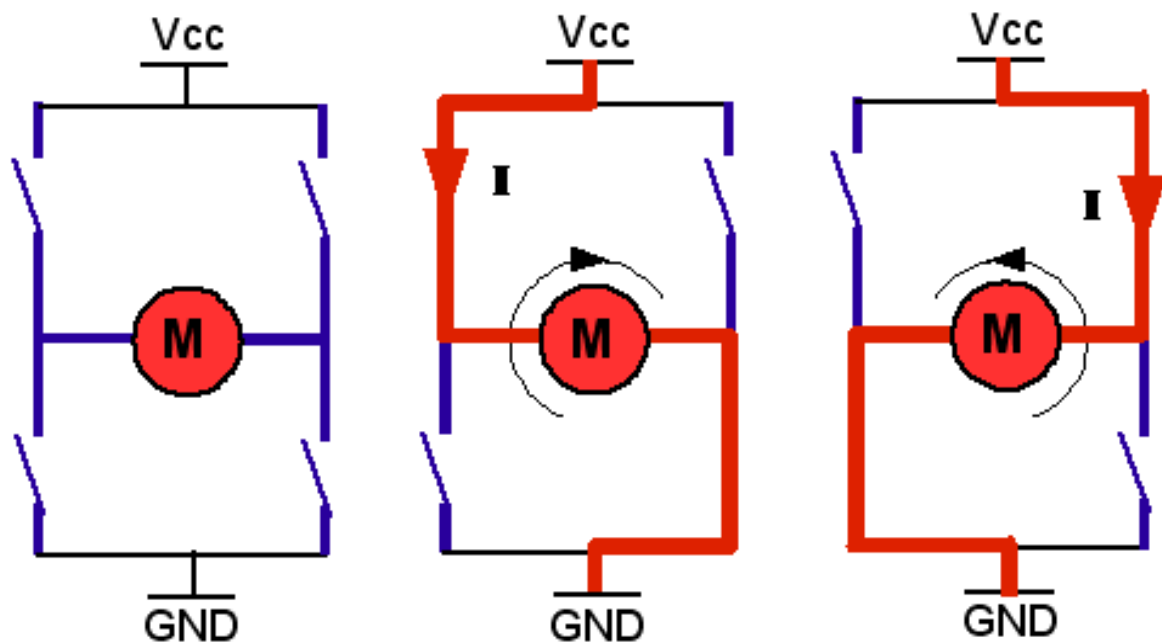
- **I** : courant consommé par le moteur
- **U** : Tension d'alimentation du moteur
- **E** : force électromotrice
- **R** : résistance interne du bobinage.

En réalité, il existe aussi une inductance  $L$  dans le circuit que l'on peut négliger, ici, si le courant est en régime continu.

## Alimentation du moteur :

**Le moteur peut être alimenté** simplement par un relais électromécanique ou par un transistor associé à une diode de roue libre, le plus souvent, le moteur à besoin de tourner dans les deux sens de rotation, on utilise alors un dispositif nommé pont en **H**

Il suffit de fermer deux des contacts pour faire tourner le moteur dans un sens ou dans l'autre.



## Variation de vitesse du moteur :

Le variateur de vitesses à courroie est composé d'une courroie, métallique ou souple, et de deux poulies

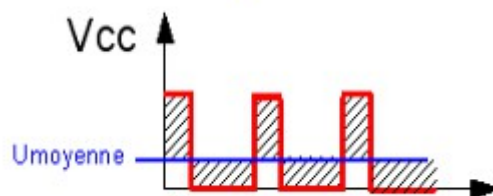


Pour faire varier la vitesse d'un moteur on peut faire varier la tension d'alimentation à ses bornes mais dans ce cas une partie importante de l'énergie est consommée par le dispositif d'alimentation, on préfère l'alimenter de façon discontinue avec un **hacheur** et faire ainsi varier la tension moyenne à ses bornes.

Généralement, le rapport est choisi par un dispositif centrifuge, en fonction de la vitesse de rotation du moteur : plus le moteur tourne vite, plus le rapport augmente.

On parle alors de Modulation par Largeur d'Impulsions (**MLI**), ou Pulse Wide Modulation (**PWM**)

### Tension moyenne $U_m$

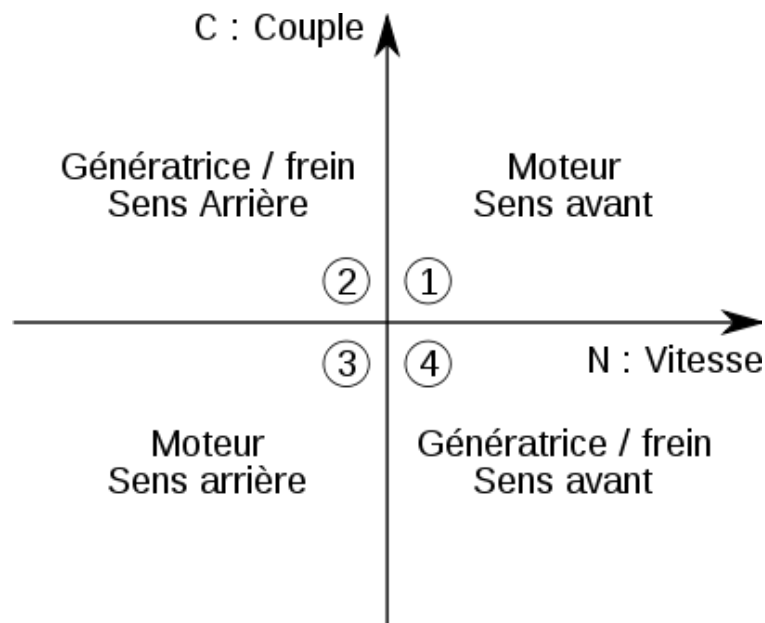


## Variateur à quatre quadrants :

Le variateur à quatre quadrants est utilisé pour pouvoir avoir les deux sens de rotation marche/avant et marche/arrière et pour avoir une récupération d'énergie.

Lorsqu'on alimente un moteur à courant continu, de le faire tourner dans les deux sens et également de le faire fonctionner en génératrice et, par exemple, de récupérer de l'énergie électrique pendant les phases de freinage.

Le courant dans la charge circulera ainsi dans les deux sens, ceci assure la réversibilité en courant du hacheur. Le transfert de puissance peut se faire dans les deux sens (la charge reçoit et fournit de l'énergie).



- 1 quadrant (1) : Le moteur ne peut être piloté que dans un sens de rotation, et jusqu'à sa vitesse de synchronisme. Un freinage n'est possible que par l'adjonction d'une résistance absorbant le courant généré par le moteur. Le freinage n'est pas piloté.
- 2 quadrants (1+2 ou 1+4) ; Exemple :

*1+2 ; Le freinage peut être effectué par inversion du sens de rotation.*

*1+4 ; Le freinage n'est géré qu'en sens avant.*

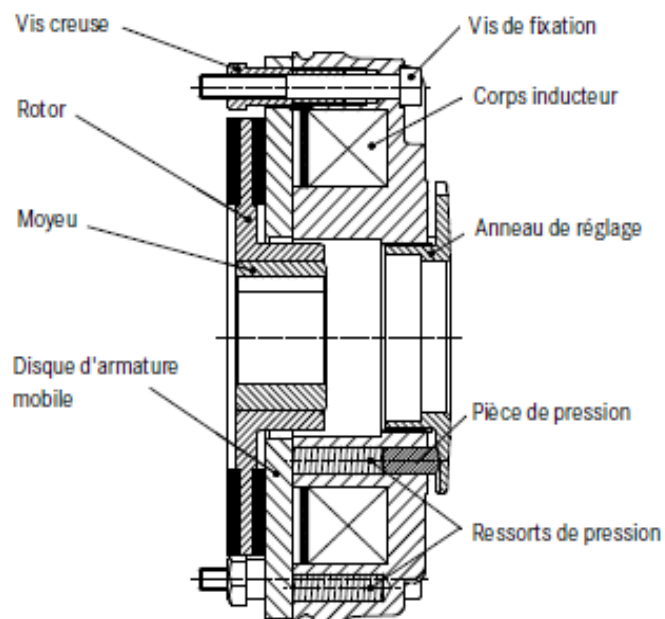
Dans notre situation, notre inventaire est composé d'un variateur de vitesse à moteur à courant continu 4 quadrants.

4 Quadrants : Le variateur sait gérer des accélérations et décélérations, ainsi que des freinages dans toutes les situations disponibles.

### Frein à manque de courant:

Les freins à ressorts à manque de courant sont des freins mono-disques à deux faces de friction. En l'absence de tension aux bornes de l'inducteur, les ressorts exercent une pression sur le disque d'armature mobile.

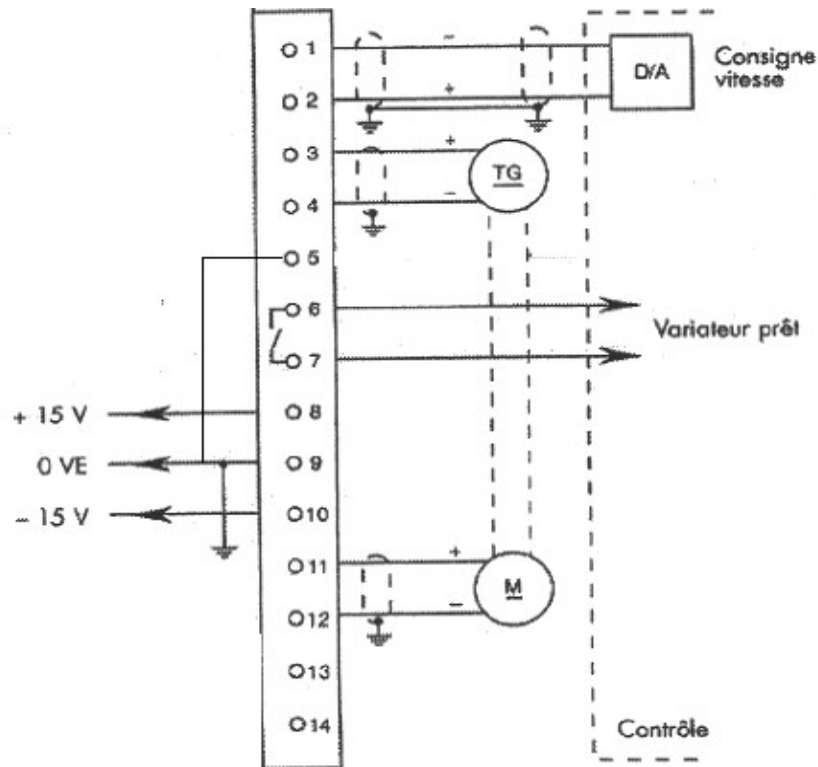
Celle-ci vient comprimer le rotor et ainsi créer un couple de freinage. Avec la tension sur l'inducteur, le frein est débloqué par l'action d'un champ électromagnétique.



En position freinée, un entrefer SL existe entre le disque d'armature mobile et l'inducteur.

Pour débloquer le frein, on alimente la bobine de l'inducteur avec une tension continue.

Le champ magnétique ainsi génère attire alors le disque d'armature mobile contre l'inducteur en s'opposant a la force exercée par les ressorts.  
 Le rotor n'est donc plus soumis a la force exercée par les ressorts et peut tourner sans entrave.

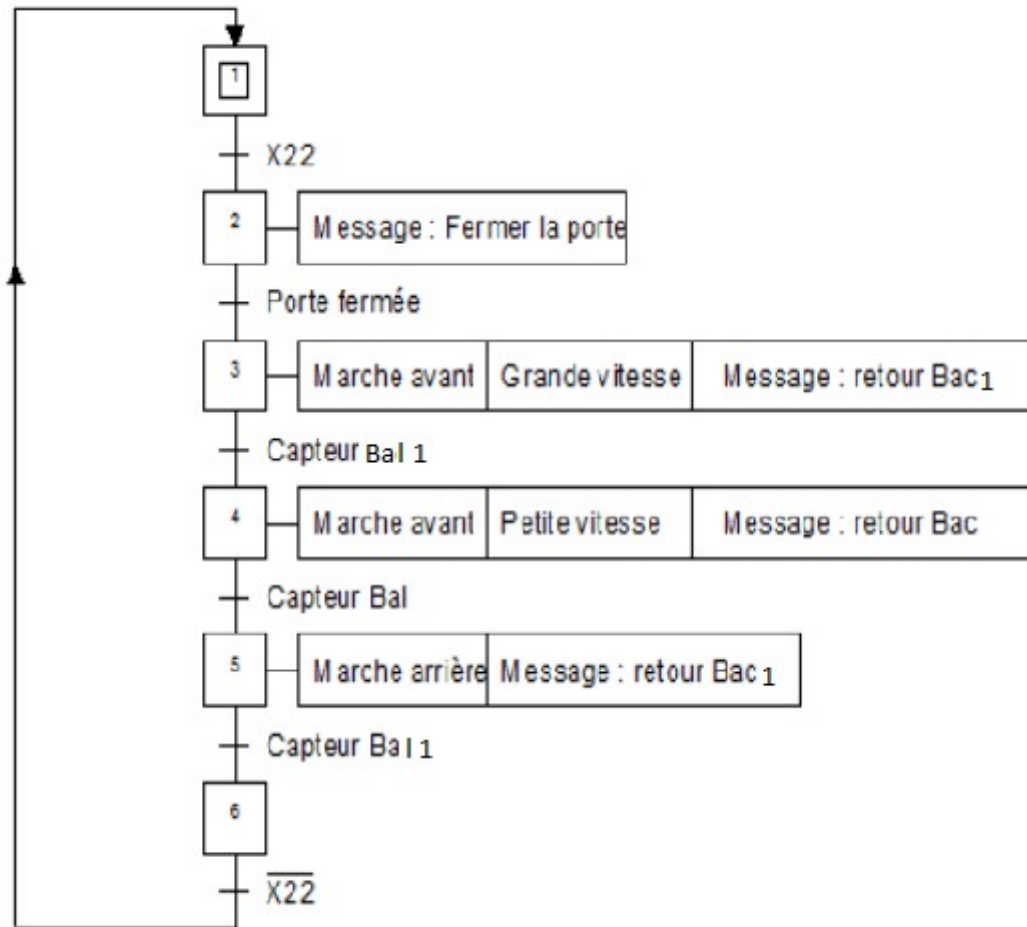


Bornes n°	Nature	Fonction
1	Entrée -	Valeur de consigne
2	Entrée +	
3	Entrée +	Tension tachymétrie
4	Entrée -	
5	Entrée	Contact marche/arrêt
6	Sortie	Contact fermé ( aucune panne et 15 V délivré)
7	Sortie	
8	Sortie	+15 V
9	0 V	
10	Sortie	-15 V
11	Entrée +	Moteur
12	Entrée -	

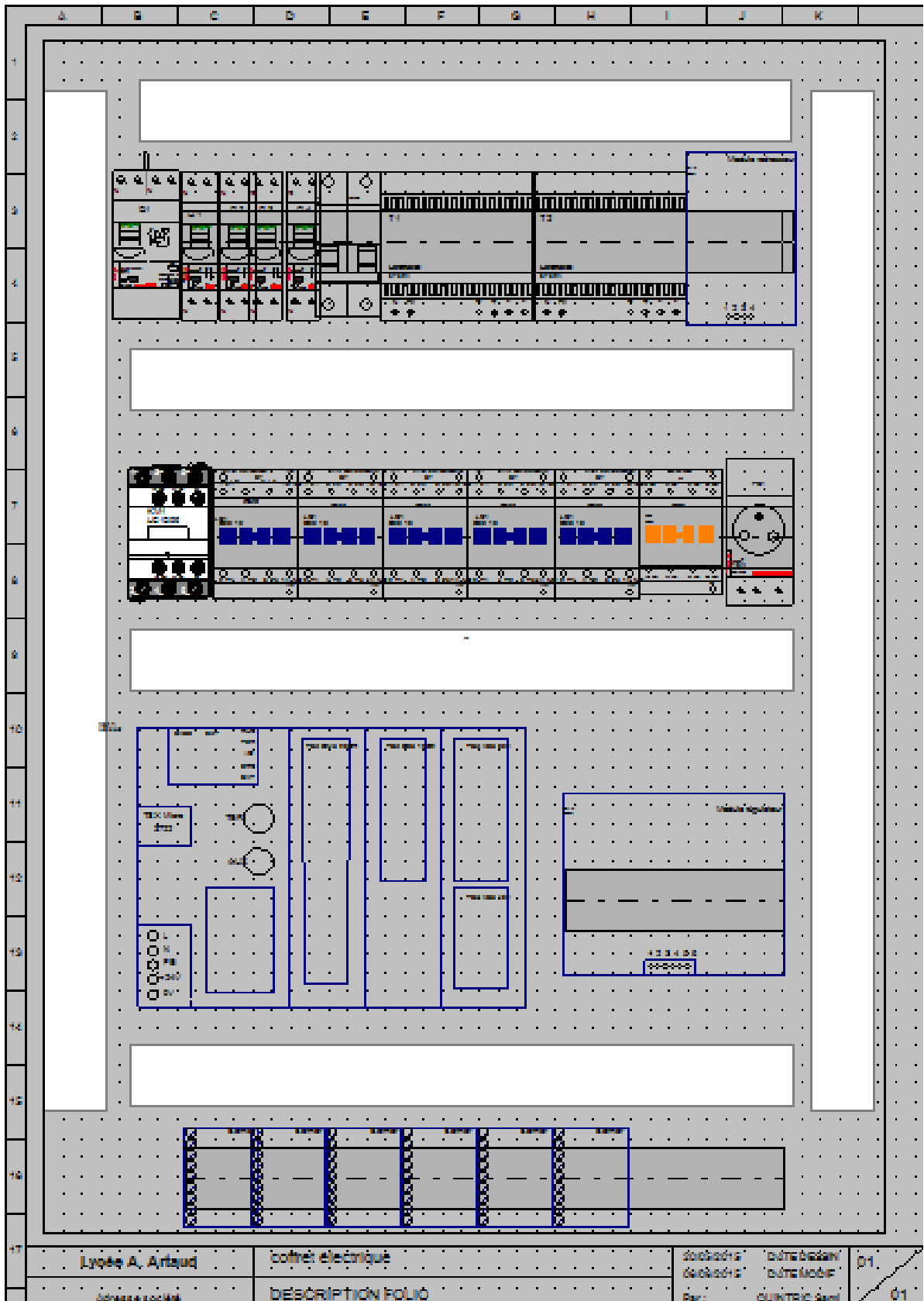
Ajuster les lignes du tableau

Sur le module de base E, le couple de freinage peut être réduit a l'aide de l'anneau de réglage.

## GRAFCET d'initialisation



Ce grafcet d'initialisation nous permet de répondre au cahier des charges qui nous demande que notre nacelle par défaut reviennent automatiquement à sa position initiale.



Lycée A. Artaud

coffret électrique

dessiné par

révisé par

01

schéma réalisé

DESCRIPTION FOLIO

Par:

QUINTIC Sam

01

DOBRE Julien

- Étude du système du magasin vertical
- Mise en œuvre des connecteurs PO/PC
- Étude et choix des différents capteurs
- Câblage des entrées/sorties API
- Programmation de l'API (Production normale)

### **Étude du système du magasin vertical**

Cet appareil, dérivé des solutions industrielles de magasinage et distribution de pièces (composants électroniques et mécaniques, produits pharmaceutiques, articles d'habillement etc.) est constitué de deux éléments interconnectés :

- Une partie opérative (P.O), magasin vertical tournant, piloté par moteur courant continu avec dynamo tachy, entraîné par réducteur, poulies et courroies crantées avec capteur de position (codeur incrémental), comportant 15 nacelles suspendues chargeables
- Une partie commande (P.C), coffret électrique d'alimentation et de commande et la partie opérative équipé d'automate programmable industriel Télémécanique TSX37 programmé pour assurer le contrôle du mouvement des nacelles, l'accès aux charges et l'interface avec un système externe de mesure

Le système « Magasin Vertical » constitue un support expérimental pour un vaste domaine d'exploitations pédagogiques liées aux études de mécanique, physique et technologie industrielle.

- Architecture d'une chaîne fonctionnelle :
  - Identification des constituants mécaniques et électriques.
  - Détermination des caractéristiques mécaniques.
  - Évaluations des performances
- Modélisation mécanique :
  - Observation du comportement d'une chaîne cinématique
  - Propositions de modèles
  - Validation de la modélisation
-

- Identification d'un asservissement :
  - Systèmes du premier et second ordre (vitesse, position)
  - Évaluation des temps de réponse et des précisions
  - Influence des paramètres mécaniques (inertie, jeux)
  - Influence des paramètres électrique (gains, retards)
  - Plans d'expérience (mesures, essais)
  
- Commande séquentielle :
  - Identification des éléments associés à la commande à réaliser
  - Analyse et interprétation d'un GRAFCET
  - Expression d'équation logique

Plusieurs modes de fonctionnement préprogrammés existent dans le magasin vertical

Le mode en position MANUEL : On peut mettre en mouvement les nacelles grâce aux boutons poussoirs + ou – sur la P.O.

Le mode en position AUTOMATIQUE : On peut mettre en mouvement les nacelles grâce à la saisie dans l'écran du MAGELIS, et ce dernier se met devant le portillon.

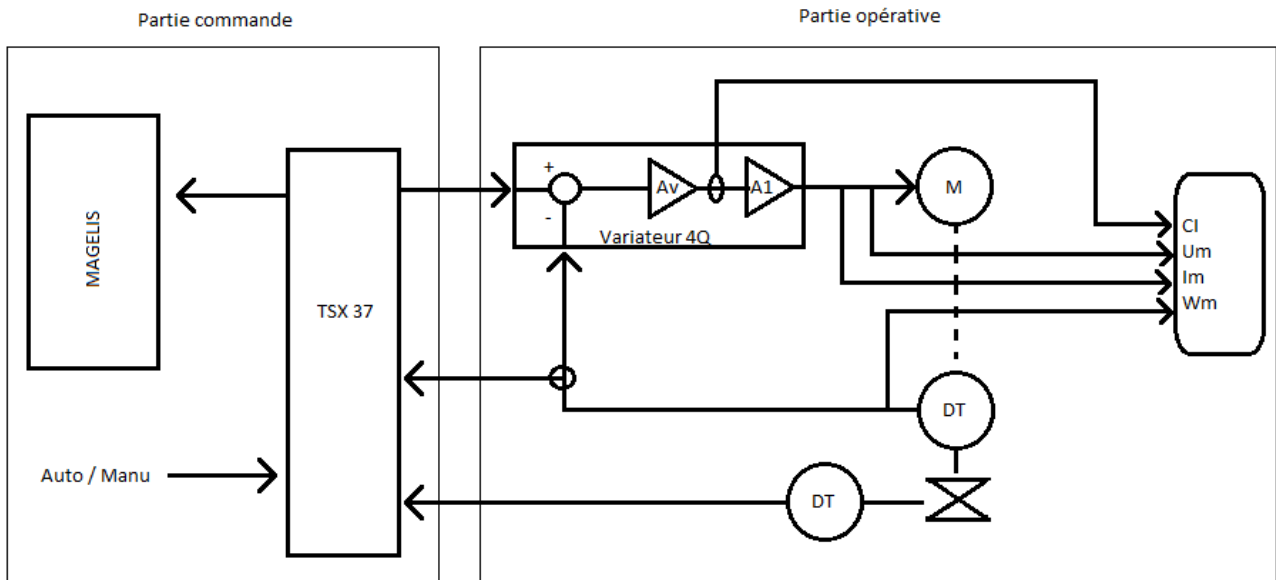
**Un interface de mesure et de commande existe.**

Pour faciliter l'exploitation des donnés, la P.O est instrumentée pour facilité la lecture des paramètres liés à la motorisation :

Consigne de vitesse, tension dynamo tachy, courant moteur, tension moteur.

L'équipement dispose de deux connecteurs (type SubD) comportant l'ensemble des signaux analogiques (+ - 5V max.)

- Sur la partie opérative (connecteur J1 – SubD 9) :
  - mesure tension moteur.....Um (10V/V)
  - mesure courant moteur.....Im (10A/V)
  - mesure tension dynamo tachymétrique.....Wm (300tpm/V)
  - mesure consigne de courant au variateur.....CI (2A/V)
  
- Sur la partie commande
  - Magelis



## Études des capteurs intégrés au système.

Les capteurs sont des composants de la chaîne d'acquisition dans une chaîne fonctionnelle. Les capteurs prélèvent une information sur le comportement de la partie opérative et la transforment en une information exploitable par la partie commande.

Une information est une grandeur abstraite qui précise un événement particulier parmi un ensemble d'événements possibles. Pour pouvoir être traitée, cette information sera portée par un support physique (énergie) on parlera alors de signal. Les signaux sont généralement de nature électrique ou pneumatique.

Dans les systèmes automatisés séquentiels la partie commande traite des variables logiques ou numériques. L'information délivrée par un capteur pourra être logique (2 états), numérique (valeur discrète), analogique (dans ce cas il faudra adjoindre à la partie commande un module de conversion analogique numérique).

## **On peut caractériser les capteurs selon deux critères:**

- En fonction de la grandeur mesurée : on parle alors de capteur de position, de température, de vitesse etc.

- En fonction du caractère de l'information délivrée : on parle alors de capteurs logiques appelés aussi capteurs tout ou rien (TOR), de capteurs analogiques ou numériques.

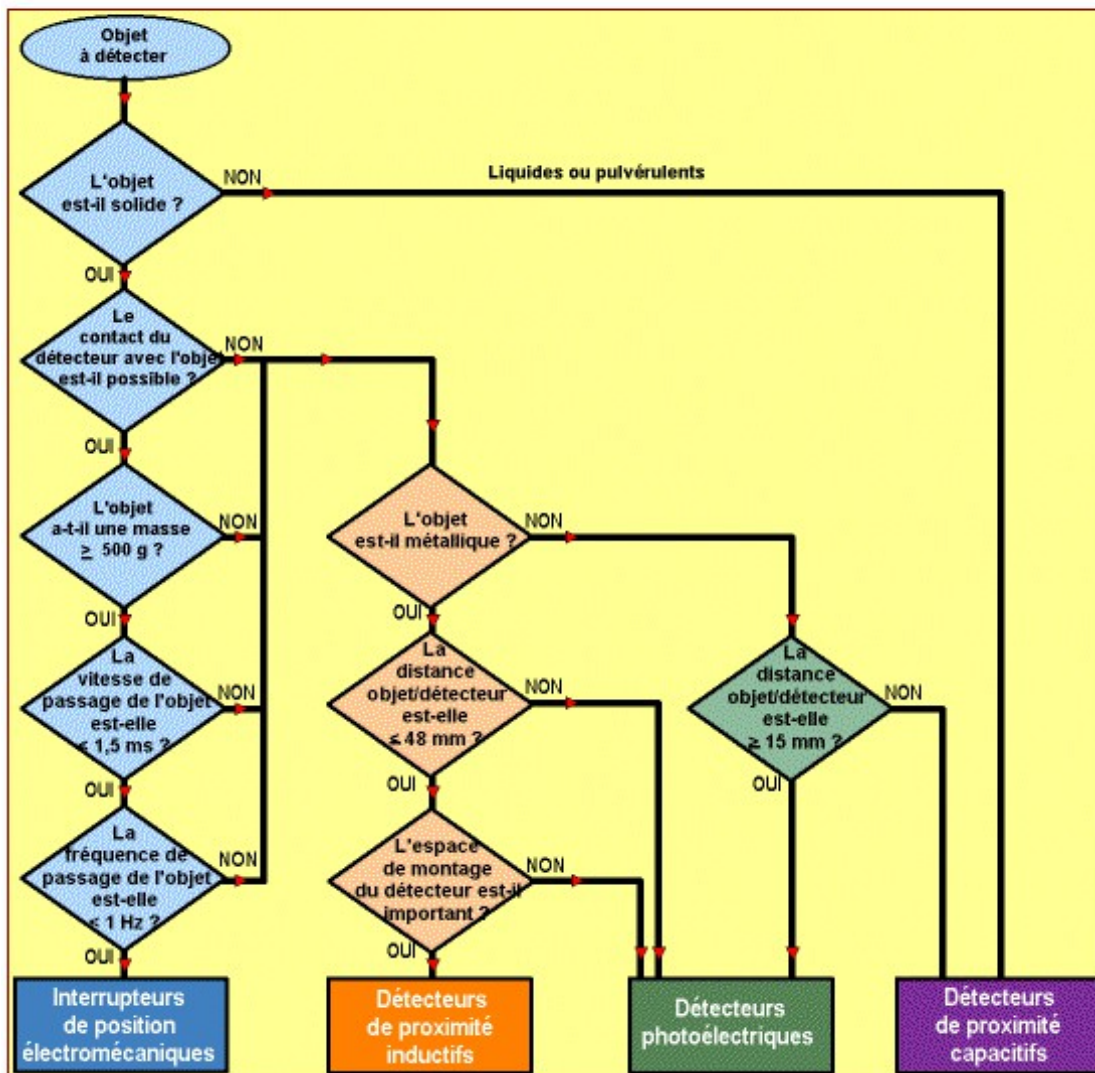
On peut alors classer les capteurs en deux catégories, les capteurs à contact qui nécessitent un contact direct avec l'objet à détecter et les capteurs de proximité. Chaque catégorie peut être subdivisée en trois catégories de capteurs : les capteurs mécaniques, électriques, pneumatiques.

## **Principales caractéristiques des capteurs :**

1. L'étendue de la mesure : c'est la différence entre le plus petit signal détecté et le plus grand perceptible sans risque de destruction pour le capteur.
2. La sensibilité : c'est la plus petite variation d'une grandeur physique que peut détecter un capteur.
3. La rapidité : c'est le temps de réaction d'un capteur entre la variation de la grandeur physique qu'il mesure et l'instant où l'information prise en compte par la partie commande.
4. La précision : c'est la capacité de répétabilité d'une information position, d'une vitesse.

Parmi les différentes familles de capteurs, on peut trouver le capteur adéquat avec un organigramme

### Choix d'une famille de détecteurs



Les capteurs se situent tous dans la partie opérative du système, on peut les compter aux nombres de 11 capteurs.

- Sécurité parois magasin : 4 interrupteurs mécanique
- Sécurité parois magasin : 2 interrupteurs mécanique
- Détection nacelles : détecteur inductifs (niveau porte et nacelle n°1)
- Détection charges : cellule photo-électriques réflex et réflecteurs sur nacelles
- Détection balancement : 2 cellules photo-électriques reflex et réflecteur
- Codeur incrémental

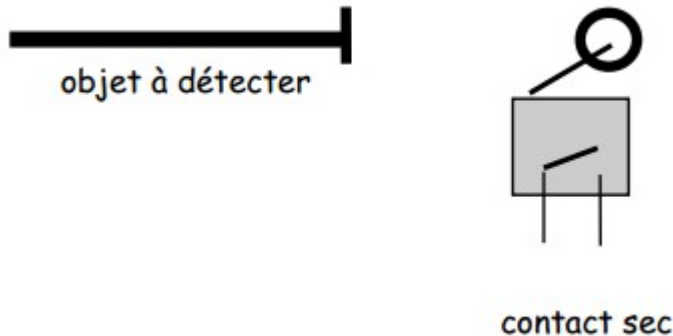
Dans le cas de notre magasin vertical on a trois familles de détecteurs et un codeur rotatif.

## **I. Les capteurs mécaniques**

L'objet à détecter touche physiquement l'élément mobile du capteur.

Le contact ouvre ou ferme le circuit d'information.

Un contact est dit "sec" s'il est libre de potentiel : le potentiel est donné par la partie opérative.



### **Les capteurs mécaniques : avantages**

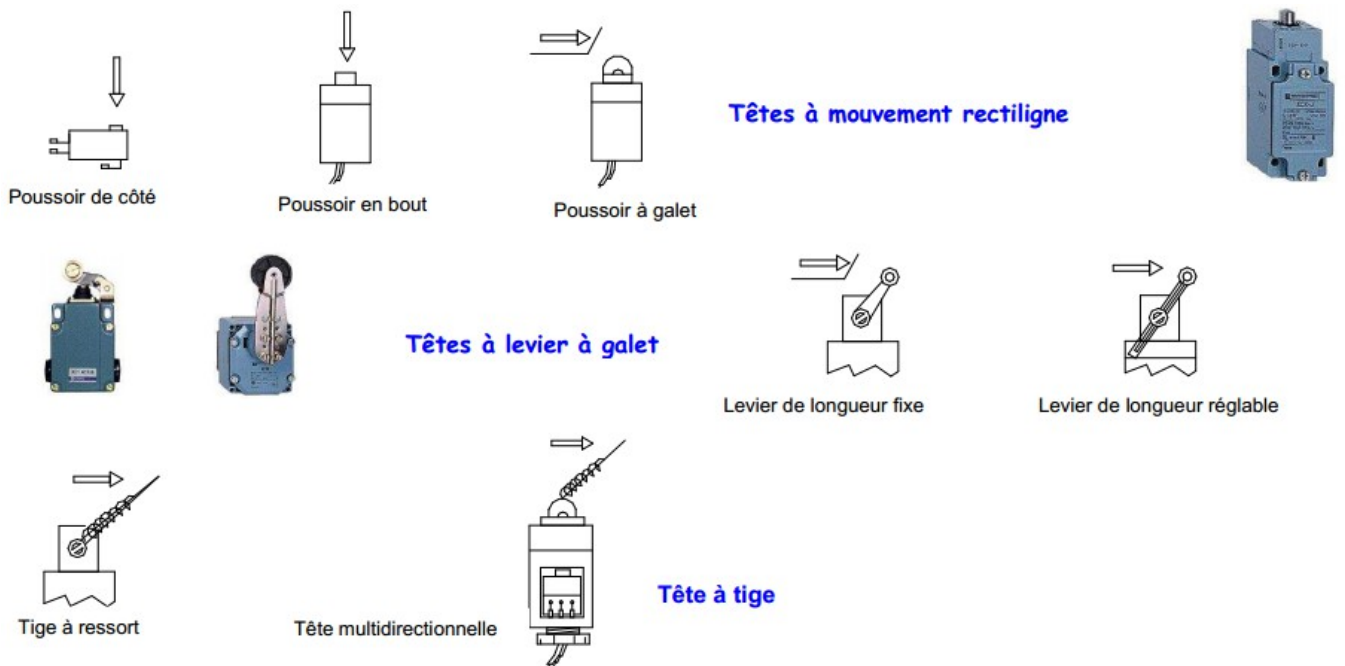
Les avantages en sont les suivants :

- Sécurité de fonctionnement élevée : fiabilité des contacts et manœuvre positive d'ouverture
- bonne fidélité sur les points d'enclenchement ( jusqu'à 0,01 mm)
- séparation galvanique des circuits
- bonne aptitude à commuter les courants faibles combinée à une grande endurance électrique
- tension d'emploi élevée
- mise en œuvre simple
- grande résistance aux ambiances industrielles

### **Utilisation :**

- La détection de pièces machine (cames, butées, pignons...)
- La détection de balancelles, chariots, wagons,
- La détection directe d'objets, etc.

## Les capteurs mécaniques : les têtes de détection



## Les capteurs mécaniques : choix

### Choix du corps:

Normalisé CENELEC (Comité Européen de Normalisation ELECTrotechnique) ou à encombrement réduit, fixe ou embrochable, métallique (IP65/66/67) ou plastique (IP 65), à une ou plusieurs entrées de câble, le corps, choisi parmi diverses versions, permet de s'adapter aux contraintes de montage, aux caractéristiques d'environnement (température, humidité, poussières,...) et au type de contact recherché (à rupture brusque ou à action dépendante).

### Choix de la tête :

La tête de commande et le dispositif d'attaque sont déterminés à partir de :

- la forme de l'objet,
- la trajectoire de l'objet : frontale, latérale, multidirectionnelle,
- la précision de guidage.

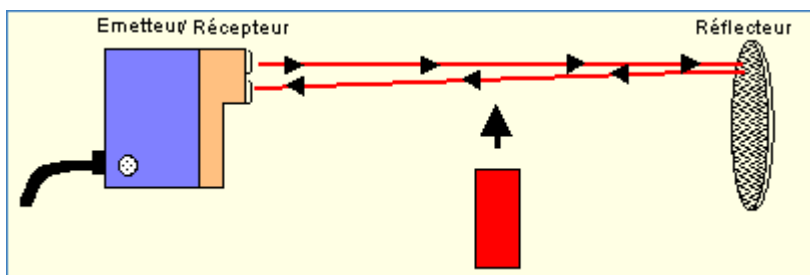
Caractéristiques de l'application	Tête de commande
Présence de l'objet en butée mécanique	Rectiligne à poussoir
Came à 30° Guidage précis (précision < 1 mm) Trajectoire linéaire	Rectiligne à levier à galet ou à <b>poussoir</b>
Came à 30° Guidage peu précis (précision ~ 5 mm)	Angulaire à levier à galet
Cible à face plane ou cylindrique Trajectoire linéaire ou angulaire Guidage imprécis (précision ~ 10 mm)	Angulaire à tige
Cible de forme quelconque Trajectoire multidirectionnelle Guidage très imprécis (précision > à 10 mm)	Multidirectionnelle

Ici dans la partie opérative on a six détecteur mécanique et qui ont comme référence XEPA1081D64

## II. Les cellules photoélectriques

Les cellules reflex sont composées d'un émetteur/récepteur (dans le même boîtier) et d'un catadioptr L'émetteur envoie le faisceau qui revient vers le récepteur après s'être réfléchi sur le catadioptr. L'objet à détecter coupe le faisceau.

Si l'objet à détecter est réfléchissant, il convient d'utiliser un système reflex polarisé : le récepteur n'est pas sensible à la lumière renvoyée par l'objet.



### Les cellules photoélectriques: avantages

- détection d'objets de toutes formes et de matériaux de toutes natures
- détection à très grande distance
- sortie statique pour la rapidité de réponse ou sortie à relais pour la commutation de charges jusqu'à 2 A • généralement en lumière infrarouge invisible, indépendante des conditions d'environnement

### Les cellules photoélectriques: choix

Le choix des cellules photoélectrique sont déterminés à partir de :

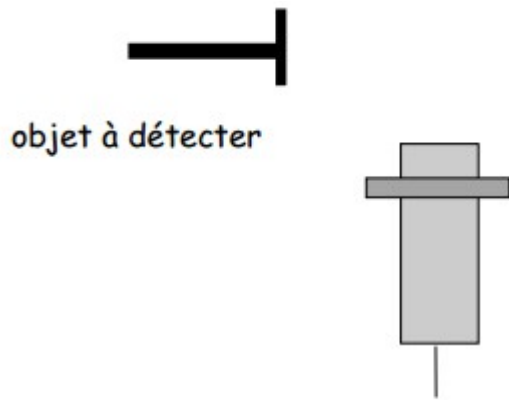
- la portée
- la forme du boîtier
- la charge à commander
- le raccordement
- les fonctions complémentaires (fonction claire ou sombre, temporisation, sortie d'alarme, ...)

Type de cellule	Critères	Application
① Système barrage	Objet opaque et/ou surface brillante Fidélité de commutation < 1 mm Grande portée < 100 m Ambiance polluée Toutes dimensions d'objets Espace de montage suffisant	Détection directe d'objets
② Système reflex	Objet opaque et surface non réfléchissante Fidélité de commutation < 10 mm Portée moyenne < 15 m Objet volumineux Ambiance propre	Détection liée à la manutention
③ Système reflex polarisé	Surface de l'objet brillante	Chariots, sacs, produits en vrac...
④ Système de proximité	Objet à surface claire Distance de détection courte (quelques cm) Ambiance propre L'objet peut être transparent	Détection de personnes, de véhicules, d'animaux...
⑤ Système de proximité à effacement de l'arrière-plan	La couleur de l'objet peut varier Présence d'un arrière-plan	
⑥ Système à fibres optiques	Objet très petit (qq. mm) Espace disponible faible Fidélité de commutation élevée Ambiance propre	Détection directe de pièces machines ou d'objets

Ici dans la partie opérative on a deux détecteurs photo-électriques de type reflex et un détecteur photo-électrique de type reflex **polarisé** et qui ont comme référence XUMH03353 et XUMH023539.

### III. Les capteurs inductifs

La détection se fait sans contact. Un circuit électronique à effet inductif transforme une perturbation magnétique due à la présence de l'objet en commande d'ouverture ou de fermeture statique (par transistor) du circuit d'information. La face sensible crée un champ magnétique local. Lorsque l'objet pénètre dans le champ magnétique, l'oscillateur se met en route et la sortie est activée.



- pas de contact physique avec l'objet (pas d'usure), possibilité de détecter la présence d'objets fraîchement peints ou de surfaces fragiles
- cadences de fonctionnement élevées en parfaite adéquation avec les modules ou les automatismes électroniques
- grandes vitesses d'attaque pour la prise en compte d'informations de courte durée
- produits entièrement enrobés dans une résine, pour une très bonne tenue aux environnements industriels agressifs
- produits statiques (pas de pièces en mouvement) pour une durée de vie indépendante du nombre de cycles de manœuvres
- visualisation de l'état de la sortie

#### Les capteurs inductifs : choix

Le choix final prend en compte deux paramètres supplémentaires :

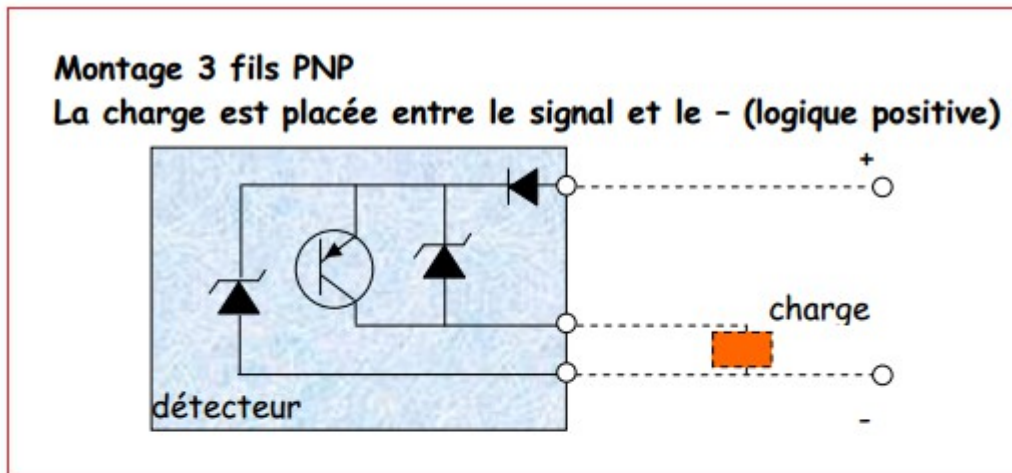
- la portée : elle doit être supérieure à la distance de l'objet à détecter
- le raccordement : 2 fils (continu ou alternatif) ou 3 fils (continu PNP ou NPN) pour des vitesses de commutation élevées

Caractéristiques de l'application		Technologies conseillées		Points forts	
<b>Type de fixation</b>	Tête du détecteur intégrée dans le support de fixation métallique	Appareil noyable	Appareil protégé contre l'influence des masses métalliques autour de la tête		
	Tête du détecteur dégagée de tout support métallique	Appareil noyable à portée augmentée Appareil non noyable	Encombrement identique, portée supérieure de 50 % à la version noyable		
<b>Type De boîtier</b>	Place disponible restreinte Ambiance IP67 maxi	Boîtier cylindrique court	Appareil pour applications en 24VCC	Le filetage permet un positionnement mécanique plus fin  Face de détection latérale  Grandes portées	
	Conformité aux normes CENELEC Ambiance IP68	Boîtier cylindrique long normalisé CENELEC	Appareil aux caractéristiques étendues, adapté aux environnements difficiles		
	Place disponible restreinte Ambiance IP67 maxi	Boîtier rectangulaire miniature ou compact	Adapté aux applications de robotique, codage...		
	Conformité aux normes CENELEC	Boîtier rectangulaire normalisé CENELEC	Adapté aux applications de manutention		
<b>Nature du boîtier</b>	Applications en environnement sain	Laiton nickelé	Appareils les plus utilisés		
	Environnement difficile	Inox	Résistance chimique et mécanique accrue		
	Environnement chimique agressif	Plastique	Résistant aux produits chimiques corrosifs Montage mécanique à protéger		
<b>Type de raccordement</b>	Raccordement sur un bornier distant	Par câble	Existe en standard de 2 m et 5 m Etanchéité IP67 ou IP68		
	Maintenance facilitée	Par connecteur	Aucun risque d'erreur de branchement		
	Câble adapté par le client	Par bornier	Permet l'utilisation du câble adapté à l'application et de la bonne longueur		

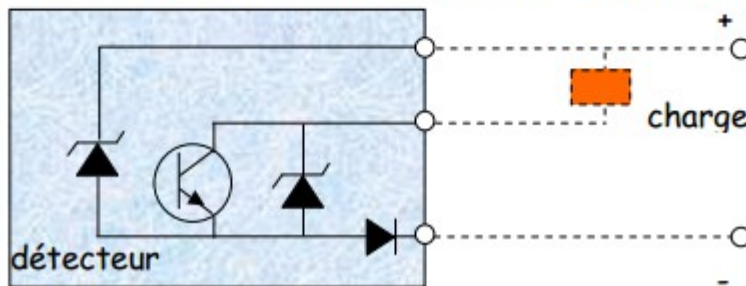
Ici dans la partie opérative on a deux détecteurs de proximité inductif de type PNP et qui ont comme référence XS2MI2PA370

Comme les détecteurs photo-électrique et inductif sont de type PNP, le raccordement va être différent du raccordement 2 fils.

Raccordement d'un détecteur 3 fils :



**Montage 3 fils NPN**  
La charge est placée entre le signal et le + (logique négative)



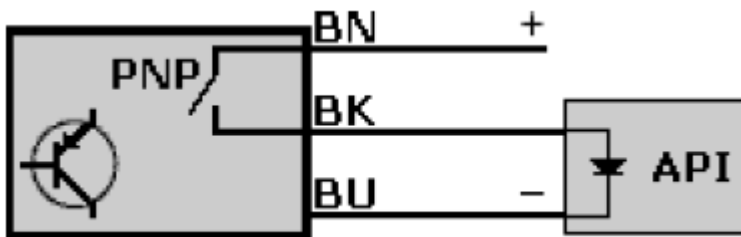
Ces types de détecteurs comporte un circuit électronique qui commande une ou plusieurs sorties statiques. S'ils ne comportent qu'une seule sortie statique, c'est un détecteur 3 fils sinon ça sera un 4 fils (2 sorties statiques). Ils fonctionnent seulement en tension continue.

## Sortie PNP

La charge est à installer entre le – (BU) et le point milieu (BK)

L'entrée automate correspondante est en logique positive (1 logique → potentiel haut)

Le commun des entrées de l'automate est le potentiel bas → Sink



Il existe pour le TSX 37 de Télémécanique, deux configurations de carte, permutables par un petit commutateur se trouvant sur la carte (position SINK ou position SOURCE)

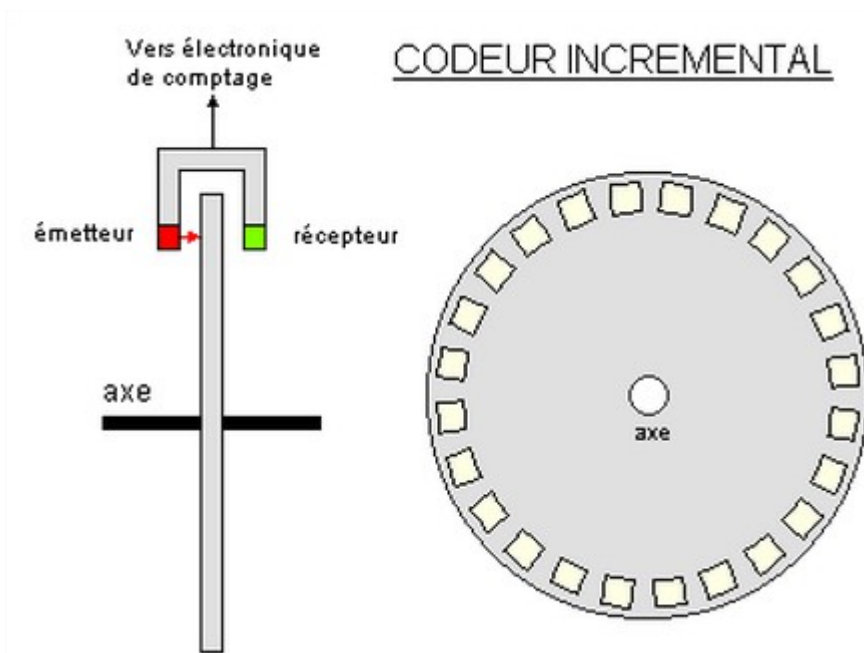
**En position SINK, il faut utiliser des capteurs électroniques PNP**

En position SOURCE, il faut utiliser des capteurs électroniques NPN

#### IV. Le codeur rotatif

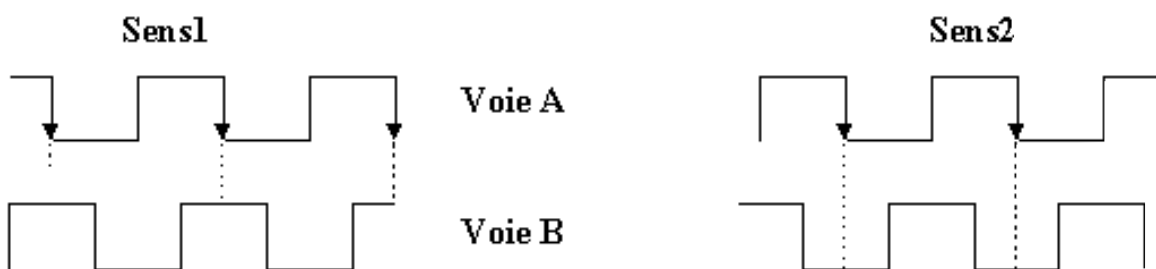
Le codeur incrémental est un capteur angulaire de position. Il est destiné à des applications de positionnement, de contrôle de déplacement ou de mesure de vitesse d'un mobile, par comptage et décomptage des impulsions qu'il délivre.

Son axe est lié mécaniquement à l'arbre de la machine qui l'entraîne. Il fait tourner un disque incassable comportant des zones opaques et transparentes. Une diode L.E.D. émet un rayonnement lumineux arrivant sur des photodiodes au passage de chaque zone transparente du disque.



Un codeur incrémental possède généralement plusieurs voies:

- 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.



**Choix du codeur incrémental**

Pour choisir un codeur incrémental, il faut connaître ses nombres de points et sa fréquence de sortie des impulsions du codeur.

Calcul du nombre de points :

$$n = \frac{1}{\text{précision(mm)}} K \cdot P$$

**K:** rapport de réduction entre le rouleau et le codeur  
(axe monté sur l'axe du rouleau : K=1)

**P:** conversion du mouvement de rotation en mouvement de translation

$$P = \pi \cdot D :$$

où *D* est le diamètre de l'axe.

On prendra pour la précision 1,5 mm

$$n = 1/1,5 \times 1 \times (3,1415 \times 160)$$

$$n = 335 \text{ point par tour}$$

On choisira un codeur à 360 point par tour.

Calcul de la fréquence de sortie (f) :

$$f = \frac{1}{60} NR$$

**N:** fréquence de rotation de l'axe d'entraînement en tr/mn  
**R:** Résolution du codeur choisi en points/Tr

$$N = 1500 / 21$$

$$N = 71 \text{ tr/min}$$

$$f = 1/60 \times 71 \times 360$$

$$f = 426 \text{ hz}$$

Notre automate supporte ce codeur incrémental car il est à 500 hz.

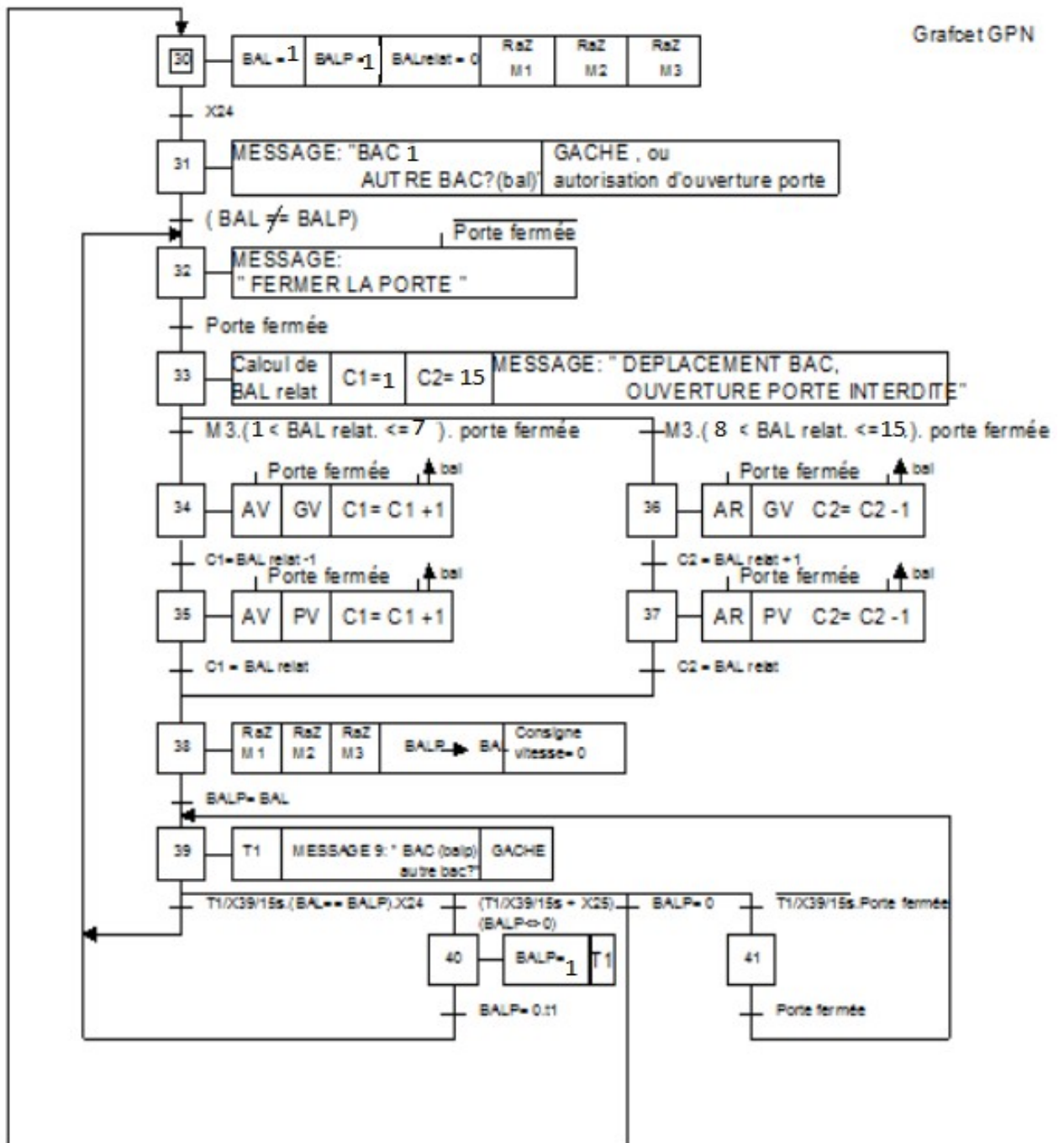
## Listes des variables

%I1.5	Bouton poussoir +
%I1.6	Bouton poussoir -
%I1.7	Bouton poussoir à deux positions Auto
%I1.8	Bouton poussoir à deux positions manu
%I1.9	Détecteur photo-électrique de type reflex
%I1.10	Détecteur photo-électrique de type reflex
%I1.11	Détecteur photo-électrique de type reflex polarisé
%I1.12	
%I1.13	Détecteur mécanique
%I1.14	Détecteur mécanique
%I1.15	Détecteur mécanique

%Q2.0	Ka1/14
%Q2.1	Ka2/A1
%Q2.2	Ka3/A1
%Q2.4	Voyant lumineux rouge
%Q2.5	Voyant lumineux orange
%Q2.6	Voyant lumineux vert
%Q2.7	Voyant lumineux blanc
%Q2.8	Ventouse électromagnétique

%I3.1	Ka1/6
%I3.2	Ka2/2
%I3.3	Ka3/6
%I3.4	F1/98
%I3.5	S1 Détecteur inductif PNP
%I3.6	S2 Détecteur inductif PNP
%I3.7	Bouton poussoir départ cycle
%I3.8	Bouton poussoir initialisation
%I3.9	Bouton poussoir arrêt
%I3.10	Bouton poussoir réarmement

## GRAFGET de production normale



Le grafcet de production normale permet aux nacelle de rejoindre la nacelle demandée par le chemin le plus court.