



## **SAE : Automatisation et Supervision de la cellule FESTO**

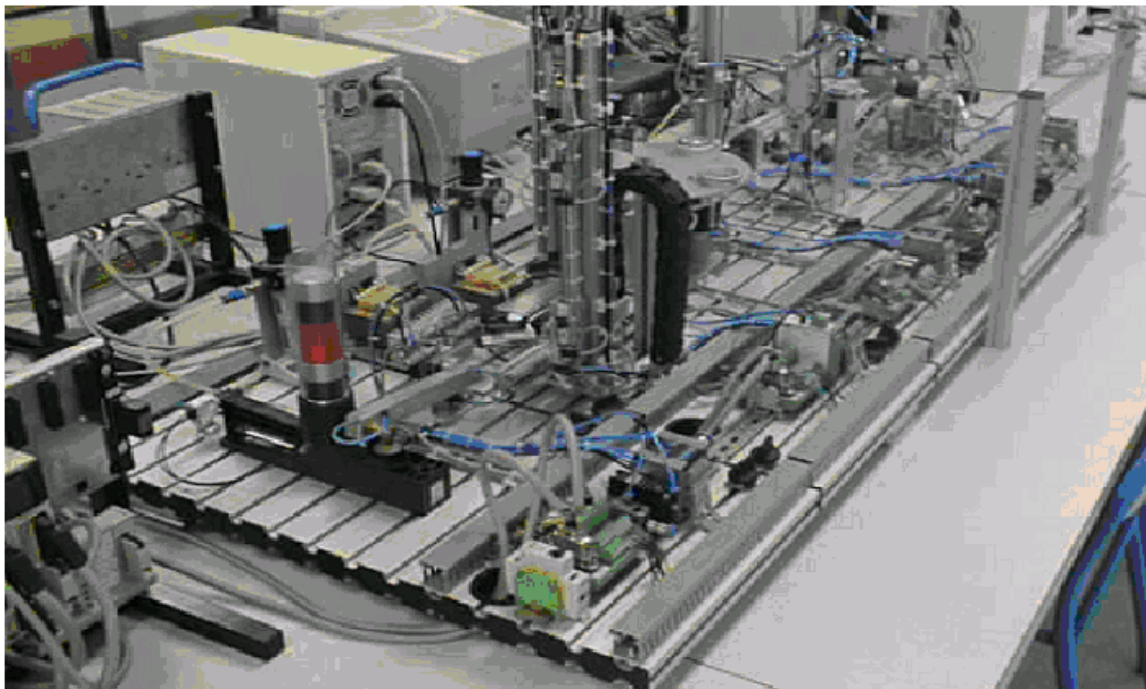
### **I. Objectifs visés**

- Conception et validation d'une démarche d'automatisation industrielle.
- Communication via Ethernet Industriel dans une problématique d'automatisation.
- Apprentissage de l'automatisation distribuée via Ethernet Industriel.
- Supervision d'un automatisme industriel (WinCC Flexible, LabView, Web, C#, Android et Matlab/Simulink).

### **II. Architectures matérielles et réseau**

#### **II.1. Architecture Matérielle : Partie Opérative**

La cellule FESTO est une ligne de production capable de traiter 3 types de pièces (des pièces en plastique noire, des pièces en plastique rouge, et des pièces métalliques). Elle est composée de 5 postes juxtaposés les uns aux autres sans stock intermédiaire. L'opération d'usinage de cette cellule consiste à percer un trou borgne sur une des faces des pièces. Le rôle des différents postes fait l'objet de ce qui suit.



#### **1. Poste de distribution**

Le rôle de ce poste est d'alimenter le système par différentes pièces à usiner. Ces dernières

sont stockées en pile dans un magasin d'entrée de capacité finie. Un éjecteur situé au pied du magasin permet d'envoyer les pièces « une à une » vers l'aire de prise d'un bras de transfert. A l'aide d'une ventouse à dépression et d'un bras rotatif, la pièce saisie est transférée vers le poste de contrôle.

## **2. Poste de contrôle**

Ce poste est composé d'un ascenseur, d'un éjecteur, d'un système d'identification et d'une station de mesure.

Le système d'identification est réalisé à l'aide de différents capteurs :

- d'un capteur inductif et d'un capteur capacitif pour détecter les pièces métalliques des pièces plastiques
- d'un capteur optique pour distinguer les pièces rouges des pièces noires.

Lorsque la pièce est déposée sur l'ascenseur en position basse, on procède à son identification. On effectue ensuite le contrôle d'épaisseur lorsque l'ascenseur est en position haute. A ce stade, si la pièce identifiée est jugée de hauteur suffisante, elle est dirigée sur la glissière grâce à l'éjecteur. Si par contre son épaisseur est trop faible, elle est envoyée vers une aire de rebus accessible lorsque l'ascenseur est de nouveau en position basse.

## **3. Poste d'usinage**

Ce poste est composé d'un plateau tournant muni de 4 aires sur lesquelles différentes parties peuvent travailler simultanément (en parallèle). La première aire (aire d'approvisionnement) récupère les pièces provenant de la glissière du poste de distribution. Elle est équipée d'un capteur qui permet de détecter l'arrivée des pièces. Au-dessus de la deuxième aire (aire de perçage), une station de perçage permet l'usinage du trou borgne dans la pièce. Cette station est composée d'une broche couplée à un vérin qui permet sa montée et sa descente, et d'un système de serrage de pièce. Sur la troisième aire (aire de contrôle), la station de contrôle permet de vérifier si l'exécution du trou a été effectuée ou non. Enfin, la dernière aire (aire d'évacuation) permet l'évacuation des pièces usinées grâce au poste de transfert.

## **4. Poste de transfert**

Ce poste est composé d'un bras rotatif muni d'une ventouse à dépression qui permet le transfert des pièces de l'aire d'évacuation sur le poste d'usinage vers le centre de tri des pièces percées ou vers le magasin des pièces défectueuses. Les pièces qui sortent du poste d'usinage ont deux destinations possibles : si la pièce est correctement usinée, sa dépose doit être faite sur le tapis du poste de Tri. Sinon, elle ira sur la goulotte des pièces défectueuses. Pour des raisons de sécurité, les rotations du bras devront se faire bras rentré et vérin de prise en position haute.

## **5. Poste de tri**

Ce poste est composé d'un tapis roulant qui dessert 3 goulottes. Chacune des goulottes correspond au stock de sortie d'un type de pièce particulier et correctement usinée. En effet, le poste de tri a pour objectif le rangement des pièces usinées dans leurs goulottes respectives. Par convention, on associe la première goulotte aux pièces rouges, la deuxième aux pièces noires et la dernière aux pièces en métal.

## **II.2. Architecture réseau**

Le système de commande est représenté par une architecture distribuée sur 3 stations d'entrées-sorties déportées ET200S CPU et reliées entre elles par un réseau Ethernet industriel.

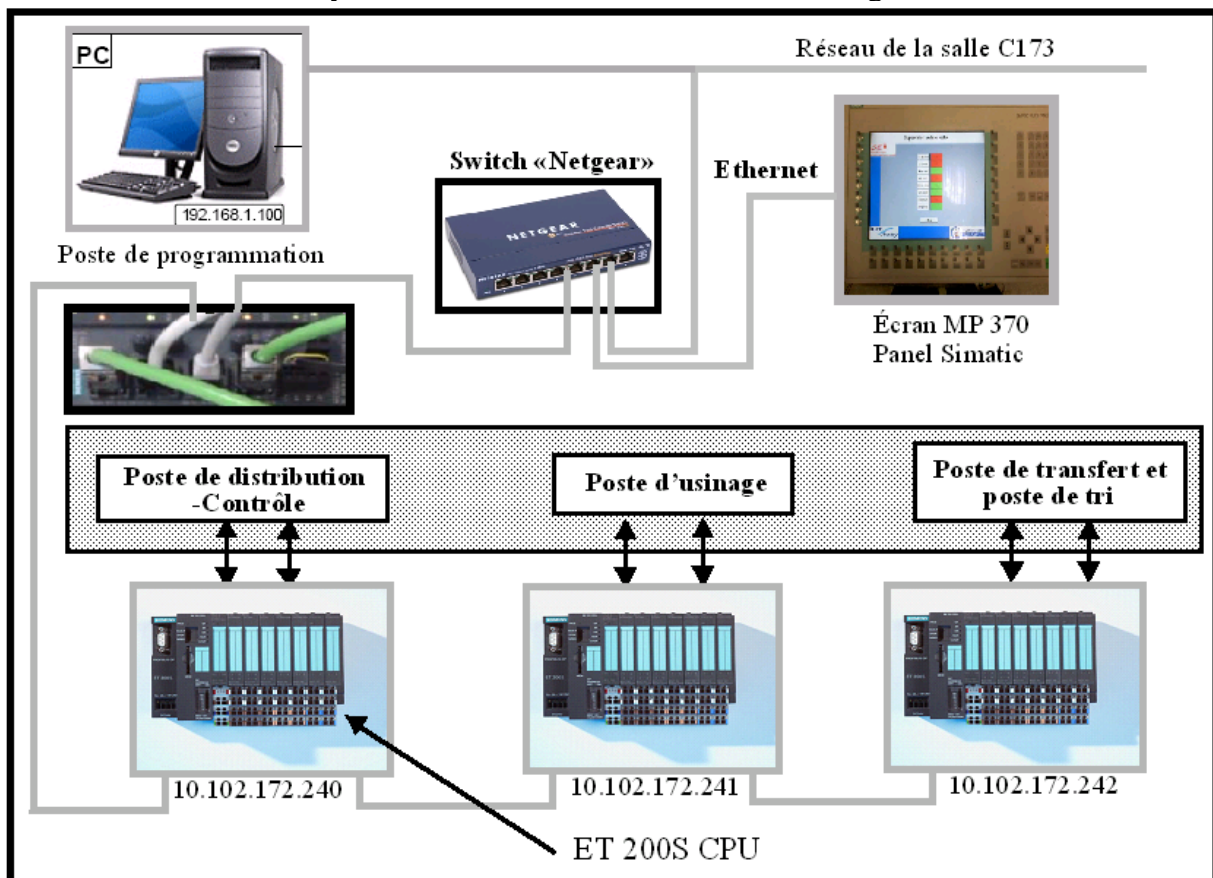
Le réseau Ethernet industriel a deux rôles principaux :

- la synchronisation des automatismes répartis par le biais d'échanges de situations entre station ET200S CPU.
- le transfert d'informations entre postes relatifs au suivi des pièces dans la cellule.

La configuration du système de commande est illustrée sur la figure suivante.

Chaque station ET200S CPU aura pour objectif d'assurer l'automatisation d'une partie de la cellule FESTO dont elle est directement liée par le biais des capteurs et des actionneurs. Les stations ET 200S CPU sont des stations périphériques décentralisées (avec un CPU) pour l'installation en armoire ou le montage direct sur la machine sans armoire. La modularité des stations ET 200 favorise leur adaptabilité et leur extensibilité graduelle : entrées/sorties TOR et analogiques, modules intelligents à fonction CPU, constituants de sécurité, départs-moteurs, dispositifs pneumatiques, variateurs de vitesse et divers modules technologiques.

L'architecture réseau du système de commande est illustrée sur la figure suivante:



### III. Description de la partie Opérative

#### III.1. Poste de distribution-Contrôle

Notre objectif dans cette partie est d'automatiser le poste de distribution-contrôle en cycle répétitif mais en isolation. En d'autres termes, les opérations de chargement et de déchargement s'effectueront de façon manuelle. De plus, seul le fonctionnement normal sera abordé. Autrement dit, les modes de marche et d'arrêts et les modes de défaillances ne sont pas envisagés ici (ils seront traités plus tard).

On suppose que la sortie du poste de contrôle est non limitante et que les conditions initiales pour le poste de distribution-contrôle sont les suivantes :

- Poste de Distribution

- aire de prise vide
- Éjecteur d'alimentation en position arrière.
- Bras assurant le transfert au-dessus de l'aire de prise.

- Poste de Contrôle

- Ascenseur vide en position basse
- Éjecteur en position arrière

Pour assurer le bon fonctionnement du poste de distribution-contrôle, l'opérateur a besoin Sur la partie opérative, on ne dispose pas d'un pupitre opérateur. S'intéressant uniquement au poste de distribution-contrôle, les entrées nécessaires à son pilotage sont données sur une interface de pilotage et de supervision.

Dans la partie opérative la liste des capteurs-actionneurs est donnée par le tableau suivant.

I_cont_asc_bas	E	3.1	BOOL
I_cont_asc_haut	E	3.2	BOOL
I_cont_det_piece	E	2.3	BOOL
I_cont_eject_arr	E	3.3	BOOL
I_cont_paleur_bas	E	4.0	BOOL
I_cont_piece_metal	E	2.2	BOOL
I_cont_piece_NOK	E	4.1	BOOL
I_cont_piece_rouge	E	3.0	BOOL
I_dist_abs_piece	E	2.1	BOOL
I_dist_bras_asc	E	1.2	BOOL
I_dist_bras_mag	E	1.3	BOOL
I_dist_eject_arr	E	1.0	BOOL
I_dist_eject_av	E	1.1	BOOL
I_dist_piece_saisie	E	2.0	BOOL
Q_cont_asc_descendre	A	6.2	BOOL
Q_cont_asc_monter	A	6.1	BOOL
Q_cont_bloquer_piece	A	7.1	BOOL
Q_cont_descendre_palp	A	7.0	BOOL
Q_cont_ejecter	A	6.3	BOOL
Q_dist_bras_asc	A	5.2	BOOL
Q_dist_bras_mag	A	5.1	BOOL
Q_dist_ejecter	A	5.0	BOOL
Q_dist_piece_lachet	A	6.0	BOOL
Q_dist_piece_saisir	A	5.3	BOOL

### III.2. Poste d'Usinage

Dans cette partie, notre objectif est d'automatiser le poste d'usinage en cycle répétitif en isolation. En d'autres termes, les opérations de chargement et de déchargement s'effectueront de façon manuelle. De plus, seul le fonctionnement normal sera abordé. Autrement dit, les modes de marche et d'arrêts et les modes de défaillances ne sont pas envisagés ici.

Les conditions initiales pour le poste d'usinage sont les suivantes :

- Toutes les aires sont vides.
- Le plateau est correctement positionné et est à l'arrêt.

- La perceuse est en position haute et est à l'arrêt.
- Le vérin de serrage en position arrière.
- Le palpeur en position haute.

Sur la partie opérative, on ne dispose pas d'un pupitre opérateur. S'intéressant uniquement au poste d'usinage, les entrées nécessaires à son pilotage sont données par l'opérateur via des informations sur une interface de pilotage et de supervision.

Après la mise en service du poste, une dépose manuelle d'une pièce entraînera une rotation d'un quart de tour. Il est clair qu'avant une nouvelle rotation du plateau, toutes les opérations devront être terminées.

Dans la partie opérative la liste des capteurs-actionneurs est donnée par le tableau suivant.

I_usin_det_piece	E	1.0	BOOL
I_usin_index_plat	E	1.1	BOOL
I_usin_palp_bas	E	2.3	BOOL
I_usin_palp_haut	E	2.1	BOOL
I_usin_perc_basse	E	2.2	BOOL
I_usin_perc_haute	E	2.0	BOOL
I_usin_piece_deserree	E	1.3	BOOL
I_usin_piece_serree	E	1.2	BOOL
Q_usin_desc_palp	A	4.1	BOOL
Q_usin_desc_perc	A	5.0	BOOL
Q_usin_monter_perc	A	5.1	BOOL
Q_usin_rot_perc	A	4.3	BOOL
Q_usin_rot_plat	A	4.0	BOOL
Q_usin_serrer	A	4.2	BOOL

### III.3. Poste de transfert-Tri

Dans cette partie, notre objectif est d'automatiser le poste du transfert-tri en cycle répétitif en isolation. En d'autres termes, les opérations de chargement et de déchargement s'effectueront de façon manuelle. De plus, seul le fonctionnement normal sera abordé. Autrement dit, les modes de marche et d'arrêts et les modes de défaillances ne sont pas envisagés ici.

Les conditions initiales pour le poste de transfert-tri sont les suivantes :

- Poste de Transfert
  - Bras rentré au-dessus du poste d'usinage.
  - Vérin de prise en position haute. Venturi à l'arrêt.
- Poste de Tri
  - Tapis à l'arrêt et vide de toute pièce.
  - Barrière sortie.

Sur la partie opérative, on ne dispose pas d'un pupitre opérateur. S'intéressant uniquement au poste de transfert-tri, les entrées nécessaires à son pilotage sont données sur une interface de pilotage et de supervision.

Les pièces ont deux destinations possibles: si la pièce est correctement usinée, alors sa dépose est faite sur le tapis du poste de tri. Sinon, elle s'effectue sur la goulotte des pièces défectueuses. Pour des raisons de sécurité, les rotations du bras du poste de transfert doivent



se faire bras rentré et vérin de prise en position haute.

Pour effectuer le rangement des pièces dans le poste de tri, on adopte le fonctionnement suivant:

- La dépose des pièces sur le poste de tri par le bras du poste de transfert n'est permise que si les conditions suivantes sont remplies:
  - le tapis roulant est à l'arrêt et il est vide de toute pièce.
  - la barrière obturant la première goulotte (celle des pièces rouges) est sortie.
- Lorsque la pièce est déposée sur le tapis, on procède tout d'abord au bon positionnement des aiguillages en fonction du type de pièce avant la mise en route du tapis. Il en est de même pour la barrière qui doit s'ouvrir que si la pièce est de couleur rouge. Puis, on effectue le rangement de la pièce grâce à la rotation du tapis. Compte tenu des conditions de dépose, il est clair que le rangement d'une nouvelle pièce ne peut se faire que si celui de la pièce précédente est totalement achevé.

Dans la partie opérative la liste des capteurs-actionneurs est donnée par le tableau suivant:

I_trans_bras_rentre	E	3.2	BOOL
I_trans_bras_sorti	E	3.1	BOOL
I_trans_bras_tri	E	2.3	BOOL
I_trans_bras_usin	E	3.0	BOOL
I_trans_piece_saisie	E	2.2	BOOL
I_trans_verin_bas	E	4.0	BOOL
I_trans_verin_haut	E	3.3	BOOL
I_tri_aig_noire_rentre	E	2.0	BOOL
I_tri_aig_noire_sorti	E	1.1	BOOL
I_tri_aig_rouge_rentre	E	1.3	BOOL
I_tri_aig_rouge_sorti	E	1.2	BOOL
I_tri_det_piece_goulotte	E	1.0	BOOL
I_tri_pre_piece_tapis	E	2.1	BOOL
Q_trans_bras_rentre	A	7.0	BOOL
Q_trans_bras_sortir	A	7.1	BOOL
Q_trans_bras_tri	A	7.3	BOOL
Q_trans_bras_usin	A	7.2	BOOL
Q_trans_desc_palp	A	8.2	BOOL
Q_trans_piece_lacher	A	8.1	BOOL
Q_trans_piece_saisir	A	8.0	BOOL
Q_tri_aig_noire_sortir	A	6.1	BOOL
Q_tri_aig_rouge_sortir	A	6.2	BOOL
Q_tri_barriere_sortir	A	6.0	BOOL
Q_tri_rotation_tapis	A	6.3	BOOL

#### IV. Automatisation et supervision

1. Effectuer la configuration matérielle de votre station ET200S CPU (l'ET200S CPU est connecté à votre poste).

2. Enregistrer et tester votre configuration matérielle. Créer la table des variables, nécessaire à cette application. Enregistrez la table.
3. Coder vos modes manuel et automatique et votre GEMMA (n'oublier pas de prendre en considérations toutes les sécurités nécessaires).  
Tester le bon fonctionnement sur la PO.
4. Réaliser une interface de supervision complète en Wincc RunTime. Tester son fonctionnement sur la PO.
5. Réaliser une interface de supervision complète en utilisant la technologie Web. Tester son fonctionnement sur la PO.
6. Réaliser une interface de supervision complète en utilisant C#. Tester son fonctionnement sur la PO.

**Bonus :** Réaliser une interface de supervision complète en utilisant la technologie Android ou Matlab/Simulink. Tester son fonctionnement sur la PO.

### **Conclusion Générale**

Faire une étude détaillée sur les avantages et les inconvénients de chaque type de supervision.