



Centre d'Études Doctorales : Sciences et Techniques de l'Ingénieur

Fès, le : 29/11 :2013

N° d'ordre : 17/2013

THÈSE DE DOCTORAT

Présentée par

Mr. Abdelouahhab JABRI

Spécialité Génie Mécanique

Sujet de la thèse :

**CONTRIBUTION À L'AMÉLIORATION DE LA PERFORMANCE
DES GAMMES D'USINAGE**

Thèse présentée et soutenue le 29/11/2013 Devant le jury composé de :

Mohcine ZOUAK	PES	FST de Fès	Président
Mohamed ICHCHOU	PES	École Centrale de Lyon	Rapporteur
Ali CHAABA	PES	ENSAM de Meknès	Rapporteur
Ahmed EL BIYAALI	PES	FST de Fès	Rapporteur
Abdelmjid SAKA	PES	ENSA de Fès	Examineur
Ahmed EL KHALFI	PES	FST de Fès	Directeur de thèse
Abdellah EL BARKANY	PH	FST de Fès	Invité

Laboratoire d'accueil : Laboratoire Génie Mécanique

Établissement : Faculté des Sciences et Techniques

Centre d'Études Doctorales : Sciences et Techniques de l'Ingénieur

Faculté des Sciences et Techniques-Fès ; Route d'Immouzer, B.P. 2202 Fès, Maroc

Tél. : (212)535608014, Tél. : (212)535602953 ; Fax. : (212)535608214 ; site web : www.fst-usmba.ac.ma

RESUME

CONTRIBUTION À L'AMÉLIORATION DE LA PERFORMANCE DES GAMMES D'USINAGE

Les entreprises manufacturières doivent relever le défi continu de livrer des produits en un temps très court et avec un rapport qualité/prix meilleur que celui de leurs concurrents. Le travail présenté dans ce mémoire porte sur une nouvelle approche permettant d'évaluer la performance des gammes d'usinage en se basant sur des indicateurs cohérents et pertinents et ce au plus tôt du cycle de développement d'un produit. L'approche que nous proposons est basée sur les méthodes ABC, FMEA, QFD et DFP. En effet, nous avons étudié l'interaction entre ces méthodes et discuté les données échangées entre elles afin de construire des indicateurs de performance robustes et homogènes à savoir : des indicateurs de qualité, de coût et de délai. Une étude des gammes de fabrication d'un produit (constitué de plusieurs pièces) par notre approche proposée nous a permis de choisir celle qui répond mieux aux exigences du client. Une maquette informatique a été développée afin d'aider l'équipe de conception des gammes d'usinage à suivre la démarche d'évaluation proposée par cette nouvelle approche. Finalement, la dernière partie de ce mémoire est consacrée à l'amélioration des choix des paramètres de fabrication pour le procédé de fabrication par enlèvement de la matière. Il s'agit de l'optimisation des conditions de coupes et la taille des lots afin de minimiser respectivement, le coût d'usinage et le temps d'attente des pièces des pièces à produire.

Mots clés : Performance industrielle, Aide à la décision, Gamme d'usinage, Optimisation multi-objective, QFD, FMEA, DFP, ABC, Algorithmes Génétiques.

ABSTRACT

CONTRIBUTION TO IMPROVE PROCESS PLANNING PERFORMANCE

In order to remain competitive, the manufacturing companies are confronted to the continuous challenge of yielding parts in a short time to market with a quality/price ratio better than their competitors. This work deals with a new approach to evaluate process planning performance based on coherent and relevant indicators earlier in the product development cycle. The proposed approach is based on: ABC, FMEA, QFD and DFP. In fact, the interaction between these methods has been studied and data exchanged has been discussed in details in order to build robust and homogeneous indicators, namely: quality, cost and lead-time indicators. A study of process planning of a product (consisting of several parts) by the proposed approach, allows us to choose the one that better meets customer requirements. A computer program was developed to support the process planner to follow the evaluation process using this new approach. Finally, the last part of this thesis is devoted to improve manufacturing parameters of process planning. This is the optimization of cutting conditions and the lot sizing to minimize, respectively, the cost of machining and waiting time of parts to be produced.

Keywords: Industrial performance, Decision-making support, Process planning, Multi-objective optimization, QFD, FMEA, DFP, ABC, Genetics Algorithms.

Table des matières

Liste des figures	8
Liste des tableaux.....	11
Introduction générale	12
Chapitre 1 : Conception des gammes de fabrication et performance industrielle.....	15
1. Introduction	15
2. La performance industrielle.....	15
2.1. Notion de performance industrielle	15
2.2. L'efficience, l'efficacité et l'effectivité	16
2.2. Méthodes pour l'évaluation de la performance	18
2.2.1. La méthode GRAI.....	18
2.2.2. La méthode ECOGRAI.....	21
2.2.3. Les méthodes IDEFx	23
2.5. La performance multicritère	24
3. Prise de décision et évaluation de la performance	26
3.1. Évaluation de la qualité.....	26
3.2.1. L'approche FMEA.....	28
3.2.2. L'approche QFD	29
3.2. Estimation des coûts	31
3.2.1. Méthodes d'estimation du coût.....	32
3.2.2. Synthèse	39
3.3. Estimation du délai	41
3.3.1. Réseaux de Petri.....	41
3.3.2. File d'attente	44
4. Conception des gammes de fabrication : concepts et définitions.....	48
4.1. Concept et définitions	48
4.2. Le contexte de la conception.....	49
4.3. Performance des gammes de fabrication	50
5. Conclusion.....	52

Chapitre 2 : Proposition d'une approche pour la maîtrise du triplet Qualité-Coût-Délai	54
1. Introduction	54
2. Maîtrise conjointe Coût-Délai	54
2.1. La méthode Design For Production (DFP)	55
2.1.1. Notations	55
2.1.2. Temps de traitement d'un lot	55
2.1.3. Agrégation	57
2.1.4. Processus d'arrivée et de départ	57
2.1.5. Analyse de la performance	58
2.1.6. Un exemple illustratif	59
2.2. La démarche ABC	61
2.3. La démarche FMEA	62
2.4. L'approche FMEA et la notion de coût	63
2.5. Interaction ABC et CbFMEA	70
2.6. Interaction DFP-ABC	72
2.7. Interaction DFP-ABC-FMEA	74
3. Maîtrise conjointe Qualité-Délai	74
3.1. La démarche QFD	75
3.2. Les phases de QFD	77
3.3. Un exemple illustratif	78
3.4. Approches basées sur les outils QFD et FMEA	80
3.4.1. Interactions QFD/FMEA - état de l'art	80
3.4.2. Capabilité des processus- une démarche basée sur QFD-FMEA	80
3.4.3. Capabilité d'assurer une caractéristique de la qualité	81
3.4.4. Capabilité d'assurer une caractéristique de la qualité	82
3.4.5. Capabilité composite du processus (CCP)	82
3.4.6. Qualité des produits- une approche basée sur QFD-FMEA et KCs	83
3.5. Interaction QFD, FMEA, DFP	86
4. Conclusion	87
Chapitre 3 : Conception des gammes d'usinage -Maîtrise du triplet Qualité-Coût-Délai	89
1. Introduction	89

2. Conception des gammes d'usinage	89
2.1. Concepts et définitions.....	89
2.2. Activités liées à la conception des gammes d'usinage	91
3. Conception des gammes d'usinage d'une vanne manuelle	99
3.1. Présentation de la vanne manuelle	99
3.2. Sélection des ressources de fabrication.....	99
3.3. Maquette informatique.....	100
4. Évaluation de la qualité	101
4.1. Capabilité d'un élément de processus.....	104
4.2. Capabilité pour assurer une caractéristique qualité	104
4.3. Capabilité composite du processus (CCP).....	105
4.4. Évaluation des risques de fabrication	106
5. Délai de fabrication	106
5.1. Temps de traitement d'un lot	107
5.2. Agrégation du temps de traitement d'un lot	108
5.3. Taux d'occupation des machines	109
5.4. Temps de cycle de fabrication :	109
6. Estimation du coût de fabrication.....	110
6.1. Coût de l'outil	111
6.2. Coût d'usinage sur une machine	111
6.3. Coût de risque de fabrication	112
7. Sélection d'une gamme de fabrication	113
8. Conclusion.....	114

Chapitre 4 : Contribution à l'optimisation des gammes de fabrication.....116

1. Introduction	116
2. Algorithmes génétiques.....	116
2.1. Présentation des algorithmes génétiques	116
2.1.1. Création et codage d'une solution initiale	117
2.1.2. Évaluation et sélection des individus.....	119
2.1.3. Création des nouveaux individus	121
2.1.4. Réitération du processus	123
3. Optimisation multi-objective : définition et principes de base.....	124
3. Optimisation des conditions de coupes en tournage	126