

TP3

Conception et Simulation 3D d'un Système de Production Automatisé dans un Contexte 4.0

Objectif

L'objectif de ce TP est de concevoir un système de production selon les spécifications d'un cahier de charges, puis de mettre en œuvre une application d'automatisme en utilisant le logiciel TIA Portal et enfin de développer un modèle de simulation 3D en utilisant le logiciel Factory I/O.

Ce TP vous permettra de consolider vos connaissances en automatismes industriels et de vous familiariser avec la modélisation et la simulation 3D dans le contexte de l'industrie 4.0.

1. Présentation du système automatisé de production

Cette section présente le système automatisé de production considéré. Il s'agit de l'usine Industrie 4.0 « Fischertechnik Learning Factory 4.0 » dont toutes les caractéristiques et données techniques sont consignées dans le document à télécharger via le lien suivant : [fischertechnik \(lien du support technique\)](#)

La partie commande est composée d'un automate SIEMENS SIMATIC S7-1500 avec CPU1512SP. Le lien suivant présente toutes les caractéristiques et informations relative à cet automate : [Système d'automatisation \(siemens.com\)](#).

La partie opérative est composée de différents postes de fabrication qui sont soit des machines et/ou opérateurs soit des moyens d'acheminement (robot, convoyeur, opérateur, etc.), comme illustré par le schéma bloc de la figure 1.

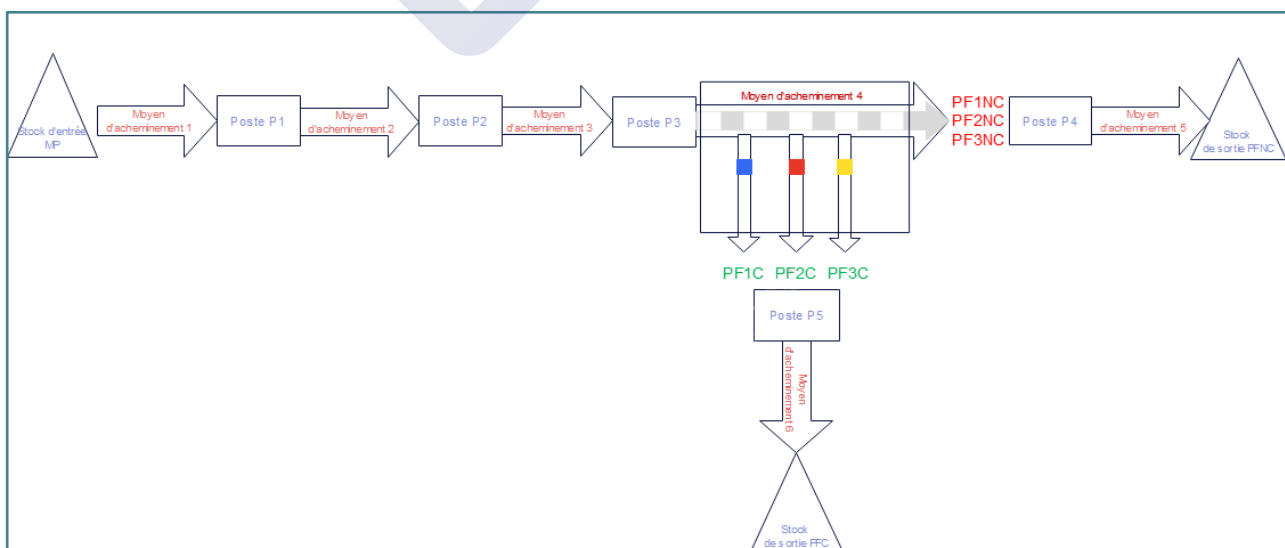


Figure 1 : Modélisation de la ligne de production considérée.

La ligne de production fabrique trois produits finis différents PF1, PF2 et PF3 avec respectivement 3 matières premières différentes MP1, MP2 et MP3. Les produits finis en sortie de la ligne de

production, peuvent être conformes comme ils peuvent ne pas l'être. Pour chaque produit PFi, on aura PFiC (PFi Conforme) et PFiNC (PFi Non Conforme).

Un produit PFi nécessite au minimum une matière première MPi qui sera transformée à travers les postes de fabrication Pk (figure 1) en des produits Semi-finis SFij ($j \geq 2$). L'obtention d'un produit semi-fini SFij se fait avec une opération Oij d'une durée D-Oij sur une poste Pk selon le processus prédéfini de fabrication et pouvant nécessiter des composants et/ou des outils.

Chaque produit PFi a sa propre gamme opératoire. Une gamme décrit les différentes opérations à réaliser sur les produits en précisant leur enchaînement depuis la matière première jusqu'à l'obtention du produit-fini. Pour chaque opération, les ressources nécessaires et les temps opératoires sont indiqués. Nous distinguons 6 gammes (3 produits où chaque produit peut être Conforme ou Non Conforme) :

Gamme1 de PF1 : O11(P1, D-O11) → O12(P2, D-O12) → O13(P3, D-O13) → O14(PX, D-O14)

Gamme2 de PF2 : O21(P1, D-O11) → O22 (P3, D-O22) → O23(PX, D-O23)

Gamme3 de PF3 : O31(P2, D-O31) → O32 (P3, D-O32) → O33(PX, D-O33)

Avec $PX=P5$ si PFi est Conforme sinon $PX=P4$ si PFi est Non Conforme.

2. Travail demandé

2.1 Conception et personnalisation du système

Travail demandé (2.1) :

1. Identifier les postes de fabrication de « Fischertechnik Learning Factory 4.0 », en précisant leur nom, leur(s) fonction(s), leurs paramètres (capacités, cadences, etc), leurs entrées et sorties, etc. Il faut définir dans l'ordre les étapes nécessaires à la réalisation de chaque fonction. Le travail demandé dans cette question est à consigner dans un tableau de 2 pages au maximum.

Poste Pk : Nom	Fonction	Etapes	Paramètres	Entrées	Sorties

2. Identifier les moyens d'acheminement de « Fischertechnik Learning Factory 4.0 », en précisant leur nature, leur(s) fonction(s), leurs paramètres (capacités, cadences, etc), leurs entrées et sorties, etc. Le travail demandé dans cette question est à consigner dans un tableau d'une page au maximum.

Acheminement Moyen k : Nom	Fonction	Etapes	Paramètres	Entrées	Sorties

3. Proposer trois produits **réels** PF1, PF2 et PF3 à fabriquer avec les postes et moyens d'acheminement que vous avez déjà définis. Personnaliser tous les produits (matières premières, composants, produits semi-finis, produits finis) en respectant les gammes

imposées et le type de postes disponibles. Les produits, le flux de transformation, les durées opératoires, les composants, les postes, etc. doivent être réalistes et faisables dans la même usine (on ne peut pas fabriquer une chaise et un stylo dans la même usine avec les mêmes procédés!!).

Exemple : le produit illustré dans cet exemple ne peut pas être considéré avec la partie opérative de la Figure 1 (il est juste pour vous aider à comprendre l'aspect réel et personnalisé). Par exemple, un produit fini peut être une tablette en bois. On aura un poste P1 (machine de découpe) pour découper le bois, suivi d'un poste P2 d'assemblage (Machine d'assemblage avec un opérateur). La matière première est une planche de bois. On a besoin également de vis de fixation (composants) pour l'opération d'assemblage. Les planches découpées sont transférées d'un poste à un autre à l'aide d'un convoyeur.

4. Schématiser la circulation des flux de matières personnalisées (MP, Produits semi-finis, produits finis et composants) au travers des différents moyens de production (stocks, postes de fabrication, moyens d'acheminement, etc.). Utilisez une couleur différente pour le flux de chaque produit fini.

2.2 Programmation de la partie commande

L'objectif de cette section est de développer une application d'automatisme correspondant au fonctionnement normal de votre ligne de production. Pour ce faire, vous allez utiliser la plateforme de développement TIA Portal de Siemens (Totally Integrated Automation Portal – Siemens). Grâce à PLCSIM vous pouvez simuler un système de production avant de déployer votre application sur un contrôleur.

Pour ce faire, il faut tout d'abord fixer le cycle de production en mode de fonctionnement normal. Un cycle de production est défini par la fabrication de N1 PF1, N2 PF2 et N3 PF3 selon un ordre (plan de fabrication) prédéfini. Ni étant le nombre de produits de type PFi à fabriquer.

Travail demandé (2.2) :

1. Proposer un cycle de production en mode de fonctionnement normal (ordre de fabrication des produits et quantités).
2. Donner le grafcet fonctionnel correspondant à ce cycle de production en mode de fonctionnement normal.
3. Configurer l'automate S71500 en utilisant TIA Portal (V16 ou V17).
4. Programmer l'application AP1GXY correspondant au fonctionnement normal avec TIA Portal. GXY étant le numéro de votre binôme ou monôme.
5. Créer un automate virtuel en utilisant PLCSIM. Cet automate est le modèle numérique de l'automate dont vous avez fait la programmation sur TIA Portal.

2.3 Simulation 3D

Il s'agit de concevoir un modèle de simulation 3D de la ligne automatisée de production. En effet, avec les technologies de l'Industrie 4.0, la partie opérative est réalisée de manière virtuelle grâce à la simulation. Le système est digitalisé afin de pouvoir le simuler et tester le fonctionnement des différents postes de travail et flux de production avant d'analyser ses performances.



Dans ce sens, on se propose d'utiliser le logiciel Factory I/O. Il s'agit d'un outil de simulation d'usine virtuelle en 3D pour l'apprentissage des technologies d'automatisation. La simulation se fait par la construction du modèle en utilisant des pièces industrielles à configurer et à paramétrer.

Travail demandé (2.3) :

1. Modéliser le système automatisé de production en 3D via Factory I/O. Il est important d'intégrer la partie commande (automate Siemens) réalisée avec PLCSIM. Aussi, il faut fixer tous les paramètres et configurer tous les éléments du modèle personnalisé afin de réaliser le cycle de production que vous avez retenu dans la section 2.2. Décrire les étapes de modélisation suivies et donner le modèle de simulation 3D pour le fonctionnement normal.
2. Simuler le modèle 3D et visualiser les performances de votre ligne de production. Commenter les résultats obtenus.

3. Livrable TP3

- Un document synthétisant le travail demandé (2.1), (2.2) et (2.3) **qui ne doit pas dépasser 10 pages.**
- Toutes les applications développées et les fichiers exécutables (de TIA Portal, de PLCSIM et de Factory I/O).

Le livrable TP3 doit être rendu au plus tard **le Dimanche 31/03/2024 à 18H.** Chaque binôme/monôme doit envoyer par mail un **lien drive** avec son dossier intitulé IIA3-GXY-TP3-Nom-Nom avec GXY : G11 ou G12 ou G21 ou G22 et les noms des étudiants de chaque binôme (uniquement le nom de famille).

TP4

Conception et mise en œuvre d'un système automatisé de contrôle-commande et d'évaluation de performances pour une usine virtuelle

Objectif

L'objectif de ce TP est de concevoir et de mettre en œuvre un système automatisé pour le contrôle-commande et l'évaluation des performances d'un système industriel. A cet effet, nous considérons les trois parties constituant un système automatisé lesquelles sont, la Partie Commande (PC), la Partie Opérative (PO) et l'Interface Homme-Machine (IHM). Il s'agit de compléter et d'approfondir le travail effectué dans le TP3 avec la ligne de production de «Fischertechnik Learning Factory 4.0» et l'automate SIEMENS SIMATIC S7-1500 avec CPU1512SP.

Ce TP vous permettra d'automatiser complètement une ligne de production virtuelle, de simuler son fonctionnement et d'évaluer ses performances au travers d'une IHM en industrie 4.0.

1. Structures d'un Système Automatisé

La figure 1 illustre la liaison entre la partie commande, la partie opérative et l'Interface Homme-Machine (IHM) d'un système automatisé.

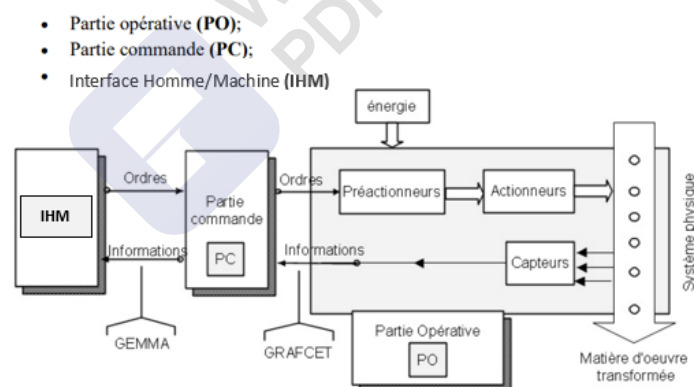


Figure 1 - Structure d'un système automatisé.

Dans le contexte de l'industrie 4.0, la partie opérative et/ou la partie commande réelle(s) peuvent être remplacées par des modèles virtuels issus de modèles numériques et/ou de simulation (figure 2).

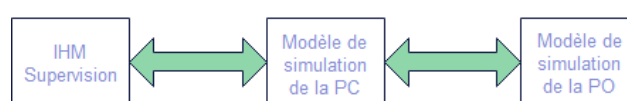


Figure 2 - Structure d'un système automatisé à base de modèles de simulation.

2. Travail demandé

Nous considérons la ligne de production de «Fischertechnik Learning Factory 4.0» et l'automate SIEMENS SIMATIC S7-1500 avec CPU1512SP. Il s'agit de concevoir les trois parties d'un système automatisé en utilisant la structure à base de modèles de simulation de la figure 2.

Le travail demandé porte sur l'intégration des modes de marche et d'arrêt, la mise en place d'une application d'automatisme avec TIA Portal, développement d'un modèle de simulation 3D avec le logiciel Factory I/O et la conception d'une Interface Homme-Machine (exemple via WinCC) pour donner les instructions et suivre les indicateurs de performances.

2.1 Programmation de la partie commande

Il s'agit d'intégrer les modes de marche et d'arrêt afin d'automatiser le fonctionnement complet de votre système.

Le cycle de production en mode de fonctionnement normal est défini par la fabrication de N1 PF1, N2 PF2 et N3 PF3 selon un ordre (plan de fabrication) prédéfini. Dans ce TP, le nombre de produits de type PFi à fabriquer ainsi que l'ordre de fabrication sont à saisir à travers l'IHM.

Travail demandé (2.1) :

1. Proposer des modes de marche et d'arrêt pour la ligne de production de « l'Usine 4.0 » et présenter le GEMMA correspondant.
2. Donner le grafcet du mode de fonctionnement normal.
3. Donner le grafcet global du système automatisé.
4. Configurer l'automate S71500 en utilisant TIA Portal (V16 ou V17).
5. Programmer l'application AP2GXY correspondant au fonctionnement complet de votre ligne de production en intégrant les différents modes de marche et d'arrêt avec TIA Portal.
6. Créer un automate virtuel en utilisant PLCSIM. Cet automate est le modèle numérique de l'automate dont vous avez fait la programmation sur TIA Portal.

2.2 Evaluation de performances par simulation 3D d'un système automatisé

L'objectif de cette partie est de simuler le fonctionnement complet de votre ligne de production (avec les différents modes de marche et d'arrêt définis dans la section 2.1) et d'évaluer ses performances à partir d'un modèle 3D de simulation.

Travail demandé (2.2) :

1. Adapter le modèle 3D déjà développé dans le TP3 avec le logiciel Factory I/O pour intégrer les différents modes de marche et d'arrêt (section 2.1). Il est important d'intégrer la partie commande (automate Siemens) réalisée avec PLCSIM.
2. Proposer au minimum 4 indicateurs pour évaluer et suivre les performances de la ligne de production (exemple : durée totale de production, etc.).
3. Simuler le modèle complet 3D et visualiser les performances de votre ligne de production.
4. Interpréter les résultats de simulation obtenus.



2.3 Conception de l'IHM et validation du système global

Il s'agit de concevoir une Interface-Homme-Machine afin d'interagir avec les modèles virtuels de la PO et de la PC. La plateforme TIA Portal comporte le logiciel Step 7 pour la programmation d'automates et SIMATIC WinCC pour les interfaces homme-machine.

Travail demandé (2.3):

1. Spécifier les liaisons entre la partie opérative (votre ligne de production), la partie commande (Siemens S71500) et votre IHM selon le schéma de la figure 2.
2. Réaliser une IHM pour la commande et le suivi de production. Détailler les différentes étapes.
3. Simuler le fonctionnement complet du système global (Partie commande+IHM+Modèle 3D de la PO).

3. Livrable final TP4

- Un document synthétisant le travail demandé (2.1), (2.2) et (2.3) avec les différentes captures d'écran. Le document de synthèse **ne doit pas dépasser 25 pages**.
- Toutes les applications développées et les fichiers exécutables (de TIA Portal, de PLCSIM, de l'IHM, de Factory I/O).

Le livrable final doit être rendu au plus tard **le dimanche 21/04/2024 à 18H**.

Chaque binôme doit envoyer par mail un **lien drive** avec son document intitulé IIA3-GXY-TP4Final-Nom-Nom avec GXY : G11 ou G12 ou G21 ou G22 et les noms des étudiants de chaque binôme (uniquement le nom de famille).

La présentation de vos travaux se fera au cours de la semaine du 22/04/24 selon un planning qui vous sera communiqué ultérieurement.