

Rapport de mi-parcours de
Projet de Fin d'Étude

Réutilisation d'un robot Kuka
pour conditionnement de
pièces



Année scolaire: 2016-2017

Étudiante: Audrey AFFOYON

Encadrants: Blaise CONRARD - Laurent HAAG

Introduction

Afin de mettre en pratique les différents enseignements dispensés au cours de notre formation, ainsi que nous former au métier d'ingénieur, chaque étudiant est amené, lors de sa dernière année, à réaliser un Projet de Fin d'Étude (PFE). Au cours du semestres 9, j'ai donc travaillé sur la réutilisation d'un robot Kuka pour le conditionnement de pièces.

Ce projet s'inscrit dans le dispositif Centaure, qui accompagne les PME/PMI dans leur processus de modernisation. Ceci, par l'intégration et la conception de systèmes mécatroniques et robotiques, mis en oeuvre par des élèves ingénieurs. Dans notre cas, c'est la société SFAM qui, afin d'améliorer leur chaîne de production, a fait l'acquisition de robots KUKA. Leur objectif est d'automatiser le conditionnement de pièces de fil métallique pour assigner les opérateurs mobilisés, à d'autres tâches, où leur savoir-faire sera nécessaire.

Dans ce rapport qui résume les douze premières semaines de ce projet, je m'attacherai à faire une présentation générale du projet, présenter le cahier des charges et les solutions qui sont envisagées. Je résumerai aussi le travail que j'ai déjà effectué ainsi que ce qu'il me reste à réaliser pour les deux derniers mois.

Sommaire

I - Présentation du projet	4
1.1 Contexte	4
1.2. Description	4
1.3. Organisation	5
II - Déroulement du projet	6
2.1. Cahier des charges	6
2.2. Solutions matérielles envisagées	7
III- Eléments réalisés	11
3.1. Enquête sur les robots Kuka	11
3.2. Réalisation d'un programme et du préhenseur	13
3.3. Points à aborder par la suite	13
Conclusion	14

I - Présentation du projet

1.1 Contexte

La société SFAM, basée à La Chapelle-d'Armentières, est spécialisée dans la fabrication de pièces à base de fil métallique, au travers d'opérations de cintrage, filetage, perçage... Les assemblages soudés en fils, tôles et tubes métallique sont utilisés très fréquemment pour la réalisation de chariots, mobilier métallique, articles décoratifs, etc.

Afin de faciliter le travail des opérateurs en éliminant les tâches répétitives sans forte valeur ajoutée et les opérations à risques pour les personnes, cette société souhaite automatiser et robotiser les activités de manutention et de contrôle de la production. C'est dans ce but que deux projets ont été mis en place par le dispositif CENTAURE. Le premier consiste en la mise en place d'une opération de contrôle géométrique des pièces. Le second a pour but leur conditionnement. C'est ce-dernier qui vous sera présenté dans ce rapport.

Dans ce but, la SFAM s'est munie de deux bras robotisés de la marque KUKA, achetés d'occasion. Afin de rentabiliser cet investissement, ils seront réutilisés pour mener à bien ce projet. L'un des deux sera utilisé comme fournisseur en pièces détachées pour le robot "sujet", ceci afin d'optimiser son fonctionnement.

1.2. Description

Le robot se trouvera principalement en fin de chaîne et sera destiné au conditionnement des pièces (les ranger dans des cartons spécifiques) et pourra être positionné sur différentes machines selon le besoin.

Une première inspection du robot à réutiliser m'a permis de constater que son usage précédent n'avait rien à voir avec les nouvelles fonctions qui lui seront attribuées. En effet, son état montrait quelques modification au niveau du préhenseur, tel que l'ajout d'une tige de fer par soudage, comme pour une soudure à l'arc. J'ai donc commencé par enquêter sur ce matériel. C'est-à-dire:

- faire l'inventaire des robots et de leurs caractéristiques
- voir les opérations de maintenance minimales à faire auprès du constructeur
- étudier la meilleure opportunité de réutilisation avec l'un des deux robots KUKA

Je pourrais ensuite m'attacher à l'utilisation d'un de ces robots en fin de chaîne de production.

1.3. Organisation

Après avoir ciblé les différents points à aborder, j'ai établi un tableau d'avancement du projet qui prend la forme ci-dessous:

Travail à effectuer	Date limite	Etat
Enquête sur les robots KUKA à réutiliser	13/10/16	Effectué
Estimation matérielle	26/10/16	A faire
Etablissement du cahier des charges et validation	05/11/16	A faire
Test des robots et réalisation de la maintenance	07/11/16	A faire
Plan de réutilisation	10/11/16	A faire
Réalisation d'un code test	30/11/16	A faire
Simulation dans atelier	Décembre?	A faire

Ce tableau m'a servi de point de repère dans les objectifs à atteindre. Il a été actualisé au fur et à mesure de ma progression dans le projet.

II - Déroulement du projet

2.1. Cahier des charges

La première étape a été la réalisation de cahier des charges. Une visite de l'atelier de production de la SFAM ainsi que la rencontre avec le chef d'entreprise, Monsieur Thibaut Lambijou, m'a permis de dessiner les contours du projet. Au fil des semaines, après plusieurs entretiens avec mes tuteur Monsieur Haag et Monsieur Conrard, j'ai été en mesure de dresser le cahier des charges suivant

Définition de l'objectif

Conditionner les pièces en fin de production, en utilisant un robot KUKA.

Audrey AFFOYON

2016-2017

Limites du projet

Dans le cadre de ce projet, un seul poste de production est concerné. En effet, la SFAM produit des pièces de formes et dimensions variées. Ainsi, nous nous sommes accordés sur un poste pour lequel la robotisation du conditionnement de pièces serait la plus utile possible. Il produit à la chaîne une pièce dont les spécificités sont précisées ci-dessous.

Vitesse de production: 1p/3s (1 pièce toutes les 3 secondes)

Dimension de pièce:

Forme cylindrique avec un crochet sur chaque bout.

Diamètre 10 mm

Longueur 1 m

Description fonctionnelle

Fonction principale: récupérer une pièce en fin de chaîne de production et la conditionner, en utilisant du matériel spécifique, en l'occurrence, un robot Kuka acheté aux enchères.

- Stabilisation de la pièce en sortie de production

La machine de cintrage libère la pièce "dans le vide". Il faut qu'elle soit sur un support stable pour permettre au robot de la récupérer.

- Récupérer la pièce

Dimensions de la pièce à intégrer.

- Transporter en conditionnement

Le bras ne doit pas rencontrer d'obstacles sur son chemin.

- Ranger la pièce

Position dans laquelle elle doit être conditionnée à étudier (à plat, en longueur)

Autres fonctions:

- S'assurer que le bac de conditionnement est présent

Communication avec l'armoire du bras robotisé

- Sécuriser le poste

Audrey AFFOYON

2016-2017

Prévoir une zone de sécurité que le robot ne peut pas dépasser lorsqu'il travaille. Aussi, prévoir une délimitation visible de cette zone de travail pour les opérateurs.

Cependant, un récent échange avec l'entreprise a amené à la modification du cahier des charges. Elle souhaite changer le poste de production spécifié en début de projet. En effet, une nouvelle pièce produite dans l'atelier ne possède aucun moyen de réception pour l'instant. Ainsi, il est plus intéressant de se servir du robot Kuka pour cette application. Il a été décidé que la modification du cahier des charges serait effectuée après les pré-soutenances.

2.2. Solutions matérielles envisagées

Le cahier des charges m'a ensuite permis de proposer à l'entreprise des solutions adaptées aux problématiques.

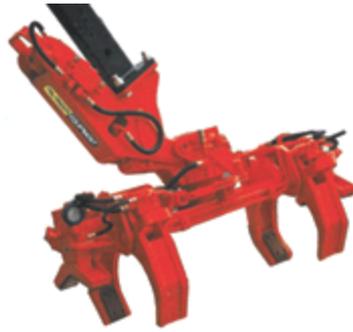
Première solution: Utiliser un préhenseur magnétique



La pièce en sortie de la machine est stabilisée sur un support. Une ou plusieurs pièces sont attirées par l'aimant après magnétisation. Les pièces sont ensuite déposées dans le bac de conditionnement.

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> - Facile à mettre en oeuvre - Peu chère - Encombrement minimal - Idéal pour les pièces allongées 	<ul style="list-style-type: none"> - Difficile de stabiliser une pièce cylindrique - Idéal pour les pièces plates

Deuxième solution: Réaliser une pince de préhension



La pince sera placée à la sortie de la machine en position fermée. Une attente de quelques secondes permettra au robot de récupérer plusieurs pièces. Elles seront ensuite déposées à plat dans le bac de conditionnement après ouverture de la pince.

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> - La pince sera spécifique à la pièce à manipuler - Facile à mettre en oeuvre - Réalisable sans coûts - Permet de prendre plusieurs pièces à la fois - Idéal pour les pièces cylindriques 	<ul style="list-style-type: none"> - Pince à concevoir entièrement

Remarque:

Le préhenseur ne sera pas nécessairement une pince à ouverture/fermeture contrôlée. En gardant le même principe, il est possible de réaliser un préhenseur en forme de coude pour réceptionner les pièces et se servir de la mobilité du bras pour les déposer.

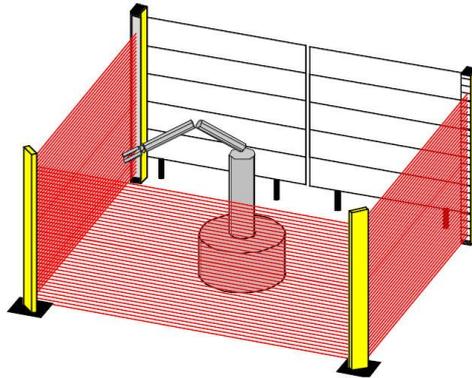
Un aspect important, lorsqu'on travaille avec des bras robotisés industriels, est la sécurité. Ainsi, j'ai proposé à l'entreprise plusieurs moyens de sécuriser le poste de production.

Audrey AFFOYON

2016-2017

Sécurisation du poste

- Placer des barrières immatérielles tout autour du poste de production (incluant la machine de production et le bras robotisé) pour protéger les opérateurs.



Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> - Sécurité maximale 	<ul style="list-style-type: none"> - Très coûteux - Difficile à mettre en oeuvre dans un atelier déjà configuré

- Placer un capteur laser à balayage

Permet de placer une zone de sécurité autour du robot. Déclencherait l'arrêt du système si la zone est franchie par un opérateur.



Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> - Moins coûteux que des barrières immatérielles - Facile à mettre en oeuvre 	<ul style="list-style-type: none"> - Moins sécurisé (zone facilement franchissable)

- Définir une zone de sécurité à l'aide de capteurs de mouvement

Réaliser un dispositif simple à base de capteurs infrarouge et d'une alarme. Si la zone est franchie par un opérateur, l'alarme se déclenche et le robot s'arrête.



Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> - Le moins coûteux - Le plus difficile à mettre en oeuvre 	<ul style="list-style-type: none"> - Moins sécurisé

- S'assurer que le bac de conditionnement est présent

Utiliser un capteur à infrarouge. Sensibilité moyenne, puisque le bac de conditionnement doit se trouver prêt, il doit néanmoins être assez résistant pour les conditions d'un atelier. Pour y remédier, il serait possible de lui créer une coque de protection.

III- Eléments réalisés

Au cours des premiers mois de ce projet, j'ai pu aborder les points suivants.

3.1. Enquête sur les robots Kuka

Afin de mener rassembler le maximum d'informations sur les robots Kuka, j'ai contacté la filiale française. J'ai été mise en relation avec un conseiller technique, spécialisé dans le dépannage robot. Ce dernier s'est montré très concerné par mon projet. Les éléments que j'avais pu rassembler jusque là étaient bien légers.

Type	KR 15/2
Année de fabrication	1997
Chargement	15 kg
Poids	315 kg
Commande	KRC1

Ainsi, il m'a fourni près d'une dizaine de documentations techniques sur le KR 15. Nous avons aussi fixé un entretien téléphonique au cours duquel j'ai procédé à la mise en marche du robot, assistée par le conseiller technique. Après cette séance de 3h, j'ai pu rédiger le compte rendu de cette première mise en service.

Allumage de la baie

La baie se met en route rapidement. Le panneau de contrôle met plus de temps à démarrer (2 à 3 minutes). Aucun bruit anormal à signaler.

Kuka Control Panel (Télécommande)

Clavier opérationnel. Souris inutilisable. Interface Windows 95.

Version logicielle ancienn V 2.9.8.8

Mode de fonctionnement (3 modes possibles)

- M1: Un mode manuel de test à vitesse réduite (interrupteur d'homme mort activé)
- M2: Un mode manuel de programmation et test à vitesse de travail (interrupteur d'homme mort activé)
- M3: Un mode automatique

Pour la réalisation des tests, on se mettra en mode manuel, à vitesse réduite.

Mouvements

Test des 6 axes réussis en mode manuel axe par axe. Vitesse de 25 à 100%

Pince du préhenseur soudée à une tige métallique. Pas de mouvement possible.

Analyse de la fenêtre d'information

Aucune erreur dérangeante n'est à relever, cependant, on apprend que les axes ne sont pas calibrés. Elle est à effectuer.

Extinction de la baie

L'alimentation se coupe brusquement . D'après le technicien kuka, soit les batteries de stockages ont lâchées, soit le fond de baies est non opérationnel. Cela posera problème en cas de mise hors tension du robot, les données de calibration seront perdues. La calibration sera à refaire.

Les séances suivantes sur Kuka m'ont permis de:

Calibrer le robot

La calibration se fait normalement à l'aide d'une mallette, dite de calibration. Mais on pouvait aussi le faire manuellement avec un potentiomètre.

Vérifier l'état des batteries

Un remplacement d'une des batteries a permis de rétablir le fonctionnement de l'armoire. Les données enregistrées lors du fonctionnement du robot sont conservées après mise hors tension. La calibration n'est plus à refaire.

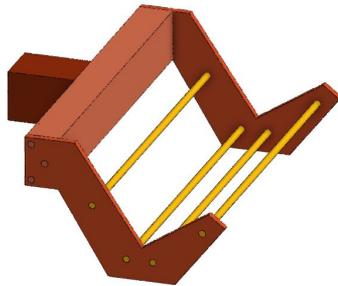
Retirer le préhenseur

N'étant pas nécessaire pour la réalisation de notre application, j'ai procédé au démontage du préhenseur .

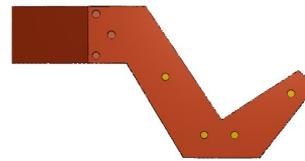
3.2. Réalisation d'un programme et du préhenseur

Un des documents fourni par mon contact Kuka France expliquait les bases de la programmation sur les commandes types KRC1. Après quelques semaines de décryptage des documents techniques, j'ai conçu un programme simple mimant la prise puis la pose d'un objet. Je présenterai cette vidéo lors de la soutenance.

Ayant validé avec l'entreprise la conception d'un préhenseur adapté à une pièce spécifique, j'ai commencé par démonter la pince récupérée avec le robot. D'après la forme de la pièce, j'ai imaginé un préhenseur capable de récupérer plusieurs pièces cylindriques en un trajet. Je l'ai modélisé sur le logiciel de CAO Onshape.



Vue de $\frac{3}{4}$



Vue de profil

Je pense le réaliser en fer. Pour les supports en V, je compte utiliser des plaques métalliques de récupération, trouvées au Fabricarium, que je pourrais couper à l'aide d'une meuleuse accessible à l'atelier méca. Pour les tiges cylindriques faisant la liaison entre les V, des tiges filetées permettront une immobilisation facile avec des boulons. Je cherche encore comment faire la base reliée au bras.

3.3. Points à aborder par la suite

Pour les semaines à venir, je compte mettre à jour le cahier des charges en considérant la pièce produite sur le nouveau poste de production de la SFAM. En effet, le but d'un projet en lien avec l'entreprise est de rendre une solution utile et fonctionnelle. La pièce, dont les dimensions ne m'ont pas encore été communiquées, ne sera malheureusement pas de la même forme que le premier article étudié. Une modification du préhenseur sera nécessaire.

Je me chargerai aussi de créer un tuto pour l'entreprise qui expliquera étape par étape comment réaliser un programme simple, pour le conditionnement de pièce, avec explication du langage de programmation. Le but étant de leur permettre de s'auto-former à la programmation sur ce robot, en cas de besoin de changement de poste de production.

Mon sujet étant dédié à une entreprise, il est important de souligner l'aspect financier de ce projet. C'est pourquoi je ferai une estimation d'investissement pour la SFAM. Pour cela, demander devis à Kuka pour une mallette de calibration, évaluer le coût des différentes pièces du préhenseur.

Conclusion

Au cours de ces premières semaines, j'ai pu réaliser la charge de travail nécessaire à fournir dans un projet de fin d'étude. L'une des difficultés de ma mission est le fait de travailler pour une entreprise. En effet, les contraintes subies par la SFAM m'impose des périodes plus ou moins creuses. Dans les moments de ralentissement de l'apport en information, je me suis attachée à résoudre d'autres problématiques en parallèle. Ainsi, le planning prévisionnel est sans cesse modifié.

J'ai particulièrement apprécié l'encadrement de mes tuteurs qui m'a été d'une grande aide. Monsieur Haag, de par son expérience, m'a orienté sur les besoins d'une entreprise et la valorisation de mon travail. Les réunions avec Monsieur Conrard m'ont permis de m'organiser et fixer les objectifs hebdomadaires. Le seul point négatif que je pourrais formuler, est le manque de communication entre l'entreprise et moi-même. J'ai parfois eu beaucoup de mal pour récupérer des informations clés dans l'avancement de mon projet.

Enfin, je suis optimiste concernant les semaines restantes de mon projet. Nous aurons, en effet, plus de temps pour nous consacrer à ce travail. Les modifications à apporter au cahier de charges sont légères.