

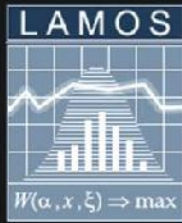


Evaluation de performance d'une chaîne de production à base des réseaux de capteurs sans fil

Siham Belhabib, Sonia Habutche, Djamil Aissani, Fouzi Semchedine
 Laboratoire de Modélisation et d'Optimisation des Systèmes
 Université de Béjaïa
 Targua Ouzemour, 06000, Béjaïa, Algérie

Résumé—Cet article a pour principal objectif de montrer l'influence des réseaux de capteurs sans fil sur les performances des chaînes de production. Pour réaliser cet objectif, nous avons procédé à la modélisation de la chaîne de conditionnement d'huile actuelle de l'entreprise Cevital par les réseaux de Petri stochastiques généralisés. Ensuite, nous avons modélisé la chaîne de conditionnement modifiée muni des capteurs sans fil. Sur la base des résultats obtenus après une évaluation de performances des deux chaînes, à l'aide du logiciel TimeNet, nous avons constaté que l'installation d'un réseau de capteurs sans fil améliore les performances de la chaîne de conditionnement d'huile.

Mots clés — *Systèmes de production ; Réseaux de capteurs sans fil ; Réseaux de Petri Stochastiques Généralisés ; Modélisation et Evaluation de performances*



Actes du Workshop International



Evaluation de Performance et Qualité de Service

Béjaïa, 05 - 06 Mai 2013

Organisé par

Département de Recherche Opérationnelle
Faculté des Sciences Exactes, Université de Béjaïa
Laboratoire de Modélisation et d'Optimisation des Systèmes (LAMOS)



Bir-Stem



LAMOS Editions, 2013

Evaluation de performance d'une chaîne de production à base des réseaux de capteurs sans fil

Siham Belhabib, Sonia Habtiche, Djamil Aissani, Fouzi Semchedine
 Laboratoire de Modélisation et d'Optimisation des Systèmes
 Université de Béjaia
 Targua Ouzemour, 06000, Béjaia, Algérie

Résumé—Cet article a pour principal objectif de montrer l'influence des réseaux de capteurs sans fil sur les performances des chaînes de production. Pour réaliser cet objectif, nous avons procédé à la modélisation de la chaîne de conditionnement d'huile actuelle de l'entreprise Cevital par les réseaux de Petri stochastiques généralisés. Ensuite, nous avons modélisé la chaîne de conditionnement modifiée muni des capteurs sans fil. Sur la base des résultats obtenus après une évaluation de performances des deux chaînes, à l'aide du logiciel TimeNet, nous avons constaté que l'installation d'un réseau de capteurs sans fil améliore les performances de la chaîne de conditionnement d'huile.

Mots clés —Systèmes de production ; Réseaux de capteurs sans fil ; Réseaux de Petri Stochastiques Généralisés ; Modélisation et Evaluation de performances

I. INTRODUCTION

L'unité de production d'huile de CEVITAL est un exemple d'automatisation des systèmes de production en Algérie. Dans tout le processus de sa fabrication, de la raffinerie jusqu'à son conditionnement, les différentes étapes de l'élaboration de l'huile sont assurées par un matériel industriel automatisé où l'intervention humaine est réduite à la surveillance des différents paramètres des machines qui assure le bon fonctionnement de la chaîne de production.

Vu l'importance que le conditionnement prend actuellement, un système de supervision s'avère nécessaire. Le but est d'installer une supervision extensible (salle de contrôle) afin de visualiser les informations des différents processus de plusieurs endroits du conditionnement d'huile. Les informations seront centralisées au niveau du bureau du chef de quart. A temps réel, le chef de quart aura les informations visuelles des états de la machine.

Dans cet article, nous allons contribuer à l'évaluation de performances d'une chaîne de production de la direction de conditionnement d'huile de l'entreprise CEVITAL. Il s'agit d'étudier les performances de la chaîne actuelle et de la prévoir pour celle qui sera à base de réseau de capteurs sans fil.

La suite de cet article est organisée comme suit : la Section 2 décrit la modélisation du système de la chaîne de production en utilisant les réseaux de Petri Stochastique. La Section 3

discute les résultats de simulation du modèle avec et sans les capteurs sans fil et nous concluons l'article dans la Section 4.

II. MODELE DE LA CHAINE DE CONDITIONNEMENT

La ligne de conditionnement de l'huile est une suite de modules de conditionnement (Figure 1). Chaque module est composé d'une station de travail (machine) et d'un stock d'entrée (stock intermédiaire). Dès que les bouteilles sont soufflées par la souffleuse, elles passent à la remplisseuse pour qu'elles soient remplies par l'huile. La poseuse poignée place pour chaque bouteille d'huile une poignée et envoie les bouteilles à l'étiqueteuse pour coller les étiquettes et par la suite au dateur pour inscrire la date sur chaque bouteille avec l'heure de fabrication du produit. La fardoleuse, qu'on a elle, met chaque deux bouteilles d'huile dans un fardeau et envoie l'ensemble à un palettiseur pour mettre les fardeaux dans des palettes où chaque palette contient 168 bouteille d'huile de 5L. A la fin, la banderoleuse entoure toute la palette d'un film en silicone [1]. L'analyse de ce système de production a permis de dégager les états suivants :

- 1- Etat de la quantité de la matière dans la cellule qui alimente la machine ;
- 2- Etat de la quantité de la matière extraite de la cellule qui alimente la machine
- 3- Etat plein du stock d'entrée ;
- 4- Etat vide du stock d'entrée ;
- 5- Etat actif de la machine.

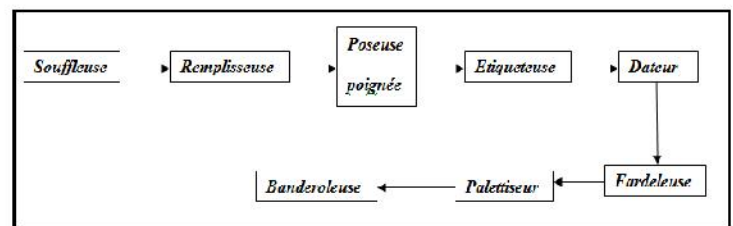


Figure 1. Schéma de la ligne de conditionnement.

En plus, les processus du système de conditionnement se résument en deux principaux processus :

- 1- Le processus de chargement qui fait basculer l'état plein et l'état vide du stock d'entrée ;
- 2- Le processus de fonctionnement de la machine.

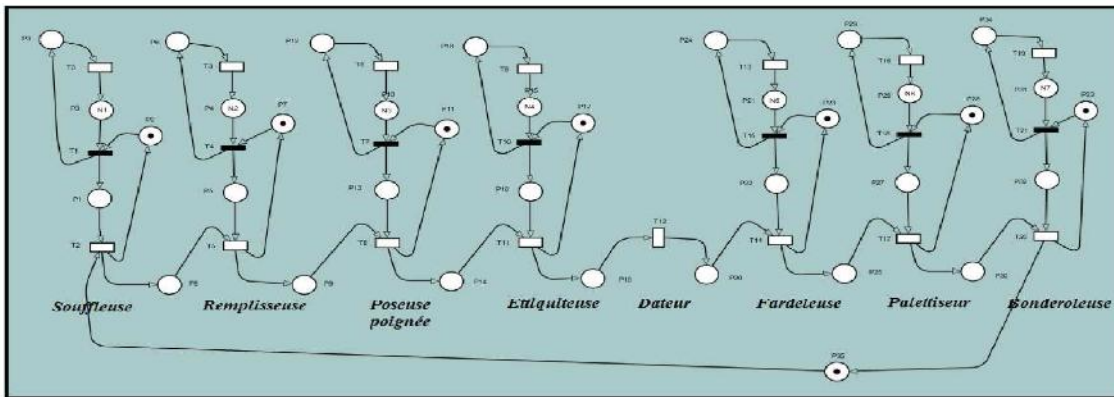


Figure 2. Modèle de la chaîne de production.

A partir des états et des processus décrit, nous pouvons construire un modèle représentant les différents états de conditionnement en utilisant un Réseau de Petri Stochastique Généralisé. Il est constitué des places et des transitions montrées sur la Figure 2.

Les places

- Les places P0, P4, P10, P15, P21, P26, P31 représentent l'état 3 ;
- Les places P3, P6, P12, P18, P24, P29, P34 représentent l'état 4 ;
- Les places P1, P5, P13, P16, P22, P27, P32 représentent l'état 1 ;
- Les places P2, P7, P11, P17, P23, P28, P33 représentent l'état 2 ;
- Les places P8, P9, P14, P19, P20, P25, P30, P35 représentent l'état 5 ;

Les transitions

- Les transitions T0, T3, T6, T9, T13, T16, T19 représentent le processus 1 ;
- Les transitions T1, T4, T7, T10, T15, T18, T21 représentent la fin du processus 1 ;
- Les transitions T2, T5, T8, T11, T12, T14, T17, T20 représentent le processus 2 ;

Afin d'améliorer les performances des unités de conditionnement d'huile et vu l'importance des réseaux de capteurs sans fil dans le domaine industriel [3] [4], l'entreprise Cevital a réfléchi à la création d'un poste de contrôle. Il s'agit de munir les principales machines de capteurs afin de détecter en temps réel l'apparition des pannes. Il y a donc mise en place d'un réseau de capteurs sans fil.

D'après les emplacements des capteurs sans fil (au niveau de la souffleuse et de la remplisseuse), qui interviennent juste lors d'une réalisation d'une panne, nous avons eu l'idée de modéliser un cycle de maintenance pour voir l'influence des capteurs sur les performances de la chaîne de

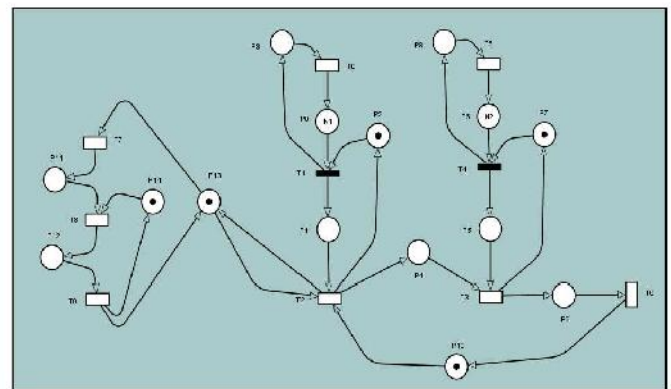


Figure 3. Modèle de la chaîne de production (la souffleuse et la remplisseuse) avec une maintenance

conditionnement. Ce qui nous a amené à réduire le modèle général comme montré sur la Figure 3.

III. EVALUATION DE PERFORMANCE DE LA CHAÎNE REDUITE

Afin d'évaluer les performances du modèle de la chaîne de production, nous avons eu recours à l'outil TimeNet [2]. Dans cette partie, nous considérons deux cas d'évaluation : modèle de la chaîne sans capteurs et modèle de la chaîne avec capteurs.

A. Modèle de la chaîne sans capteurs

Supposons que la machine (compresseur) est sujette à une défaillance qui est égale en moyenne à 2 pannes/jour (d'après le service maintenance). Ce qui nous donne un taux de défaillance $\lambda_1 = 0.00138$ pannes/mn. Le temps que le service de maintenance prend pour recevoir l'information qu'il y ait une panne au niveau d'une machine, est égal en moyenne à 7 minutes. Ce dernier prend une durée de 15 minutes à 20 minutes pour réparer cette panne. Donc, les taux de transition sont donnés comme suit :

- Taux d'arrivée d'une demande de travail $\lambda_1 = 0.00138$ pannes/mn ;
- Taux d'attente d'une réparation $\lambda_2 = 0.285$ pannes/mn ;
- Taux de réparation $\lambda_3 = 0.066$ pannes/mn.

En utilisant TimeNet, nous avons obtenu les résultats suivants :

- Le temps moyen d'un lancement d'une demande de travail est égal à TDT = 6.79 mn;
- Le temps moyen de l'arrivée de l'ordre de travail c'est-à-dire l'attente d'une réparation est égal à TOT = 1.705 mn;
- Le temps moyen d'une réparation est égal à TRep = 14.7 mn;
- Le temps moyen de séjour d'une bouteille dans la chaîne lors d'une panne est égal à 23.221825 mn.
- Le temps moyen d'une maintenance est égal à Tmaint = 23.195 minutes.

La détection d'une panne au niveau des compresseurs qui sont utilisés pour le soufflage des préformes se fait en moyenne en un temps TDT = 6.79 mn, et cela est un temps important. Ce qui engendre des charges indirectes pour l'entreprise en perdant pour 6 minutes de retard, une production de 229 bouteilles. Donc, il est important de minimiser ce temps afin d'optimiser le cycle d'intervention. Cette réduction du temps d'une détection d'une panne peut se faire par l'utilisation des capteurs sans fil.

B. Modèle de la chaîne avec capteurs

En ajoutant des capteurs sans fil à la chaîne, on aura les taux de transition suivant :

- Taux d'arrivée d'une demande de travail $\lambda_1 = 0.00138$ pannes/mn ;
- Taux de d'attente d'une réparation $\lambda_2 = 0.333$ pannes/mn ;
- Taux de réparation $\lambda_3 = 0.066$ pannes/mn.

En utilisant TimeNet, nous avons obtenu les résultats suivants :

- Le temps moyen d'un lancement d'une demande de travail est égal à TDT = 2.73 mn;
- Le temps moyen de l'arrivée de l'ordre de travail, c'est-à-dire l'attente d'une réparation, est égal à TOT = 1.705 mn;
- Le temps moyen d'une réparation est égal à TRep = 14.7 mn;

- Le temps moyen de séjour d'une bouteille dans la chaîne lors d'une panne est égal à 19.161825 mn.
- Le temps moyen d'une maintenance est égal à Tmaint = 19.135 minutes.

D'après l'étude que nous avons fait, nous remarquons bien que le temps moyen de lancement d'une demande de travail diminue (TDT = 2.73 mn) en ajoutant des capteurs sans fil pour transmettre plus rapidement l'information de la panne aux responsables pour qu'ils puissent la réparer rapidement avant que ne se produise l'arrêt de la chaîne de production.

Donc, la solution technique est efficace pour contrôler les systèmes de production. En comparant les temps de maintenance obtenus avec et sans capteurs, nous voyons bien qu'en utilisant le réseau de capteurs sans fil, l'entreprise gagne un temps de 4 minutes pour chaque maintenance. Ce qui influe sur les performances de la chaîne de conditionnement.

IV. CONCLUSION

Dans cet article, nous nous sommes intéressés à l'évaluation de performances de la chaîne de conditionnement d'huile à base d'un réseau de capteurs sans fil du complexe Cevital. L'un des moyens d'atteindre notre objectif, est d'utiliser les réseaux de Petri stochastiques généralisés.

En effet, l'utilisation d'un réseau de capteurs sans fil a permis de réduire le temps de maintenance lors de l'occurrence des pannes dans le système de production, ce qui améliore les performances de la chaîne de conditionnement.

REFERENCES

- [1] Catalogue et documentations techniques du constructeur CEVITAL.
- [2] A. Zimmermann and M. Kneke, TimeNET 4.0 A Software Tool for the Performability Evaluation with Stochastic and Colored Petri Nets, Technische Universität Berlin, Real-Time Systems and Robotics Group, August 2007.
- [3] J. Heo, et al, " EARC: energy aware routing for real-time and reliable communication in wireless industrial sensor networks", IEEE Transactions on Industrial Informatics 5 (2009) 3-11.
- [4] B. Carballedo Villaverde et al, " InRout - A QoS aware route selection algorithm for industrial wireless sensor networks". Ad Hoc Netw. (2011), doi:10.1016/j.adhoc.2011.07.015

Evaluation de performance d'une chaîne de production à base des réseaux de capteurs sans fil

Siham Belhabib, Sonia Habtiche, Djamil Aissani, Fouzi Semchedine
Laboratoire de Modélisation et d'Optimisation des Systèmes
Université de Béjaïa
Targua Ouzemour, 06000, Béjaïa, Algérie

Résumé—Cet article a pour principal objectif de montrer l'influence des réseaux de capteurs sans fil sur les performances des chaînes de production. Pour réaliser cet objectif, nous avons procédé à la modélisation de la chaîne de conditionnement d'huile actuelle de l'entreprise Cevital par les réseaux de Petri stochastiques généralisés. Ensuite, nous avons modélisé la chaîne de conditionnement modifiée muni des capteurs sans fil. Sur la base des résultats obtenus après une évaluation de performances des deux chaînes, à l'aide du logiciel TimeNet, nous avons constaté que l'installation d'un réseau de capteurs sans fil améliore les performances de la chaîne de conditionnement d'huile.

Mots clés — *Systèmes de production ; Réseaux de capteurs sans fil ; Réseaux de Petri Stochastiques Généralisés ; Modélisation et Evaluation de performances*

