

Conservatoire National des Arts et Métiers

Contrôle Industriel

Machine de remplissage / capsulage de boîtes

Etabli par : OLIVIER CHOQUET
SONIA FALOURD
BRUNO LEGRAND

Année universitaire : 2002/2003

SOMMAIRE

1	INTRODUCTION	3
2	DESCRIPTION MACHINE	3
2.1	PARTIE MECANIQUE : LE CONVOYEUR	3
2.2.1	Les Entrées TOR.....	4
2.2.1.1	Les détecteurs photoélectriques	4
	Les détecteurs de proximité : inductifs, à commande magnétique	6
2.2.2	L'Entrée Analogique :	7
2.2.3	Les sorties TOR.....	7
	Les sorties TOR électriques :	8
	Les sorties TOR pneumatiques :	8
3	INTERFACE HOMME/MACHINE.....	11
	LE PUPITRE DE COMMANDE :	11
	En façade :	11
	LE SYSTEME DE SUPERVISION :	11
	Field point :	12
	Labview	12
	Code couleur :	12
4	ANALYSE FONCTIONNELLE.....	2
4.1	LEXIQUE.....	2
4.2	INTRODUCTION.....	2
4.3	LISTE ENTREES / SORTIES	2
	Entrées tout ou rien.....	2
	Entrées analogiques	3
	Sorties tout ou rien.....	3
4.4	DEFINITION DES MODES DE MARCHE.....	4
	Mode manuel.....	4
	Mode automatique.....	4
4.5	GESTION DES DEFAUTS ET DES ALARMES	4
	Défauts	4
	ALARMES.....	5
4.6	DESCRIPTION DU FONCTIONNEMENT	6
	Voyants.....	6
	Equation générale de sortie	6
	Fonctionnement en mode manuel	6
	4.6.3.1. Présentation	6
	4.6.3.2. Sécurités primaires	7
	4.6.3.3 Mode manuel	8
	Butée accumulation zone capsulage O8.....	10
	Butée zone capsulage O9 :	10
	Vérin indexeur O10 :	10
	Vérin axe X : O11	10
	Vérin axe Z : O12	11
	Venturi capsulage : O13	11
	4.6.4 Fonctionnement en mode automatique.....	12
	4.6.4.1 Traitement préliminaire.....	12
	4.6.4.2 Automatisation poste remplissage	13
	4.6.4.3. Automatisation poste capsulage	13
5	CONCLUSION.....	15

1 Introduction

Afin de conclure une année de cours théorique : « Transducteurs et Réseaux », une maquette nous a été confiée. Après quelques séances de TP « initiation Labview », il nous a été demandé d'animer une supervision et de gérer automatiquement le remplissage et la fermeture de boîtes. Après constitution de 2 groupes (2 & 3 pers.), l'un a eu en charge :

- la description de la maquette et son matériel,
- l'importation des données via Field Point
- la visualisation de celles-ci via une page de supervision gérée par Labview.

L'autre groupe lui, a étudié le fonctionnement de la machine en automatique afin de générer un programme sous Labview.

2 Description machine

(cf. annexe 1)

La maquette fournie par le CNAM a pour but de convoier des boîtes, de les remplir de granulés et ensuite de les fermer par un couvercle. Pour ce faire plusieurs postes de travail ont été installés sur un convoyeur en profilé aluminium.

Zone Entrée :

Le 1^{er} poste permet à l'opérateur de déposer des couvercles et des boîtes sur les palettes libres.

Zone Accumulation Remplissage :

Le 2nd poste bloque par l'intermédiaire de butée pneumatique, la palette placée en cet endroit, afin de ne pas encombrer le poste de remplissage.

Zone Remplissage :

Le 3^{ème} poste est équipé d'une trémie qui pèse les granulés en continu et décharge une quantité définie dans une boîte située à sa verticale, lorsque l'on ouvre la vanne de "remplissage boîte".

Zone Accumulation Capsulage :

Le 4^{ème} poste comme le 2nd permet de bloquer les palettes pour ne pas encombrer le poste capsulage

Zone Capsulage :

Le 5^{ème} poste est équipé de 2 vérins pneumatiques (axe horizontal / axe vertical) permettant la préemption de couvercles par le biais d'une ventouse à dépression et la pose de ces mêmes couvercles sur les boîtes.

Zone Sortie :

Le 6^{ème} poste permet à l'opérateur de récupérer les boîtes remplies de granulés et fermées par un couvercle.

Plusieurs parties constituent cette maquette :

Partie mécanique

Partie opérative

Partie commande

2.1 Partie mécanique : Le convoyeur

Le bâti de la machine est constitué de profilés aluminium, qui rendent la maquette très modulaire. Il deviendra donc très simple ensuite de rajouter d'autres éléments tels que : étiquetage, contrôle qualité, déchargement en magasin des boîtes.

Les profilés aluminium sont utilisés dans cette application pour soutenir un convoyeur (transfert libre à palette). Ce type de convoyage est basé sur le déplacement de plateaux, assuré par une chaîne à patin en acétal. Afin de réaliser différentes opérations automatisées, des butées sont utilisées pour bloquer les palettes transportant les boîtes. Les plateaux posés librement sur une chaîne à patins circulent sur 2 rives parallèles. Ces derniers sont entièrement guidés tout au long de leur circulation.

2.2 Partie opérative : *Les Entrées TOR* *L'Entrée analogique* *Les Sorties TOR*

2.2.1 Les Entrées TOR

(cf. Annexe 2)

L'emploi des détecteurs et automates programmables s'impose dans tous les process automatisés. Les détecteurs signalent des positions finales, des niveaux, ils peuvent servir de générateurs d'impulsions Sur le système de remplissage et de capsulage de boîtes, plusieurs familles de détecteurs ont été utilisés. Nous dénombrerons 2 grandes familles : *Les détecteurs photoélectriques*
Les détecteurs de proximité

2.2.1.1 Les détecteurs photoélectriques

Les détecteurs photoélectriques fonctionnent en émettant un faisceau de lumière qui est détecté par un photo détecteur. La détection se produit lorsque le faisceau est interrompu.
Le récepteur exploite l'émission reçue en le convertissant en signal de commutation.
La longueur d'onde de la lumière émise est particulièrement importante.
La plupart des cellules photo électroniques travaillent en lumière modulée dans le spectre de l'infrarouge, ce qui présente plusieurs avantages :
La lumière ambiante visible (éclairage) n'influe pas sur le fonctionnement de la cellule.
La lumière infrarouge est capable de traverser facilement la poussière , la vapeur ..
Grâce à la synchronisation de l'émetteur et du récepteur ,une excellente immunité aux parasites est assurée.
Les détecteurs photoélectriques utilisent différents types de détection (seuls les systèmes de détection utilisés sur la maquette seront mentionnés). Chaque type de détection offre des avantages particuliers :

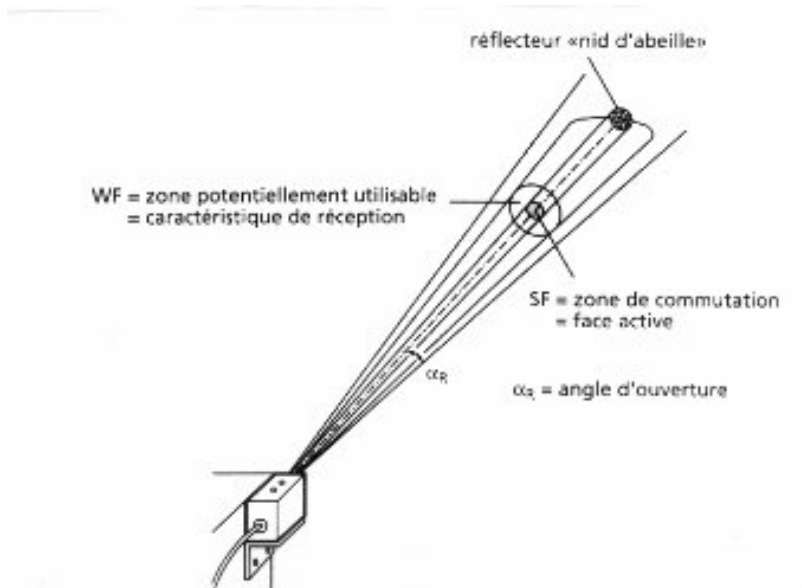
Système réflexe :

C04 / PRESENCE BOITE POSTE REMPLISSAGE

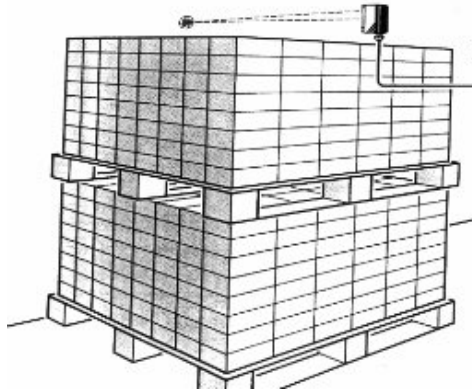
L'émetteur et le récepteur sont montés dans le même boîtier et le faisceau émis est renvoyé par le réflecteur.

Avantages :

- Câblage d'un seul côté
- Facilité d'alignement
- Grande portée



Exemple d'application :



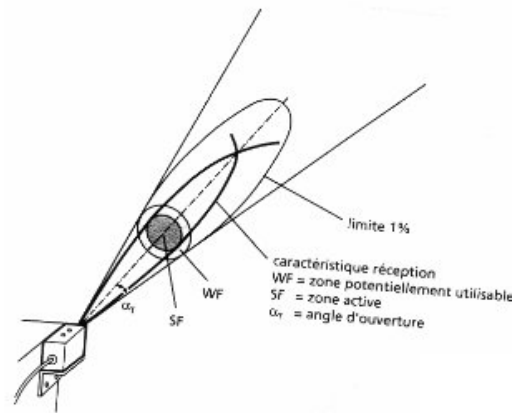
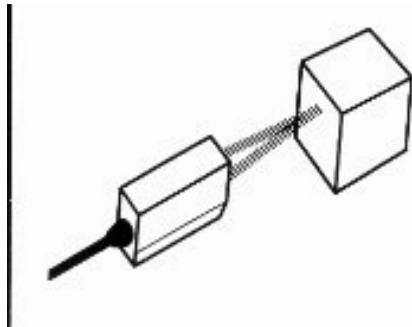
Système de réflexion directe :

C08 / PRESENCE BOITE POSTE ENCAPSULAGE

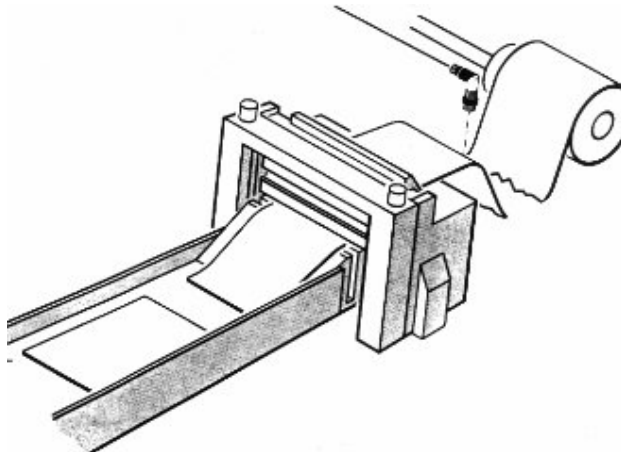
L'émetteur et le récepteur sont dans le même boîtier et le faisceau émis est rediffusé vers le récepteur par la cible. La lumière rediffusée étant faible, l'environnement ne doit pas être pollué et la portée doit être courte.

Avantages :

- Câblage d'un seul côté
- Aucun réflecteur n'est nécessaire



Exemple d'application :



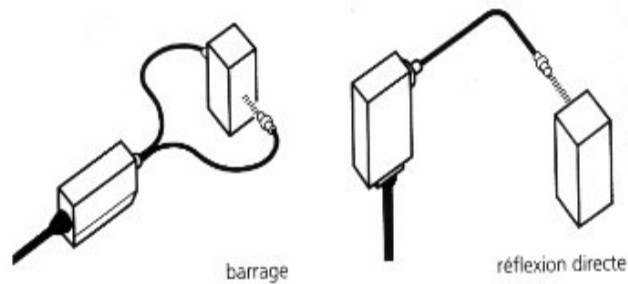
Système fibre optique :

C07 / PRESENCE CAPSULE POSTE ENCAPSULAGE

Les détecteurs à fibres optiques utilisent des fibres optiques pour détection barrage ou pour détection directe. Ces fibres permettent la détection dans des espaces confinés et permettent de détecter des cibles de petite taille.

Avantages :

- Raccordement à l'amplificateur
- Fibre haute température
- Bonne tenue aux produits chimiques
- Faible encombrement
- Détection fiable de petits objets



Les détecteurs de proximité : inductifs, à commande magnétique

Détecteurs inductifs :

C02 / PRESENCE PALETTE ACCU. ZONE REMPLISSAGE

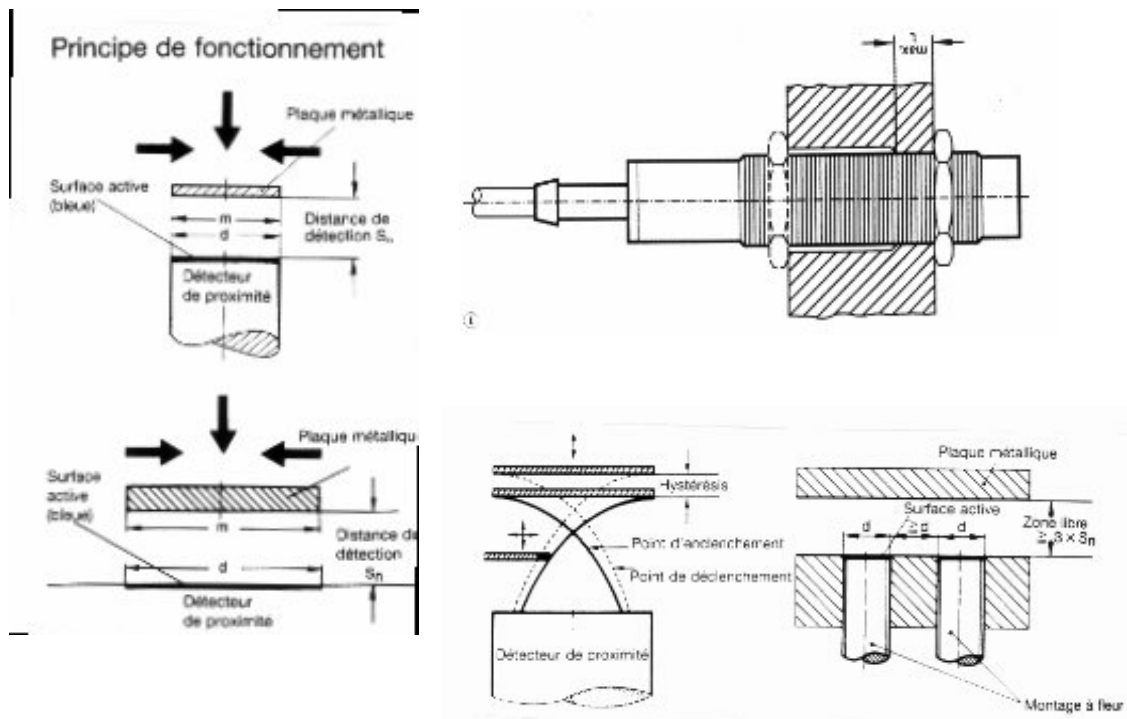
C03 / PRESENCE PALETTE POSTE REMPLISSAGE

C05 / PRESENCE PALETTE ACCU. ZONE CAPSULAGE

C06 / PRESENCE PALETTE POSTE CAPSULAGE

C16 / SATURATION ZONE DECHARGEMENT

Les détecteurs de proximité détectent sans contact tous les métaux. Les détecteurs de proximité fonctionnent sans entretien. Lorsqu'un objet métallique s'approche de la surface active du capteur, celui-ci délivre dans les limites de la distance de détection indiquée un signal électrique. Un fonctionnement fiable du capteur n'est assuré que si les 2/3 de sa surface active sont couverts par l'objet.



Détecteurs de proximité à commande magnétique :

C09 / VERIN INDEXEUR RENTRE

C10 / VERIN INDEXEUR SORTI

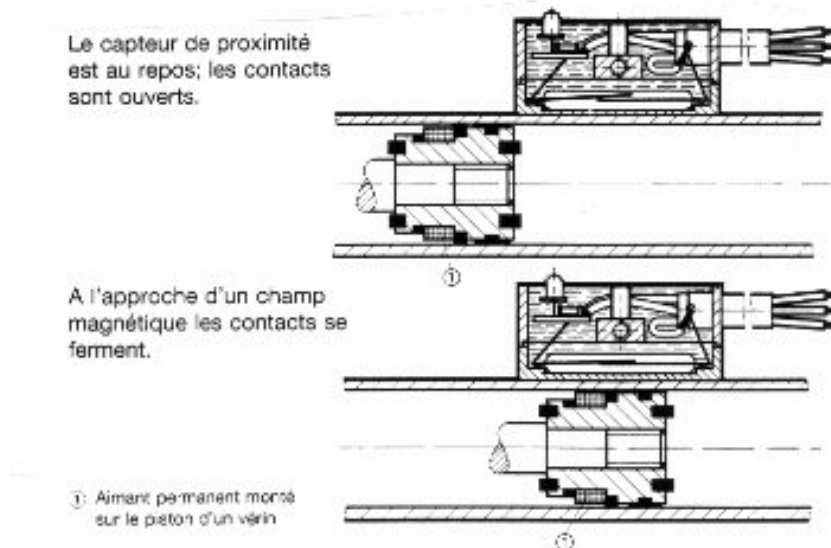
C11 / VERIN AXE X RENTRE

C12 / VERIN AXE X SORTI

C13 / VERIN AXE Z RENTRE

C14 / VERIN AXE Z SORTI

Généralement, le détecteur est constitué d'un relais Reed noyé, qui à l'approche d'un champ magnétique (aimant permanent sur le piston du vérin) se ferme et délivre un signal électrique



2.2.2. L'Entrée Analogique :

L'entrée analogique a pour fonction de mesurer le poids de granulé dans la trémie.

Pour ce faire 2 pesons ou jauges de contrainte ont été utilisés. Les jauges de contraintes font partie des capteurs résistifs, qui sous l'action d'une force entraîne une variation de résistance proportionnelle à celle-ci. Pour palier aux phénomènes pouvant modifier la mesure, les capteurs résistifs sont utilisés en montage 4 fils (pont de Wheatstone).

Dans le cas présent les 2 ponts de jauges sont reliés via une carte d'interface à un conditionneur /afficheur. Celui-ci transforme non seulement le signal d'entrée (ponts de jauge) vers l'afficheur, mais il le retransmet aussi sur le module d'entrée analogique FP-AI-100 de National Instrument en signal 4-20mA.

2.2.3 Les sorties TOR

(cf. annexe 3)

Plusieurs types d'actionneurs peuvent être utilisés par le concepteur de machines : électriques, pneumatiques, hydrauliques mécaniques...

Sur la machine de remplissage / capsulage de boîtes, 2 familles d'actionneurs ont été utilisées :

- Electrique
- pneumatique

Les sorties TOR électriques :

KA04 / ALTIVAR 08 / Moteur de transfert M01

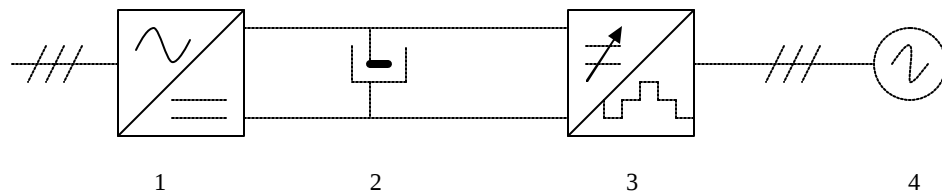
Afin de mouvoir le tapis de transfert, le concepteur a utilisé un moteur électrique triphasé M01.

Celui-ci est commandé par un convertisseur de fréquence Altivar 08 ,qui lui est commandé par un contacteur KA04.

Le convertisseur de fréquence a pour objet de faire varier la vitesse d'un moteur en fonction d'une valeur de consigne. Plusieurs types de convertisseurs sont disponible actuellement sur le marché. Les convertisseurs MLI (modulation de Largeur d'Impulsions) restent les plus utilisés.

Principe :

La tension d'alimentation est redressée par un pont redresseur à diodes. La tension continue du circuit intermédiaire est maintenue constante. L'onduleur est utilisé pour réguler l'amplitude et la fréquence de la tension du moteur . La forme des ondes de la tension de sortie est modifiée en modulant la largeur des impulsions, d'où son nom de Modulation à Largeur d'Impulsion .



- 1 : Convertisseur alternatif /continu généralement constitué d'un pont de diodes
- 2 : Filtre constitué par une batterie de condensateurs
- 3 : Convertisseur continu / alternatif à modulation de largeur d'impulsion
- 4 : Moteur triphasé

Les sorties TOR pneumatiques :

PVBAR / BUTEE ACCU. ZONE REMPLISSAGE

PVBPR / BUTEE ZONE REMPLISSAGE

PVBAC / BUTEE ACCU. ZONE CAPSULAGE

PVBPC / BUTEE POSTE CAPSULAGE

PVIND / INDEXEUR POSTE CAPSULAGE

PVAXX / AXE X CAPSULAGE

PVAXZ / AXE Z CAPSULAGE

VDC / DEPRESSION CAPSULAGE

PVDOS / VANNE DOSAGE ZONE REMPLISSAGE

L'énergie pneumatique est très utilisée dans l'industrie essentiellement pour la commande de mouvements linéaires, ou encore dans des zones explosives.

On peut distinguer 3 groupes d'appareillage pneumatique distincts sur la machine de remplissage / capsulage de boîtes :

- Le réseau de distribution
- Les pré-actionneurs (distributeurs)
- Les actionneurs (vérins – vanne)

Le réseau de distribution :

Le Filtre :

L'eau de condensation, l'encrassement ou un excès d'huile peuvent provoquer une usure prématurées des pièces mobiles et des joints, c'est pourquoi il est impératif de filtrer tout air à l'entrée d'un poste de travail.

Le Régulateur :

un niveau de pression constant est un préalable au fonctionnement sans problème d'une installation pneumatique. Afin de garantir un maintien, on raccorde au circuit un régulateur de pression qui maintien en pression constante le réseau quelles que soient les variations en amont.

Vanne de mise en pression progressive :

Elle permet un démarrage progressif après tout sectionnement.

Les pré-actionneurs (distributeurs) :

Dans les installations automatisées où la partie commande est électrique et la partie puissance pneumatique, les pré-actionneurs sont appelés électro-distributeurs.

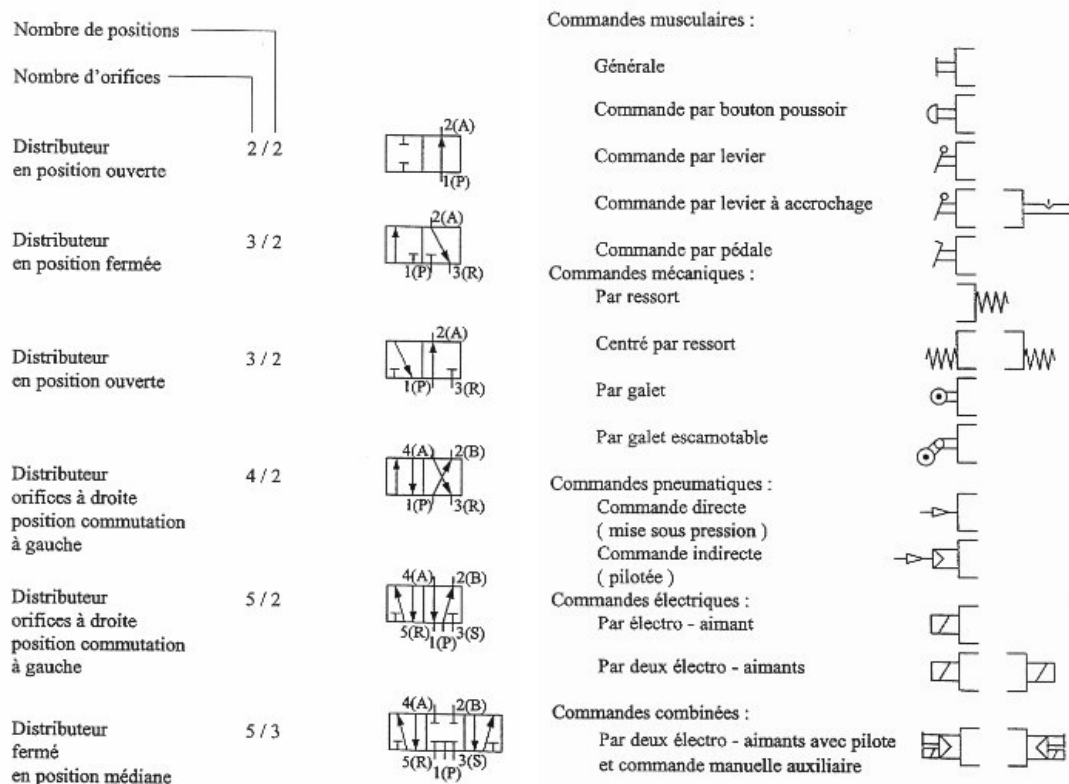
Ils permettent d'agir sur la trajectoire de l'air, essentiellement dans le but de commander le mouvement des actionneurs (vérins).

Le symbole qui les représente indique :

- Le nombre d'orifices
- Le nombre de positions de commutation
- Le mode commande

Les orifices des électro-distributeurs peuvent être classés en 3 familles :

- L'orifice d'alimentation servant à fournir de l'air
- Les orifices d'utilisation sur lesquels viennent se raccorder les actionneurs
- Les orifices d'échappement servant à la mise à l'air libre



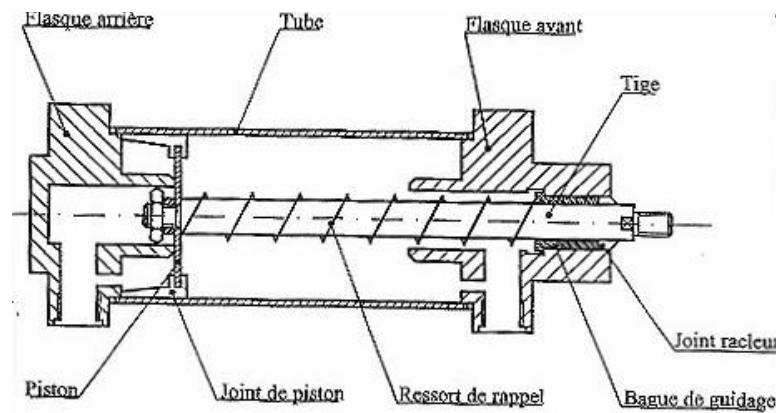
Les actionneurs (vérins) :

Les actionneurs pneumatiques servent à transformer une énergie pneumatique en un travail mécanique. Il existe 2 groupe de vérins, selon que leur mouvement est rectiligne ou rotatif.

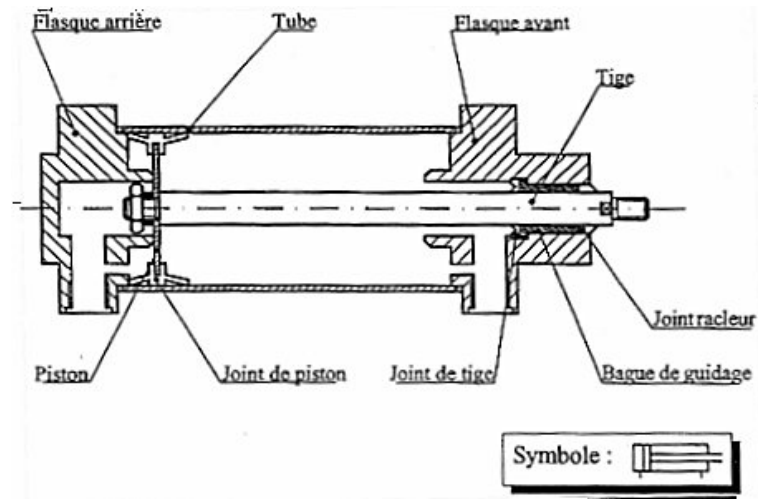
Vérins rectilignes / linéaires :

- vérins à simple effet : BAR / BPR / BAC / BPC
Les vérins simple effet sont mus dans un sens par de l'air et dans l'autre par un ressort de rappel
- vérins double effet : VIND / VAXX / VAXZ
Les vérins double effet sont mus dans les deux sens par de l'air

Vérin simple effet



Vérin double effet



3 Interface Homme/Machine

(cf. annexe 4)

Pour dialoguer avec la maquette de remplissage/fermeture de boîtes, l'opérateur a plusieurs solutions :

- Le pupitre de commande
- Le système de supervision développé sous Labview

Le pupitre de commande :

(cf. annexe 5)

Le pupitre fait office dans notre application d'armoire de jonction et de pupitre de commande.

Dans celui-ci toutes les parties puissance et commande y sont raccordées. C'est donc pour cela que l'on pourra y rencontrer :

- des éléments de protection (fusibles, disjoncteurs...)
- des contacteurs
- un relais de sécurité
- une interface réseau et des cartes d'entrées / sorties
- les borniers de jonction
- et en façade des boutons poussoirs, un AU, des commutateurs, un afficheur..

En façade :

AU01	: bouton coup de poing /	arrêt d'urgence	METOR01/E04
Rea01	: commutateur /	réarmement	METOR01/inhibeE04
S01	: commutateur /	auto/manu	METOR01/E00
S02	: bouton poussoir /	départ cycle	METOR01/E01
S03	: bouton poussoir /	arrêt cycle	METOR01/E02
S04	: bouton poussoir /	initialisation	METOR01/E03
S05	: bouton poussoir /	marche :arrêt transfert	METOR01/E06
S06	: bouton poussoir /	cde butée accu. zone remplissage	METOR01/E07
S07	: bouton poussoir /	cde butée poste remplissage	METOR01/E08
S08	: bouton poussoir /	cde vanne de dosage	METOR01/E09
S09	: bouton poussoir /	cde butée accu. zone capsulage	METOR01/E010
S10	: bouton poussoir /	cde butée poste capsulage	METOR01/E011
S11	: bouton poussoir /	cde indexeur poste capsulage	METOR01/E012
S12	: bouton poussoir /	cde vérin axe X	METOR01/E013
S13	: bouton poussoir /	cde vérin axe Z	METOR01/E014
S14	: bouton poussoir /	cde vide poste capsulage	METOR01/E015
H1	: voyant /	présence tension	
PAX	: afficheur /	mesure poids trémie	

Le système de supervision :

Les entrées / sorties de la machine sont connectées à des modules FIELDPOINT.

Par l'intermédiaire d'un module de communication Ethernet, l'utilisateur peut dialoguer avec les Entrées / sorties via un logiciel de traitement des signaux.

Fiel point propose une solution économique et simple d'emploi pour le contrôle/commande de capteurs et actionneurs. De nombreuses solutions sont disponibles à l'utilisateur par l'emploi de cartes d'E/S TOR, analogiques, numériques configurables, de comptage, de mesure de température thermocouple

De même, de nombreux modules de communication sont disponibles : RS232, RS485, Field bus, Ethernet.

Le matériel Field point est donc une solution bien adaptée à notre projet, puisque à moindre coût, la solution Field point nous a permis de relier un certain nombre d'E/S, qui pourra être étendu, à un module d'interface de communication connecté au réseau local du laboratoire.

Sur la maquette plusieurs types de matériel ont été installé :

- FP 1600 : module d'interface de communication Ethernet 10/100Mb
- FP-DI-301 : module de 16 entrées TOR fonctionnant sous 24V
- FP-DO-401 : module de 16 sorties TOR fonctionnant sous 5 à 30V
- FP-AI-100 : module de 8 entrées analogiques fonctionnant sous 11 échelles d'entrées différentes +/- 15V, +/- 5V, +/- 1V, 0-15V, 0-5V, 0-1V, +/-20mA, 0-20mA, 4-20mA, 0-30V, +/- 30V

Dans un premier temps, et faute de temps, le système de supervision qui a été conçu ne peut que visualiser l'état des sorties et des commandes envoyées à la machine mais en aucun cas l'état des défauts.

Vu que la machine de remplissage et de capsulage des boites est dotée de modules Field Point, avec les quels on peut communiquer via un câble directement connecté à la sortie ressource commune ou encore via le réseau Ethernet .

Field point :

La communication est possible grâce aux "Sub VI" Field Point :

- FP Open.vi : Ouvre une session de communication avec les modules
- FP Create Tag.vi : Génère une suite de caractères en langage HTML indiquant la présentation du texte qui suit d'une façon particulière.
- FP Advise.vi : Permet de récupérer les données sous la forme d'un tableau et de surveiller le bon déroulement de la communication.
- FP Read.vi : Permet de lire à partir du Tag spécifié par la refnum
- FP Write.vi : Permet d'écrire sur le Tag spécifié par la refnum
- FP Close.vi : Ferme la session de communication

Pour commencer il a fallu, "explorer" et identifier par des adresses individuelles chacun des modules et aussi chaque entrée/sortie. Cela est réalisé par l'explorateur de Field Point.

Labview

Avant toute chose, pour lancer la session de communication, avec l'explorateur Field Point, c'est lui qui fournit le fichier .iak de configuration du serveur.

La programmation s'est faite d'une manière séquentielle, bouclée ; Une fois la session de communication établie (FP Open.vi) qui nous fournit FP refnum et l'erreur éventuelle, le FP Create Tag se charge de la traduction et transmet le FP refnum à FP Advise qui a pour rôle de superviser les modules avec un taux d'actualisation donné (Rate) et fournit les données recueillies sous la forme d'un tableau de booléens. Ce dernier ne peut pas être exploité vu qu'on a besoin des données sur chaque canal (Entrée /sortie Field Point) et non pas sur la globalité du module, c'est pour cela que l'on a créé "CI 01", sub VI qui a pour tâche l'éclatement du tableau de booléens en éléments simples.

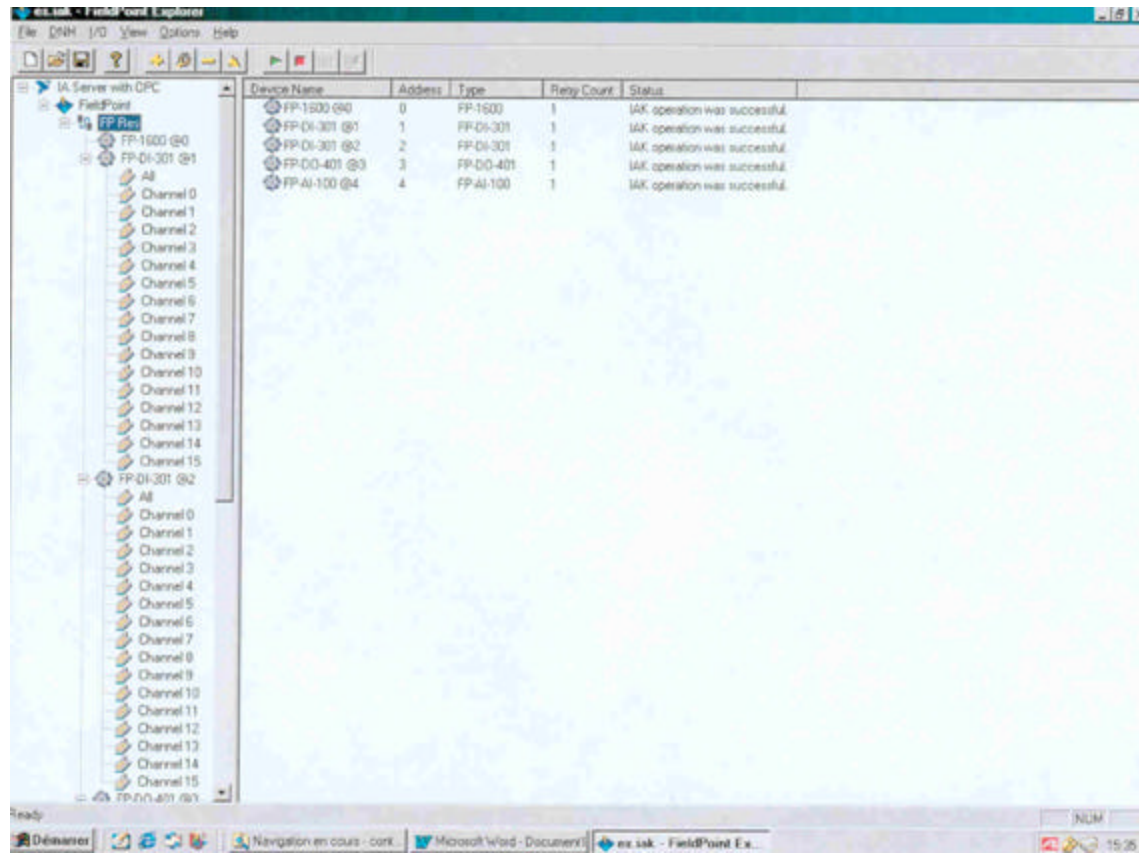
Ces éléments simples étant des booléens, on était obligé d'utiliser des indicateurs de type booléen pour réaliser le synoptique de visualisation permettant la supervision.

C'est alors qu'est apparu le problème des éléments ayant plus que deux états (susceptibles d'avoir des défauts), alors pour y remédier un autre sub Vi, nommé LED3, a été créé et qui permettrait avec une bonne traduction de l'analyse fonctionnelle par des opérateurs, arithmétiques et / ou de logique combinatoire, de satisfaire le besoin formulé précédemment.

Code couleur :

Le synoptique représentant à peu près l'allure générale de la machine, il suffit qu'un élément change du gris au vert pour voir qu'il est en marche et pour les éléments à 3 états c'est le rouge qui indiquera la présence d'une anomalie.

Explorateur Field Point :



Face Avant :

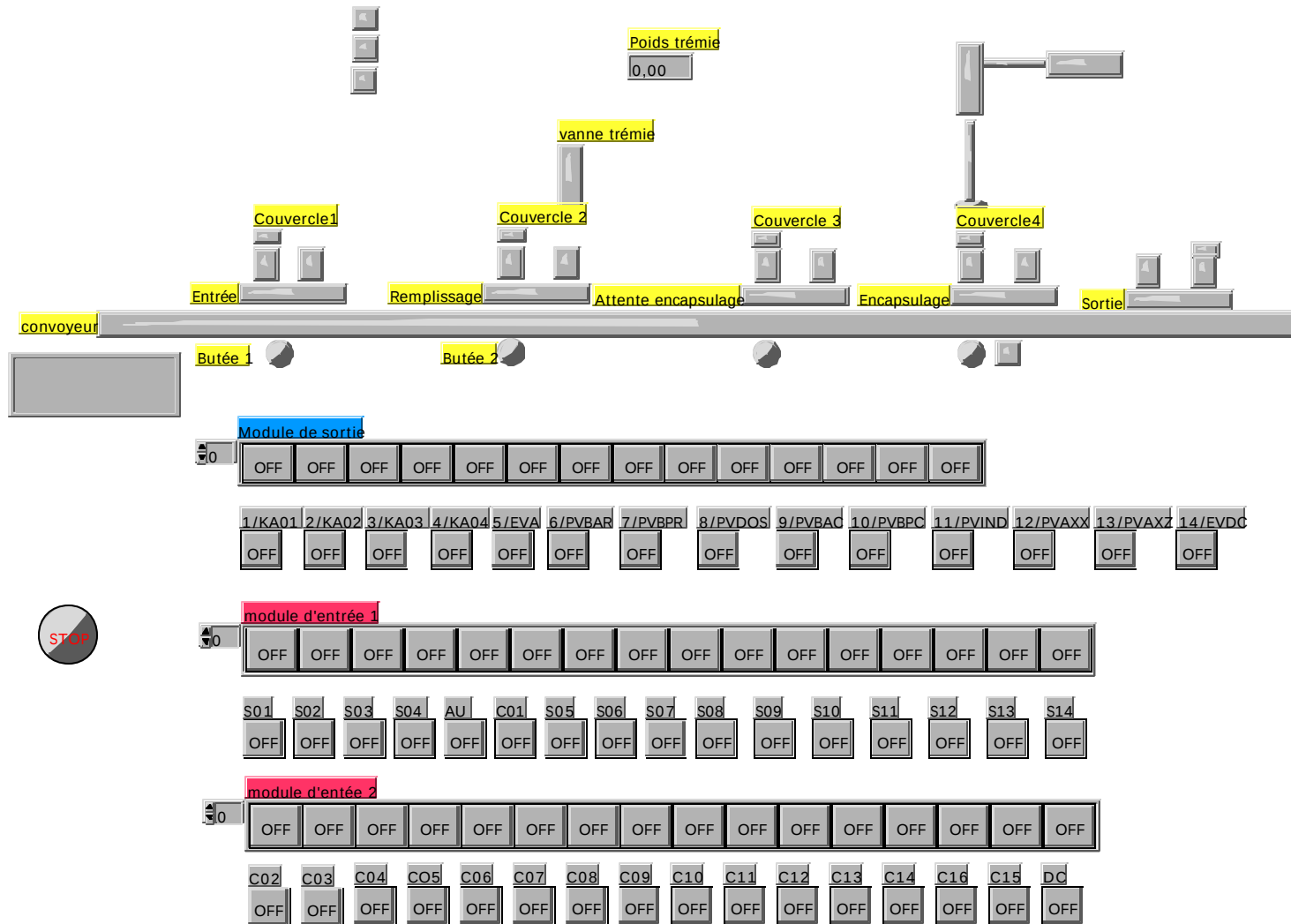
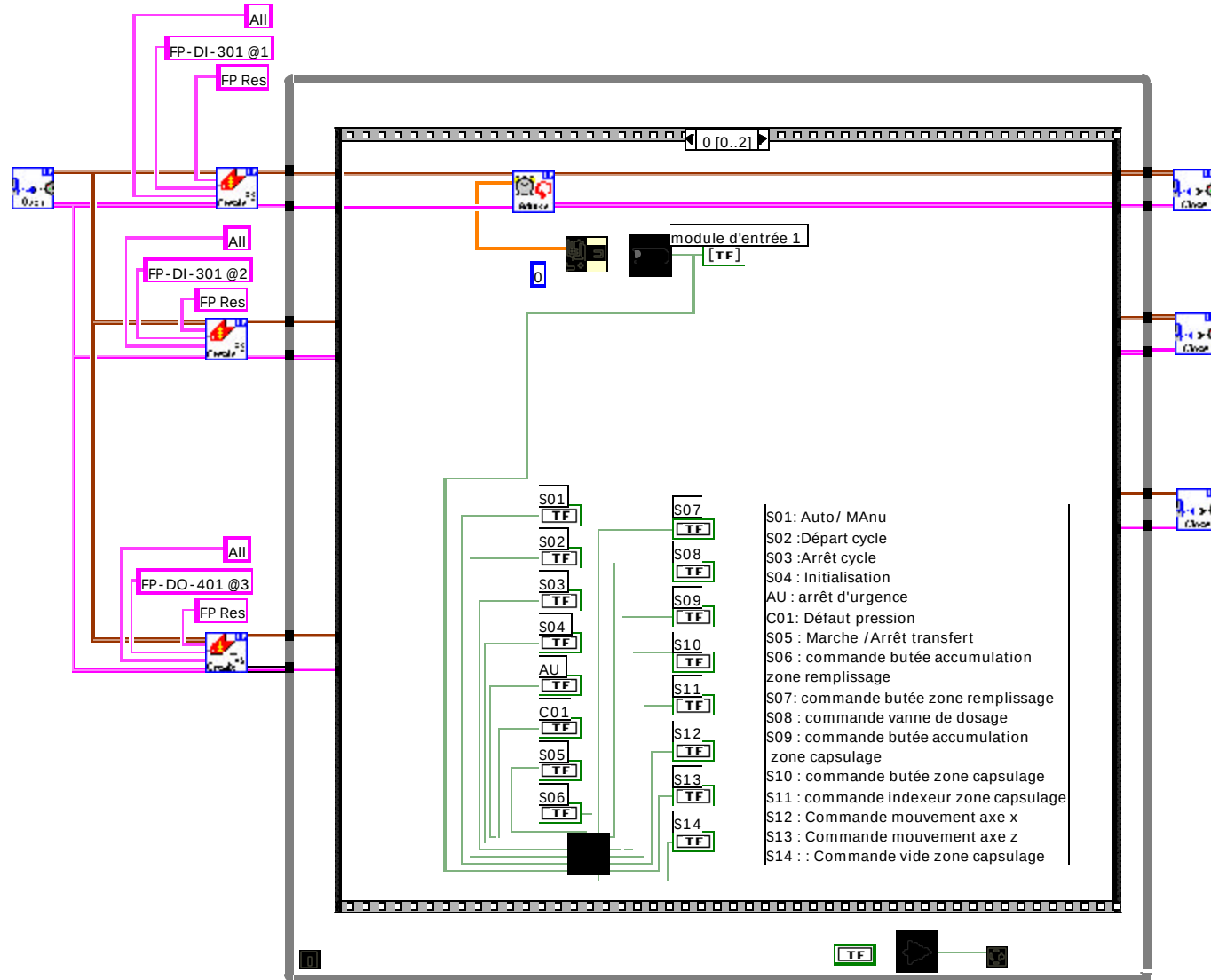
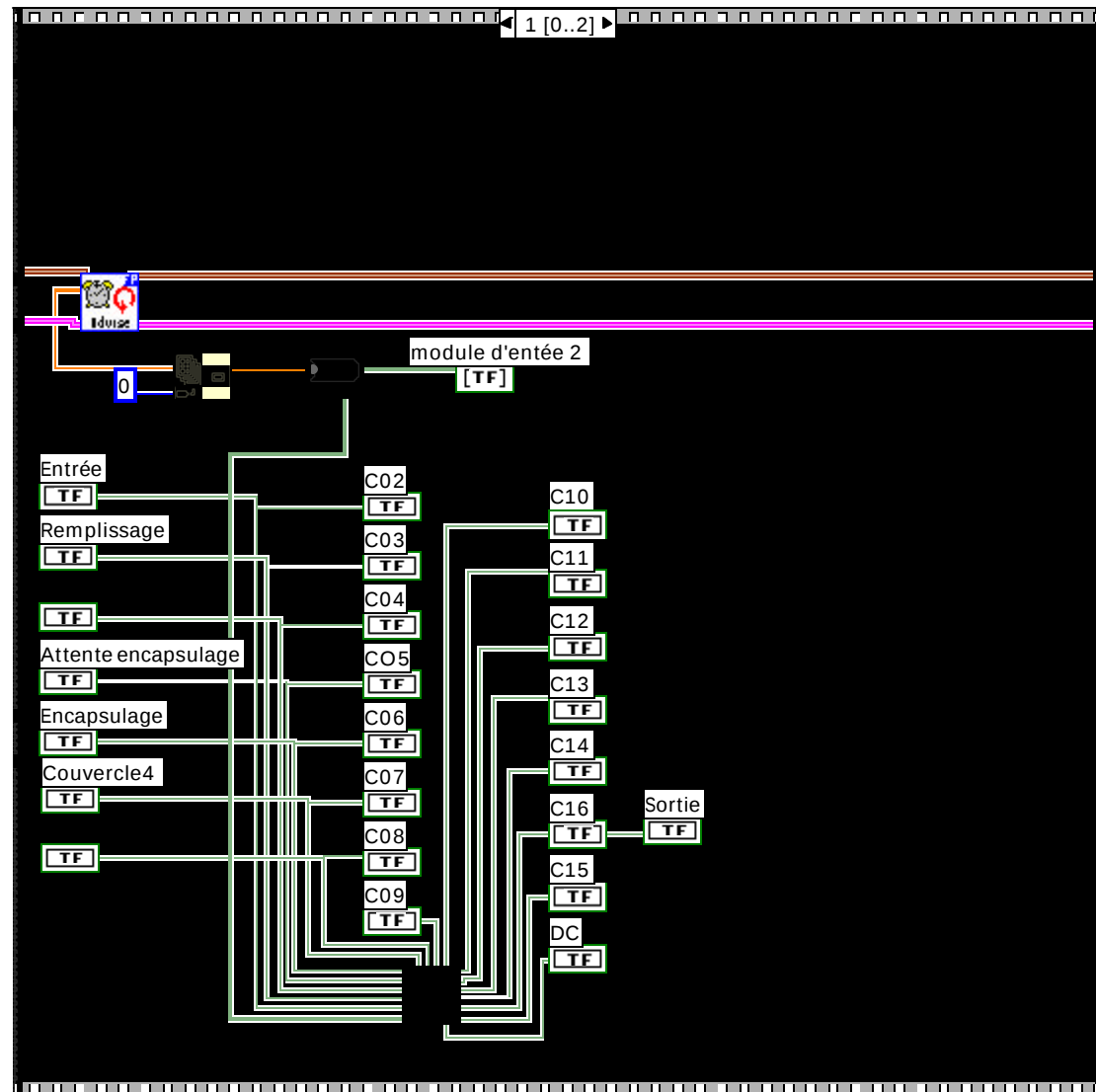
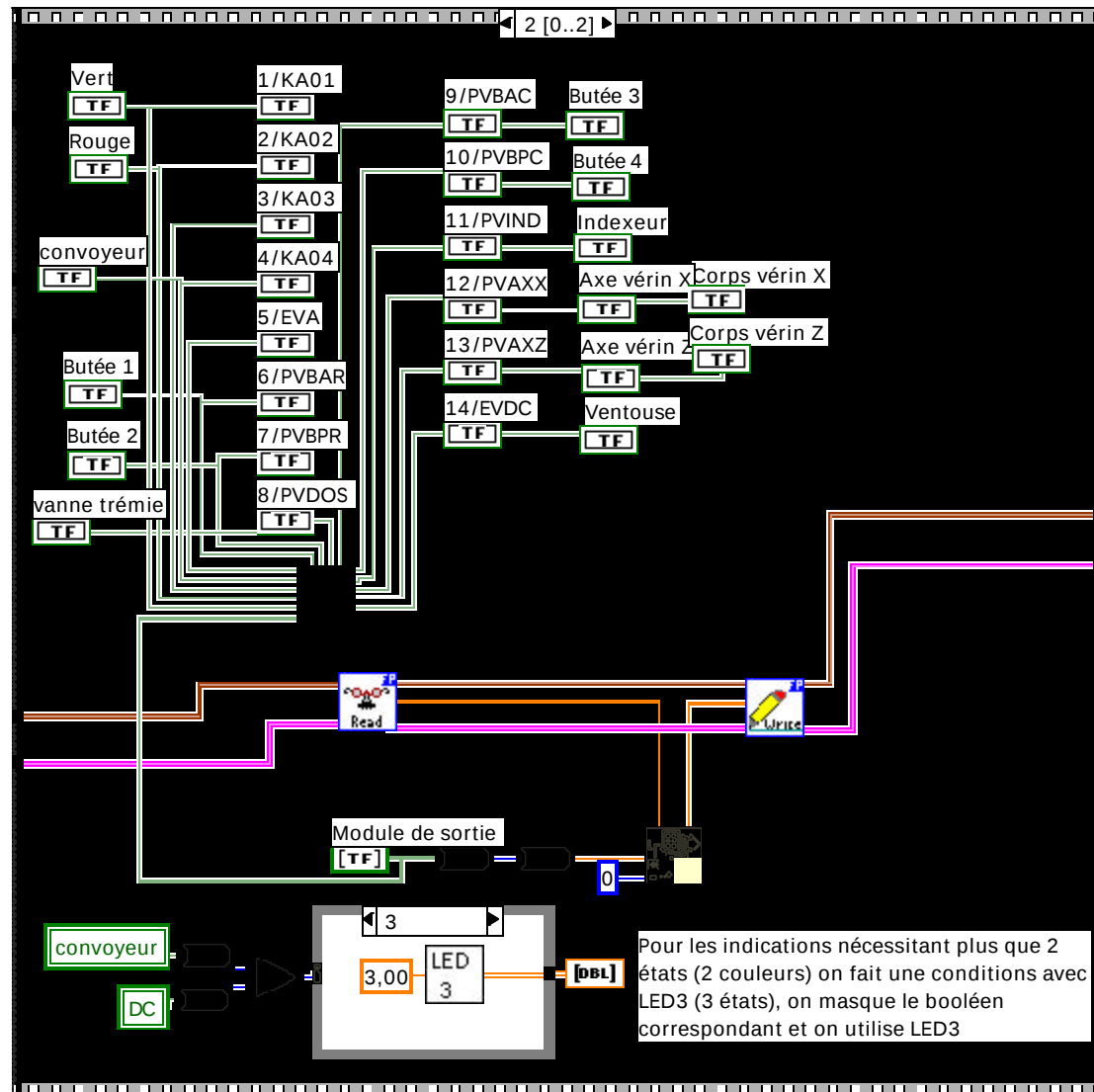


Diagramme :







4 ANALYSE FONCTIONNELLE

4.1 Lexique

AP	Automate Programmable
AL	Alarme
ARU	ARrêt d'Urgence
DF	Défaut
MO	Matière d'Œuvre
PC	Partie Commande
PO	Partie Opérative
ϵ	Enclenchement
δ	Déclenchement

4.2 Introduction

La marche manuelle n'est pas en technologie câblée mais est entièrement gérée par l'AP.
L'opérateur sélectionne le mode manuelle (activation de S01 et autorisation S02), puis il désélectionne ces modes (activation S01) lorsque la PO est en position initiale. Enfin il sélectionne le mode automatique (activation S01 puis S02).

4.3 Liste entrées / sorties

Entrées tout ou rien

ADRESSE	REPERE	D ESCRIPTION	REMARQUES
I1.00	E11	Commutateur Auto / manu	Pupitre
I1.01	E12	Bouton poussoir départ cycle	Pupitre
I1.02	E13	Bouton poussoir arrêt cycle (NF)	Pupitre
I1.03	E14	Bouton poussoir d'acquiescement (initialisation)	Pupitre
I1.04	E15	Coup de poing arrêt d'urgence	Pupitre
I1.05	E16	Défaut pression	
I1.06	E17	Bouton poussoir marche / arrêt transfert	Pupitre
I1.07	E18	Bouton poussoir commande butée accumulation zone remplissage	Pupitre
I1.08	E19	Bouton poussoir commande butée poste remplissage	Pupitre
I1.09	E110	Bouton poussoir commande vanne de dosage	Pupitre
I1.10	E111	Bouton poussoir commande butée accumulation zone capsulage	Pupitre
I1.11	E112	Bouton poussoir commande butée poste capsulage	Pupitre
I1.12	E113	Bouton poussoir commande indexeur poste capsulage	Pupitre
I1.13	E114	Bouton poussoir commande mouvement axe X	Pupitre
I1.14	E115	Bouton poussoir commande mouvement axe Z	Pupitre
I1.15	E116	Bouton poussoir commande vide poste capsulage	Pupitre

ADRESSE	REPERE	D ESCRIPTION	REMARQUES
I2.00	E21	Présence palette accumulation zone remplissage	Inductif
I2.01	E22	Présence palette poste remplissage	Inductif
I2.02	E23	Présence boîte poste remplissage	Optique
I2.03	E24	Présence palette accumulation poste capsulage	Inductif
I2.04	E25	Présence palette poste capsulage	Inductif
I2.05	E26	Présence capsule poste capsulage	Optique
I2.06	E27	Présence boîte poste capsulage	Optique
I2.07	E28	Vérin indexeur rentré	Inductif
I2.08	E29	Vérin indexeur sorti	Inductif
I2.09	E210	Vérin axe X rentré	
I2.10	E211	Vérin axe X sorti	
I2.11	E212	Vérin axe Z en haut	
I2.12	E213	Vérin axe Z en bas	
I2.13	E214	Saturation zone déchargement	Inductif
I2.14	E215	Présence vide	
I2.15	E216	Défaut / marche convoyeur	Variateur

Entrées analogiques

ADRESSE	REPERE	D ESCRIPTION	REMARQUES
IA1.00	PAX	Mesure du poids de la trémie	
IA1.01		Libre	
IA1.02		Libre	
IA1.03		Libre	
IA1.04		Libre	
IA1.05		Libre	
IA1.06		Libre	
IA1.07		Libre	

Sorties tout ou rien

ADRESSE	REPERE	D ESCRIPTION	REMARQUES
O1.00	S1	Voyant marche	Vert
O1.01	S2	Voyant défaut	Rouge
O1.02	S3	Voyant auto/manu	Orange
O1.03	S4	Marche transfert	Moteur
O1.04	S5	Mise sous pression	Electrovanne
O1.05	S6	Rentrée butée accumulation zone remplissage	Pneumatique
O1.06	S7	Rentrée butée zone remplissage	Pneumatique
O1.07	S8	Ouverture vanne de dosage	Pneumatique
O1.08	S9	Rentrée butée accumulation zone capsulage	Pneumatique
O1.09	S10	Rentrée butée zone capsulage	Pneumatique
O1.10	S11	Rentrée / sortie vérin indexeur	Pneumatique
O1.11	S12	Rentrée / sortie vérin axe X	Pneumatique
O1.12	S13	Montée / descente vérin axe Z	Pneumatique
O1.13	S14	Mise en dépression venturi	Pneumatique
O1.14		Libre	
O1.15		Libre	

4.4 DEFINITION DES MODES DE MARCHE

Mode manuel

En mode manuel les équipements sont pilotés par l'opérateur à l'aide du pupitre de commande. Afin d'éviter tout problème grave sur le personnel ou sur le matériel, le système de contrôle commande ne gère qu'un nombre restreint de sécurités dites « sécurités primaires ».

Le procédé est en mode manuel lorsque le commutateur auto / manu S01 du pupitre est sur position « manuel ».

Mode automatique

Le mode automatique comprend deux phases de fonctionnement : la phase d'initialisation et la phase de production.

La phase d'initialisation est lancée par l'opérateur et permet au système de contrôle commande de localiser les palettes sur le convoyeur. Le commutateur doit être sur position automatique et l'initialisation est démarrée par le pupitre sur l'écran de supervision. L'équation est la suivante :

Initialisation = /S01./Production.Commande d'initialisation

Une fois que l'initialisation est terminée (toutes les palettes présentes sur le convoyeur sont à l'arrêt à leur poste), l'opérateur demande un départ cycle sur le pupitre et **la phase de production** commence. Dans ce cas, la commande d'initialisation est automatiquement remise à zéro. La phase de production est remise à zéro si le commutateur auto / manu est mis sur position « manuel » ou si l'opérateur demande un arrêt cycle sur le pupitre. La phase de production est définie de la façon suivante :

$\epsilon(\text{Production}) = /S01.S02$ avec ϵ : enclenchement .
 $\delta(\text{Production}) = S01+/S03$ δ : déclenchement .

4.5 GESTION DES DEFAUTS ET DES ALARMES

Le système fonctionne bien s'il fonctionne en toute sécurité et s'il est disponible.

Les alarmes permettent la sûreté de fonctionnement en donnant au système la qualité de ne pas exposer aux dangers et l'aptitude à faciliter la maintenance corrective et préventive.

Le capteur envoie une information à la PC. La PC envoie un ordre au transducteur qui la transforme en énergie mécanique.

Défauts

Définition

Un défaut est une défaillance qui peut intervenir à n'importe quel moment et à n'importe quel endroit du système et ainsi perturber la production , mettre en danger l'opérateur.

DF1 : Arrêt d'Urgence (ARU)

Lors d'un arrêt d'urgence par l'opérateur ou l'ouverture de porte , la PO s'immobilise immédiatement et les énergies sont libérées.

L'équation de la commande :

$\epsilon(\text{DF1}) = \text{non ARU}$

La programmation du grafset de conduite permet de s'assurer qu'aucune étape ayant une action associée ne soit active à l'état initial : L'état initial est alors assimilé à un état de défaillance. C'est l'opérateur qui par action

Volontaire de reprise , désactive la situation de défaut pour activer la situation de production.

L'équation de la commande :

$$\delta(DF1) = ARU.SO4.$$

DF2 : défaut de pression (CO1) .

Il y a défaut de pression lorsqu'il y a absence ou baisse accidentelle de pression (pompe défaillante, la pression chute dans le circuit).

$$\epsilon(DF2) = CO1.$$

Comme en cas ARU , la sortie de cette situation se fait par l'action simultanée sur l'acquiescement et l'absence de défaut pression.

$$\delta(DF2) = CO1.SO4.$$

DF3 : Défaut convoyeur (C17) .

L'arrêt intempestif du moteur , une action défaut marche convoyeur arrêtent le système.

$$\epsilon(DF3) = / C17.$$

$$\delta(DF3) = C17.SO4.$$

Comme le montre les équations de commande des déclenchements , lorsque le cycle revient en fonctionnement normal après une interruption (après une mise sous tension transfert , un arrêt d'urgence , une marche manuelle , absence pression) , il faut qu'une action ou le cycle ne démarre obligatoirement qu'après une commande volontaire de la part de l'opérateur.

ALARMES

Cette installation comporte des tests s'inscrivant dans un plan de maintenance systématique pour le contrôle de la qualité des informations ou des données . ces tests automatiques consistent à valider une procédure automatique et à déclencher une alarme ou un message si le test réalisé n'est pas conforme .

A la mise sous tension , la production normale ainsi que tous les autres modes sont figés dans leur état initial. L'AP gère aussitôt un certain nombre de tests. Si ces tests sont positifs alors l'opérateur peut disposer du système. Si un ou plusieurs tests sont négatifs , alors le système avertit l'opérateur qui doit remettre le système en état normal avant de pouvoir en disposer pour une production normale. Ceci est valable également en cours de production.

Ainsi , lorsque la zone déchargement est saturée , lorsqu'il y a présence palette , absence boîte poste remplissage, Lorsqu'il y a présence palette ,absence capsule poste capsulage l'alarme doit s'enclencher automatiquement.

Définition.

Le Voyant Rouge représentant l'alarme est allumé dans les cas suivants :

- Arrêt d'urgence ,défaut pression ,défaut marche transfert (AL0).
- Saturation zone déchargement (AL1) .
- Présence palette , absence boîte poste remplissage (AL2) .
- Présence palette , absence capsule ou absence boîte poste capsulage (AL3) .

Equations de commande d'alarmes.

$$AL0 = DF1+DF2+DF3$$

$$AL1 = \text{non } C15 . (C16+C17)$$

$$AL2 = CO3 . \text{non } CO4$$

$$AL3 = CO6 . (CO7 + \text{non } CO8)$$

Equation de sortie.

$$\text{Voyant Rouge (01)} = AL0 + 1 \text{ sec } (AL1+AL2+AL3) .$$

4.6 DESCRIPTION DU FONCTIONNEMENT

Voyants

Voyant marche O0 :

Le voyant marche est vert. Il s'allume lorsque le convoyeur est en marche.

Voyant défaut O1 :

Le voyant de défaut est rouge. Il est en rouge fixe en cas de défaut présent, et en rouge clignotant en cas d'alarme

Voyant auto/manu O2 :

Le voyant auto/manu est orange. Il est éteint en mode manuel, allumé fixe en production et clignotant en phase d'initialisation :

$$O2 = /S01.(Production+1SEC.initialisation)$$

Equation générale de sortie

Chaque actionneur est relié à une sortie tout ou rien. Chaque sortie est commandée à partir d'un modèle d'équation standard :

$$\text{Sortie} = (S01.\text{Bit de commande manu} + /S01.\text{Bit de commande auto} + \text{forçage interne}). \\ /DF1./DF2./DF3./\text{Sécurité primaire}$$

Les bits de commande manuelle et les sécurités primaires sont des variables internes définies pour chaque équipement au chapitre « Fonctionnement en mode manuel ».

Les bits de commande automatique sont des variables internes définies pour chaque équipement au chapitre « Fonctionnement en mode automatique ».

Fonctionnement en mode manuel

4.6.3.1. Présentation

La PO est piloté par l'opérateur à partir du pupitre. L'évolution du système dans ce mode de fonctionnement pouvant engendrer des situations dangereuses, toutes les précautions sont prises.

Labview, logiciel basé sur la recherche fonctionnelle possède une banque de tests en fonction des éléments constitutifs des chaînes élaborées à l'écran. Après construction de la chaîne fonctionnelle du système, le logiciel propose donc des tests ordonnés. Il est donc nécessaire de vérifier par ces modes, la pannes éventuelle et de consulter les mémoires de la machine, le dysfonctionnement pouvant être à priori connu.

Il est également nécessaire de bien vérifier que toutes les conditions d'utilisations sont normales (tension d'alimentation, pression, MO conforme).

Ces modes montrent les conditions d'évolution du système, et par conséquent ce qui peut être à l'origine du blocage du mode automatique. Après l'analyse de la chaîne fonctionnelle du système, les tests par évolution du système permettent d'anticiper les causes possibles d'anomalies, d'où les sécurités primaires.

Les tests les plus probables et les plus simples sont réalisés en premier sur le système :

- l'AP ou les pré-actionneurs sont équipés de LEDs ou de témoins mécaniques, sonores;
- les mouvement des pièces mécaniques sont facilement visibles;
- les systèmes pneumatiques et inductifs sont équipés de voyants.

4.6.3.2. Sécurités primaires

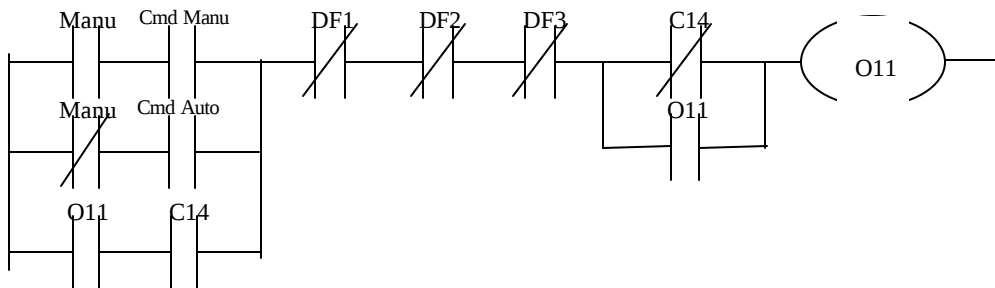
- SP_1 : si le vérin est en bas, son déplacement suivant l'axe X n'est pas possible.
- SP_2 : si le vérin est en bas, interdiction aux butées O8 et O9 de descendre.
- SP_3 : si une des butées O8 ou O9 est en bas, interdiction au vérin de descendre.
- SP_4 : interdiction d'ouvrir la vanne de dosage, si CO4 (présence boîte poste remplissage) n'est pas active ou si la butée poste remplissage O6 n'est pas montée
- SP_5 : interdiction de descendre la butée O6, si la vanne de remplissage est ouverte.

programmation schéma à contacts : (traitement préliminaire)

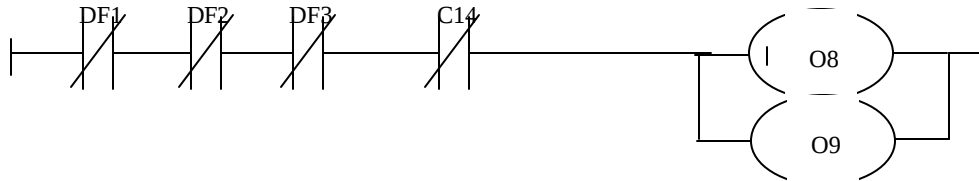
SP_1 : vérin en haut : C13

Verrouillage en entrée = /C13. O11

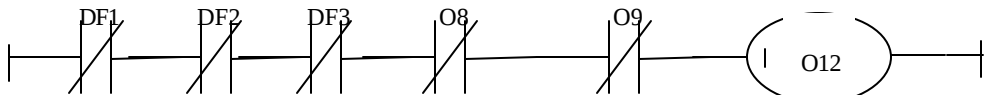
Verrouillage en sortie = /C13. /O11



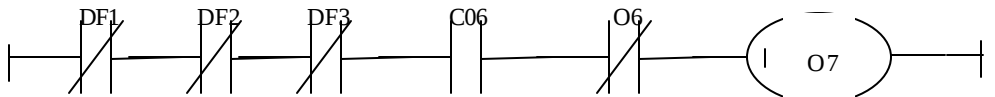
SP_2 :



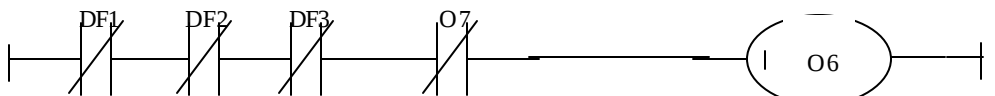
SP_3 :



SP_4 :

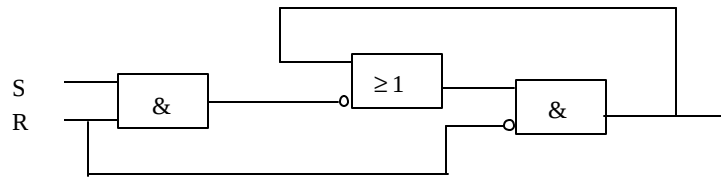


SP_5 :



4.6.3.3 Mode manuel

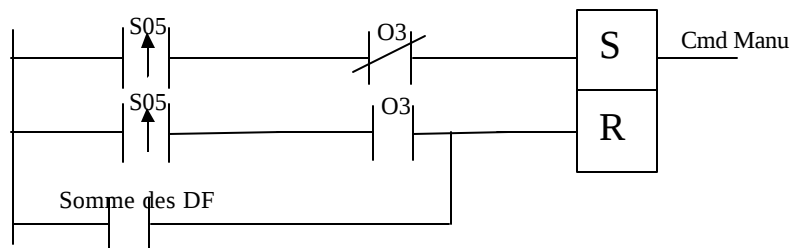
Dans ce mode de fonctionnement, si il y a deux commandes simultanées, un câblage en Set Reset avec priorité Reset est nécessaire pour éviter un conflit susceptible de bloquer le système.



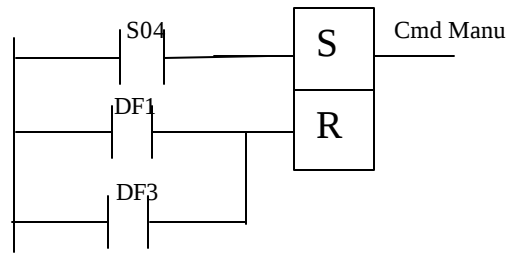
Le circuit séquentiel utilisé est le Set - Reset avec priorité au Reset.

Programmation schéma à contacts :

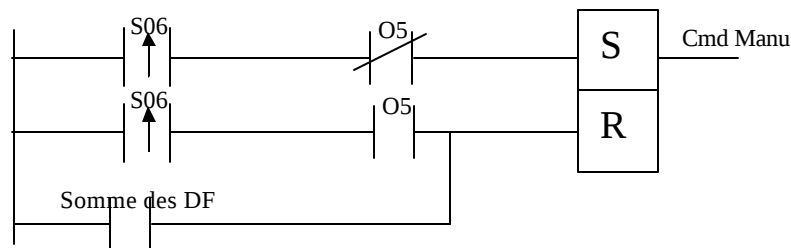
Transfert O3 :



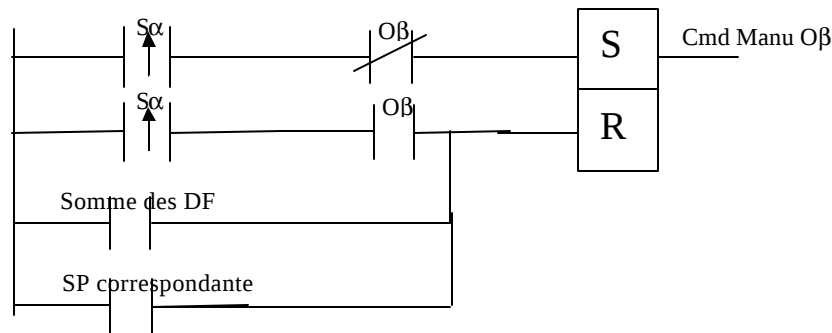
Pression O4 :



Butée accumulation zone remplissage : O5



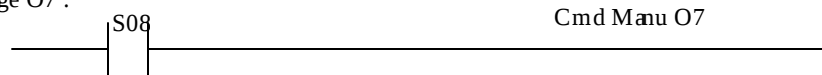
Butées :



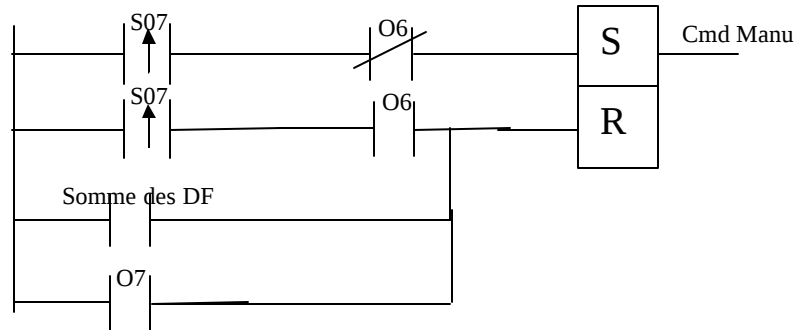
$\alpha = \{06;07;09;10\}$

$\beta = \{5;6;8;9\}$

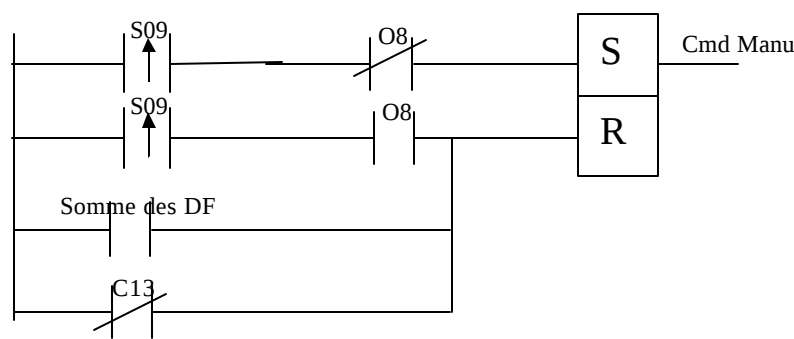
Vanne de dosage O7 :



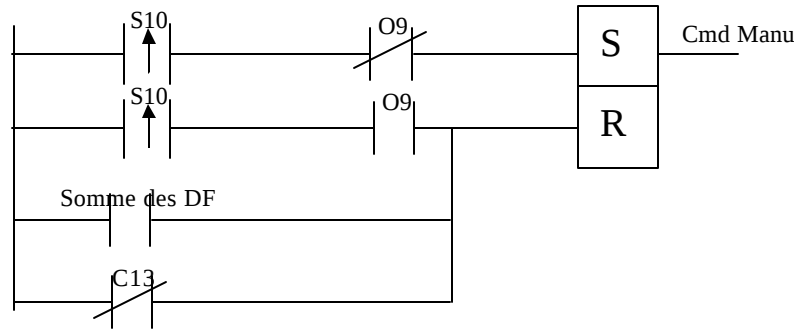
Butée poste remplissage O6 :



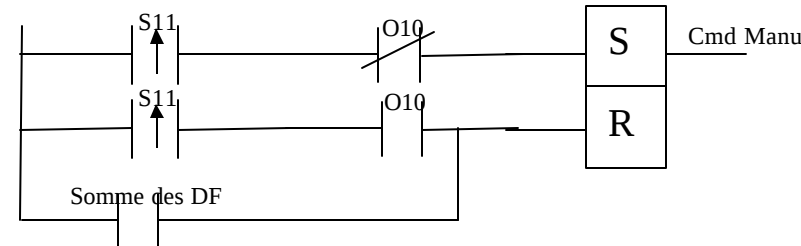
Butée accumulation zone capsulage O8



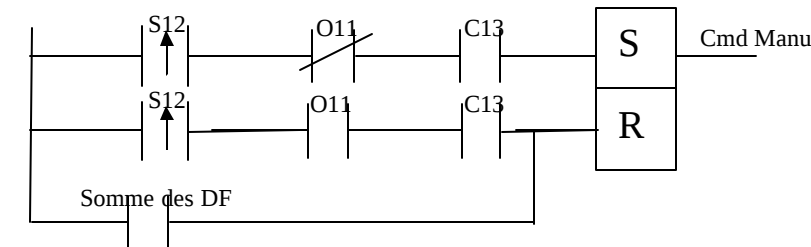
Butée zone capsulage O9 :



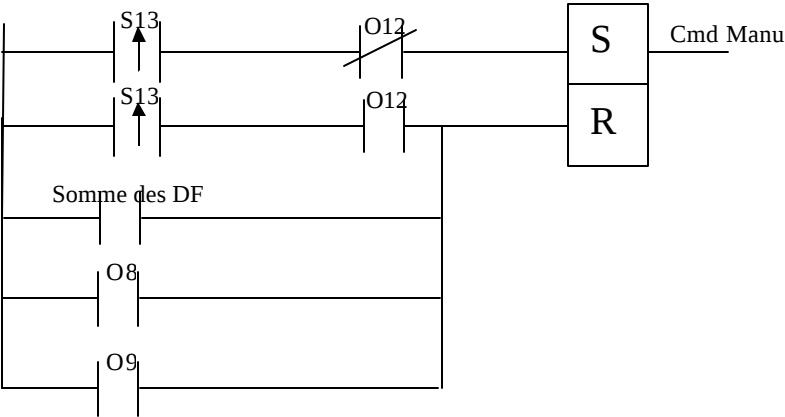
Vérin indexeur O10 :



Vérin axe X : O11



Vérin axe Z : O12

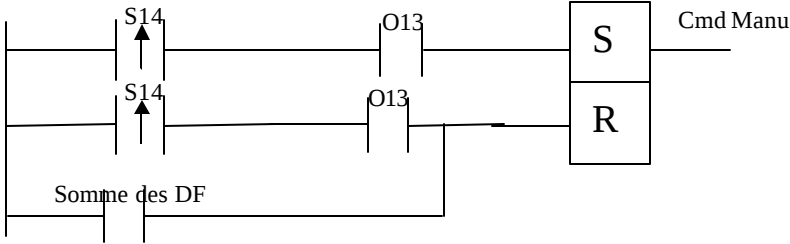


Venturi

capsulage

:

O13



4.6.4 Fonctionnement en mode automatique

Au cours de processus , la MO est gérée par un ensemble de système. Les données de contrôle sont gérées par une PC qui est en dialogue avec l'opérateur ou le pupitre.

Une MO arrive dans un système ; les données de contrôles gèrent les opérations qui la transforment avant son évacuation.

Nous présentons ici ,la méthodologie à appliquer pour mener à bien l'automatisation de la PO (marche cycle, le transfert , le remplissage , lamise sous pression , le capsulage).

Pour préparer la programmation , il nous faut traduire les grafquets et les équations en utilisant la programmation en schémas à contacts.

NB : La fin d'une opération est mémorisée afin d'éviter qu'elle ne se répète inutilement sur une même MO.

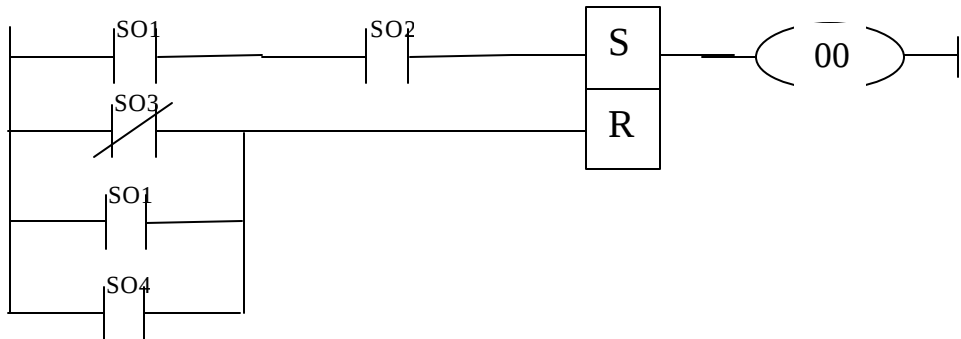
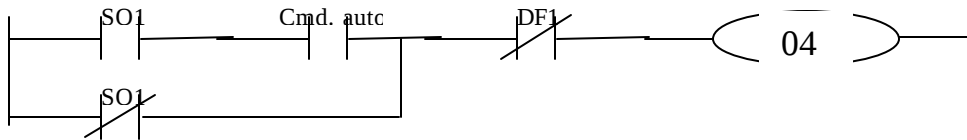
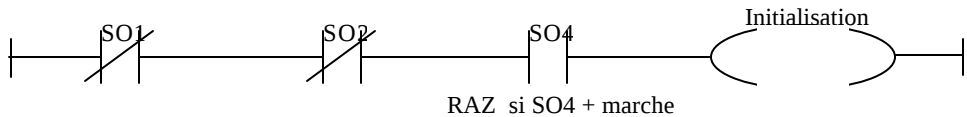
La mémorisation est utilisée en série avec les données de contrôles gérant las opérations du système.

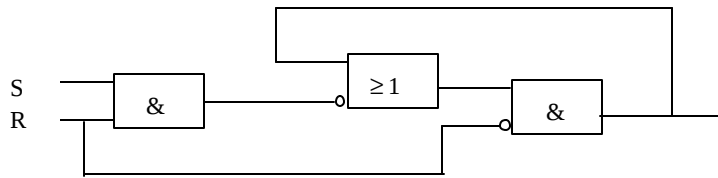
Elle est programmée (bit interne de programmation).

4.6.4.1 Traitement préliminaire.

Programmation schéma à contacts : Initialisation

Zone test	Zone action	Observations
-----------	-------------	--------------





Le circuit séquentiel utilisé est le Set - Reset avec priorité au Reset.

4.6.4.2 Automatisation poste remplissage

Les boîtes se remplissent de granulés dans une trémie. la boîte arrive, se remplit de granulés et quitte le poste de remplissage pour laisser place à la boîte suivante.

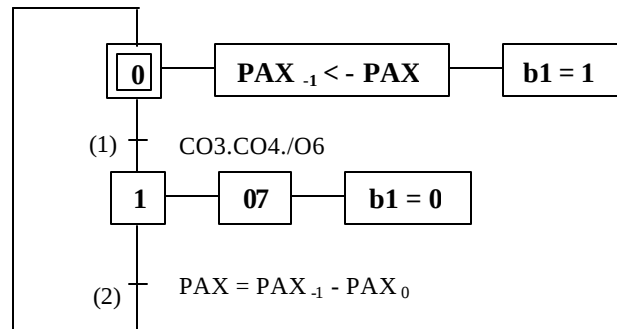
Dans cette étape de fonctionnement il faut repérer si la boîte pleine est effectivement évacuée pour laisser place à une nouvelle vide pour éviter qu'elle soit remplie une nouvelle fois. Les départ de la palette à boîte remplie est mémorisée pour permettre un nouveau remplissage. En effet, avant l'étape de remplissage, il convient de s'assurer que la palette est bien partie et qu'une nouvelle est en poste.

Ceci se fait :

- Par programmation d'une étape ressource (Par grafcet)
- Par programmation de bit interne.

Par grafcet :

lorsque la mesure de la trémie est effectuée, validée et repérée par PAX et que les capteurs inductif et optique respectivement par E22 et E23, simultanément si la butée zone remplissage est sortie, alors il y a ouverture de la vanne de dosage.



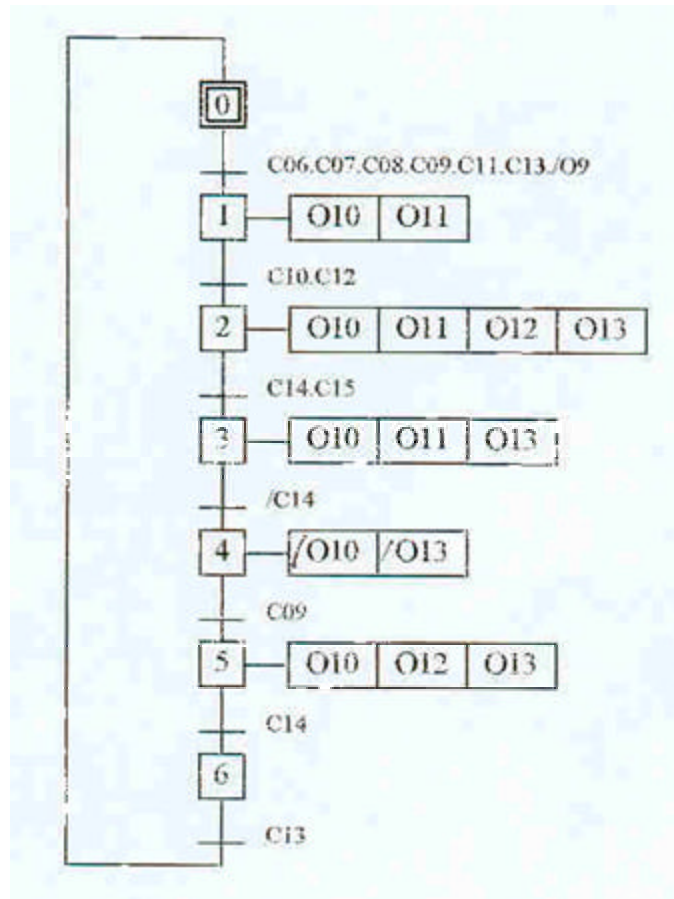
L'étape 0 est une étape ressource. Dès qu'une boîte est remplie sans être évacuée, la transition 1 permet un nouveau cycle de présence palette zone remplissage ainsi que l'activation de l'étape 1. Le remplissage 1 ne s'effectue que si 1 est active, donc si la transition (2) a bien été réalisée.

Par bit interne :

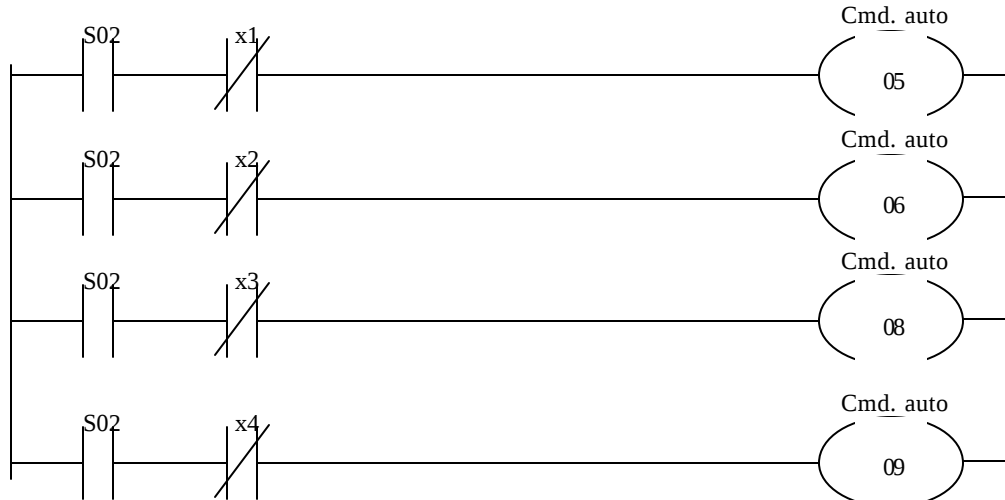
Le grafcet de gestion des palettes gère les départs. Lorsqu'une boîte (palette) arrive au poste remplissage, l'étape 1 est active, la transition b1 est vraie et valide la transition (1) et le remplissage désactive b1 qui interdit le remplissage dans le cycle suivant si la palette (boîte) n'est pas remplacée.

4.6.4.3. Automatisation poste capsulage

Au repos l'axe X rentré et L'axe Z en haut, la présence boîte poste capsulage provoque successivement le positionnement avec précision de la palette par l'indexeur, la sortie de l'axe X, la descente de l'axe Z, la présence vide (aspiration du couvercle) , la montée de l'axe Z, la rentrée de l'axe X, la descente de l'axe Z (capsulage), suppression du vide, montée de l'axe Z (position initiale du système de vérins), la rentrée de l'indexeur et enfin libération de la palette une fois que la butée est rentrée.



Programmation schéma de contacts (traitement postérieur)
 Actions butées



Equations de commande des butées

$$\varepsilon x_1 = C02 + \text{init} . C03$$

$$\delta x_1 = C03$$

$$\varepsilon x_2 = C03 + \text{init} . C05$$

$$\delta x_2 = C05$$

$$\varepsilon x_3 = C05 + \text{init} . C06$$

$$\delta x_3 = C06$$

$$\varepsilon x_4 = C06 + \text{init} . C16$$

$$\delta x_4 = C16$$

Voyant orange O2

$$O2 = /S01 . (M \text{ arche cycle} + 1\text{sec init.})$$

Voyant vert O0

$$O0 = \text{Marche transfert (O3)}$$

La sortie (O0) doit être mise à 1 pour alimenter en pression la PO. Pour se faire, et si l'arrêt d'urgence (DF1) n'est pas actionné, il suffit d'une action sur le commutateur Auto (S01) pour que le voyant vert soit allumé. De plus, on visualise l'état initial par le voyant orange. Le cycle démarre si la PO est dans l'état initial, si le commutateur est dans la position Auto et le bouton poussoir départ cycle est activé.

5 conclusion

Pour conclure citons les perspectives à venir qui semblent être la suite logique de ce modeste travail :

- Supervision temps réel avec signalisation des défauts
- Gestion des entrées analogiques
- Installation d'autres capteurs et actionneurs : étiqueteuse, évacuation des boites remplies ...