



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La Recherche Scientifique



Faculté des Sciences et Technologies
Département d'automatique et électromécanique
Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

Domaine: Sciences et Technologies
Filière : électromécanique
Spécialité : Maintenance industrielle

Par : Bar sada et Belmokhtar khadidja

Thème

**La Méthodologie de Transfert des Données
sous Forme des Ordres dans les Divers
Systèmes électromécaniques**

Soutenu publiquement le :

Devant le jury :

Mr.KIFOUCH Abd ESSALAM	MAA	Univ. Ghardaïa	Président
Mr.LAADJAL BOUMEDIENE	MAA	Univ. Ghardaïa	Examineur
Mr. BOUKHARI HAMED	MCB	Univ. Ghardaïa	Examineur
Mr.FENNICHE Abd Errazak	PRC	Univ. Ghardaïa	Encadreur

Année universitaire 2019/2020

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي
خَلَقَ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ
وَالَّذِي يُضَوِّبُ الْمَوْتِ
وَالَّذِي يُضَوِّبُ الْمَوْتِ
وَالَّذِي يُضَوِّبُ الْمَوْتِ

Remerciement

Nous remercions tout d'abord mon Dieu ALLAH qui m'a donné la force et la sante pour compléter ce mémoire

Nous remercions beaucoup mon encadreur M : Fenniche abderrazak qui a suivi mon travail et *pour le choix du thème*

Nos sincères remerciements vont également aux membres du jury qui auront à lire et à évaluer à ce travail

Nous remercions monsieur le directeur du département de génie électromécanique Mr. Arif Mohammed et tous les enseignants à *l'Université de Ghardaïa*

Nous remercions Monsieur ladjel boumediene .

Nous remercions mes amis étudiants pour leur aide, et particulièrement tous ceux qui ont participé de près ou de loin dans ce travail.

KHADIDJAJ ET SADA

Dédicacé

*Mes très chers parents qui ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui et
qui
Ont veillé à guider mes pas durant toute ma vie par leurs aides, leur
Grandes émotions, leur sacrifices, et leur soutien et encouragement
Pendant la réalisation du projet de fin d'étude.*

A mes grande mère Aicha et ma chère tante Mebaraka

A mon frères : Abdelmadjid, Ammar et petit frère Sid Ahmed

A mes sœurs : houda .zahara .hananne .khaoula

A mes binôme : belmokhter khadidja

A mes cher amis :Hafsa ,keltoum, dejama, zohara

A tous (es) qui ont contribués de près ou de loin à ma réussite.

SADA

Dédicace

Je dédie ce travail à :

A mes chers parents qui ont su me donner du courage et du soutiens

tout au long de mon cursus

Mes très chères sœurs

Mes très chers frères

A ma binôme Sada

A tous mes amis (es)

A toute la promotion de master 2019 | 2020

*A tous ceux qui ont croisé de près ou de loin mon chemin et qui
m'ont permis d'arriver là où je suis*

Khadidja

ملخص

من خلال دراستنا النظرية لمختلف الأنظمة الإلكترونية ميكانيكية ذات التسيير الآلي , لما تحتويه من خصائص تجعلها أكثر تميزا عن بقية الأنظمة الأخرى, و على هذا الأساس فإن دراستنا النظرية تمحورت عن البنية العامة للنظام الإلكتروني ميكانيكي , و التي تتمثل في المكونات العامة لجزء التحكم والجزء العملي وطريقة الاتصال بين مختلف هذه الأجزاء , كما قمنا بدراسة كيفية انتقال وتحويل المعلومات على شكل أوامر و هذا باستعمال سلسلة المعلومات و سلسلة الطاقة تحت غطاء السلسلة الوظيفية. الكلمات المفتاحية : نظام الكتروميكانيك , جزء التحكمي , جزء العملي , سلسلة الوظيفية, برنامج واجهة مايك الحرة

Résumé

À travers notre étude théorique des différents systèmes électromécaniques à entraînement automatique, car ils contiennent des caractéristiques qui les distinguent des autres systèmes, et sur cette base, notre étude théorique s'est concentrée sur la structure générale du système électromécanique, qui est représentée par les composants généraux de la partie commande et la partie pratique et la méthode de communication entre Les différentes parties de ces parties, comme nous avons étudié comment l'information est transmise et transformée sous forme de commandes, en utilisant la chaîne d'information et la chaîne énergétique sous le capot de la chaîne fonctionnelle .

Les mots clés : système électromécanique, PC , PO , chaine de fonctionnelle , programme MFI

ABSTRACT

Throughout theoretical study of the various electromechanical systems with automatic drive, because they contain characteristics that make them more distinct from other Systems, and on this basis, our theoretical study focused on the general structure of the electromechanical system, which is represented by the general components of the control part and the practical part and the method of communication between The various parts of these parts, as we have studied how information is transmitted and transformed in the form of commands, using the information chain and the energy chain under the functional chain cover

Key words : electromechanical systems , PC, PO, the functional chain cover, MFI

Sommaire

Introduction général.....	1
---------------------------	---

Chapitre I

Généralité de systeme électromécanique

I.1 Introduction ,,,.....	3
I.2 Définition.....	3
I.2.1 Système électrique.....	3
I.2.2 Système mécanique.....	3
I.2.3 La relation entre système électrique et système mécanique.....	3
I.3 Système électromécanique.....	3
I.4 Système électromécanique automatisés.....	4
I.4.1 Définition.....	4
I.4.2 Systèmes électromécaniques fixe et mobile –l’installation de systèmes.....	4
I.4.3 classification et l’objectif et caractéristiques.....	4
I.4.4 La panne et la maintenance.....	6
I.5 Gestion humaine du système (contrôle, programmation et surveillance).....	6
I.5.1 Maitier de système.....	6
I.6 Conversion électromécanique.....	6
I.6.1 Rôle de l’énergie électrique.....	7
I.6.2 Propriétés générales de la conversion électromécanique.....	7
I.6.3 Caractères de la conversion électromécanique.....	8
I.7 les types de système électromécanique.....	8
I.7.1 Robotique.....	8
I.7.2 Machiné–outil a la commande numérique.....	13
I.7.3 Impression 3D .	16
Conclusion.....	20

Chapitre II

partie commande de système électromécanique

II.1 Introduction.....	22
II.2 Définition.....	22
II.3 convertisseurs analogique –numériques.....	22
II.3.1 Définition du convertisseur analogique-numérique (CAN).....	22
II.3.2 l’étape essentielle de CAN.....	22
II.3.3 Structure des convertisseurs analogique –numérique.....	24
II.4 Convertisseur numérique –analogique.....	26.

Sommaire

II.4.1 Définition.....	26
II.4.2 Principe.....	26
II.4.3 Structuré Conversion numérique analogique.....	26
II.5 Un Automate Programmable Industriel (API).....	28
II.5.1 Les Objectifs.....	28
II.5.2 Structure d'un API.....	28
II.6. Les API comportent quatre parties principales.....	29.
II.7 Description des éléments d'un API.....	30
II.8 Fonctionnement l'automate programmable(API).....	30.
II.9 Le choix de l'unité centrale.....	31
II.10. Langages de programmation pour les API.....	31
II.11 Etude des différentes interfaces.....	32
II.11.1 Les cartes d'entrées TOR.....	32
II.11.2 Les cartes de sorties TOR.....	33
II.11.3 Les cartes d'entrées analogiques.....	33
II.11.4 Les cartes de sorties analogiques.....	34
II.11.5 La carte de comptage rapide.....	34
II.12 Le pré actionneurs.....	35
II.12.1 Pré-actionneurs électriques.....	35
II.12.2 Pré-actionneurs pneumatiques.....	36
Conclusion.....	38

Chapitre III

partie opérative de système électromécanique

.Introduction	40
.III .1 convertisseur statique.....	40
III.2 les interrupteurs de électromécanique de puissance	41
4III .3 Les actionneur.....	42
III .3 .1 Actionneur électrique.....	42
III.4 les Capteurs.....	47
III .4.1 Définition.....	50
III .4.2 Principe de fonctionnement.....	50
III .4.3 Constitution d'un capteur.....	50
III .4.4 Les Différente familles de capteur.....	51

Sommaire

III .4.4 .1Capteurs actifs.....	52
III .4.4.2 Capteurs passifs	53
III .4.4.3 Capteurs intégrés	53
III .4.4.4 Capteurs intelligents.....	54
III .4.5 Classification de capteur.....	55
III .4.6Caractéristiques métrologiques de capteur.....	56
Conclusion.....	59

chapitre IV

la méthodologie des transferts des donnes sous forme des ordres

.IV.1 Introduction.....	61
IV.2 Explication de la chaîne fonctionnelle des différents systèmes automatiques électromécaniques.....	61
IV.2.1 Définition de chaîne fonctionnelle.....	61
IV.2.2 chaîne d'information	62
IV.2.3 chaine d'energie.....	63
IV. 3 La relation entre de chaîne d'information et la chaîne d'énergie.....	65
IV.4.1 Définir la méthodologie de transformation des informations sous forme de commandes.....	65
IV.5 : L'excitation et programmation avec MOCN.....	66
IV.5.3 système d'axes.....	68
.IV.6 Le TOUR....	69
.IV.6.1 Description de la machin	69
IV.6.2 Les différents types d'opérations.....	70
IV.6.3 Programmation Des MOCN.....	71
IV.6.4 Codification des instructions.....	71
IV.6.6 Contrôle de la position de la pièce par rapport à l'outil.....	72
IV.6.7 Le contexte de la programmation	73
IV.7 Principe de programmation des déplacements.....	73
IV.7.1 Axe de machine-outil.....	73
IV.7.2 Programmation des déplacements.....	74
IV.7.3 Les principales fonctions.....	74
IV.8 Définitions.....	81
IV.8.1 Mike's free interface.....	81
IV.8.2 L'interface de MFI.....	81

Sommaire

IV.8.3 transfert des données à la MOCN.....	82
IV.9 applications sur le tour EMCO COMPACT 5 CNC par MFL.....	83
IV.9.1 La modélisation	83
IV.9.2 la programmation.....	84
IV.9.3 : l'explication de programme.....	87
IV.9.4 réglages de clavier de commande du tour EMCO COMPACT 5 CNC.....	93
Conclusion.....	93
Conclusion générale	96
Bibliographique	98
Annexe	

Liste des figures

Chapitre I

Figure I.1: schéma de system électromécanique automatisée	04
Figure I.2 : représentation de rôle énergie électrique	07
Figure I.3 : FANUC R2000iB/210F Industriel Robot	09
Figure I.4 : liaison mécanique	09
Figure I.5 : Exemples des robots de soudages	10
Figure I.6 : Exemple de robot d'assemblage	10
Figure I.7: Exemples des robots d'emballage et palettisation	11
Figure I.8: Exemple d'un robot agro-alimentaire.	11
Figure I.9 : La robotique dans la biotechnologie	12
Figure I.10 : machine-outil a commande numérique	13
Figure I.11 : Eléments de la partie opérative	14
Figure I.12 : Fonction originale d'une commande numérique.	15
Figure I.13 : principe de fonctionnement d'une imprimant 3D fff	17
Figure I.14 :Exemple de série de maquettes d'études architecturales	19

Chapitre II

Figure II.1 : symbole de convertisseur analogique numérique	22
Figure II.2 : le passage de single analogique au single échantillon	23
Figure II.3 : Passage du signal échantillonné au signal quantifié	23
Figure II.4 : schéma de convertisseur simple rampe	24
Figure II.5 : convertisseur a double rampe	24
Figure II.6 : principe de convertisseur flash	25
Figure II.7 : principe convertisseur semi-parallèle a 8 bit	25
Figure II.8 : Convertisseur à approximations successives	26
Figure II.9: symbole de convertisseur numériques –analogique	26
Figure II.10 : schéma Structural de réseaux R-2R	27
Figure II.11 : Convertisseur Numérique Analogique à résistances pondérées	27
Figure II.12 : structure d'un API	29
Figure II.13 : carte d'entrées TOR	32
Figure II.14 : carte d'sortie TOR	33
Figure II.15 : Module d'entrée analogique SIMATIC ET 200SP	34
Figure II.16 : Les pré-actionneurs électriques	35
Figure II.17 : exemple de contacteur	36
Figure II.18 : schéma de distributeur	37
Figure II.19: Image d'un relais.	37

Chapitre III

Figure III.1 : Fonctions réalisées par les convertisseurs	40
Figure III.2 : structuré de diode idéale	41
Figure III.3 : Le transistor bipolaire	41
Figure III.4 : symbole diode thyristor	42

Liste des figures

figure III.5: Symbole d'un moteur courant continu.	43
Figure III.6 : Moteur a courant continue	43
Figure III.7 : exemple de moteur pas a pas	44
Figure III.8 ; constatation de moteur	46
Figure III.9 : constatons de vérin pneumatique	48
Figure III.10: vérin simple effet avec son distributeur	48
Figure III.11 : vérin double effet avec son distributeur	49
Figure III.12 : utilisation de vérin pneumatique	49
Figure III.13 : schéma de principe du capteur	50
Figure III.14 : structure de constatons du capteur	51
Figure III.15 : structuré de capteur intelligent	54
Figure III.16 : représente de single échantillonnage	55
Figure III.17 : Détection par CONTACT d'une position	55

Chapitre IV

Figure IV.1 : la méthodologie de transfert de donne sous forme des ordres	62
Figure IV.2 : chaine d'informations	62
Figure IV.3 : chaine d'énergie	63
Figure IV.4 : la relation entre chaine d'énergie et chaine d'information	65
Figure IV.5: simulons un system électromécanique à fonctionnement automatique	66
Figure IV. 6: Analyse fonctionnelle niveau A-0	66
Figure IV. 7 : représente la répartition des origines en tournage	70
Figure IV. 8 : un exemple d'un centre d'usinage à cinq axes	68
Figure IV.9 : Tour à commande numérique	69
Figure IV.10 : Structure d'un programme d'usinage avec l'organisation d'un bloc	74
Figure IV.11 : L'interface de MFI pour le tour EMCO COMPACT 5 CNC	81
Figure IV.12 : clavier de la partie commande du tour EMCO COMPACT 5 CNC	82
Figure IV.13 : le connecteur mâle et femelle	82
Figure IV.14 : transfert des données par carte mémoire	83
Figure IV.15 : pièce fabrique par EMCO COMPACT 5 CNC	83
Figure IV.16: La Choississant de le tour EMCO COMPACT 5 CNC par MFI	64
Figure IV.17 : applications sur le tour EMCO COMPACT 5 CNC par mike's free interface	85
Figure IV.18 : schéma de forme de coupe sur le tour EMCO COMPACT 5 CNC par MFI	86
Figure IV.19 : chaîne cinématique d'un tour CN pour le transfert d'informations dans les commandes	87
Figure IV.20 : l'instruction G code et M de la pièce sur MFI	88
Figure IV21 : Explication d'un exemple de programme	88
Figure IV.22 : clavée de la partie commande d'une tour EMCO COMPACT 5 CNC	93
Figure IV.23 : la forme de MFI sur l'écran de pc de tour EMCO COMPACT 5 CNC	93

Liste des tableaux

Tableau III .1 : grandeur d'entries et le sortie et l'effet de capteur active	52
Tableau III .2 : le type de matériaux et l'effet utilisé de capteur passive	53
Tableau IV.1 : type de source d'alimenté et l'énergie de sortie	64
Tableau IV.2 : distribution d'énergie	64
Tableaux IV.3 : Origines utilisées dans des MOCN	67
Tableaux IV.4 : les différentes fonctions de l'adresse	72

Symboles et abréviations

MOCN	machine-outil à commande numérique,
SMA	système mécanique articulé
FDM	Fused de position modeling
PC	partie commande
API	Un Automate Programmable Industriel
CAN	convertisseur analogique-numérique
DCN	directeur de commande numérique
PO	partie opérative
SLA	StereolithographyApparatus
CLIP	Continuous Liquid Interface Production
SLS	Selective Laser Sintering
SLM	Selective Laser Melting
ADC	Analog to Digital Converter
TOR	Tout Ou Rien
FMI	Fabrication mécanique industrielle
DCN	Directeur de commande numérique
MFI	Mikes Free Interface

Introduction Générale

Introduction

Notre monde connaît aujourd'hui un grand changement dans divers domaines, y compris militaire, industriel, économique, agricole et commercial, en plus de divers autres domaines qui incluent un groupe de systèmes, qui assistent à un large développement dans leurs systèmes mécaniques, électroniques, mécatroniques et électromécaniques (automatiques), qui font l'objet de notre étude, Ce dernier assiste à un large développement de sa structure, qui se compose de la partie pratique (partie opérative) et de la partie contrôle(partie commande), et cette évolution est illustrée par la manière dont ce système fonctionne, A travers notre projet, nous avons divisé notre étude en quatre axes principaux.

Le premier chapitre: Nous avons étudié les systèmes électromécaniques automatiques et leur structure, et leurs différents types, en plus de leurs caractéristiques. Quant au deuxième chapitre, nous avons étudié la partie commande des systèmes, avec ses différentes combinaisons, et le troisième chapitre nous avons étudié la partie pratique ou partie de puissance avec ses différentes combinaisons, et le dernier chapitre : nous avons étudié la méthodologie de transfert d'informations sous forme d'ordres, afin de clarifier le processus que poursuit le concepteur du système automatique électromécanique.

Nous prenons également en compte une machine de commande numérique qui fabrique des pièces mécaniques à l'aide d'un programme spécial, et de cette façon nous développons l'identification de la pièce mécanique à obtenir afin d'incarner le programme que la machine met en œuvre, et ce afin d'obtenir une pièce mécanique fabriquée.

Ceci est basé sur l'écriture d'un programme dont le contenu est considéré comme des ordres, et son incarnation et l'obtention d'une pièce fabriquée est considérée comme une exécution.

Chapitre I

Généralité de système électromécanique

I.1 Introduction

Dans ce premier chapitre ; nous 'intéressera la notion et définition de système ; et le large éventail de domaine électrotechnique. Les systèmes de mécanismes électromécaniques est l'une des disciplines associées à tout système qui contient des mécanismes électriques et appliqués, l'électromécanique est l'une des branches scientifiques qui se spécialise dans la combinaison des techniques mécaniques et électriques, ainsi que l'intégration à la fois le génie mécanique et le génie électrique qui comprend le génie électronique, la science électromécanique est la science qui prend soin de tous les systèmes contenant de l'énergie électromécanique et des systèmes électromécaniques,

I.2 Définition

I.2.1 Système électrique

C'est une science technique, ou science de l'ingénieur, constituant l'une des branches les plus importantes de la physique appliquée, qui étudie et conçoit les structures effectuant des traitements de signaux électriques, c'est-à-dire de courants ou de tensions électriques, porteurs d'informations.[1].

I.2.2 Système mécanique

On appellera système mécanique ou encore système matériel un ensemble d'objets parfaitement identifiés, pouvant être liés entre eux ou non, rigides ou déformables, massiques ou de masse négligeable. [2]

I.2.3 La relation entre système électrique et système mécanique

- Électronique = branche de la physique appliquée à la transmission d'information

- Mécanique = branche de la physique appliquée à l'étude des mouvements, déformations et Équilibres des système physiques.

-Électromécanique = association de l'électronique et de la mécanique

I.3 Système électromécanique

Un système électromécanique est caractérisé par k circuits électriques repérés par l'indice n (n =1, ...,k). On peut associer à ceux-ci autant de courants i_k , de tension u_k et de flux totalisés ψ_k .

Ces diverses grandeurs sont reliées par la relation générale :

$$u_n = R_n i_n + \frac{\partial \psi_n}{\partial t}$$

Un tel système, soit un moteur, un relais, un dispositif de mesure, est géométriquement déformable. Il possède j degrés de libertés, caractérisés par j coordonnées généralisées x_m ($m=1, \dots, j$).

Il peut s'agir d'un angle ou d'un déplacement linéaire [3]

I.3.1 système électromécanique simple non automatisé

C'est le système qui n'a pas la partie commande automatique et numérique, c'est-à-dire le système qui n'a pas de programme spécial qui fonctionne à travers lui. Et le système électromécanique non automatisé est un système qui est actionné par un suivi humain pendant son fonctionnement.

I.4 Système électromécanique automatisés

I.4.1 Définition

L'électromécanique des systèmes automatisés est une discipline d'ingénierie visant à apporter une formation pluridisciplinaire en mécanique, électrotechnique et électronique [4]



Figure I.1: schéma de système électromécanique automatisée

I.4.2 Systèmes électromécaniques fixe et mobile –l'installation de systèmes

Le système est classé en fonction de son état lors de l'exécution de sa fonction, et il existe des systèmes mobiles, tels que des robots, et des systèmes fixes, tels que des machines de l'industrie mécanique, qui sont transportés sur le sol de l'usine avant son fonctionnement,

Quant à la diffusion du système et à sa préparation au travail, elle se fera selon les conditions de l'usine de ce système.

I.4.3 classification et l'objectif et caractéristiques

La classification du système et son objectif sont fonction du domaine d'utilisation.

Les caractéristiques sont la consommation spécifique d'énergie, la rentabilité, la qualité de l'industrie, la qualité et la flexibilité du système

I.4.3.1 La flexibilité

La flexibilité des systèmes électromécaniques varie d'un système à l'autre, et cela en fonction des caractéristiques de chaque système. Nous disons que le système électromécanique est flexible s'il dispose de technologies de haute qualité, et qu'il a une réponse large et rapide lors de l'exécution de ses tâches, c'est-à-dire qu'il exécute les commandes du programme rapidement et avec une grande précision.

I.4.3.2 Puissance

La capacité peut être basée sur les tâches qu'il accomplit et selon les caractéristiques dont il jouit. La capacité d'un système diffère de l'autre selon le type de mécanisme adopté dans l'industrie (c'est-à-dire la structure structurelle du système, il joue un rôle important)

I.4.3.3 La critères pour choisir le meilleur system d'acquisition pour son application

Le système électromécanique automatisé est choisi en fonction des exigences dont le propriétaire a besoin pour ce système, et ce afin d'obtenir ses désirs économiques ou de service et sociaux. Tout cela est basé sur les caractéristiques dont ce système bénéficie des techniques (Ce système est choisi et acheté à partir du travail requis, dans divers domaines, tels que la médecine, les industries mécaniques et diverses usines, telles que l'industrie pharmaceutique, etc.)

I.4.3.4 La durée de vie ,la rentabilité et fiabilité

La durée de vie du système est déterminée par l'usine, mais son rendement sera fonction des conditions et des conditions dans lesquelles ce système fonctionne, en plus des caractéristiques dont il bénéficie, de la qualité de l'appareil et de ses pièces, et de sa flexibilité pour exécuter les commandes qui lui sont accordées par le gestionnaire. Quant à l'état de fiabilité, c'est en fonction de l'expérience du système par ses constructeurs de déterminer son état final.

I.4.3.5 Impact environnemental et économique d'énergie

L'impact environnemental et économique et la consommation d'énergie du système doivent être conformes aux conditions fournies par le propriétaire et l'utilisateur de ce système, de la protection de l'environnement à la maintenance préventive et corrective de toutes sortes.

I.4.4 La panne et la maintenance

Il est naturel que tout système électromécanique mécanique ou non automatique soit sujet à des dysfonctionnements, (dans l'exercice de ses fonctions) .en fonction du type de système, de sa qualité et de sa flexibilité, de la durée de vie des pièces et des pièces qui composent ce système. Quant à la maintenance à laquelle ce système est soumis, selon le cahier de conditions réalisé par le concepteur de ce système, (c'est-à-dire que chaque composant de ce système peut faire l'objet d'une maintenance préventive ou corrective, de leurs différents types, en fonction de l'état et des caractéristiques des pièces et pièces qui composent le système électronique automatisé)

I.5 Gestion humaine du système (contrôle, programmation et surveillance)

Le système est contrôlé par le programme que nous entrons manuellement en verrouillant l'écran sous forme d'icônes, et de là toutes les étapes de travail qu'il exécute sont surveillées en fonction du programme.

I.5.1 Maitier de système

Personne qui installe, modifie, entretient et répare les systèmes de production automatisés (machines exécutant certaines tâches ou faisant fonctionner d'autres machines sans intervention humaine) dans le but de les adapter aux besoins de l'entreprise et de les faire fonctionner de façon optimale et sécuritaire. Elle vérifie le fonctionnement des machines, procède à des essais, détermine les causes des pannes, fait les ajustements nécessaires et répare ou remplace les pièces défectueuses. En cas de panne, elle doit trouver rapidement la cause du problème afin que la production puisse reprendre dans les meilleurs délais [5].

I.6 Conversion électromécanique

Dans une transformation d'énergie électrique en énergie mécanique, il apparaît également une conversion d'énergie électrique ou mécanique en énergie thermique par effet joule. Cette dernière présente un caractère irréversible. Le bilan énergétique faisant intervenir les formes électrique, mécanique et thermique n'est généralement pas équilibré,

en particulier en régime transitoire. Il faut donc tenir compte d'une quatrième forme d'énergie associée à la conversion électromécanique. Il s'agit de l'énergie magnétique [3].

I.6.1 Rôle de l'énergie électrique

L'énergie électrique est une forme secondaire d'énergie, qui ne présente que peu d'utilisations directes. En revanche, elle est une forme intermédiaire très intéressante par sa facilité de transport, sa souplesse et ses possibilités de conversion. Parmi toutes les possibilités de transformation, la forme électromécanique joue un rôle particulièrement important. D'une part, plus de 99% de la production d'énergie électrique résulte d'une conversion mécanique-électrique. D'autre part, la conversion électromécanique joue un rôle important dans des domaines aussi variés que la traction ferroviaire ou urbaine, les machines-outils, les appareils électroménagers, etc. Ce sont principalement les qualités de rendement de conversion, de souplesse et l'absence de pollution qui en font un produit technique très répandu [3].

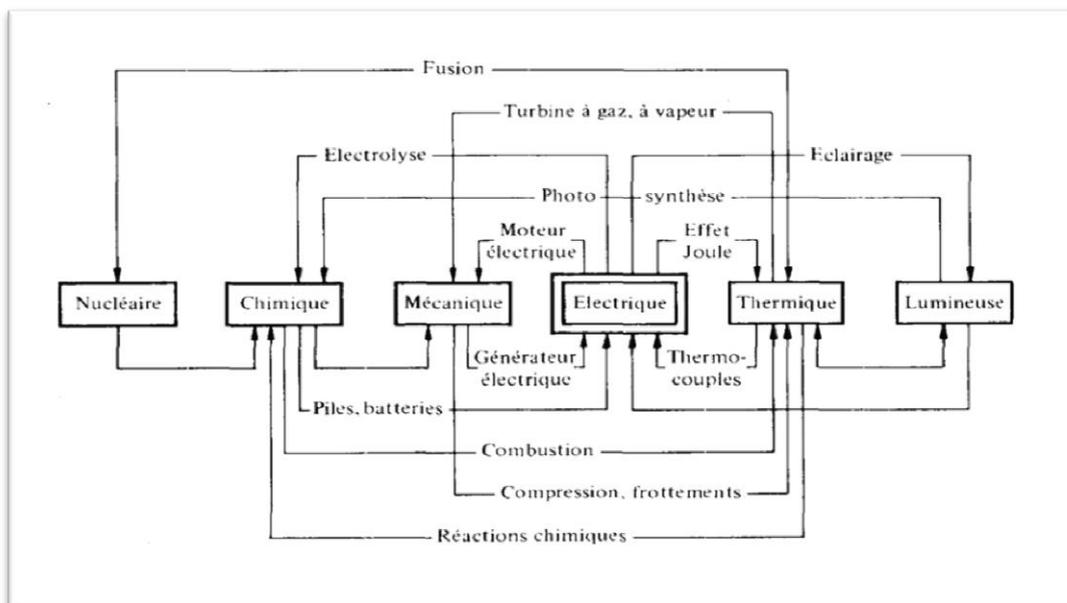


Figure I.2: représentation de rôle énergie électrique

I.6.2 Propriétés générales de la conversion électromécanique

La conversion électromécanique présente des caractères communs à la plupart de ses applications. Parmi celles-ci, on peut relever :

- le rendement énergétique généralement élevé
- la réversibilité. Le même système permet aussi bien une conversion électromécanique qu'une transformation en sens inverse

- l'absence de nuisances
- la fiabilité et la durée de vie
- la gamme étendue des puissances allant de quelques p_w à plus d'un G_w
- la possibilité d'assurer, en plus d'une conversion d'énergie, une conversion d'information .

Certaines contraintes limitent cependant l'emploi de ce mode de conversion.

On peut citer :

- la dépendance d'un réseau d'alimentation. Il n'est que rarement possible de transporter la source d'énergie électrique (générateur, batterie d'accumulateurs, etc.) de façon indépendante, pour des systèmes de puissance importante.
- la puissance par unité de volume ou de masse est moins élevée que pour certains systèmes hydrauliques les systèmes électriques présentent un danger d'électrocution pour l'homme ropneumatiques, mécaniques ou thermiques [3].

I.6.3 Caractères de la conversion électromécanique

L'étude de la conversion électromécanique est basée sur le principe de conservation de l'énergie. Celui-ci fait appel à une forme intermédiaire d'énergie. Il s'agit de l'énergie électromagnétique ou de sa forme homologue, la coénergie magnétique.

Une force électromécanique résulte de trois formes possibles d'interaction :

- l'interaction entre deux courants
- l'interaction entre un courant et un circuit ferromagnétique

.L'interaction entre un aimant permanent et un courant ou un circuit ferromagnétique [3].

I.7 les types de système électromécanique

I.7.1 Robotique

1.7. 1.1 Notions générales

Un robot est un manipulateur commandé en position, reprogrammable, polyvalent, à plusieurs degrés de libertés, capable de manipuler des matériaux, des pièces, des outils et des dispositifs spécialisés, au cours du mouvements variables et programmés pour l'exécution d'une variété de tâches. Il a souvent l'apparence d'un ou plusieurs bras se terminant par un poignet. Son unité de commande utilise, notamment un dispositif de mémoire et éventuellement de perception et d'adaptation à l'environnement et aux

circonstances. Ces machines polyvalentes sont généralement étudiées pour effectuer la même fonction de façon cyclique et peuvent être adaptées à d'autres fonctions sans modification permanente du matériel [6].



Figure I.3:FANUC R2000iB/210F Industriel Robot

1.7. 1.2 Architecture mécanique

Liaisons mécaniques

Définition des liaisons usuelles : Un système mécanique articulé (SMA) est un ensemble de solides reliés entre eux par des liaisons par des points, pour définir une liaison. [6]

Liaisons mécaniques NF EN ISO 3952-1 et NF E 04-015					
Liaison	schéma plan	schéma espace			
Encastrement			Sphérique à doigt		
Pivot			Sphérique ou rotule		
Glissière			Appui plan		
Hélicoïdale			Linéaire rectiligne		
Pivot glissant			Sphère cylindre ou Linéaire annulaire		
			Sphère plan ou ponctuelle		

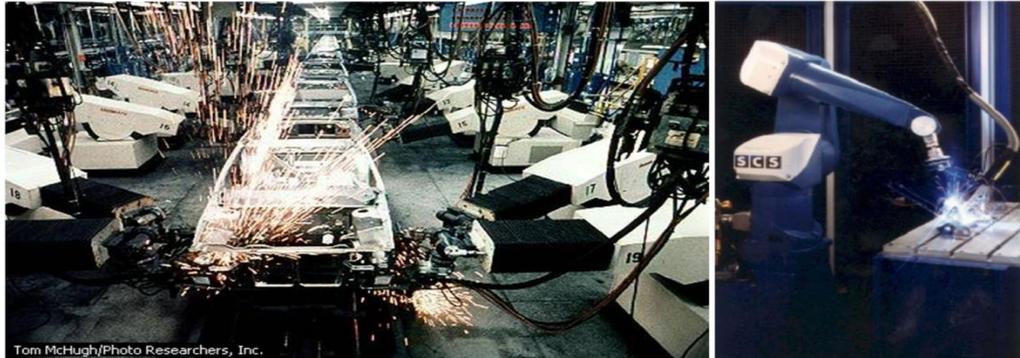
Figure I.4: liaison mécanique.

1.7. 1.3 Les différents types de robots industriels

❖ Robots Industriels de Soudage

Une des applications les plus courantes de la robotique industrielle est le soudage. Le soudage robotisé des châssis de voiture améliore la sécurité car un robot ne manque

jamais son point de soudure et les réalise toujours de la même manière tout au long de la journée. A peu près 25 % des robots industriels sont impliqués dans différentes opérations de soudure [7].



.Figure I.5 : Exemples des robots de soudages

❖ Robots Industriels d'Assemblage

L'assemblage occupe environ 33% des applications du parc des robots industriels. Beaucoup de ces robots peuvent être trouvés dans l'industrie automobile et l'industrie électronique[7].



FigureI.6 : Exemple de robot d'assemblage.

❖ Robots Industriels d'Emballage /Palettisation

L'emballage et la palettisation sont toujours des applications mineures des robots industriels, les prévisions pour ce type d'applications sont en croissance significative étant donné que les robots deviennent de plus en plus faciles à manipuler [7].

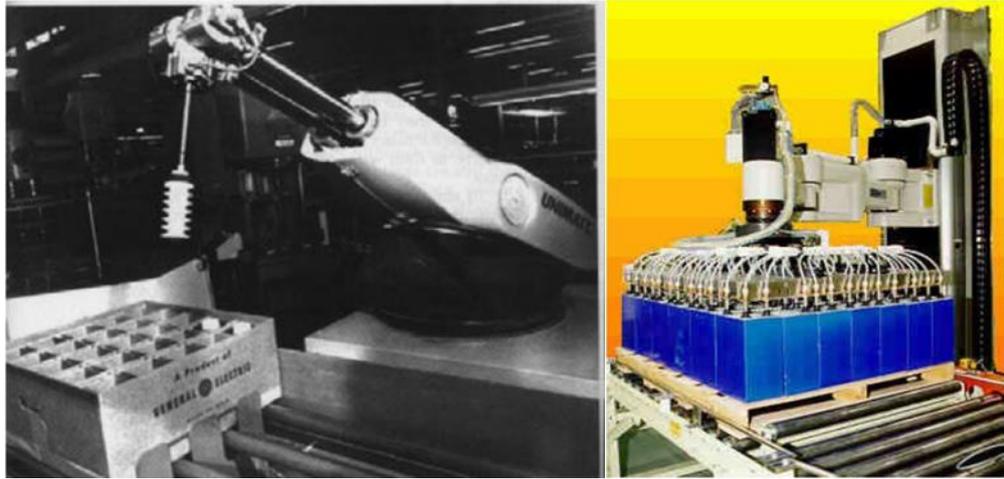


Figure I.7: Exemples des robots d'emballage et palettisation

❖ Robots Industriels dans l'Industrie Agro-alimentaire

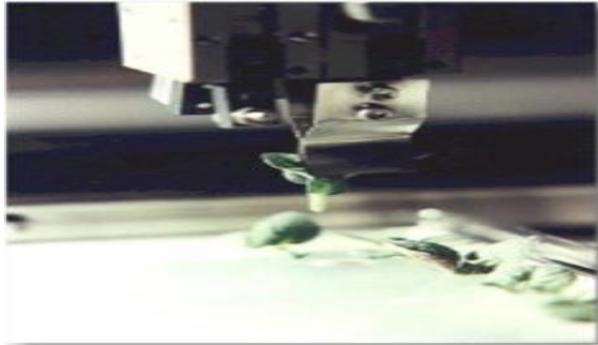
L'industrie agro-alimentaire est un champ d'applications voué à jouer un rôle majeur dans le futur. Comme montré sur la **Figure I.10**, les constructeurs développent une gamme spécifique de produits pour ce domaine[7].



Figure I.8: Exemple d'un robot agro-alimentaire.

❖ Robots dans les Biotechnologies

Les applications dans l'industrie pharmaceutique et dans les biotechnologies constituent également un marché d'avenir encore presque vierge. Par exemple le système robotisé de ForBio Robotics (Australie) pour la micro-propagation des plantes. Le processus réalise une culture de plants, en coupant la tige de chaque plant en segments et en les replantant pour faire venir de nouveaux plants[7].



FigureI.9: La robotique dans la biotechnologie.

1.7. 1.4 Caractéristiques d'un robot

On peut mentionner quelques-unes qui permettent de choisir un robot en fonction de l'application envisagée :

- L'espace de travail.
- La charge utile ou charge maximale transportable par le robot.
- Les vitesses et accélérations maximales, qui conditionnent les temps de cycle.
- Les performances (exactitude, répétitivité).
- La résolution : c'est la plus petite modification de la configuration du robot à la fois observable et contrôlable par le système [6].

Programmation des robots

Classiquement, 2 étapes sont utilisées pour faire en sorte qu'un robot connaisse la tâche à exécuter.

a- L'apprentissage

Enregistrement dans une mémoire de la trajectoire à exécuter, sous contrôle d'un opérateur humain, - Pantin : Structure mécanique identique à celle du robot, qui est déplacée et qui mémorise les points "pertinents",

Syntaxeur : Un manche de pilotage (joystick) commande les déplacements de l'organe terminal,

Boîte à boutons : Un interrupteur par actionneur.

b- La génération de trajectoires et les opérations

à réaliser le long de ces trajectoires, ce qui permet de définir la tâche à réaliser : On fait appel à un logiciel qui, à partir du modèle du robot, et des trajectoires à réaliser, élabore la succession des commandes des actionneurs. Les langages de programmation les plus courants sont : WAVE, VAL (Unimate), LM (Hitachi). Nous utiliserons pour notre part les langages associés au robot Stäubli RX 90 (langage V+) et au robot FANUC ARC ou LR [7].

I.7.2 Machiné –outil a la commande numérique**I.8.1 Définitions et structure physique**

Une machine-outil à commande numérique, appelée communément MOCN, est un système automatisé. Elle est composée d'une partie commande (PC) : le DCN (directeur de commande numérique) et d'une partie opérative (PO) comprenant la structure de la machine- outil, le porte-outil, l'outil et le porte-pièce; la matière d'œuvre est la pièce[8].



FigureI. 10: machine-outil a commande numérique

❖ Partie opérative

Les mouvements sont commandés par des moteurs ; presque comparable à une machine- outil classique, et elle comprend :

- ✓ Un socle, très souvent en béton hydraulique vibré, assurant l'indépendance de la machine au sol.
- ✓ Un bâti, un banc, dont les larges glissières sont en acier traité.
- ✓ un support outil (broche, torche, laser, jet d'eau ...).
- ✓ Une table support pièce, mobile selon 2 ou 3 axes, équipée de système de commande à vis et écrou à bille. Le granit, ou le granit

reconstitué, est utilisé pour la fabrication des tables et des bâtis des machines à mesurer tridimensionnelles des rectifieuses et de certains tours.

- ✓ des moteurs chargés de l'entraînement de la table.
- ✓ Un élément de mesure ou capteur de position renseignant à tout moment sur la position du mobile sur chaque axe.
- ✓ Une dynamo tachymétrie assurant la mesure de la vitesse de rotation.[8]

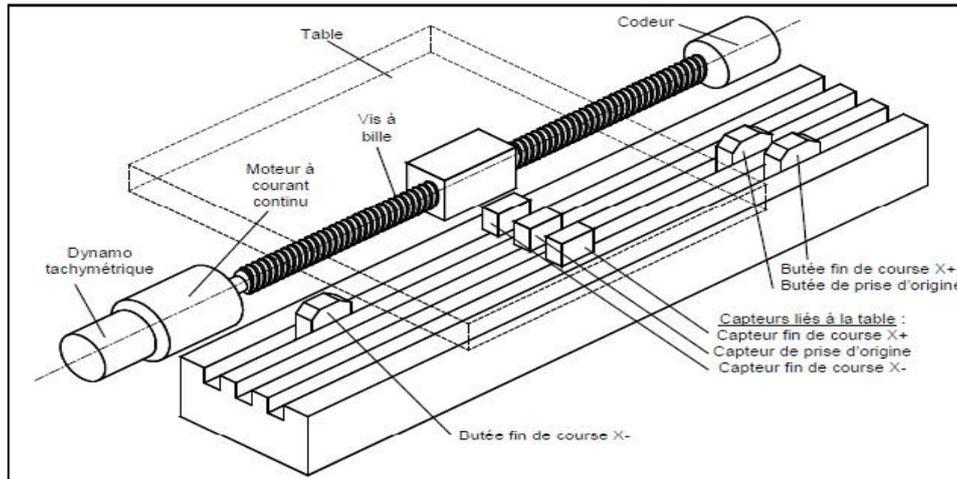


Figure I.11 : Eléments de la partie opérative.

- Tâches effectuées

Les tâches effectuées sur le site de la partie opérative sont :

- ✓ Chargement et déchargement (pièce port pièce).
- ✓ Chargement et déchargement (outils port outils).
- ✓ Intervention manuelles nécessitées par l'usinage et l'entretien.
- ✓ Surveillance de commande [8]

❖ Partie commande

Différente d'une machine conventionnelle et constituée d'une armoire dans laquelle on trouve;

- ✓ Le pupitre permettant de rentrer les commandes à l'aide d'un clavier,
- ✓ Le lecteur de données (ce lecteur peut être une option lors de l'achat de la machine),
- ✓ La sortie RS 232 pour les liaisons avec les Périphériques externes,

- ✓ L'écran de visualisation de toutes les données enregistrées,
- ✓ Le calculateur,
- ✓ les cartes électroniques (commandes d'axes, mémoire...).

La partie commande est alimentée par un courant faible et ne peut donc pas alimenter en direct les moteurs de la machine (voir schémas ci-dessous) [8]

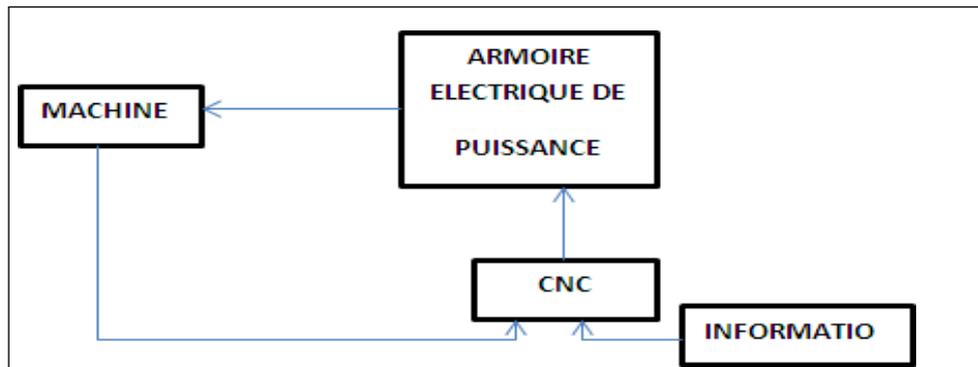


Figure I.12 : Fonction originale d'une commande numérique.

I.8.2 Classification des MOCN

Les machines-outils à commande numérique (MOCN) sont classées suivant :

- Classification selon la nature de déplacement
- le mode de fonctionnement de la machine
- le nombre d'axes de la machine
- le mode d'usinage [8].

I.8.3 Les différents types de MOCN

Les centres d'usinage sont des machines-outils qui travaillent par enlèvement de matière et permettent de réaliser automatiquement des opérations de fraisage, alésage, perçage, taraudage. Elles possèdent un magasin d'outils avec changeur automatique et peuvent être équipées d'un dispositif automatique de chargement des pièces.

L'ensemble de ces fonctions est géré par un ou plusieurs systèmes électroniques programmables (commande numérique (CN), ordinateur, automate programmable...).

On distingue plusieurs types de machines :

- les machines à enlèvement de copeaux : les perceuses, les tours 2 et 4 axes,

les centres de tournages 5 axes, les fraiseuses 2 axes 1/2, 3 axes, les centres d'usinage, 3 à 5 axes, les rectifieuses, les affûteuses, les machines d'usinage à très grande vitesse.

- les électroérosions : les machines à enfonçages, les machines à fil.
- les machines de découpes : oxycoupage, laser, jet d'eau...
- les presses : métal, injection plastique.
- les machines à bois : à portique ou col de cygne.
- les machines spéciales : à panneaux, à têtes multiples, de conditionnement (Pour l'agroalimentaire). [8]

I.7.3 Impression 3D

Une technique de fabrication dite additive qui procède par ajout de matière, contrairement aux techniques procédant par retrait de matière comme l'usinage. L'impression 3D permet de réaliser des objets usuels, des pièces détachées ou encore des prototypes destinés aux essais. Le point de départ est un fichier informatique représentant l'objet en trois dimensions, décomposé en tranches. Ces informations sont envoyées à une imprimante 3D qui va réaliser la fabrication par ajout de couches successive [9]

I.7.3.1 Les techniques d'impression 3D

Il existe différentes techniques d'impression 3D, selon la matière première utilisée

- Fused de position mode ling (FDM) : dépôt par extrusion d'un fil de plastique ABS ou PLA fondu ;
- StereolithographyApparatus (SLA) : des élastomères ou plastiques thermodurcissables liquides sont polymérisés couche par couche par un laser ;
- ContinuousLiquid Interface Production (CLIP) : une résine liquide est polymérisée par un laser ultraviolet dans un environnement où la teneur en oxygène est contrôlée ;
- Frittage sélectif par laser ou Selective Laser Sintering (SLS) : des thermoplastiques, métaux ou céramiques sous forme de poudre sont frittés couche après couche par un laser ;

- Fusion sélective par laser ou Selective Laser Melting (SLM) : des métaux, plastiques et céramiques sous forme de poudre sont fondus couche après couche par un laser [9].

I.9.2 Le principe de fonctionnement de l'imprimante 3D

En superposant ou en adjoignant des particules ou des filaments d'un matériau entre eux, il est possible de donner forme à un ensemble. Il est là, tout le secret de l'impression 3D. Il suffit de s'imaginer que l'on joue avec des pièces de LEGO de taille minuscule et qu'on les agence de manière à donner une forme précise à une nouvelle création. Il est alors possible d'utiliser des modèles fournis par le fabricant ou sur internet, mais aussi de créer ses propres modèles sur son ordinateur via des logiciels spécialisés en modélisation 3D.

Il faut ensuite charger une bobine de fil à l'emplacement prévu à cet effet sur l'imprimante 3D. Cette bobine agit comme l'encre d'une imprimante classique, c'est elle qui constitue la matière de l'objet en cours de création. Une fois la bobine est mise en place, la tête d'impression chauffante aspire ce fil pour le faire fondre progressivement, puis créer des couches successives sur le plateau de verre qui s'abaisse petit à petit. C'est l'accumulation de ces couches tout en hauteur qui forme l'objet final.

Les matériaux employés dans les impressions 3D sont généralement des thermoplastiques qui fusionnent entre eux lorsqu'ils sont chauffés, ou d'autres substances qui durcissent lorsqu'elles sont exposées à des lasers [10].

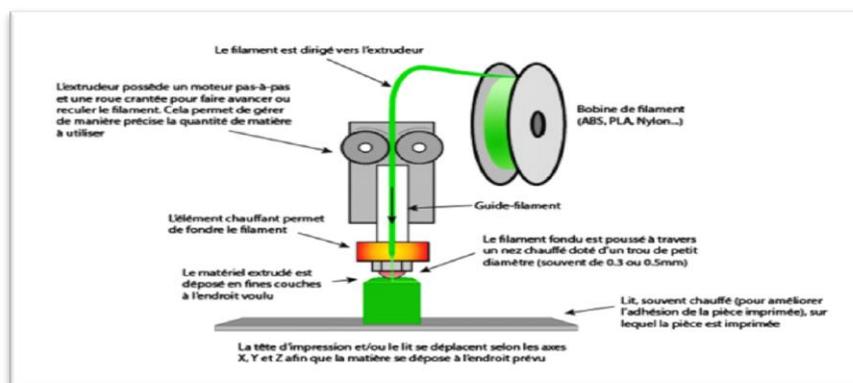


Figure I.13 : principe de fonctionnement d'une imprimante 3D fused filament fabrication

I.9.3 Domaines d'applications

I.9.3.1 Impression 3D en médecine

Dans le monde médical, l'impression 3D apporte de belles promesses dans de nombreux domaines : des implants dentaires aux prothèses auditives en passant par la chirurgie réparatrice. Elle a un double avantage : permettre aux fabricants d'économiser de l'argent qu'ils peuvent investir dans la recherche et offrir aux clients un confort encore jamais atteint, en leur proposant des prothèses parfaitement adaptées à leur morphologie personnelle. L'expert britannique Phil Reeves estime qu'il existe environ 10 millions d'appareils auditifs et plus de 500 000 implants dentaires imprimés en 3D en circulation dans le monde entier.

Les matériaux d'impression 3D utilisés dans le monde médical offrent de plus une excellente finition et une grande stabilité.

Jusqu'ici, les prototypes médicaux ont encore été utilisés avec parcimonie dans le secteur de la santé pour des raisons de coût et de temps. L'impression 3D est un outil plus rapide, plus simple qui permet aux fabricants de produits médicaux de développer des dispositifs d'essais cliniques prêts à l'emploi rendant la validation de ces dispositifs plus rapide, plus simple, mieux adaptable et plus fonctionnelle [10].

I.9.3.2 L'automobile

L'imprimante 3D dans le secteur de l'automobile favorise aussi le travail itératif. Elle permet de tester les pièces sans contrainte budgétaire et fluidifie la chaîne de production. L'impression 3D est idéale pour créer des prototypes automobiles résistants et des articles à partir de thermoplastiques d'ingénierie de haute performance [10].

I.9.3.3 L'architecture et le Design

Pour les cabinets d'architecture, les bureaux d'étude ou les studios de design, l'impression 3D facilite le travail et le rend plus rapide en créant des modèles résistants et complexes, directement à partir de données CAO ou CAD issues d'un logiciel 3D d'architecture ou de design 3D. ces modèles conduisent à l'élaboration de maquettes détaillées dans une gamme de matériaux y compris les photopolymères rigides prêts pour la peinture.

L'impression 3D permet un gain de temps et une meilleure communication dans la fabrication de maquettes d'étude ou de maquettes artistiques. En imprimant des modèles plus détaillés, les clients peuvent mieux visualiser et comprendre le

design et faciliter ainsi le processus décisionnel des projets. C'est un gain considérable sur le temps passé et les dépenses liées à la production de modèles de construction, nécessitant souvent des détails très précis. Les maquettes ainsi créées sont en outre plus résistantes que les modèles traditionnels [10].



Figure I.14: Exemple de série de maquettes d'études architecturales

I.9.3.4 L'éducation

L'imprimante 3D va devenir, par ailleurs, un véritable outil pour la salle de classe. Plusieurs fonctionnalités peuvent d'ores et déjà être envisagées :

Il fournit aux enseignants des aides visuelles en trois dimensions utilisables dans leur cours pour illustrer une notion difficile à saisir.

Au lieu de montrer des images d'objets, il permet aux enseignants de susciter l'intérêt de leurs élèves en imprimant des objets réels.

Il améliore l'apprentissage pratique et l'apprentissage par la pratique à l'aide de mini-modèles réalistes en 3D.

Il offre plus d'espace pour les activités interactives en classe

Il permet aux étudiants d'acquérir de nouvelles compétences et de nouvelles opportunités, ceux-ci pouvant présenter leurs projets imprimés non seulement en cours mais aussi lors d'entretiens d'embauche. La connaissance de ces techniques d'impression va également devenir un atout pour les entreprises qui utilisent l'impression 3D en interne [10].

I.9.3.5 L'aéronautique, l'aérospatiale et la défense

Les ingénieurs de ces secteurs à forte dominante technologique utilisent aussi l'impression 3D pour le prototypage, l'outillage et la fabrication de pièces

finies. A partir de thermoplastiques à haute performance, ils sont en mesure de construire des gabarits de montage, des jauges de contrôle mais aussi des pièces finies utilisées dans ces secteurs. L'imprimante 3D permet de créer des pièces résistantes à la chaleur, aux substances chimiques et aux rayons ultra-violet qui n'absorbent en outre pas l'humidité. Plus de trois cents pièces différentes imprimées en 3D équipent déjà les avions fabriqués par la société Boeing (les conduits d'air par exemple). Pour de petites séries et des pièces aux formes compliquées, il est possible ainsi de réduire considérablement les coûts de production. L'impression 3D permet par ailleurs un gain de poids pour les pièces en plastique ou en métal et offre une meilleure isolation électrique. Les thermoplastiques de production de haute qualité sont donc une solution idéale pour la fabrication de composants pour avions, en raison de leur légèreté et leur résistance à la chaleur, atouts déterminants dans cette branche de l'industrie [10].

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté la généralité des systèmes électromécaniques, ce dernier consiste en système mécanique et électrique, nous remarquons le développement du progrès du système électromécanique automatisé, qui a un rôle dans la vitesse de production et de précision dans les produits industriels.

Dans le chapitre suivant, nous nous concentrerons sur la partie de contrôle des machines automatiques afin que ce soit comme la partie qui est traitée dans la réception des informations et des commandes où ils sont traités

Chapitre II

partie commande de système
électromécanique

II.1 Introduction

Les système électromécanique automatise est consistée deux partie important partie commande et contrôle et partie opérative. Le rôle de partie commande est donne(information) des ordre a la partie opérative.

Dans ce chapitre deuxième ;nous allons des information sur la constatons et caractéristique de ce système (convertisseur analogique –numérique et numérique- analogique , les API , pré actionner)

II.2 Définition

La partie contrôle du système mécanique automatise est la partie qui contient l'unité de saisie de données sous la forme d'un programme via le panneau de commande de l'ordinateur ta travers la partie contrôle les informations sont traitées et envoyées a la partie pratique afin de réaliser ce qui a été fait pour ce système. [11]

II.3 convertisseurs analogique –numériques

II.3.1 Définition du convertisseur analogique-numérique (CAN)

Un convertisseur analogique-numérique (CAN, parfois convertisseur A/N), ou en anglais ADC pour (Analog to Digital Converter) ou plus simplement A/D, est un montage électronique dont la fonction est de traduire une grandeur analogique en une grandeur numérique (codée sur plusieurs bits) . [13]

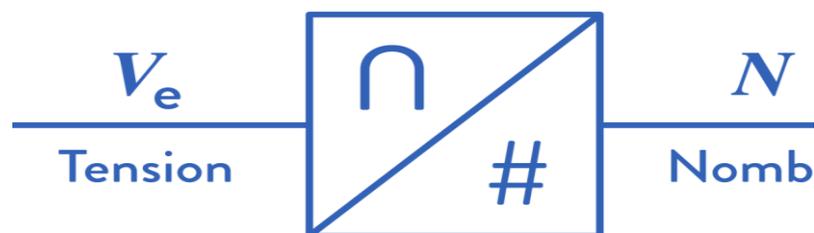


Figure II.1 : symbole de convertisseur analogique numérique

II.3.2 l'étape essentielle de CAN

❖ Echantillonnage

L'échantillonnage consiste à transformer un signal analogique (continu dans le temps) en un signal discret, en capturant des valeurs à intervalle de temps régulier. Il est répétée à intervalles temporels équidistants contrôlés par une horloge d'échantillonnage de période . La fonction obtenue n'est plus à temps continu mais discret comme la montre.

le théorème de Nyquist-Shannon indique que la fréquence d'échantillonnage f_e doit être au moins le double de la fréquence maximale f_{\max} que comporte le signal $f_e \geq 2f_{\max}$

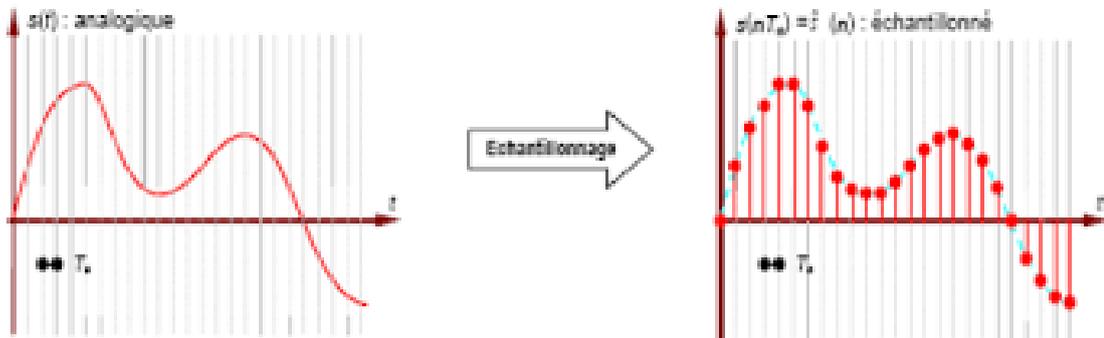


Figure II.2 : le passage de signal analogique au signal échantillonné

❖ Quantification

La quantification consiste à associer à la valeur réelle échantillonnée et bloquée, la valeur numérique entière la plus proche, comme illustre la Figure II.3 Cette opération est imposée par le CAN puisque le code numérique ne dispose que d'un nombre fini de valeurs pour convertir les valeurs analogiques variant continûment.

C'est l'opération qui consiste à associer une valeur analogique à la plus petite variation mesurable entre deux valeurs codées distinctes en sortie. Cette valeur est appelée quantum

$$q = \frac{\Delta v_{em}}{N^2}$$

q: quantum (V), aussi appelé résolution Δv_{em} : C'est l'écart entre la valeur mini et la valeur maxi de V_e à numériser (V). N: nombre de bits en sortie du convertisseur. . [12]

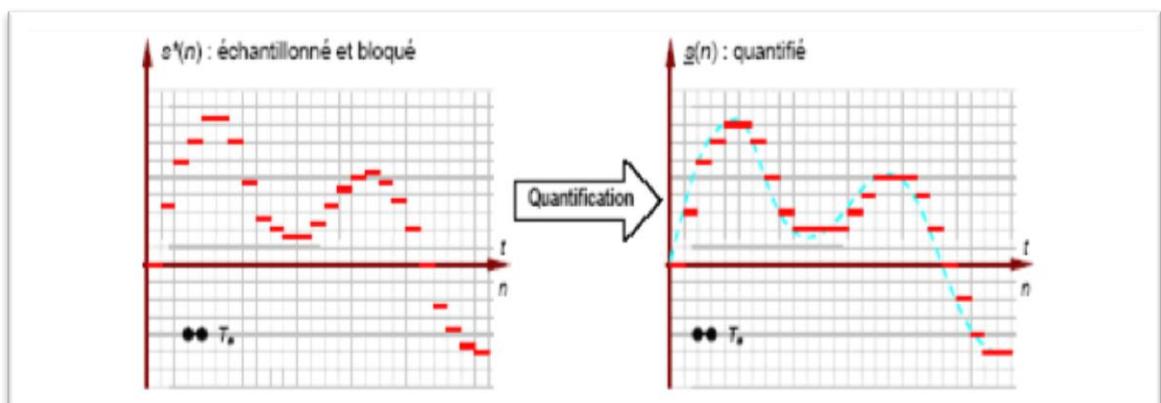


Figure II.3 : Passage du signal échantillonné au signal quantifié

II.3.3 Structure des convertisseurs analogique –numérique

II.3.3.1 Le convertisseur simple rampe

A la valeur de la tension d'entrée on fait correspondre une impulsion dont la largeur est proportionnelle à cette tension. Cette impulsion vient contrôler l'autorisation à incrémenter d'un compteur. On génère ainsi le code binaire de sortie en comptant plus ou moins longtemps en fonction de l'amplitude du signal à convertir.

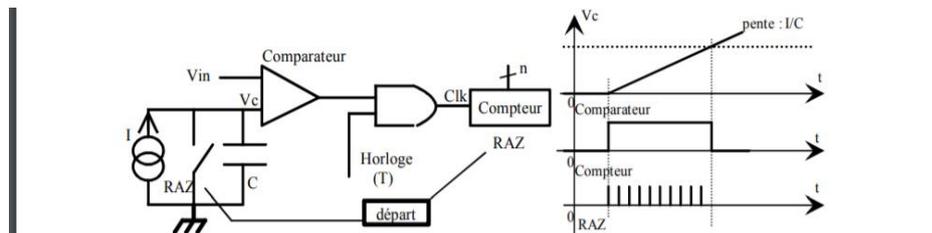


Figure II.4 : schéma de convertisseur à simple rampe

II.3.3.2 Le convertisseur double rampe

On effectue une double intégration de manière à faire s'annuler les erreurs dues aux composants : [13]

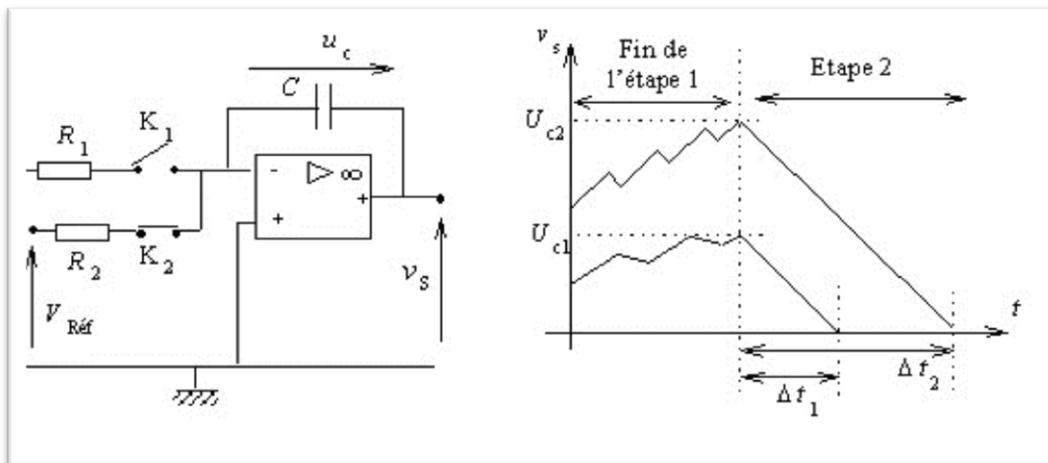


Figure II.5 : convertisseur à double rampe

II.3.3.3 Convertisseur parallèle ou « flash »

Ce type de convertisseur s'inspire de la mesure par comparaison de l'objet mesuré avec la règle qui sert d'étalon. En transposant à des tensions : la tension à convertir (l'objet) est comparée aux fractions de la tension de référence délivrées par un diviseur résistif (la règle). La tension atteinte est celle correspondant au dernier niveau logique « 1 » rencontré. Le décodeur est un circuit combinatoire du type $2n-1$ vers n délivrant le nombre image codé en binaire naturel de la valeur de v_e .

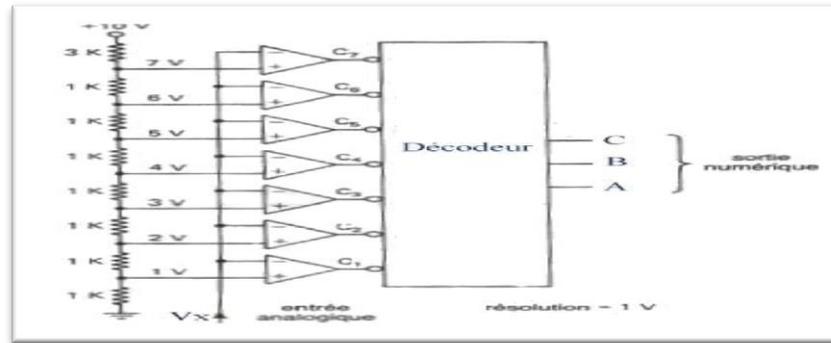


Figure II.6 : principe de convertisseur flash

Avantage: temps de conversion très court.

Inconvénient : structure complexe due à la croissance exponentielle des comparateurs avec le nombre de bits et du nombre de porte important pour le décodeur.

II.3.3.4 Convertisseur semi-parallèle ou semi flash

Pour expliquer le fonctionnement, on a recours au convertisseur 8 bits décrit à Figure II.7. Il est composé de deux CAN flash 4 bits, d'un CNA et d'un comparateur [13]

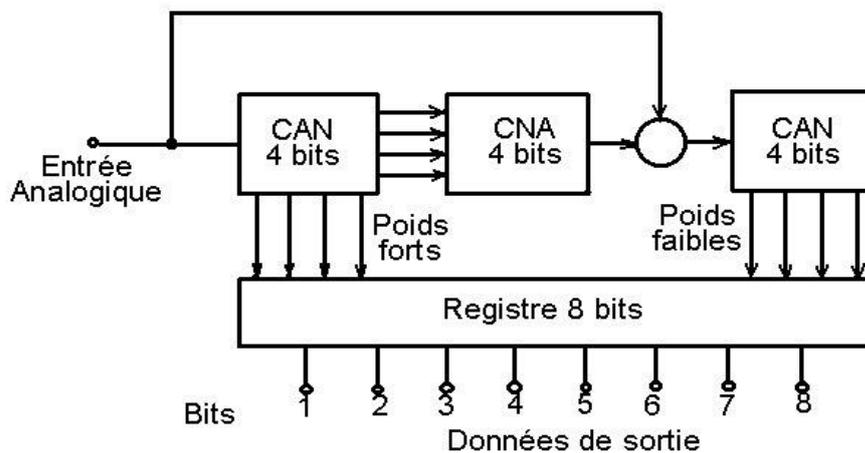


Figure II.7 : principe convertisseur semi-parallèle a 8 bits

II.3.3.5 Convertisseur à approximations successives (SAR converter)

Le principe de conversion est basé sur une recherche du code de sortie par dichotomie (Figure III.3), à chaque coup d'horloge l'intervalle de recherche est divisé par 2. En début de conversion, tous les bits de sortie (RAS et CAN) sont positionnés à zéro à l'exception du MSB, qui est fixé à un. Le mot binaire correspondant (100...0) est présenté au CNA qui délivre en sortie une tension $v_{ref} / 2$. Cette dernière est comparée à v_x . Si v_x est inférieur à $v_{ref} / 2$ alors le bit MSB passe à zéro, dans le cas contraire il reste à un ; dans les deux cas il s'agit de la valeur finale de conversion du bit considéré

Tous les bits de sortie jusqu'au LSB sont testé successivement sur le même principe. C'est le RAS, commandé par la sortie du comparateur, qui gère les valeurs données aux bits. [14]

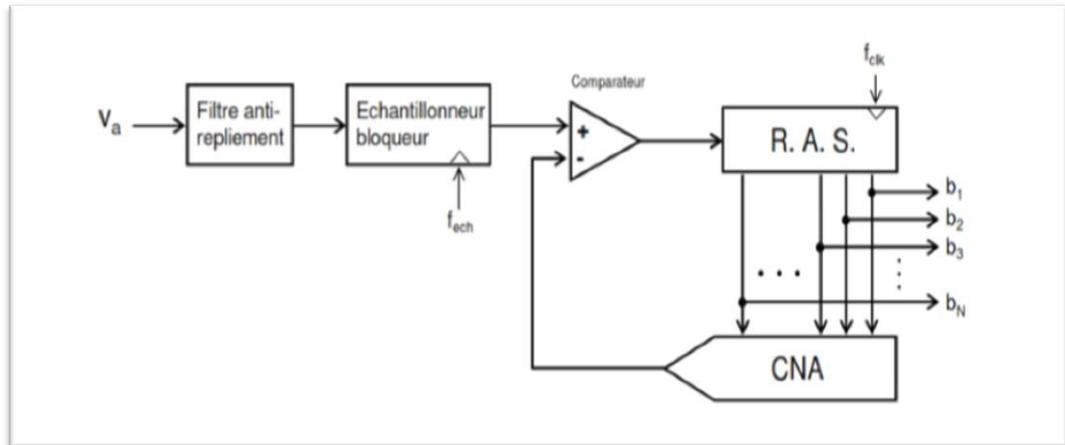


Figure II.8 : Convertisseur à approximations successives

II.4 Convertisseur numérique –analogique

On souhaite à partir d'une information numérique, codée sur n bits, récupérer un signal analogique, image du numérique.

La tension de sortie est obtenue en effectuant une opération de sommation sur n grandeurs multiples de deux les unes par rapport aux autres. [12]

II.4.1 Définition

Un convertisseur numérique - analogique permet de traduire une information numérique (binaire) en une information analogique, c'est à dire en une grandeur physique (courant, tension...) [15]



Figure II.9: symbole de convertisseur numérique –analogique

II.4.2 Principe

Chaque bit va être associé à un interrupteur qui connectera (1) ou non (0) une source (de courant) sur la sortie [16]

II.4.3 Structuré Conversion numérique analogique

II.4.3.1 Convertisseur à réseau R–2R

Les convertisseurs numériques/analogiques à réseau R/2R sont les plus répandus, ils possèdent une bonne précision car les résistances de ces CNA sont toutes égales à R ou 2R

L'entrée numérique (binaire) commande les interrupteurs qui s'ouvrent ou se ferment suivant l'état (1 ou 0). Pour ce type de convertisseur il faut également un amplificateur opérationnel. Le fait de ne pas en mettre rend le montage plus souple et permet des applications autre que la conversion.

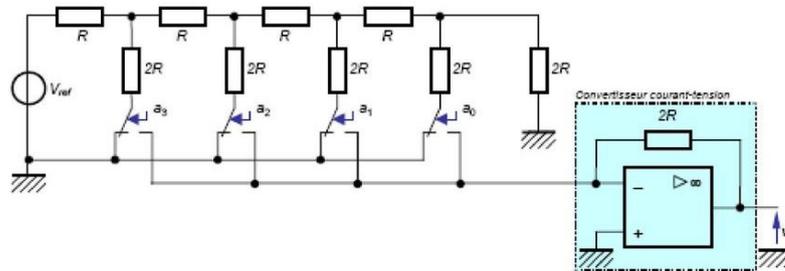


Figure II.10 : schéma Structural de réseaux R-2R

II.4.3.2 à résistances pondérées (parallèles)

Ce type de convertisseur numérique/analogique permet la conversion d'une grandeur numérique (binaire) en grandeur analogique (tension). Il est constitué d'une tension de référence, des interrupteurs commandés par les codes numériques (binaire) et du même nombre de résistances pondérées

Il faut ajouter au montage, un amplificateur opérationnel pour transformer le courant en une tension.

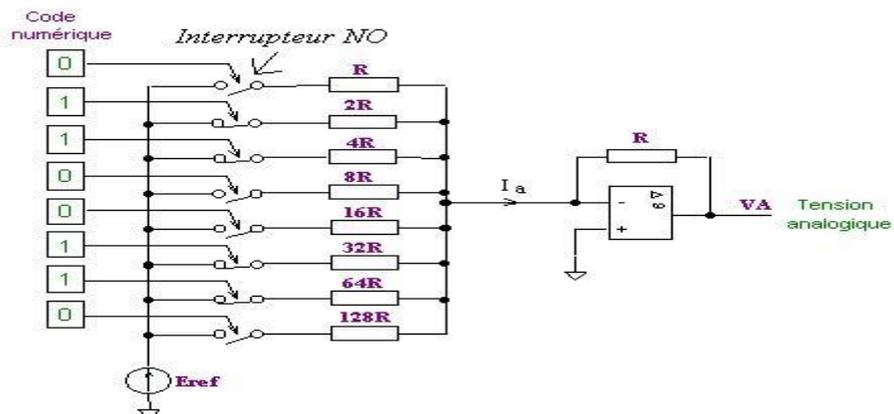


Figure II.11 : Convertisseur Numérique Analogique à résistances pondérées

Donc à gauche les entrées numériques en binaire puis les interrupteurs normalement ouverts, les résistances pondérées et l'amplificateur opérationnel. Une tension sort donc du convertisseur, c'est donc une sortie analogique. Sur le schéma d'au dessus, nous avons affaire à un convertisseur 8 bits car il possède 8 résistances [17].

II.5 Un Automate Programmable Industriel (API)

L'automate programmable industriel API ou Programmable Logic Controller PLC est un appareil électronique programmable. Il est défini suivant la norme française EN-61131 1, adapte à l'environnement industriel, et réalise des fonctions d'automatisme pour assurer la commande de pré actionneurs et d'actionneurs à partir d'informations logiques, analogiques ou numériques. C'est aujourd'hui le constituant essentiel des automatismes.

La force principale d'un automate programmable industriel API réside dans sa grande capacité de communication avec l'environnement industriel. Outre son unité centrale et son alimentation, il est constitué essentiellement de modules d'entrées/sorties, qui lui servent d'interface de communication avec le processus industriel de conduite.

Et il a comme rôles principaux dans un processus :

- D'assurer l'acquisition de l'information fournie par les capteurs ;
- De faire le traitement ;
- Elaborer la commande des actionneurs ;
- Assurer également la communication pour l'échange d'informations avec l'environnement ;

II.5.1 Les Objectifs

Les Objectifs d'automate programmable sont :

- Simplifier le travail de l'homme qui, libéré de la machine, peut se consacrer à des activités plus qualifiantes;
- Améliorer la productivité des installations en augmentant leur autonomie de fonctionnement
- . - Renforcer la qualité par une surveillance permanente des productions et augmente la sécurité des installations;
- Réaliser, notamment grâce au développement des techniques programmables, de l'installation plus souple, plus flexible d'emploi et susceptible de former des productions différentes par simple changement de programme. En effet, l'automatisme peut intervenir à tous les stades d'opérations industrielles, dans des domaines aussi divers que les industries de transformations, de fabrication ou de transport, dans les machines-outils ainsi que dans la vie quotidienne (systèmes d'alarmes, automatisation de parking) [17].

II.5.2 Structure d'un API

Cet ensemble électronique gère et assure la commande d'un système automatisé. Il se compose de plusieurs parties et notamment d'une mémoire programmable dans laquelle l'opérateur écrit, dans un langage propre à l'automate, des directives concernant le

déroulement du processus à automatiser. Son rôle consiste donc à fournir des ordres à la partie opérative en vue d'exécuter un travail précis comme par exemple la sortie ou la rentrée d'une tige de vérin, l'ouverture ou la fermeture d'une vanne. La partie opérative lui donnera en retour des informations relatives à l'exécution dudit travail.

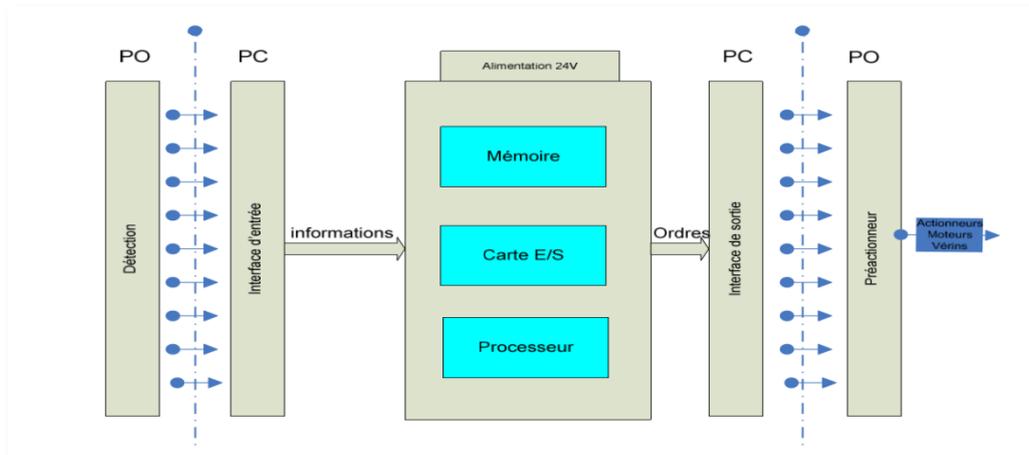


Figure II.12 : structure d'un API

II.6. Les API comportent quatre parties principales

- Une mémoire
- Un processeur
- Des interfaces d'Entrées/Sorties
- Une alimentation (240 Vac ! 24 Vcc).

Ces quatre parties sont reliées entre elles par des bus (ensemble câblé autorisant le passage de l'information entre ces 4 secteurs de l'API). Ces quatre parties réunies forment un ensemble compact appelé automate.

La structure interne d'un automate programmable industriel (API) est assez voisine de celle d'un système informatique simple, L'unité centrale est le regroupement du processeur et de la mémoire centrale. Elle commande l'interprétation et l'exécution des instructions programme. Les instructions sont effectuées les unes après les autres, séquencées par une horloge.

Deux types de mémoire cohabitent :

- **La mémoire Programme** où est stocké le langage de programmation. Elle est en général figée, c'est à dire en lecture seulement. (ROM : mémoire morte)
- **La mémoire de données** utilisable en lecture-écriture pendant le fonctionnement c'est la RAM (mémoire vive). Elle fait partie du système entrées-sorties. Elle fige les valeurs (0 ou 1) présentes sur les lignes d'entrées, à chaque prise en compte cyclique de celle-ci, elle mémorise les valeurs calculées à placer sur les sorties.

II.7 Description des éléments d'un API

➤ Le processeur

Son rôle consiste d'une part à organiser les différentes relations entre la zone mémoire et les interfaces d'E/S et d'autre part à gérer les instructions du programme.

➤ La mémoire

Elle est conçue pour recevoir, gérer, stocker des informations issues des différents secteurs du système que sont le terminal de programmation (PC ou console) et le processeur, qui lui gère et exécute le programme. Elle reçoit également des informations en provenance des capteurs. Il existe dans les automates plusieurs types de mémoires qui remplissent des fonctions différentes :

La conception et l'élaboration du programme font appel à la RAM et l'EEPROM;

La conservation du programme pendant l'exécution de celui-ci fait appel à une EPROM.

➤ L'alimentation

Tous les automates actuels utilisent un bloc d'alimentation alimenté en 240 Vac et délivrant une tension de 24 Vcc.

➤ Les interfaces

L'interface d'Entrées comporte des adresses d'entrée, une pour chaque capteur relié. L'interface de Sorties comporte des adresses de sorties, une pour chaque pré-actionneur. Le nombre d'E/S varie suivant le type d'automate.

Les cartes d'E/S ont une modularité de 8, 16 ou 32 voies. Elles admettent ou délivrent des tensions continues 0 - 24 Vcc. [18]

II.8 Fonctionnement l'automate programmable(API)

L'automate programmable reçoit les informations relatives à l'état du système et puis commande les pré-actionneurs suivant le programme inscrit dans sa mémoire. Généralement les automates programmables industriels ont un fonctionnement Le microprocesseur réalise toutes les fonctions logiques ET, OU, les fonctions de temporisation, de comptage, de calcul... Il est connecté aux autres éléments (mémoire et interface E/S) par des liaisons parallèles appelées ' BUS ' qui véhiculent les informations sous forme binaire. Lorsque le fonctionnement est dit synchrone par rapport aux entrées et aux sorties, le cycle de traitement commence par la prise en compte des entrées qui sont figées en mémoire pour tout le cycle. [18]

II.9 Le choix de l'unité centrale

Le choix de l'unité centrale (UC) d'un API est conditionnée par son prix, ses Performances ou son temps de réponse, ses possibilités de connexion à des réseaux, ses Capacités de calcul et de la taille de sa mémoire. [19]

➤ Le temps de réponse

Le temps de réponse est fonction de la vitesse du microprocesseur, du temps d'accès à la RAM et de la taille du programme. Le constructeur donne généralement la valeur du temps de traitement d'un bit ou d'un mot. Par exemple la CPU 215 possède un temps de traitement d'un bit de $0.18\mu\text{s}$ et d'un mot de $0.78\mu\text{s}$. Le temps de scrutation du programme se déduit par la multiplication du nombre de traitement de bits et de mots par le temps de traitement d'un bit et d'un mot [19]

➤ La connexion à des réseaux

Les API modulaires de haute gamme ont la possibilité d'être connectés à des réseaux. Des cartes additionnelles, coupleurs de communication, assurent le dialogue avec d'autres équipements branchés à des réseaux PROFIBUS, ETHERNE. [19]

➤ Le temps de réponse d'un API

Le temps de réponse est le retard entre l'apparition d'un signal d'entrée et l'apparition du signal de sortie. On parle de causalité. Le temps de réponse d'un API dépend de la période de scrutation qui peut être facilement mesuré. [19]

➤ La période de scrutation (Ps)

Le temps de réponse est lié à la rapidité du microprocesseur, au temps de filtrages des entrées, à la taille du programme et au retard des sorties. Toutes les équations décrites dans le programme sont lues et effectuées, au cours d'un cycle de scrutation. La période d'exploitation, pour la lecture des entrées, pour le traitement du programme et pour le forçage des sorties. [19]

II.10 .Langages de programmation pour les API

Chaque automate possède son propre langage de programmation. Mais par contre, les Constructeurs proposent tous une interface répondant à la norme CEI 11313. Cette norme Définit cinq langages de programmation utilisables, qui sont :

- GRAFCET ou SFC : ce langage de programmation de haut niveau permet la programmation aisée de tous les procédés séquentiels.

- Schéma par blocs ou FBD : ce langage permet de programmer graphiquement à l'aide de blocs, représentant des variables, des opérateurs ou des fonctions. Il permet de manipuler tous les types de variables.
- Schéma à relais ou LD : ce langage graphique est essentiellement dédié à la programmation d'équations booléennes.
- Texte structuré ou ST : ce langage est un langage textuel de haut niveau. Il permet la programmation de tout type d'algorithme plus ou moins complexe.
- Liste d'instructions ou IL : ce langage textuel de bas niveau est un langage à une instruction par ligne.

Il peut être comparé au langage assembleur. Pour programmer l'automate, l'automaticien peut utiliser :

- une console de programmation ayant pour avantage la portabilité.
- un PC avec lequel la programmation est plus conviviale, communiquant avec l'automate par le biais d'une liaison série RS232 ou RS485 ou d'un réseau de terrain. [18]

Remarque

- différence entre les différents types de connexion (RS232 et RS 485). est le flux d'informations
- le type de connexion RS232 ; excellent connexion en termes de vitesse de transmission d'information

II.11 Etude des différentes interfaces

II.11.1 Les cartes d'entrées TOR

Les cartes d'entrées Tout Ou Rien (TOR) sont utilisées pour l'acquisition des signaux binaires. Un bit interne passe à l'état 1 lorsque la tension d'entrée est supérieure à un seuil. Les cartes d'entrées TOR acceptent des composants fournissant une tension, comme des boutons poussoirs, interrupteurs, roues codeuses, capteurs de fin courses. La plupart des entrées TOR, des API sont PNP, c'est-à-dire par établissement du +24V, certains capteurs sont à sorties NPN, par établissement de masse.

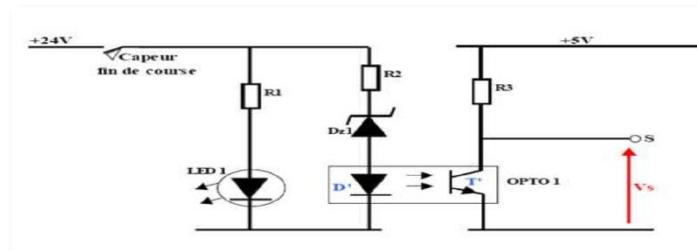


Figure II.13 : carte d'entrées

Les entrées d'un API sont protégées grâce à un opto-coupleurs qu'isole l'électronique de l'API avec l'extérieur. Un parasite sur une ligne d'entrées ne doit pas être considéré comme une entrée effective. La plupart des cartes d'entrées TOR ne force les bits images des entrées qu'au bout d'un certain temps T_e . Un parasite de durée plus faible ne sera pas pris en compte. Mais ce filtrage crée un retard T_e entre l'apparition de l'entrée et son bit image

II.11.2 Les cartes de sorties TOR

Les cartes de sorties TOR commandent des actionneurs Tout ou Rien. Dès le forçage d'un bit de sortie, la carte fournit une tension, à 1 ou à 0, sur la sortie. Des composants comme des contacteurs, des électrovannes, des voyants, peuvent être commandés par ces sorties.

Le temps de réponse d'une sortie (T_s), est le temps entre l'apparition d'un bit image de la sortie et la présence de tension sur cette sortie API.

Le retard de commutation (T_s) d'un relais peut être supérieur à 30ms. Par conséquent il ne sera pas possible de faire clignoter une sortie de ce type à une fréquence supérieure à 15Hz. Les sorties à transistors sont plus rapides, le temps (T_s) peut être inférieur à 1ms.

Les sorties TOR peuvent être aussi réalisées avec des transistors ou des triacs, les premières sont utilisées pour les actionneurs dont la tension d'alimentation est à courant continu, les second pour ceux à courant alternatifs

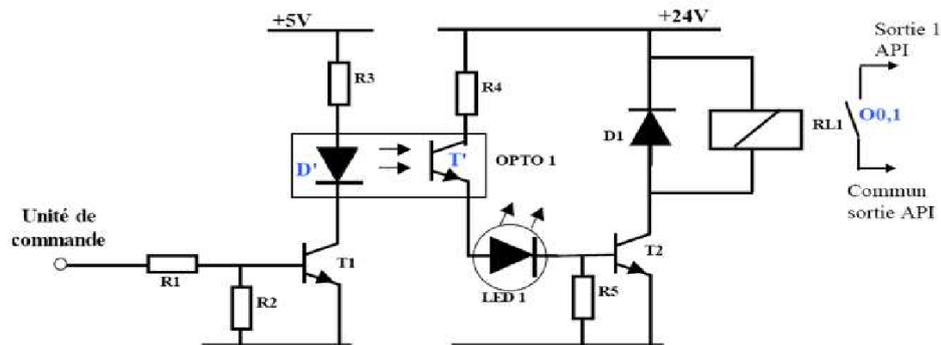


Figure II.14 : carte d' sortie TOR

II.11.3 Les cartes d'entrées analogiques

La carte d'entrée analogique est constituée d'un convertisseur analogique numérique (CAN). Elle est utilisée pour l'acquisition d'une tension (0V à 10V ou -5V à +5V) ou d'un courant (4 mA à 20 mA) qui varie entre deux bornes sans discontinuité. Un mot interne d'entrée est l'image de la tension ou du courant d'entrée. Tous les capteurs analogiques

(potentiomètres, par exemple) peuvent y être câblés. La résolution est directement liée au nombre de bits du CAN



Figure II.15 :Module d'entrée analogique SIMATIC ET 200SP

II.11.4 Les cartes de sorties analogiques

Les cartes de sorties analogiques, sont constituées d'un convertisseur numérique analogique (CNA). Ses sorties fournissent une tension proportionnelle à un mot de sortie image, interne à la carte, pour commander un actionneur (ou un pré actionneur), accéder par une consigne de tension. Elles conviennent à la commande des variateurs de moteur. La résolution de tension obtenue est dépendante du nombre de bits du CNA

II.11.5 La carte de comptage rapide

Les cartes d'entrée TOR ne permettent pas le comptage d'impulsions de grandes fréquences. Certains API monoblocs possèdent des entrées rapides, d'autres modulaires, peuvent être dotés de cartes de comptage rapide (CCR). Les limites en fréquence d'une entrée: En général, la fréquence d'une entrée TOR ne dépasse pas 50Hz. Le théorème de SHANNON impose, pour ne perdre l'information, une fréquence de comptage 2 fois supérieure à la fréquence à compter.

La fréquence maximale de rotation d'un codeur incrémentale de 100 points par tour (Nc), câblée sur une entrée TOR est de seulement 15 tr/mn. [18]

Choix de l'API

Après l'établissement du cahier des charges, il revient à l'utilisateur de regarder sur le marché l'automate le mieux adapté aux besoins, en considérant un certain nombre de critères importants :

- Le nombre et la nature des E/S ;
- La nature du traitement (temporisation, comptage, ...)
- Les moyens de dialogue et le langage de programmation;
- La communication avec les autres systèmes;
- Les moyens de sauvegarde du programme 556 .

- La fiabilité, robustesse, immunité aux parasites

II.12 Le pré actionneurs

Le pré actionneurs peut être de type électrique ou pneumatique

II.12.1 Pré-actionneurs électriques

Les pré-actionneurs électriques sont des contacteurs qui permettent le passage ou l'interruption de l'énergie électrique (voir Figure II.16).Ils sont appelés pré-actionneurs car ils se trouvent avant les actionneurs. Ces derniers peuvent être commandés à distance au moyen de contacts actionnés manuellement (bouton poussoir) ou automatiquement (asservi à une grandeur physique : pression, température, vitesse, etc.).

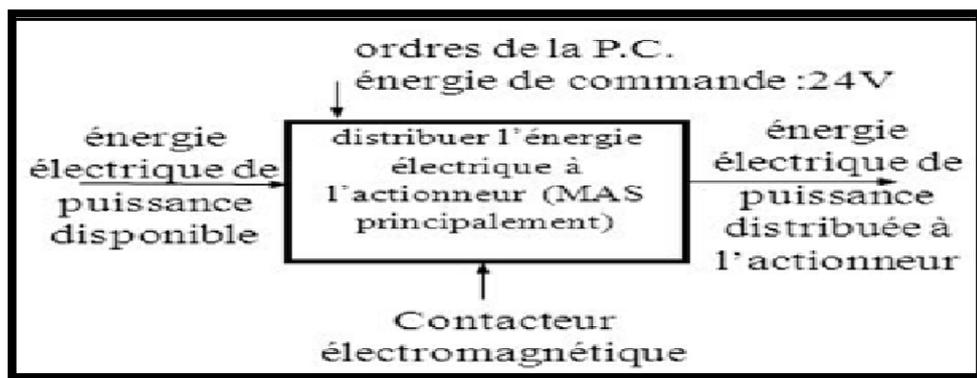


Figure II.16 : Les pré-actionneurs électriques. [19]

Nous venons de dire précédemment que le contacteur était un appareil possédant un pouvoir de coupure. Il est important de savoir que la séparation de deux contacts sous tension (c'est le cas des pôles principaux d'un contacteur) provoque généralement la formation d'un arc électrique qui doit être rapidement éteint puisque :

- le courant électrique continue de circuler tant que l'arc électrique n'est pas éteint d'où le risque de ne pouvoir mettre hors service l'installation,
- l'arc s'accompagne d'un dégagement de chaleur important qui provoque l'usure, voire la destruction de l'appareil de coupure (réduction de l'endurance électrique, risque de soudure des contacts),
- l'arc est dangereux de par sa mobilité. Il peut provoquer l'amorçage entre phase-terre ou phase-phase et le risque d'électrocution des personnels. La capacité à "souffler" cet arc électrique (à le supprimer) sera donc donnée par le pouvoir de coupure. Un pouvoir de coupure de 10 KA (kilo ampère : 10000 A) permettra de couper un circuit où circule 10000 A max et de supprimer l'arc électrique qui résulte de l'ouverture de ce dernier. Sans pouvoir de coupure, pas de suppression de l'arc électrique et donc « pas de possibilité d'ouverture du circuit » la fonction de commande n'est pas réalisée.

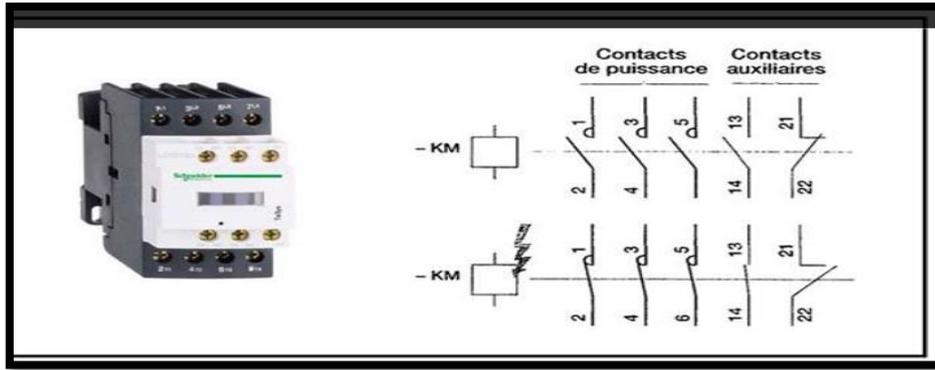


Figure II.17 : exemple de contacteur

Un contacteur (pré actionneur) est constitué:

- des pôles principaux de puissance, des contacts auxiliaires (possibilité d'ajouter au contacteur un bloc de contacts auxiliaires instantanés ou temporisés,
- une armature fixe et un autre mobile. un ressort de rappel,
- un circuit magnétique feuilleté de manière à réduire les pertes par courant de Foucault (dus à la présence d'un flux d'induction magnétique alternatif),
- une bobine (insérée dans le circuit de commande). Si la bobine est alimentée en courant alternatif le courant d'appel sur le circuit de commande lors de la fermeture du contacteur peut atteindre 6 à 10 fois le courant de maintien (utile pour le choix du transformateur de commande...). Une bobine peut être alimentée en courant continu (faire le bon choix lors de la commande du matériel) ce qui accroît la force d'attraction de l'électro-aimant constitué par la bobine et l'armature fixe [19]

II.12.2 Pré-actionneurs pneumatiques

- les distributeurs

Ce sont des constitués chargés de distribuer l'énergie pneumatique vers les actionneurs pneumatique sur ordre constituant de commande. Ces ordres supportés par un signal électrique en très base.

Ils permettent de commuter et contrôler la circulation des fluides sous pression et assurent diverses fonctions :

- Contrôle de mouvement de la tige d'un vérin,
- Choisir le sens de circulation d'un fluide,
- Exécuter des fonctions logiques,
- Démarrer ou arrêter la circulation d'un fluide,
- Etre des capteurs de position (pressostat, vacuostas).

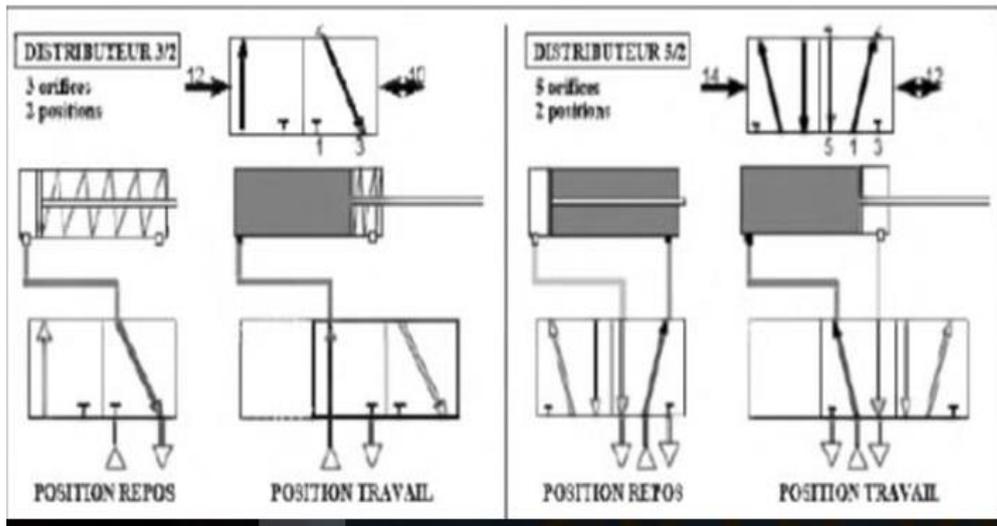


Figure II.18 : schéma de distributeurs

➤ **Caractéristique de choix des distributeurs**

- Par le nombre des orifices 2, 3, 4 ou 5,
- Par le nombre de distribution ou position : 2 ou 3
- Par le type de commande de pilotage assurant le changement de position :
 - Simple pilotage avec rappel de ressort.
 - Ou double pilotage.
- Par la technologie de pilotage.

➤ **Relais**

Comme son nom l'indique, il sert en tout premier lieu à « relayer », c'est-à-dire à faire une transition entre un courant faible et un courant fort. Mais il sert également à commander plusieurs organes simultanément grâce à ses multiples contacts synchronisés. Il permet également la transition entre deux sources différentes en isolant ces dernières. Il autorise des temporisations, des verrouillages, des impulsions ... Bref, les fonctions d'un relais sont aussi nombreuses que différentes.

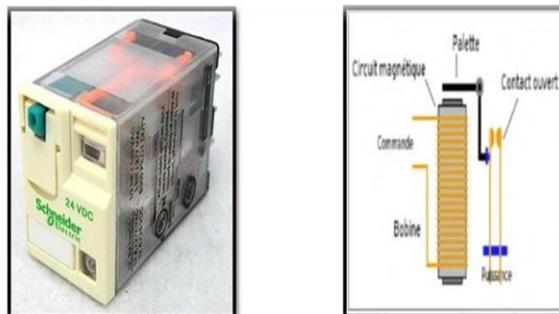


Figure II.19 : Image d'un relais et Structure d'un relais.

➤ Caractéristiques

Un relais est caractérisé par :

- La tension de sa bobine de commande 5v à 220v,
- Le pouvoir de coupure de ses contacts qui est exprimé en ampère, 0.1A à 50A c'est le courant maximal qui pourra traverser les contacts,
- Le nombre de contacts souhaités.
- Son emplacement, circuit imprimé à visser, embrochage a soudé,
- Le type de courant de sa bobine, en générale du continu,
- La tension d'isolement entre la bobine et les contacts,
- La gamme de temps pour un relais temporisé,
- Son ambiance, vibration, humidité, poussière, température

➤ Différentes type de relais

Relais monostable C'est le plus courant des relais, lorsque sa bobine est sous tension, l'armature mobile actionne les contacts qui changent d'état. Lorsque le courant cesse, l'armature revient à la position initiale ainsi que les contacts.

Relais bistable Ce relais comporte généralement deux bobines montées en opposition. La mise sous tension d'une bobine déplace l'armature mobile et ses contacts qui restent en position par un système magnétique ou mécanique quand la bobine n'est plus alimentée. Pour changer la position il faut alimenter brièvement l'autre bobine. [19]

Conclusion

Le développement des machines et son confinement de la partie de commande et ses différentes formes et modèles d'une machine à l'autre et l'effet de la partie de contrôle sur le mécanisme et de faciliter la tâche sur l'utilisateur de la machine et l'aider à contrôler les avantages économiques de la machine pour les différents secteurs industriels et d'autres secteurs et tout cela par rapport aux anciens systèmes électromécaniques signifie par rapport aux années précédentes.

Chapitre III

partie opérative de système
électromécanique

Introduction

La partie opérative est l'ensemble des moyens techniques qui effectuent directement le processus de transformation de la matière d'œuvre à partir des ordres fournis par la partie commande et l'opérateur. Les informations circulent d'une partie à l'autre par l'intermédiaire d'interfaces. Elle regroupe l'ensemble des opérateurs techniques qui assurent la production des effets utiles lesquels le système automatisé a été conçu. On retrouve dans la partie opérative les actionneurs et les capteurs [20].

III.1 CONVERTISSEUR STATIQUE

Un convertisseur statique est un système permettant d'adapter la source d'énergie électrique à un récepteur donné.

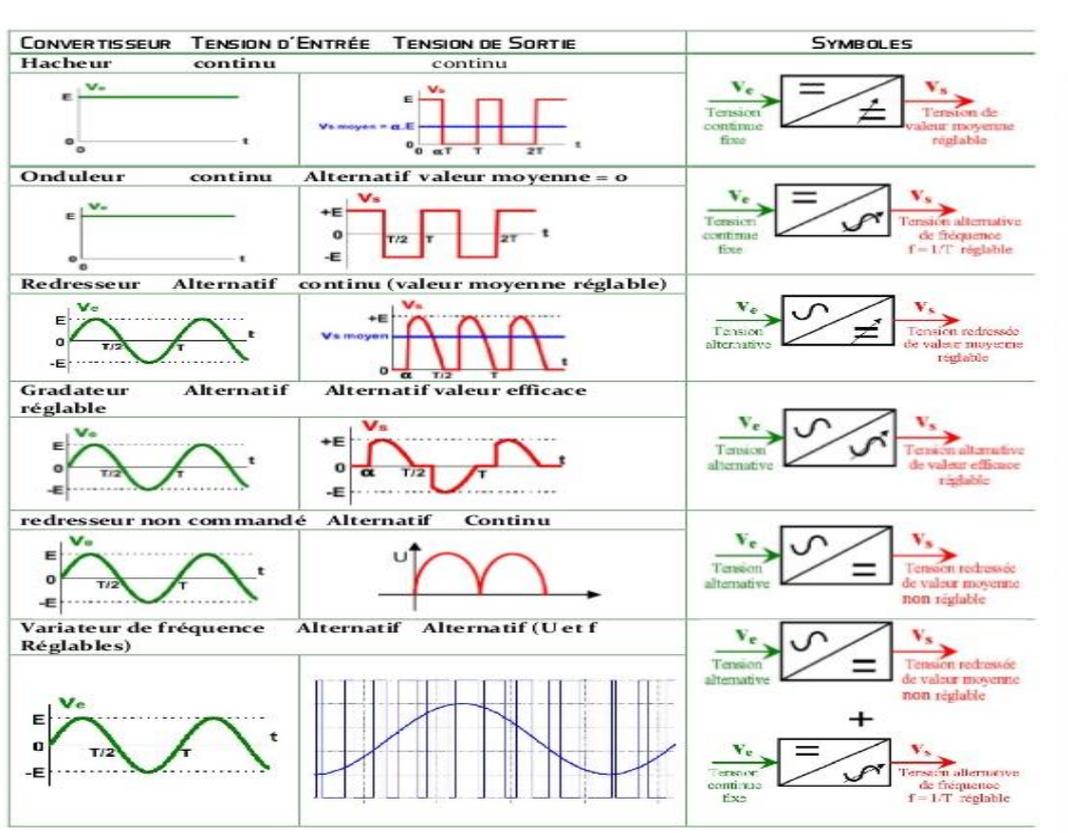


Figure III.1 : Fonctions réalisées par les convertisseurs

Réversibilité des convertisseurs

Une notion importante en électronique de puissance comme en électrotechnique est la notion de réversibilité. Un convertisseur statique d'énergie est dit réversible lorsque l'énergie peut transiter dans les deux sens (source→récepteur ou récepteur→source) de manière naturelle ou commandée [21]

III.2 LES INTERRUPTEURS DE L'ÉLECTRONIQUE DE PUISSANCE

- A. Les interrupteurs parfaits Un interrupteur parfait possède deux états : "Ouvert (OFF)" et "Fermé (ON)"
- B. Les interrupteurs à semi-conducteurs

La diode idéale (interrupteur non commandé) La diode passe de l'état bloqué à l'état passant lorsque u ou i change de signe (positif). La diode passe de l'état passant à l'état bloqué lorsque u ou i change de signe (négatif). La commutation est spontanée car elle ne dépend que de signe du courant ou de la tension du circuit extérieur[21]

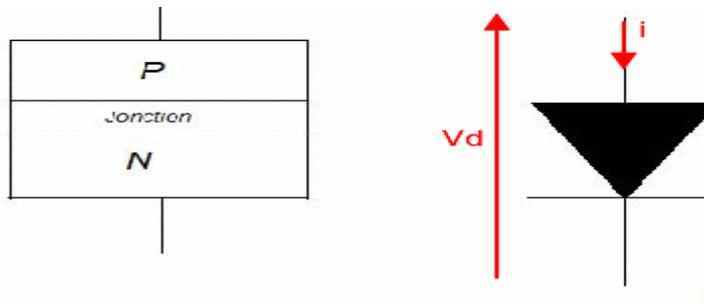


Figure III.2 : structuré de diode idéal

Le transistor bipolaire Cet interrupteur est commandable à l'ouverture et à la fermeture, la commutation se fait par une action électrique (injection d'un courant de base i_b). Lorsque le transistor est saturé (interrupteur fermé) le courant i_c et la tension v_{ce} ne doivent pas être négatif. Le transistor est donc un interrupteur commandé unidirectionnel en tension et en courant [21]

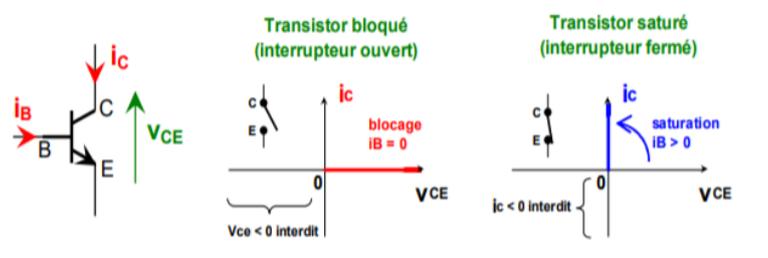


Figure III.3 : Le transistor bipolaire

C. Le thyristor

Le thyristor est une diode commandée qui ne permet donc le passage du courant que dans un sens. De plus il n'est commandable qu'à la fermeture. L'ouverture s'effectue lors de la disparition du courant direct (voir diode). Le thyristor se comporte donc comme une diode dont la mise en conduction dans le sens passant sera autorisée par une impulsion de courant sur la gâchette (retard α à l'amorçage réglable)[21]

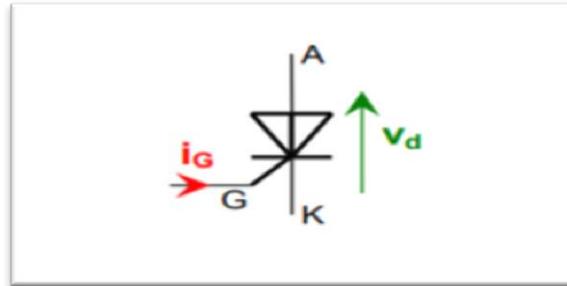


Figure III.4 : symbole diode thyristor

III.3 Les actionneurs

Les actionneurs sont des éléments de la partie opérative qui reçoivent de l'énergie (électrique ou pneumatique) pour la transformer en énergie utilisable (mécanique) par le système. Ils exécutent les ordres reçus en agissant sur le système ou son environnement. Ces actionneurs s'appartiennent à trois technologies : électrique, pneumatique et hydraulique [20].

III.3.1 Actionneur électrique

En fonction de la nature de l'énergie issue de la conversion effectuée par l'actionneur, on distingue différents types d'actionneurs électriques, selon la conversion de l'énergie électrique [20]

III.3.1.2 Les moteurs à courant continu

Il est surtout utilisé pour la traction de véhicules : chariots élévateurs, chariots filoguidés et pour obtenir les déplacements des organes de machines à commande numérique

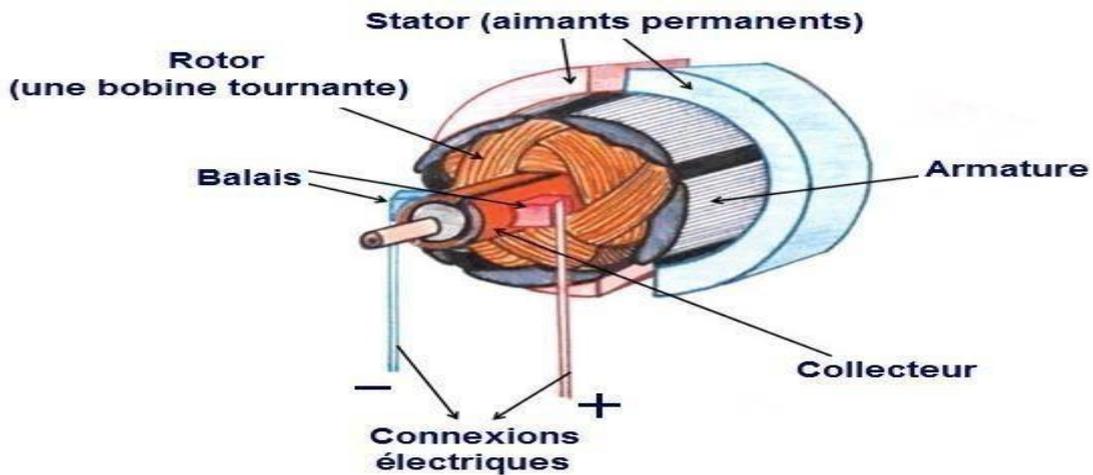


Figure III.5: Symbole d'un moteur courant continu.

Constitution

Le moteur comprend un circuit magnétique comportant une partie fixe, le stator, une partie tournant, le rotor et l'entrefer l'espace entre les deux parties, une source de champ magnétique nommée l'inducteur (le stator) crée par un bobinage un circuit électrique induit (le rotor) subit les effets de ce champ magnétiques le collecteur et les balais permettent d'accéder au circuit électrique. Le sens de rotation il est défini par les polarités de l'inducteur et de l'induit. Pour changer le sens de rotation de ce moteur, il suffit d'inverser la polarité de l'inducteur ou de l'induit.

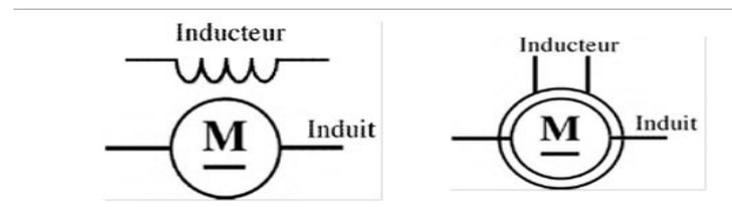


Figure III.6 : Moteur a courant continue

Les types de moteur à courant continu De construction, les moteurs à courant continu peuvent être :

- à excitation indépendante : inducteur et induit sont séparés,
- des moteurs « série » : inducteur et induit sont en série
- des moteurs « dérivation » : inducteur et induit sont en parallèle

Contrôler un moteur à courant contenu La boîte à bornes d'un moteur à courant continu comporte généralement quatre bornes : deux pour l'inducteur et deux pour l'induit. Elles sont

généralement de dimension et/ou de couleurs différentes. Si le moteur est à excitation indépendante ou en dérivation :

- la résistance entre les bornes de l'inducteur est de l'ordre de la centaine d'ohms,
- la résistance aux bornes de l'induit est d'environ dans Intervalle(1Ω .) Si le moteur est un moteur série, l'inducteur et l'induit ont des résistances qui sont du même ordre de grandeur [20]

III .3 .Moteur pas a pas

Un moteur pas à pas transforme une impulsion électrique en une énergie mécanique permettant le déplacement angulaire du rotor, appelé « pas » [22] .



Figure III.7 : exemple de moteur pas a pas.

La famille de moteur pas a pas

MOTEUR A AIMANTS PERMANENT:L'aimant permanent se positionne dans l'axe du flux crée par les enroulements. Ce type de moteur possède hors tension, un couple résiduel appelé « couple de détente ». Le couple moteur est relativement important.

MOTEUR A RELUCTANCE VARIABLE : Le noyau de fer doux se positionne dans l'axe du flux crée par les enroulements alimentés, afin de réduire l'entrefer (loi du flux maximal). La réluctance du circuit magnétique varie pendant le mouvement du noyau. La polarité du courant est sans importance. Le nombre de pas par tour est relativement élevé.

MOTEUR HYBRIDE:

Ce sont des moteurs à réluctance variable dont le rotor est aimant [23]

Principe de fonctionne

Si on place, sur un axe de rotation, entre deux bobines à axes perpendiculaires un aimant permanent on constate que :

- Si une seule bobine est alimentée l'aimant se positionne parallèlement à son axe
- Si on inverse le courant dans la bobine, l'aimant fait un 1/2 tour (90°) et reste parallèle à l'axe de la bobine
- Si les deux bobines sont alimentées, l'aimant se positionne suivant la bissectrice des deux axes On dit que l'aimant se positionne de façon qu'il soit traversé par le maximum de flux : règle de flux maximal [24]

Les avantages

- L'angle de rotation du moteur pas à pas est proportionnel à l'impulsion d'entrée.
- Le moteur pas à pas a un couple complet à l'arrêt (si les enroulements sont sous tension).
- Un positionnement précis et la répétabilité du mouvement puisque les bons moteurs pas à pas ont une précision de 3 à 5 % pour un pas et que cette erreur est non cumulative d'un pas à l'autre.
- Ces moteurs sont très utilisés dans toutes les applications mécaniques ou l'on doit contrôler simplement la position ou la vitesse d'un système en boucle ouverte.
- Excellente réponse pour le démarrage/arrêt/fonctionnement inverse.
- Très fiable puisqu'il n'y a aucun balai dans le moteur. La durée de vie du moteur pas à pas dépend donc simplement de la durée de vie du roulement.

Les Inconvénients

Les moteurs pas à pas ne sont pas des moteurs rapides, les plus rapides dépassent rarement la vitesse maximale de 3 000 tr/min [22]

III .3.1.4.Le moteur asynchrone triphasé

Le moteur asynchrone triphasé est largement utilisé dans l'industrie, sa simplicité de construction en fait un matériel très fiable et qui demande peu d'entretien. Il est constitué d'une partie fixe, le stator qui comporte le bobinage, et d'une partie rotative, le rotor qui est

bobiné en cage d'écureuil. Les circuits magnétiques du rotor et du stator sont constitués d'un empilage de fines tôles métalliques pour éviter la circulation de courants de Foucault [25].

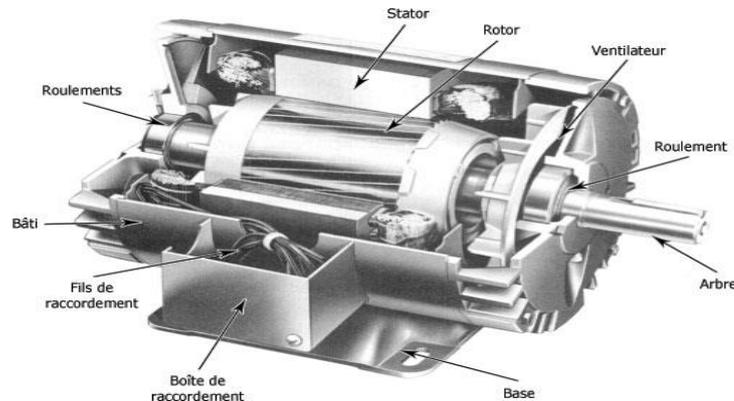


Figure III.8 ; constatation de moteur asynchrone

Principe de fonctionnement

Le principe de fonctionnement d'un moteur asynchrone repose :

D'une part sur la création d'un courant électrique induit dans un conducteur placé dans un champ magnétique tournant. Le conducteur en question est un des barreaux de la cage d'écureuil ci-dessous constituant le rotor du moteur.

L'induction du courant ne peut se faire que si le conducteur est en court-circuit (c'est le cas puisque les deux bagues latérales relient tous les barreaux).

D'autre part, sur la création d'une force motrice sur le conducteur considéré (parcouru par un courant et placé dans un champ magnétique tournant ou variable) dont le sens est donné par la règle des trois doigts de la main droite, le champ tournant, à un instant donné, est orienté vers le haut.

En considérant deux conducteurs diamétralement opposés, on constate que les courants induits dans ces deux conducteurs sont en sens inverse et, associés au champ magnétique, créent des forces motrices en sens inverse. Le rotor étant libre de tourner sur l'axe X-Y, les deux forces s'associent pour imprimer aux deux conducteurs un couple permettant la rotation de la cage d'écureuil : le moteur électrique est inventé.

Pour entretenir la rotation du moteur, il est nécessaire de faire varier soit le courant dans les conducteurs de la cage, soit le champ magnétique. Dans un moteur asynchrone, c'est le champ magnétique qui varie sous forme de champ tournant créé dans le stator.

Au démarrage le champ tournant balaye les conducteurs de son flux à la vitesse angulaire de synchronisme. Le rotor mis en rotation tend à rattraper le champ tournant. Pour qu'il y ait un couple entretenu au niveau des conducteurs, la variation de flux doit être présente en permanence; ce qui signifie que si les conducteurs tournent à la vitesse de synchronisme comme le champ tournant, la variation de flux sur les conducteurs devient nulle et le couple moteur disparaît.

Un rotor de moteur asynchrone ne tourne donc jamais à la vitesse de synchronisme (50 Hz). Pour un moteur à une paire de pôles (à 50 Hz, la vitesse de rotation du champ tournant est de 3 000 [tr/min]) la vitesse de rotation du rotor peut être de 2 950 [tr/min] [26] .

Mode de démarrage

Mode de démarrage Il y a plusieurs modes de démarrage des moteurs, les plus utilisés sont :

- **Démarrage direct**

Si le réseau le permet, on peut démarrer un moteur en le branchant directement à l'aide d'un contacteur sur le réseau .Le courant de pointeau démarrage, I_D , est alors de 6 à 7 fois le courant nominal. Sur des réseaux où l'absorption d'un, tel courant de démarrage peutentraîner un creux de tension préjudiciable (réseau peu «puissant» du type de ceux des navires)

Il est nécessaire de prévoir des dispositifs de démarrage dont le but est de réduire le courant absorbé lors du démarrage.

- **Démarrage étoile-triangle**

On utilise un moteur qui doit être normalement couplé en triangle sur le réseau. Un commutateur permet de brancher, pendant le démarrage, le stator en étoile. Chaque enroulement, placé sous la tension $V = \frac{U}{\sqrt{3}}$ absorbe un courant divisé par $\sqrt{3}$. Du fait du couplage, le courant de ligne est divisé par 3 par rapport au cas précédent.[27]

III .3 .2 Actionneurs pneumatiques

Un actionneur pneumatique est un dispositif qui transforme l'énergie de l'air comprimé en travail mécanique. Parmi les actionneurs pneumatiques les plus utilisés dans les systèmes automatisés on trouve le vérin pneumatique[28]

III .3 .2 .1 le vérin

Un vérin est constitué d'un cylindre, fermé aux deux extrémités, à l'intérieur duquel se déplace librement un piston muni d'une tige, sous l'effet des forces dues à la pression de l'air comprimé. Pour faire sortir la tige, on applique la pression sur la face arrière du piston et pour la faire rentrer, on applique la pression sur la face avant : [28]

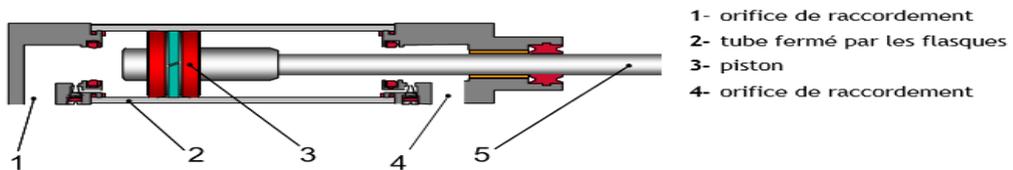


Figure III.9 : constations de vérin pneumatique

➤ Le type de vérin :

Il existe différents types de vérins. Les deux principaux sont :

Le vérin simple effet : c'est un composant monostable (Stable dans une seule position). Ce type de vérin ne peut produire un effort significatif que dans un seul sens, le rappel de tige est assuré par un ressort .

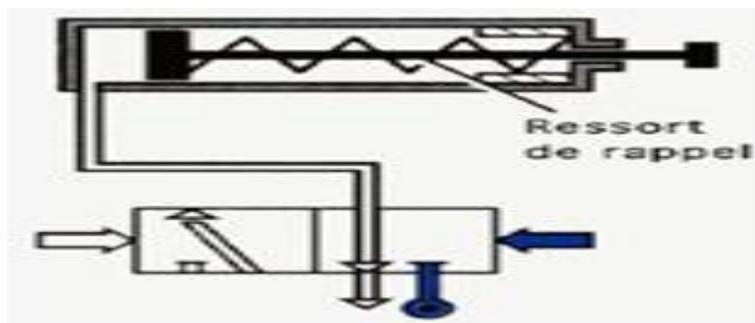


Figure III.10 : vérin simple effet avec son distributeur

Le vérin double effet : le vérin double effet est un composant bistable (Stable dans deux positions). Ce type de vérin peut produire un effort significatif dans les deux sens, le rappel de tige est obtenu par inversion de l'alimentation des deux chambres.

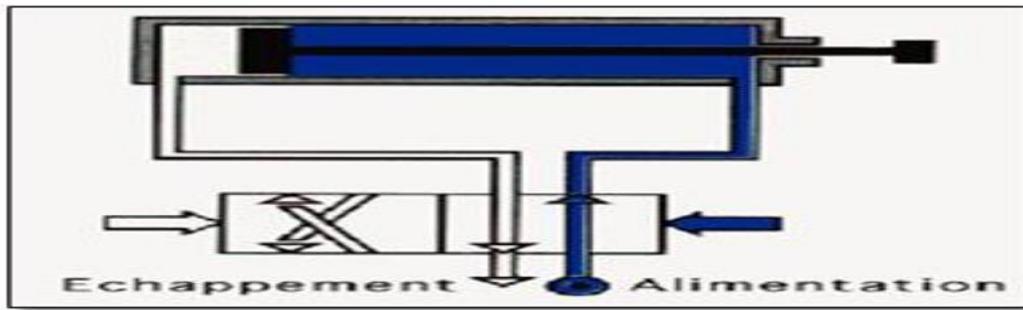


Figure III.11 : vérin double effet avec son distributeur

➤ **Caractéristiques et performances d'un vérin**

Le fonctionnement d'un vérin dépend des caractéristiques suivantes :

- Le diamètre du piston.
- La course de la tige.
- La pression d'alimentation.
- Le choix et le dimensionnement d'un vérin s'effectuent en fonction de l'effort à transmettre. [28]

➤ **Exemple d'utilisation des vérins pneumatiques**

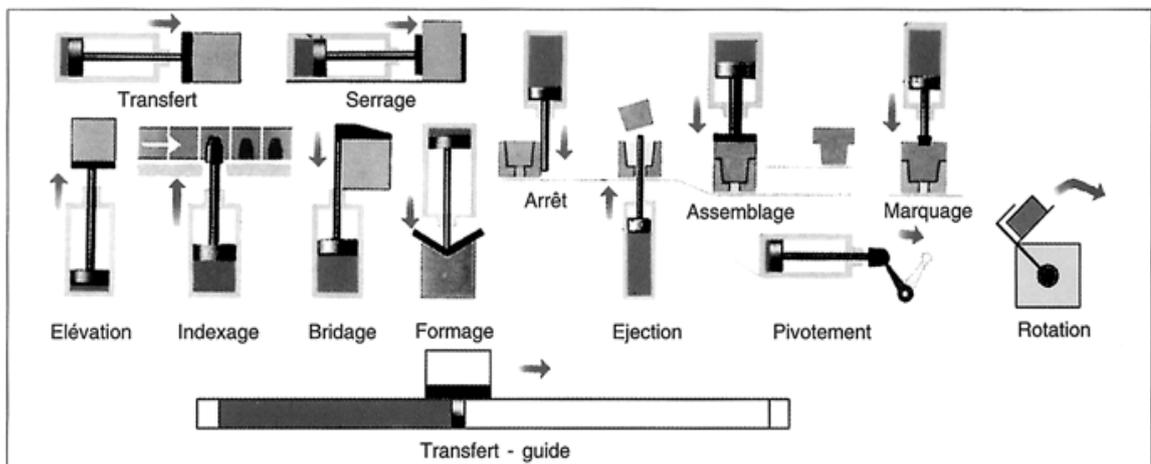


Figure III.12 : utilisation de vérin pneumatique[29]

III.4 les Capteurs

III .4.1 Définition

Un capteur est un organe de prélèvement d'information qui élabore à partir d'une grandeur physique, une autre grandeur physique de nature différente (très souvent électrique). Cette grandeur représentative de la grandeur prélevée est utilisable à des fins de mesure ou de command

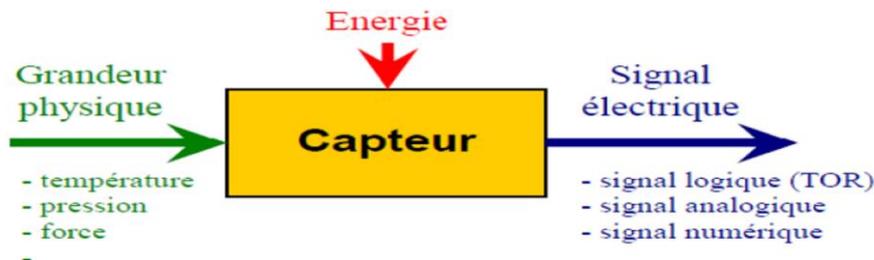


Figure III.13 : schéma de principe du capteur

Transmetteur : Élément qui transmet un signal. Il peut être un assemble d'éléments (capteur+ amplificateur).

Transducteur : Élément qui sert à transformer, suivant une loi, la grandeur mesurée en une autre grandeur.

Chaîne de mesure : Suite d'éléments allant du capteur au traitement de l'information [30]

III .4.2 Principe de fonctionnement

Le capteur est chargé de prélever une grandeur physique à mesurer et de la transformer en une grandeur exploitable

- la grandeur physique à mesurer, souvent appelée « mésurande », n'est en général pas directement utilisable. Elle constitue le signal d'entrée (ou stimulus) du capteur,
- la grandeur exploitable est souvent de nature électrique. Elle constitue le signal de mesure (ou signal de sortie, ou réponse) du capteur. Elle est une représentation de la grandeur à mesurer et doit être indépendante des autres grandeurs pouvant influencer sur le capteur. Ces grandeurs étrangères portent le nom de grandeurs d'influence,
- les grandeurs d'influence sont des grandeurs étrangères qui, selon leur nature et leur importance, peuvent provoquer des perturbations sur le capteur. C'est donc une cause d'erreurs agissant sur le signal de sortie.

- citons en particulier : température , la pression ; environnement ; les vibrations et l'humidité, les accélérations et l'alimentation électrique du capteur [20] .

III .4.3 Constitution d'un capteur

De façon simple, un capteur peut être défini comme un transducteur convertissant une grandeur physique en un signal électrique. Cette transformation peut être directe dans quelques cas simples .Mais en réalité, la technologie des capteurs fait souvent appel à plusieurs conversions de phénomène physique avant d'arriver au signal de sortie.

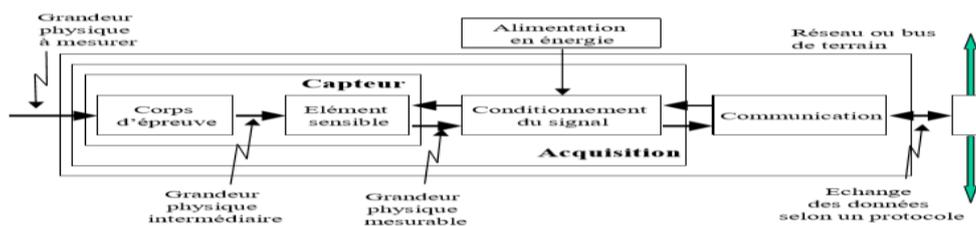


Figure III.14 : structure de constations du capteur

Le capteur proprement dit est formé du corps d'épreuve et du transducteur :

Corps d'épreuve : C'est l'élément mécanique réagissant à la grandeur physique à mesurer.

- La structure de base d'une chaîne de mesure comprend au minimum quatre étages :
- Un capteur sensible aux variations d'une grandeur physique et qui, à partir de ces variations, délivre un signal électrique.
- Un conditionneur de signal dont le rôle principal est l'amplification du signal délivré par le capteur pour lui donner un niveau compatible avec l'unité de numérisation; cet étage peut parfois intégrer un filtre qui réduit les perturbations présentes sur le signal.
- Une unité de numérisation qui va échantillonner le signal à intervalles réguliers et affecter un nombre (image de la tension) à chaque point d'échantillonnage.
- L'unité de traitement informatique peut exploiter les mesures qui sont maintenant une suite de nombres (enregistrement, affichage de courbes, traitements Mathématiques, transmissions des données ...).
- De nos jours, compte tenu des possibilités offertes par l'électronique et l'informatique, les capteurs délivrent un signal électrique et la quasi-totalité des chaînes de mesure sont des chaînes électroniques et informatiques [20] ,[30]

III .4.4 Les Différente familles de capteur

Si l'on s'intéresse aux phénomènes physiques mis en jeux dans les capteurs, on peut classer ces derniers en deux catégories.

III .4.4 .1Capteurs actifs

Fonctionnant en générateur, un capteur actif est généralement fondé dans son principe sur un effet physique qui assure la conversion en énergie électrique de la forme d'énergie propre à la grandeur physique à prélever, énergie thermique, mécanique ou de rayonnement.

Les effets physique les plus classiques sont :

- Effet thermoélectrique : Un circuit formé de deux conducteurs de nature chimique différente, dont les jonctions sont à des températures T_1 et T_2 , est le siège d'une force électromotrice d'origine thermique (T_1, T_2).
- Effet piézo-électrique : L'application d'une contrainte mécanique à certains matériaux dits piézo-électriques (le quartz par exemple) entraîne l'apparition d'une déformation et d'une même charge électrique de signe différent sur les faces opposées.
- Effet d'induction électromagnétique : La variation du flux d'induction magnétique dans un circuit électrique induit une tension électrique (détection de passage d'un objet métallique).
- Effet photo-électrique : La libération de charges électriques dans la matière sous l'influence d'un rayonnement lumineux ou plus généralement d'une onde électromagnétique.
- Effet Hall : Un champ magnétique B et un courant électrique I créent dans le matériau une différence de potentiel U_H .
- Effet photovoltaïque : Des électrons et des trous sont libérés au voisinage d'une jonction PN illuminée, leur déplacement modifie la tension à ses bornes [31]

Tableaux III. 1 : grandeur d'entrees et le sortie et l'effet de capteur active

Mesurande	Effet utilisée	Grandeur de sortie
Température	Thermoélectricité Thermocouple	Tension
Fleux optique	Photoémission Pyroélectricité	Courant Charge
Force, prision , accélération	Piézoélectricité	Charge
Position	Effet hall	Tension
Vitesse	Induction électromagnétique	Tension

III .4.4.2 Capteurs passifs

Il s'agit généralement d'impédance dont l'un des paramètres déterminants est sensible à la grandeur mesurée. La variation d'impédance résulte : Soit d'une variation de dimension du capteur, c'est le principe de fonctionnement d'un grand nombre de capteur de position, potentiomètre, inductance à noyaux mobile, condensateur à armature mobile. Soit d'une déformation résultant de force ou de grandeur s'y ramenant, pression accélération (armature de condensateur soumise à une différence de pression, jauge d'extensomètre liée à une structure déformable) L'impédance d'un capteur passif et ses variations ne sont mesurables qu'en intégrant le capteur dans un circuit électrique, par ailleurs alimenté et qui est son conditionneur [31]

Tableaux III.02 : le type de matériaux et l'effet utilisée de capteur passive

Mesurande	Effet utilisée	Matériaux
Température	Résistivité	Platine,nickel,cuivre,semi-conducteur
Très basse température	Cste diélectrique	Verre
Flux optique	Résistivité	Semi-conducteur
Déformation	Résistivité Perméabilité	Alliage nickel Alliage ferromagnétique
Position	Résistivité	Magnétorésistance:bismuh .antimoine d'indium
Humidité	Résistivité	Chlorure de lithium

III .4.4.3 Capteurs intégrés

Un capteur intégré est un composant réalisé par les techniques de la Microélectronique et qui regroupe sur un substrat de silicium commun le capteur proprement dit, le corps d'épreuve éventuel, des circuits électroniques de conditionnement du signal.

L'intégration apporte de multiples avantages: miniaturisation, diminution descôûts par la fabrication en grande série, accroissement de la fiabilité par suppression de nombreuses connexions soudées, interchangeabilité améliorée, meilleure protection vis-à-vis des parasites, le signal étant conditionné à sa source. L'utilisation du silicium impose cependant une limitation de la plage d'emploi de – 50°C à 150 °C environ. Le capteur proprement dit met

généralement à profit la sensibilité du silicium à diverses grandeurs physiques; cette sensibilité, par ailleurs déjà souvent exploitée pour la réalisation de capteurs isolés, peut être mise en œuvre sous forme de capteurs résistifs, capacitifs ou au moyen de diodes et de transistors [32]

III .4.4.4 Capteurs intelligents

Le terme de capteur intelligent – on parle quelquefois de capteur smart – désigne un instrument en technologie numérique. L'appareil est doté : – d'une cellule de mesure permettant d'acquérir la mesure de d'un ou de plusieurs capteurs permettant de mesurer les grandeurs d'influence [32]

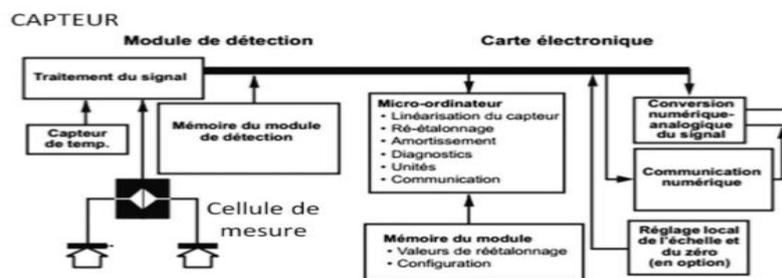


Figure III.15 : structure de capteur intelligent

III .4.5 Classification de capteur

III.4.5.1 Classification en fonction du signal délivré

- **Capteur TOR**

Un capteur TOR (Tout Ou Rien) est un capteur dont la sortie ne peut prendre que deux états généralement représenté par 0 et 1. Ce sont les capteurs les plus répandus en automatisation (interrupteurs de position, détecteurs de proximité...). Les capteurs TOR ne délivrant que deux états 0 et 1 sont généralement appelés des détecteur.

- **Capteur analogique**

Signal analogique : Signal qui évolue dans le temps de façon continue. Un capteur analogique délivre une information (électrique, visuelle,...) qui évolue de façon continue entre deux bornes

- **Capteur numérique**

A - Signal numérique

Signal composé d'un nombre fini de valeurs numériques. Les informations délivrées par le capteur numérique peuvent être sous la forme d'un code binaire (avec un nombre de bits

définis), d'un train d'impulsions (avec un nombre précis d'impulsions ou avec une fréquence précis

B- Echantillonnage

Un signal numérisé est un signal analogique qui a été échantillonné. Cela signifie que l'on a à intervalles réguliers lu la valeur du signal. Le nombre d'évènements lus par secondes correspond à la fréquence d'échantillonnage. Cette fréquence doit être suffisamment grande si l'on veut préserver la forme originale du signal.

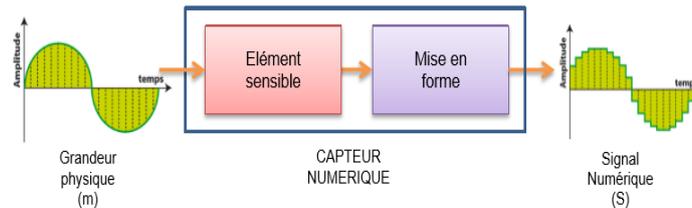


Figure III.16 : représente de single échantillonnage

C- Transmission du signal

Les capteurs numériques vont être capables de transmettre des valeurs déterminant des positions, des pressions, des températures, etc... Les informations qui sont des combinaisons de signaux 0-1, sont transmises à l'unité de traitement et peuvent être lues soit en parallèle, soit en série [33]

III.4.5.2 Classification en fonction du mode de détection

Les capteurs sont également classés suivant qu'ils agissent avec contact ou sans contact pour prélever l'information source.

➤ **Détection par CONTACT d'une position**

Phénomène à détecter	CAPTEUR	Grandeur de sortie	Caractéristiques
<ul style="list-style-type: none"> - L'objet à détecter entre en contact avec le dispositif d'attaque - Le mouvement engendré provoque le basculement du contact électrique 		<ul style="list-style-type: none"> - Signal de sortie électrique de type TOR 	<ul style="list-style-type: none"> - Indice de protection du corps - Dispositif d'attaque de la tête - Type de contact "O.F."

Figure III.17 : Détection par CONTACT d'une position

➤ **Détection SANS CONTACT de la présence d'un objet**

Avantages :

- Pas de contact avec l'objet à détecter
- Pas d'usure
- Très bonne tenue à l'environnement industriel [33]

III .4.6Caractéristiques métrologiques de capteur

III .4.6.1 Les limites d'utilisation

Les limites d'utilisation définissent les limites extrêmes (inférieure et supérieure) de la grandeur physique que l'on peut reproduire sans détériorer ou modifier les caractéristiques métrologiques du capteur. C'est une caractéristique nominale fournie par le fabricant du capteur. La gamme de mesure de la chaîne de mesure ne doit jamais excéder les limites d'utilisation du capteur.

III .4.6.2 L'étendue de mesure

En anglais « span », l'étendue de mesure 'est la différence algébrique entre les valeurs extrêmes (minimale et maximale) pouvant être mesuré par la chaîne de mesure. L'étendue de mesure doit être obtenue à l'intérieur des limites d'utilisation du capteur. Pour les appareils à gamme de mesure réglable, la valeur maximale de l'étendue de mesure est appelée pleine échelle

III .4.6.3L'erreur absolue et l'erreur relativeetl'erreur systématique

L'erreur absolue est la valeur de l'erreur directement liée à la mesure. Par exemple, si le capteur a une valeur nominale de 100Ω , et que l'on spécifie une incertitude de $0,2\Omega$, on notera l'erreur absolue à $\pm 0,2\Omega$. L'erreur relative est le rapport entre l'erreur absolue sur le résultat de la mesure. Pour le capteur précédent, nous avons une erreur relative de L'erreur systématique pour une valeur donnée, exprime l'écart entre la valeur mesurée et la valeur recherchée, soit la valeur nominale, en pourcentage par rapport à l'étendue de mesure[34]

III .4.6.4 La sensibilité (sensitivité)

La sensibilité est une caractéristique déterminante dans le choix d'un capteur, elle est définie par le rapport de la variation de la grandeur de sortie à la variation de la grandeur d'entrée à mesurer, autour d'une valeur constante du mesurande considéré. La valeur de la sensibilité, dans des conditions d'emploi spécifiées, est généralement fournie par le

constructeur. Elle permet à l'utilisateur d'estimer l'ordre de grandeur de la réponse du capteur, connaissant l'ordre de grandeur des variations du mesurande et de choisir le capteur afin que l'ensemble de la chaîne de mesure satisfasse aux conditions de mesure adéquates. Soit m la valeur à mesurer et s l'indication ou le signal fourni par le capteur. A chaque valeur de m appartenant à l'étendue de mesure, correspond une valeur de s : $s=f(m)$.

Si la fonction est linéaire, la sensibilité du capteur est constante : S Dans ce cas, la sensibilité en régime statique est égale à la pente de la courbe d'étalonnage du capteur [34]

III .4.6.5 La résolution

La résolution de la chaîne de mesure nous informe de la plus petite valeur que le système peut mesurer avec précision. Normalement, cette caractéristique est fournie dans le cas d'une chaîne de mesure possédant une interface numérique (convertisseur a/n ou n/a) à une étape de la conversion. Plus le convertisseur aura de bits, meilleur sera la résolution. on définit la résolution par la formule suivante :[34]

$$Resolutions = \frac{etendue\ de\ mesure}{nombre\ de\ point\ de\ mesure}$$

III .4.6.6 La linéarité

L'erreur de linéarité spécifie le plus grand écart entre la courbe d'étalonnage et une ligne droite appelée « meilleure droite ». L'écart de linéarité s'exprime en % de l'étendue de mesure comme l'erreur systématique. La fonction de transfert est linéaire dans une plage déterminée si les variations du signal de sortie (la variable dépendante) sont proportionnelles aux variations de la grandeur mesurée (variable indépendante). Si la sensibilité est la même sur toute la plage d'utilisation du capteur, il en résulte un capteur linéaire. Les écarts de cette droite sont appelés écarts de linéarité; ils sont spécifiés en pourcentage de l'étendue de mesure par rapport à la droite idéale (erreur systématique) [34]

III .4.6.7 La répétabilité

Un capteur idéalement précis reproduira toujours le même signal de sortie lorsque soumis à une même grandeur physique. Cette caractéristique est généralement exprimée en pourcentage par rapport à l'étendue de mesure pour une valeur donnée[34].

III .4.6.8 L'hystérésis

Un capteur est soumis à une variation croissante de la grandeur mesurée, puis subit la même variation décroissante. Idéalement, le point de retour devrait être le même que le point

de départ. Si ce n'est pas le cas, nous obtenons une erreur de réversibilité due à l'hystérésis du capteur. Cette caractéristique est généralement exprimée en pourcentage par rapport à l'étendue de mesure pour une valeur donnée [34].

III .4.6.9 La finesse

Qualité exprimant l'aptitude d'un capteur à donner la valeur de la grandeur à mesurer sans modifier celle-ci par sa présence. Par exemple, certains hygromètres vaporisent de l'eau (psychrométrie) pour mesurer l'humidité de l'air. Une telle opération modifie l'humidité de l'air. Cette opération doit être prise en compte lors de l'établissement de l'humidité réelle mesurée [34]

III .4.6.10 Le temps de réponse

Le temps de réponse, ou temps de montée, est l'intervalle de temps que prend le signal de sortie pour retrouver un nouvel équilibre après une variation brusque de la grandeur à mesurer. Certains fabricants de capteur considèrent que le temps de réponse (ou temps de montée) est l'intervalle de temps qui s'écoule entre le moment où la sortie du capteur passe de 10% à 90% de sa variation sur une échelle normalisée. La figure illustre la réponse temporelle d'un capteur subissant une variation instantanée de la grandeur mesurée. Il est à remarquer qu'un capteur requiert un certain délai avant d'être influencé par la grandeur physique à reproduire. Cette caractéristique est nommée le temps de délai [34]

III .4.6.11 Bande passante

C'est la plage de fréquence pour laquelle le fonctionnement du capteur est correct. On lui applique une variation périodique de la grandeur physique d'entrée, on mesure la sortie associée et on trace la sensibilité du capteur en fonction de la fréquence (sensibilité dynamique). Ceci permet de mesurer sa bande passante à -3db [35]

METHODE DE CHOIX DES CAPTEURS INDUSTRIELS

Pour choisir correctement le capteur industriel pour une application donnée, la démarche proposée se fera en tenant compte de trois informations:

1. définition du cahier des charges ;
2. considérations techniques externes affectant le choix du capteur ;
3. caractéristiques intrinsèques du capteur.

Il sera important d'être bien documenté chez les fournisseurs pour connaître les technologies et les dispositifs disponibles sur le marché. Le choix adéquat du capteur sera fait en considérant une foule de compromis en fonction des caractéristiques générales de la mesure [34].

Conclusion

Dans ce chapitre nous décrivons en général la partie opérative (puissance), qui est constituée des éléments mécaniques suivant le convertisseur statique, les capteurs et actionneurs qui traitent les informations entrantes pour émettre des ordres de sorties en fonction d'un programme système électromécanique automatisé.

Chapitre IV

La méthodologie des transferts
des données sous forme des ordres

IV.1 Introduction

À travers ce chapitre, nous abordons une étude systématique de la chaîne transformation de l'information sous forme de commandes et il s'agit du contenu de la fonctionnelle contenant la chaîne d'informations et la chaîne énergétique, en plus de l'incarnation de la méthodologie de la transformation de l'information sous forme de commandes, et cela en utilisant un mécanisme avec contrôle numérique, vous fabriquez des pièces mécaniques à l'aide d'un programme spécial, et c'est ce que nous faisons après avoir déterminé la forme de la pièce pour accomplir la pièce souhaitée et puis nous écrivons le programme sous forme de lignes et ces lignes sont des instructions que l'allié effectue.

IV.2 Explication de la chaîne fonctionnelle des différents systèmes automatiques électromécaniques

Incarnation du projet d'étude, nous avons appliqué ce travail sur une machine à commande numérique qui fabrique des pièces mécaniques, et ceci avec l'aide d'un programme spécial appelé MFI.

Qui est compatible avec la machine EMCO F1 CNC, Sur cette base, nous avons étudié les dimensions géométriques d'une pièce cylindrique et l'avons dessinée à différentes échelles dans un programme appelé Solid Works, et ceci afin de mettre en œuvre un programme linéaire à différentes échelles, et c'est à la machine de l'implémenter afin d'obtenir une pièce mécanique fabriquée, et ceci est basé sur sa forme brute, et tout cela vient Après avoir étudié la chaîne fonctionnelle d'un système électromécanique à fonctionnement automatique,

IV.2.1 Définition de chaîne fonctionnelle

Tout système automatisé, plus ou moins complexe, peut être décomposé en chaînes fonctionnelles. Une chaîne fonctionnelle est l'ensemble des constituants organisés en vue de l'obtention d'une tâche opérative, c'est-à-dire d'une tâche qui agit directement sur la matière d'œuvre [36]

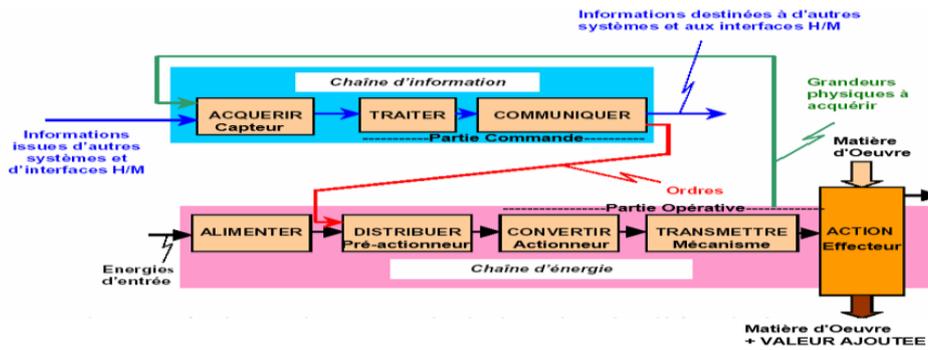


Figure IV.1 :la méthodologie de transfert de donne sous forme des ordres

IV.2.2 chaîne d’information

Le chaîne d’information est consiste les trois blocs fonctionnelle :Acquisition et traiter les informations et communiquer

IV.2.2.1 structure de chaîne d’information

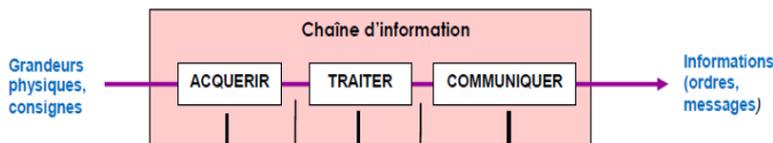


Figure IV.2 : chaîne d’informations

IV.2.2.2 Le flux d’information

Le flux d’information d’un système est constitué par une chaîne d’information qui permet :

1. d’acquérir (mesurer) une grandeur physique ou d’acquérir les consignes (ordres) d’un opérateur
2. de transmettre cette information à l’unité de traitement
3. de traiter l’information pour contrôler l’action réalisée sur la matière d’œuvre
4. de stocker l’information ou le résultat du traitement
5. de communiquer l’état du système à l’utilisateur à travers une IHM1 ou à un autre système de communiquer une consigne (ordre) à la chaîne d’énergie [37]

Remarque

- La chaîne d’information c’est la consiste la partie commande

IV.2.3 LA CHAÎNE D'ÉNERGIE

IV.2.3.1 Définition

C'est l'ensemble des éléments principaux de système : alimentation ; distributeur ; transmetteur et convertisseur.

IV.2.3.2 Structure de chaîne d'énergie

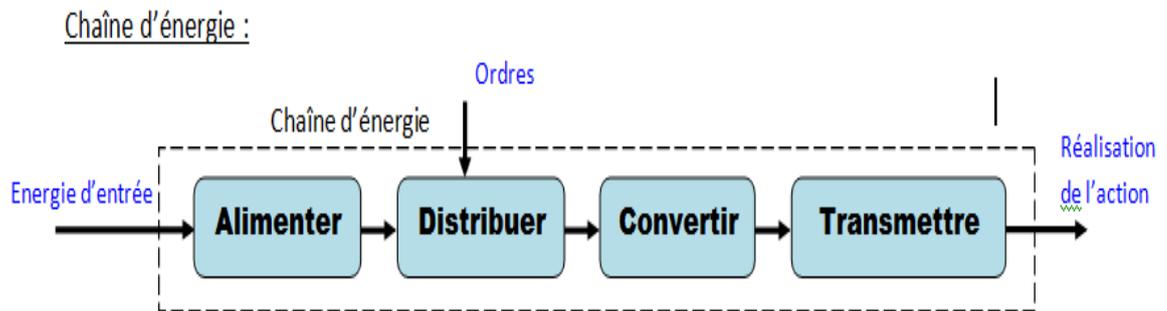


Figure IV.3 : chaîne d'énergie

- **Alimenter**

En général, les systèmes mettent en œuvre plusieurs types d'énergie. Les énergies principalement exploitées sont l'énergie électrique et l'énergie mécanique sous leurs différentes formes.

On note en particulier : La source d'énergie électrique, qui grâce à la souplesse de ses méthodes de génération et de transport, demeure une richesse inégalée. Il n'est pas surprenant donc de remarquer que l'alimentation en énergie électrique est largement adoptée aussi bien en milieu industriel qu'en milieu domestique ; La source d'énergie pneumatique qui est aussi largement présente dans les systèmes industriels.

Cette énergie est dans la plupart des cas générée à partir de l'énergie électrique [38]

Tableaux IV.1 : type de source d'alimenté et l'énergie de sortie

Energie d'entre	Source d'alimenté	Energie de sortie
Electrique	Réseaux électrique (230V/400V)	Electrique
Electrique	Compresseur	Pneumatique

- **Distribuer**

La partie commande d'un système automatisé met en œuvre une énergie faible. Elle est donc incapable d'envoyer directement l'énergie nécessaire à l'actionneur ; d'où l'utilisation des préactionneurs qui assurent la distribution de l'énergie aux actionneurs. La position d'une telle fonction dans une chaîne d'énergie, ainsi que sa fonction globale sont représentées [38]

Tableaux IV.2 : distribution de énergie

Energie disponible	Préactionneur	Energie distribuée
Electrique	Contacteur ou Relais	Electrique
Pneumatique	Distributeur	Pneumatique

- **Convertir**

Puisque l'énergie souvent disponible est électrique, il faut convertir cette énergie disponible en énergie mécanique. Cette fonction de conversion est assurée par les moteurs électriques qui convertissent l'énergie électrique en énergie mécanique de rotation.

- L'énergie représente une force en action, elle se mesure en Joule (J). Or, les données constructeurs Pour les moteurs n'indiquent pas l'énergie mais la puissance fournie (ou puissance utile). La puissance représente la quantité d'énergie ε que consomme un système par unité de temps t . Ainsi, plus un système consomme de l'énergie sur un délai court et plus il est puissant [38]

- **Transmettre**

est généralement réalisée par des mécanismes. Elle est constituée de pièces reliées entre elles par des liaisons mécaniques. Ces mécanismes permettent de transmettre l'énergie reçue et agissent directement sur la matière d'œuvre [38]

Remarque

La chaîne d'énergie c'est la partie opérative

IV.3 La relation entre de chaîne d'information et la chaîne d'énergie

La chaîne d'énergie, associée à la chaîne d'information, agit sur la matière d'œuvre afin d'élaborer la valeur ajoutée. Les Ordres émis par la Chaîne d'Information sont traduits en Actions

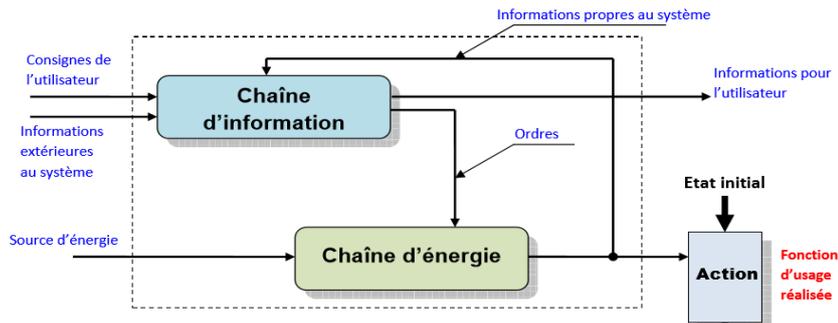


Figure IV.4 : la relation entre chaîne d'énergie et chaîne d'information

IV.4.1 Définir la méthodologie de transformation des informations sous forme de commandes

C'est la stratégie ou la formule adoptée par le concepteur du système électromécanique automatique, et cela met sa marque dans la création d'une méthode pour la transmission et la transformation des informations sous forme de commandes, (le but pour lequel elles ont été faites), et ce après l'avoir saisie manuellement par le programmeur de la machine, (la méthode de transfert d'informations sous la forme de commandes qui sont Entre les différents éléments contenus à la fois dans la partie commande et dans la partie pratique du système électromécanique automatique, de manière automatisée et sans obscurité humaine.

IV.4.2 Exemple

Nous simulons un système électromécanique à fonctionnement automatique, avec le comportement d'une personne buvant un verre d'eau.

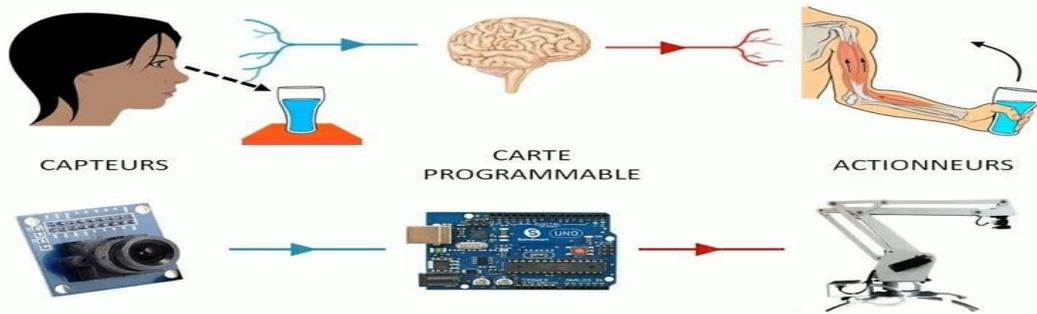


Figure IV.5: simulons un system électromécanique à fonctionnement automatique

Attraper un verre pour boire, les yeux fixent le verre et envoient l'information au cerveau. celui-ci, en la traitant, les ordonne aux muscles du bras de porter le verre à la bouche" les automatismes fonctionnent de la même façon: les capteurs recueillent des informations les envoient sous consignes à la carte programmable, celle-ci les traite à partir d'un programme les transmet sous ordre aux actionneurs qui effectuent les actions recommandées.

IV.5 : L'excitation et programmation avec MOCN

IV.5.1 structure d'une MOCN

a. Analyse fonctionnelle

Une machine outil à commande numérique, appelée communément MOCN, est un système automatisé. Elle est composée d'une *partie commande (PC)* : le DCN (directeur de commande numérique) et d'une *partie opérative (PO)* comprenant la *structure de la machine outil, le porte-outil, l'outil et le porte-pièce* ; la *matière d'œuvre* est la *pièce*. [39]

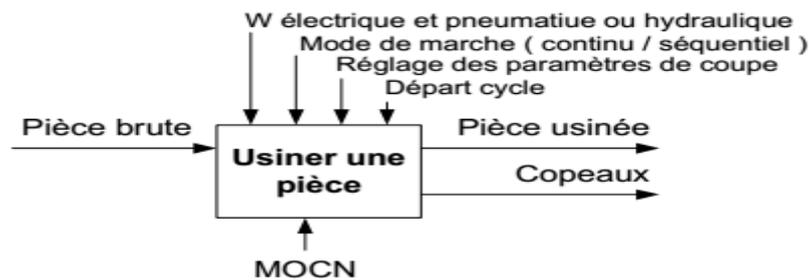


Figure IV.6: Analyse fonctionnelle niveau A-0

B. Architecture générale

Une MOCN est composée de cinq ensembles organisés en boucle à savoir : la structure de la MO, le porte-pièce (PP), la pièce (P), le porte-outil (PO) et l'outil (O).

L'objectif du positionnement de ces différents ensembles étant de faire coïncider le Pt

générateur de l'outil avec la trajectoire programmée par rapport à l'origine programme, choisit judicieusement sur la pièce. [39]

IV.5.2 :Les Origines pour les machine outil a commande numerique

Tableaux IV.3 : Origines utilisées dans des MOCN [39]

Origine machine M (OM)		C'est la référence des déplacements de la machine. C'est un point défini (sur chaque axe) par le constructeur qui permet de définir l'origine absolue de la machine. OM et om peuvent être confondues
Origine mesure R (Om)		C'est le point de départ de toutes les mesures dans l'espace machine
Origine Programme OP		C'est le point de départ de toutes les cotes
Origine Pièce W (Op)		origine de la mise en position (isostatique de la pièce)

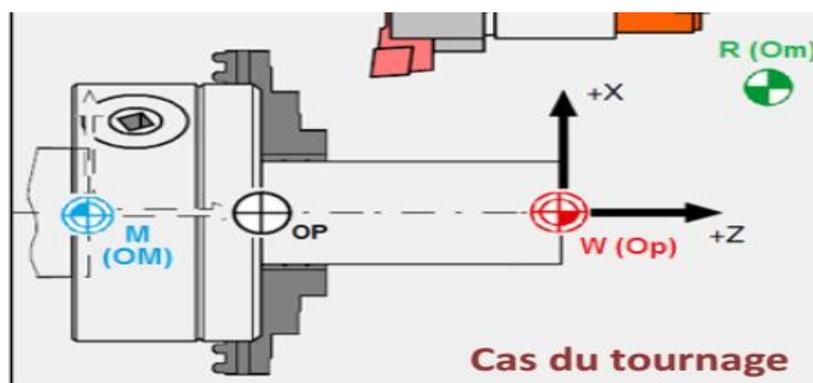
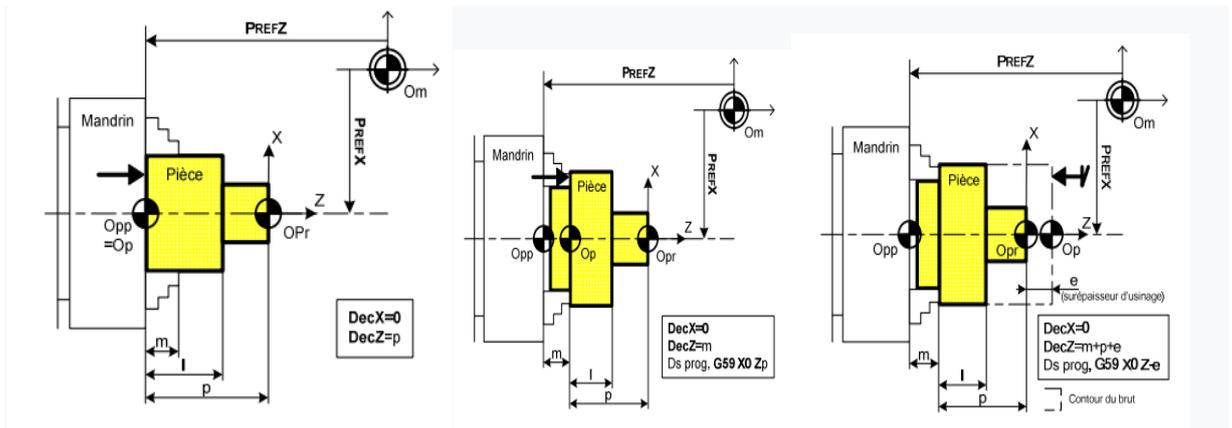


Figure IV.7 : représente la répartition des origines en tournage

Remarque

Les références changent relativement selon les étapes de fabrication



IV.5.3 système d'axes

les déplacements de l'outil ou du porte-pièce s'effectuent par combinaisons de translations et/ou de rotations.

Chaque mouvement élémentaire (axe) est repéré par une lettre affectée du signe + ou - indiquant le sens du déplacement.

- **Les translations primaires** s'effectuent suivant les axes **X, Y, Z** formant ainsi le trièdre de référence.
- **Les rotations primaires** sont les trois rotations **A, B, C** autour de ces trois axes.
- L'axe **Z** : est celui de la broche.
- **Les translations primaires (U, V, W)** sont parallèles à X [40]

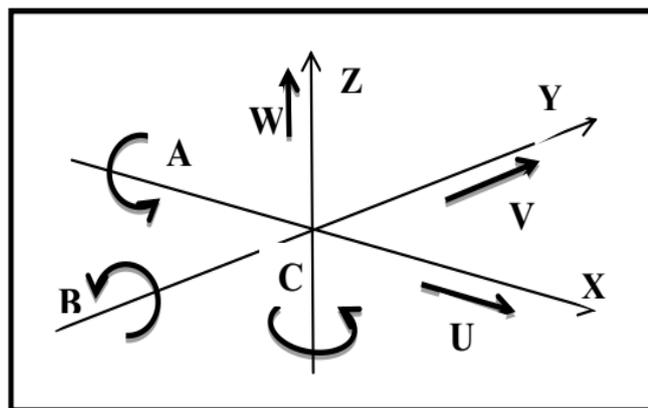


Figure IV.8 : un exemple d'un centre d'usinage à cinq axes .

Remarque

Un procédé de fabrication est un ensemble de techniques visant l'obtention d'une pièce ou d'un objet par transformation de matière brute. Obtenir la pièce désirée nécessite parfois l'utilisation successive de différents procédés de fabrication.

Ces procédés de fabrication font partie de la Construction mécanique. Les techniques d'assemblage ne font pas partie des procédés de fabrication, elles interviennent une fois que les différentes pièces sont été fabriquées .On parle de procédé de fabrication pour tous les objets.

IV.6 Le TOUR

IV.6.1 Description de la machine

Le tournage est un procédé d'usinage par enlèvement de matière qui consiste en l'obtention de pièces de forme cylindrique ou/et conique à l'aide d'outils coupants sur des machines appelées tour. La pièce à usiner est fixée dans une pince, dans un mandrin, ou entre pointes. Il est également possible de percer sur un tour, même si ce n'est pas sa fonction première. En tournage, le mouvement de coupe est obtenu par rotation de la pièce serrée entre les mors d'un mandrin ou dans une *pince* spécifique, tandis que le mouvement d'avance est obtenu par le déplacement de l'outil coupant. La combinaison de ces deux mouvements permet l'enlèvement de matière sous forme de copeaux. Un tour permet de fabriquer principalement des pièces de révolution même si certaines machines peuvent réaliser des formes très complexes (tours de décolletage).[40]



Figure IV.9 :Tour à commande numérique

IV.6.2 Les différents types d'opérations

1. Tournage extérieur

Tournage longitudinal (chariotage, axe z), réalisation d'un cylindre ;

- tournage transversal (dressage, axe x), réalisation d'une face, d'un épaulement ;
- tournage par profilage ou contournage, réalisé par copiage ou utilisation d'une commande numérique ;
- tournage de gorges, dégagements ;
- filetage, réalisation d'un pas de vis ;
- tronçonnage

2. Tournage intérieur

- Alésage ;
- dressage ;
- tournage intérieur par contournage ;
- tournage de dégagement, gorges ;
- taraudage, réalisation d'un filetage intérieur ;
- chambrage

3. Tournage de pièces métalliques

Le chariotage d'une pièce métallique brute en tournage conventionnel se fait typiquement en cinq opérations :

1. Écroûtage du brut : on enlève la couche extérieure, qui a un mauvais état de surface et contient de nombreux défauts (calamine, corrosion, fissures, inclusions, écrouissage, important, ...) ; il s'agit d'une passe d'environ 0,5 à 1 mm.
 2. Contrôle du diamètre obtenu (au pied à coulisse voire au micromètre), ce qui permet de déterminer combien il faut enlever de matière pour arriver à la cote visée.
 3. Passes d'ébauche d'une profondeur de plusieurs mm, pour enlever la matière.
 4. Contrôle du diamètre avant finition.
 5. Passe de finition, d'une profondeur inférieure à 0,5 mm mais supérieure au copeau minimum, afin d'avoir une bonne tolérance dimensionnelle et un bon état de surface.
- Si l'on doit réaliser un épaulement, on chariote en laissant une surépaisseur de 0,5 mm ; celle-ci est enlevée en dégageant l'outil lors de la passe de finition. On assure ainsi la planéité et la perpendicularité de la surface par rapport à l'axe, puisque la surface finale est réalisée en une seule passe [41]

IV.6.3 Programmation Des MOCN

Les instructions programmées doivent contenir toutes les données nécessaires à la commande et au séquencement des opérations à réaliser pour assurer l'usinage de la pièce sur la machine. Elles regroupent :

➤ les données géométriques, qui indiquent la forme et les dimensions de la pièce à usiner et permettent à la CN de calculer les positions successives de l'outil par rapport à la pièce pendant les diverses phases de l'usinage. Les positions sont définies par rapport à une origine connue.

Certaines instructions viennent compléter les données géométriques en indiquant la nature du traitement numérique qu'elles doivent subir : le mode d'interpolation, le choix du mode de cotation, absolue ou relative, le choix du cycle d'usinage, le choix de l'outil, etc. ;

➤ les données technologiques, qui précisent, compte tenu des caractéristiques et des performances de la machine (puissance des moteurs d'entraînement, performances de la broche et des organes mobiles), les conditions de coupe optimales dans lesquelles pourra s'effectuer l'usinage. Elles concernent principalement la vitesse de rotation de la broche, les vitesses d'avance et la commande de l'arrosage.[42]

IV.6.4 Codification des instructions

Les instructions d'un programme sont écrites dans un langage codé appelé langage machine dont le format variable et les adresses répondent aux normes internationales : ISO 6983-1.

Ce langage utilisé pour décrire les opérations d'usinage sur une MOCN comporte un certain nombre de lignes d'écriture appelées blocs d'information, chaque ligne correspondant à une étape particulière du processus d'usinage.[42]

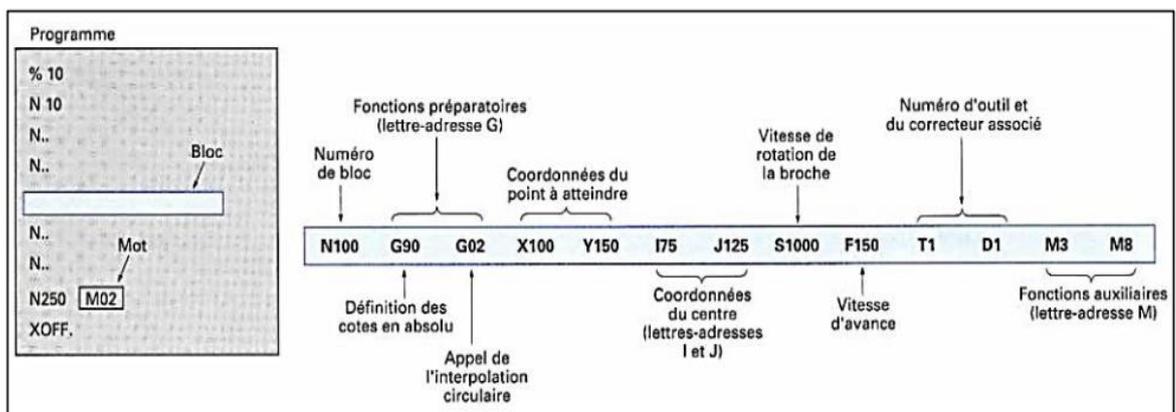


Figure IV.10 : Structure d'un programme d'usinage avec l'organisation d'un bloc

IV.6.5 Différentes fonctions des adresses

Tableaux IV.4 : les différentes fonctions de l'adresse [43]

Adresses	Désignations
%	Numéro de programme principale 1 à 9999
L	Numéro de sous-programme 1 à 9999
N	Numéro de séquence 1 à 9999
G	Fonction déplacement
M	Fonction de commutation, fonction supplémentaire
A	Angle
D	Correction d'outil 1 à 49
F	Avance, Temporisation
I .J.K	Paramètre de cercle, pas de filetage
P	Nombre de perçage pour sous-programme, facteur d'échelle
R	Paramètre de reprise pour cycle
S	Vitesse de broche
T	Appel d'outil (position de changeur d'outil) Vitesse de broche
U	Rayon de cercle, rayon (signe positif), chanfrein (signe négatif)
X, Y, Z	Données de position (X aussi temporisation)
LF	Fin de séquence *

IV.6.6 Contrôle de la position de la pièce par rapport à l'outil

Le moyen le plus simple est le vernier : tambour gradué sur lequel on lit les déplacements de l'outil.

C'est l'opérateur qui contrôle la position de l'outil, et qui arrête l'avance de l'outil lorsque la position est atteinte. Ces machines s'appellent les machines conventionnelles. Les pièces fabriquées sont limitées à des formes simples. Ces machines sont de plus en plus rares dans

l'industrie, car elles sont peu productives. On les trouve dans les ateliers de réparation. La machine la plus courante est la machine à commande numérique. Un codeur permet de connaître la position de l'outil, et une boucle d'asservissement permet de contrôler l'alimentation des moteurs d'avance pour atteindre la position désirée. Ces machines nécessitent donc une programmation pour être mise en œuvre, mais la programmation devient de plus en plus transparente grâce aux logiciels de FAO (fabrication assistée par ordinateur) qui génèrent le programme à partir du fichier CAO de la pièce, ou grâce à une nouvelle génération de machine dites « par apprentissage ».[42]

IV.6.7 Le contexte de la programmation :

Il existe une norme définissant la désignation des mouvements des machines et un autre définissant le langage de programmation. Ce langage est appelé ISO ou G-code. La norme est ancienne (1969), et le langage qu'elle définit est inadapté à une programmation propre et structurée. Ceci explique la prolifération de langage dit de **FAO** (Fabrication Assistée par Ordinateur).

La norme ne définit que des fonctions de base, mais ne propose pas de syntaxe pour ce qui est des commentaires, des structures de contrôles (boucles, si alors sinon, sous-programme, . . .), des structures de données.

En conséquence, lorsque l'on écrit un programme il faut le préparer comme si on pouvait utiliser un langage performant et ensuite essayer de le traduire au mieux en langage machine. C'est du reste l'esprit dans lequel travaillent la plupart des systèmes de Fabrication Assistée par Ordinateur.

En effet les calculs que nécessite le contrôle seraient très difficiles à programmer dans un tel langage. Il en est de même pour de nombreux types de machines : robots, machines de stéréolithographie.[42]

IV.7 Principe de programmation des déplacements

La représentation d'un déplacement semble extrêmement simple et pourtant elle est la source de nombreux problèmes de dialogues entre opérateurs. L'emploi de la démarche rigoureuse présentée dans ce paragraphe permet d'éviter ces problèmes .[42]

IV.7.1 Axe de machine-outil

Le capteur de position d'un axe de machine-outil définit une position particulière que l'on peut nommer zéro machine.

Dans cette position relative du chariot mobile par rapport aux glissières le compteur affiche zéro. Remarquons que cette position peut être impossible à atteindre sur certaines machines.

Cette position est définie par le constructeur qui la place très souvent au niveau d'une position particulière (position de changement d'outil, de palette, . . .).

Elle est différente de la position de Prise d'Origine Machine (POM).

La POM est le moyen qui permet d'initialiser le compteur de l'axe, c'est à dire les zéro machines, pour les capteurs non absolus.[42]

Méthodes de choix des repères

Nous devons associer un repère au chariot et un à la glissière. Ces deux repères étant confondus lorsque le chariot est à l'origine machine. Cette propriété permet de définir clairement le deuxième repère à partir du premier : il lui est confondu lorsque le compteur est à zéro.

La définition du premier repère utilise les surfaces remarquables de la machine.

Considérons par exemple un centre d'usinage. Le repère broche peut être choisi tel que son origine soit à l'intersection du plan de jauge du cône de broche et de l'axe de la broche, sa direction Z soit celle de son axe orienté vers la broche et son axe X soit parallèle au déplacement de l'axe X. Le repère machine est alors le repère lié au chariot porte pièce de la machine qui est confondu avec le repère broche lorsque tous les axes de la machine sont au zéro.[42]

IV.7.2 Programmation des déplacements

On définit deux repères. Le repère de programmation lié à la pièce et le repère outil lié à l'outil.

La programmation du déplacement de l'outil est la description du déplacement du repère outil par rapport au repère pièce

Le déplacement comporte deux aspects : l'aspect géométrique (trajectoire) et l'aspect cinématique (loi d'évolution sur la trajectoire).

La surface usinée est obtenue par l'enveloppe de la trajectoire de l'arête ou des arêtes de coupes de l'outil dans le mouvement relatif de l'outil par rapport à la pièce..[42]

La géométrie de la Pièce

La programmation d'un élément de trajectoire se fait dans un contexte initial (position initiale

relative de l'outil par rapport à la pièce, état du système de commande) en donnant le type de trajectoire et le point d'arrivée.

IV.7.3 Les principales fonctions

IV.7.3.1 Les fonctions préparatoires, instructions G

Les fonctions préparatoires définissent l'appel de programme résidant dans directeur de commande en vue d'exécuter une action bien définie. Elles sont toutes appelées par la lettre adresse G suivie d'un numéro de 0 inclus à 99 (100 exclu) par exemple G01 ou G1 demande l'exécution d'une interpolation linéaire, alors que l'interpolation circulaire est mise en œuvre par G2 ou G3 suivant le sens de parcours (sens trigonométrique G3, sens horaire G2). Certaines d'entre elles définissent aussi l'informa qui figure à l'aval de leur appel par exemple G90 indique que les coordonnées qui suivent doivent être lues en valeur absolue, alors que G91 mentionne qu'elles doivent être interprétées en valeur relative.[42]

IV.7.3.2 Quelques fonctions appartenant aux fonctions préparatoires n'ont d'effet que dans le bloc où elles figurent, elles sont alors dites non-modales :

C'est le cas de la fonction G4 utilisée pour définir un temps de temporisation durant une action.

La désignation non-modale est faite par opposition aux fonctions modales qui définissent un mode de fonctionnement qui demeure actif jusqu'à ce qu'un ordre de révocation explicite (c'est à dire introduit dans le programme) ou une fonction incompatible soient rencontrés. [42]

A. Fonctions G définissant la nature du déplacement :

G00 (ou simplement G) mise en position rapide (souvent en mouvement par axial : déplacements aux axes ou à 45°). Le déplacement s'effectue à vitesse maximale, celle-ci n'est pas obligatoirement atteinte si la distance à parcourir est petite car au démarrage il y a une période d'accélération et avant d'atteindre la position de consigne une phase de décélération. La vitesse de déplacement rapide est de l'ordre de 10 mètres par minute sur une fraiseuse ou un tour, elle peut atteindre 70 mètres-mn en poinçonnage. Il n'y a pas mise en œuvre de l'interpolation linéaire le déplacement à 45° s'effectuant en contrôlant en continu la vitesse déplacement sur les deux axes.

G01 déplacement linéaire avec une avance de travail définie avec contrôle précise du déplacement par une procédure d'interpolation.

G02, G03 mise œuvre de l'interpolation circulaire en avance de travail, dans un des plans formés par les axes de la machine (XY, ZX, YZ).

G02 correspondant à un arc de cercle à exécuter avec un parcours effectué dans le sens horaire.

Alors que G03 est affecté à exécution dans le sens trigonométrique.

En plus des coordonnées du point à atteindre il est nécessaire de fournir le moyen de calculer l'arc de cercle soit en indiquant le rayon, soit en mentionnant les coordonnées du centre ; le

rayon est introduit par la lettre-adresse R, les coordonnées du centre sont repérées par les lettre adresses I J. K correspondant respectivement aux axes X, Y, Z.

L'appel de l'une quelconque de ces quatre fonctions révoque (annule) celle qui est en service

B. Fonctions G définissant le plan d'interpolation :

G17, G18, G19 permettent de choisir les plans d'interpolation circulaire et dans lequel on met en œuvre la correction d'outil. Ces fonctions désignent respectivement les plans XY, ZX, YZ. Elles sont utiles pour les machines dont l'axe de broche s'oriente, mais par référence aux machines trois axes (fort répandues) la fonction G17 est prise par défaut.

Remarque sur l'interpolation circulaire :

1. si on programme les coordonnées du centre, un soin particulier doit être accordé à la précision d'indication. des coordonnées du centre. Pour ne pas mettre la machine en défaut, le point centre doit être égale distance du point de départ et du point d'arrivée l'outil (seul quelques centièmes de tolérance sont consentis par la CNC).
2. si on programme le rayon la machine se trouve face à deux alternatives. Par défaut elle choisit la plus rapide (ou courte) Certaines commandes ne savent exécuter que le trajet 1. D'autres offrent la possibilité de sélectionner la trajectoire en affectant par exemple un signe au rayon.
3. sur certaines commandes le centre de l'interpolation (I, J, K) s'exprime en mode relatif (FANUC, SIEMENS) par rapport point de départ de la trajectoire curviligne

C. Fonctions G permettant de bien situer l'outil par rapport la pièce :

Un décalage existe entre le contour pièce que l'on usine et point de référence de l'outil qui a servi départ des jauges.il est composé en fraisage du rayon applique normalement (perpendiculairement) en chaque point du contour, en tournage d'une combinaison de la distance "point fictif de prise de jauges-centre du rayon de plaquette et de son rayon". Les CNC actuelles prennent en charge le calcul de la correction de position du point de référence-outil par rapport au contour-pièce que le programme se contente d'indiquer: G41, G42 : l'appel de ces fonctions introduit, dans le calcul des trajectoires concernant le pilotage de l'axe de l'outil en fraisage ou du centre du rayon de plaquette en tournage, les directions dans lesquelles les dimensions géométriques de l'outil doivent être prise en compte pour définir l'éloignement de la trajectoire par rapport au contour pièce. En mode G40 (correction de rayon non active) c'est l'axe de la fraise ou la pointe fictive de l'outil en tournage qui suit la trajectoire programmée.

G41 situe l'outil à gauche de la pièce dans le sens de l'avance.

G42 positionne l'outil à droite du contour de la pièce dans le sens de l'avance. G40 révoque, c'est-à-dire annule, les considérations de position d'outil introduites par G41 ou G42. Les fonctions G41 ou G42 utilisées pour situer l'outil par rapport au contour doivent être neutralisées par G40 dès la fin de ce type d'usinage, ainsi on évite de les laisser opérationnelles par oubli et de se créer de mauvaises surprises durant la mise en œuvre de la suite du programme.

L'emploi de G41 et de G42 implique :

Pour les angles saillants : de rajouter une portion de trajectoire, ou delà d'un angle déterminé par chaque constructeur. Cette trajectoire supplémentaire assurera le pivotement autour du sommet en introduisant un arc de cercle de raccordement délimité par les normales élevées au sommet par rapport à chacun des segments, sinon en n'utilisant que les segments de trajectoires de décalées, l'outil s'éloignerait trop de la pièce ce qui occasionnerait des pertes de temps mais surtout tout des risques de collision avec la pièce ou le montage. Le rajout de cet élément de trajectoire est fait automatiquement lors de l'emploi de G41 ou G42. [5]

Pour les angles rentrants : il faut limiter la trajectoire décalée avant d'avoir atteint le point situé sur la normale tracée à l'extrémité du segment. Cette limite, dans le cas d'un angle formé par deux droites se trouve sur la bissectrice de l'angle. Pour un sommet défini par une droite et un arc de cercle, la trajectoire linéaire décalée doit être limitée à l'intersection qu'elle fait avec le rayon aboutissant à l'extrémité de l'arc.

Mise en œuvre de la correction des trajectoires : engagement, dégagement
La correction de trajectoire par les fonctions G41 et G42 doit être opérationnelle lors des déplacements de travail deviennent effectifs. Il faut donc appeler G41 et G42 dans les blocs qui précèdent la première ligne du contour à usiner.

D. Fonction fixant le mode de cotation

G90 les informations associées aux lettres X, Y, Z, I, J, K seront prises comme des coordonnées absolues par rapport à l'origine programme.

G91 ces mêmes données seront prises en valeur relative par rapport au point de départ du déplacement programmé dans le bloc.

G52 est un mode de programmation absolue en cotes mesure. Cette fonction permet d'afficher les cotes par rapport à l'origine-mesure OM. Elle est pratique pour définir un point fixe dans l'espace de travail de la machine. G52 est essentiellement utilisé pour définir, sans risque de collision de l'outil avec la pièce. Un point de changement d'outil défini par rapport à OM et cela indépendamment des trajets définis dans le programme

Pour des raisons de sécurité, il est souhaitable de faire figurer un G52 dans le (ou les) premier (s) bloc du programme.

E. Fonctions de décalage :

G92 : La fonction G92 permet de modifier en cours d'exécution d'un programme de la position de ' OP', c'est à dire la position du référentiel dans l'espace de travail. Ceci répond à deux attentes :

1- plusieurs pièces peuvent être montées sur la machine, chacune d'elles ayant son référentiel associé. Au moment de la rédaction du programme, le programmeur ne connaît pas encore la disposition des pièces dans l'espace de travail. Certaines commandes lui donneront la possibilité de faire appel à des fonctions G (G54 à G59 chez Siemens, Fanuc, Philipps) qui activeront au moment de l'exécution des registres mémoires, Ces registres auront été alimentés par l'opérateur au moment des réglages

2- pour simplifier la programmation, on est souvent amené à déplacer le référentiel, par exemple en fonction du type de cotation. Ceci est indiqué en programmation de deux façons suivant le type de commandes :

En indiquant la position de l'origine choisie par rapport à la position instance du point caractéristique de réglage de l'outil.

Ces décalages peuvent être invalidés par la fonction G53 puis par G54 (par défaut G54 est actif à la mise sous tension de la machine).

G59 introduit un décalage programmé qui servira de référence pour la suite. G59 est une fonction modale.

F. Fonction diverses :

G4 : Temporisation : elle permet de suspendre les déplacements pendant un temps programmé
G4 F...

G4 S...

G4 P...

G4 U... le temps est généralement en seconde, centièmes de seconde

On l'utilise pour attendre qu'un moteur soit stabilisé en vitesse ou encore pour finir un processus de coupe (plusieurs tours de fraise au fond d'un lamage, un tour de broche pour un outil à saigner en fond de gorge...). Par sécurité, on ne doit pas l'utiliser pour une intervention de l'opérateur.

G9 : Décélération : Accélération :

Elle est utilisée dans une transition de contour afin de réduire l'erreur de poursuite. Pour des raisons d'efficacité, il est proposé sur les directeurs de commande un ensemble de macro-instructions permettant de définir rapidement des opérations répétitives ou ayant une procédure d'exécution figée (filetage, perçage, taraudage,...). A chacune de ces fonctions on ajoute les paramètres nécessaires : pas du filetage, profondeur de perçage, distance d'approche...

Parmi elles on trouve :

G33 (code normalisé) pour le cycle de filetage (en tournage). Les données à fournir ont une syntaxe spécifique à chaque constructeur mais elles se réfèrent au pas, à la profondeur du filet, au nombre de passes, à l'angle de pénétration, au nombre de filets.

G81 : cycle fixe de perçage ou de centrage

G82 cycle de perçage avec surfaçage : il est identique à la précédente mais il met en œuvre une temporisation en fin de trou.

Les fonctions G81 et G82 ne figurent pas sur le NUM 760 7 spécifique au tournage.

G83 : cycle de perçage profond avec déburrage, une indication supplémentaire détermine soit la profondeur de palier, soit le nombre de paliers, l'outil ressortant du trou pour dégager

Les coupeaux

G84 : cycle de taraudage avec taraud-machine et avec porte outil à compensation axiale, débrayable par limiteur de couple, le retrait s'effectue avec inversion du sens de rotation.

G85 : alésage à l'alésoir, ce cycle est similaire à G81 mais avec une remontée en vitesse de travail.

G86 : alésage à la barre à aléser. La descente s'effectue à la vitesse de travail, l'arrêt au fond de trou est indexé suivi d'un retrait de 1mm en XY pour ne pas rayer le cylindre en remontant, et reprise du travail après mise en position

G87, G88, G89 : ces cycles ne sont pas définis par la norme et sont utilisés de diverses façons par les constructeurs.

Révocation : la mise en œuvre des cycles est annulée par l'appel de G80.

G. Fonctions définissant la nature des données opératoire :

Outre les fonctions déjà évoquées :

G90 programmation des cotes en valeur absolue

G91 programmation en valeurs relatives

G92 pour décalage d'origine.

On dispose de :

G93, G94 et G95 concernent la lettre -adresse F (avance) :

G93 est un code indiquant que la vitesse d'avance est exprimée en inverse du temps V/L où V est la vitesse de déplacement réelle (tangente à la trajectoire) à la pointe de l'outil, exprimée en mm/mn et L la longueur en mm de la trajectoire de la pointe de l'outil. Ce code est imposé lors du déplacement simultané d'axes linéaires et rotatifs (la vitesse angulaire est utilisée pour les axes rotatifs seuls), les CNC prenant rarement en compte le problème de la distance variable entre l'outil et axe de rotation A, B et/ou C.

G94 est utilisée en tournage et fraisage pour exprimer les vitesses d'avance en mm/mn.

G95 sert en taraudage pour exprimer l'avance en mm/tour

G96 et G97 s'utilisent avec la lettre adresse S :

G96 et G97 définissent la façon d'indiquer la vitesse de broche :

G96 impose une vitesse de coupe constant en tournage, elle assure la variation de la vitesse de rotation de la broche en fonction du diamètre d'action de l'outil, il est associé à cette fonction une autre fonction qui impose une vitesse maximale de rotation (en tour/min) à ne pas dépasser, notamment lorsque l'outil s'approche de l'axe de rotation.

G97 sert à exprimer la rotation de la broche en tours/mn.

Les fonctions auxiliaires normalisées M :

Les fonctions auxiliaires servent à définir des interruptions de programme et des actions gérées par automate, on peut citer :

A. Fonctions d'arrêt M00, M01, M02, M30

M00 : Arrêt programmé de la broche, de l'arrosage (et fin de traitement). Il permet l'intervention de l'opérateur, par exemple pour effectuer une modification du bridage ou un control (rarement un retournement de la pièce).

M01 : Arrêt facultatif (doit être validé par l'opérateur au pupitre)

M02 : fin de programme (et du travail), M02 réinitialise le système et efface les registres.

M30 : est identique à M2 mais entraîne le retour au premier bloc du programme (ou le rembobinage de la bande perforée).

B. Fonctions de mise en route de la broche M03, M04 M13 et M14:

M03, M04 Mise en route de la broche : M03 dans le sens anti- trigonométrique (horaire), M04 dans le sens trigonométrique, en fraisage le sens de travail de la majorité des outils est M3.

M05 : assure l'arrêt de la broche.

M19 : entraine l'arrêt de la broche dans une position déterminée (broches équipées de capteurs).

C. Arrosage :

M07 mise en route de l'arrosage n° 2

M08 mise en route de l'arrosage n°1

M09 arrêt de l'arrosage.

M50 et M51 assurent respectivement la mise en route des arrosages n° 3 et 4. [42]

IV.8 Définitions

IV.8.1 Mike's free interface

Mike's free interface c'est un Programme gratuit pour les machines de la marque EMCO Tours Compact 5 CNC et fraiseuses F1 CNC.

Permet de préparer et d'éditer le code CNC spécifique à ces machines, de les transférer vers les machines et vice versa par liaison sérielle (RS 232) et de faire la simulation du code CNC. La première version était écrit par Mike North des USA, repris par Roger Moons de Belgique et finalement perfectionné par Henk Verschuren des Pays Bas.

IV.8.2 L'interface de MFI

L'interface de mike's free interface MFI comme tous les programmes Apparaissent plusieurs fenêtres pour chaque fenêtre de fonction spéciale. Comme la Figure IV.11

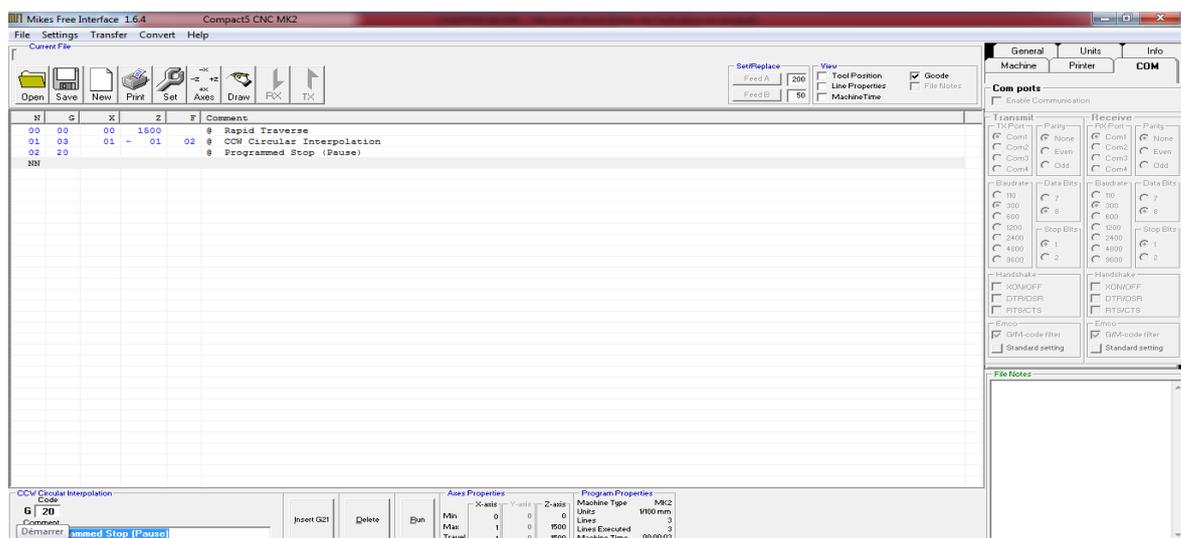


Figure IV.11 : L'interface de MFI pour le tour EMCO COMPACT 5 CNC

En haut de l'écran de PC, nous trouvons la fenêtre « file» pour ouvrir une information sauvegarde dans le PC .

Dans la fenêtre « setting» nous trouvons des paramètres de COM et le printer et les unités et de information de machine.

La fenêtre « Transfer» pour transmettre ou recevoir à EMCO.

La fenêtre « convert » pour choisie l'unité utilisé millimètre ou bien pouce.

IV.8.3 transfert des données à la MOCN

IV.8.3.1 transfert des données manuellement

Nous pouvons saisir les commandes dans une machine manuellement à l'aide des boutons de la fraiseuse et le tour comme le Figure IV.12



Figure IV.12 : clavier de la partie commande du tour EMCO COMPACT 5 CNC

IV.8.3.2 transfert des données par câble RS232

Le câble RS232 transmet les commandes qui saisit par pc a la forme de g code à la machine qui traite les commande ensuite la machine déplace suivant les information que reçu .comme Figure IV.13



Figure IV.13 : le connecteur mâle et femelle

IV.8.3.3 transfert des données par carte mémoire

Par l'utilisation un fichier être préparé préalablement d'un programme par exemple mike's free interface , qui être transféré à la machine outil à commande numérique par carte mémoire.

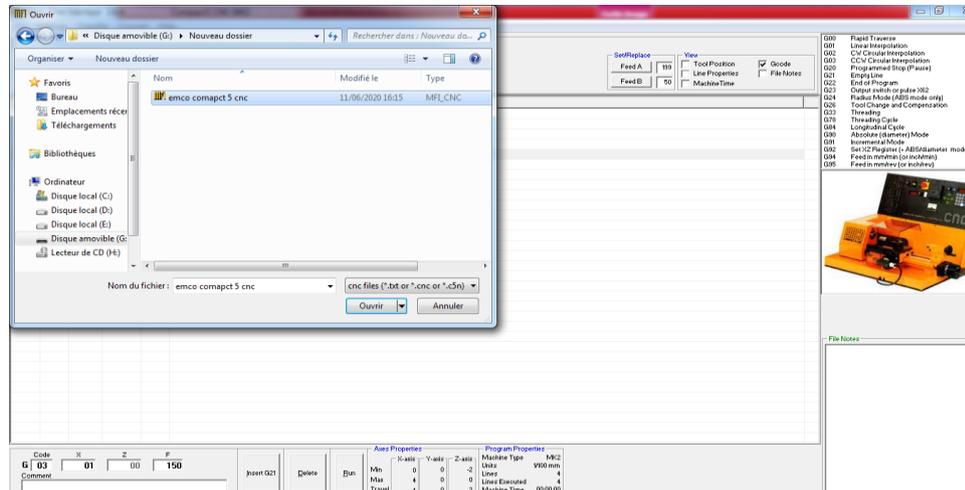


Figure IV.14 : transfert des données par carte mémoire

IV.9 applications sur le tour EMCO COMPACT 5 CNC par MFI

IV.9.1 La modélisation

Dans ce travail, nous avons utilisé un pièce cylindrique métallique pour fabriquer la forme qui représente dans la figure IV.15

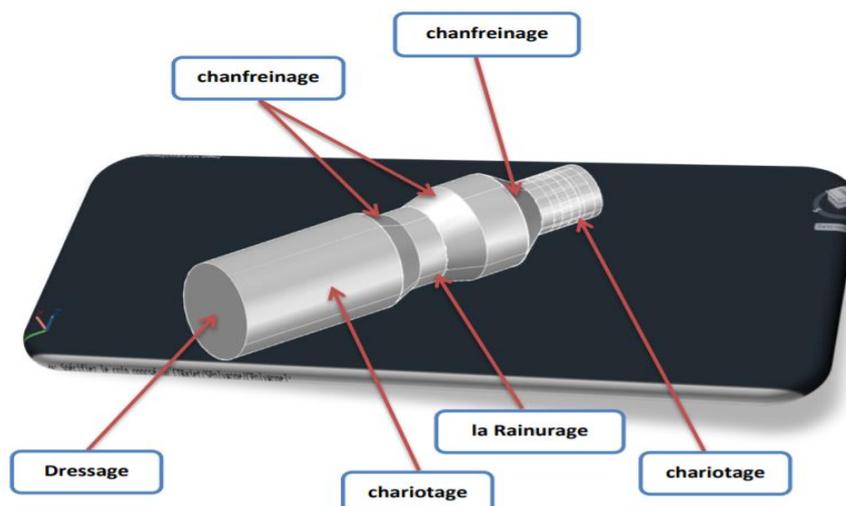


Figure IV.15 : les opérations de tournage sur le segment cylindrique

IV.9.2 la programmation

Le première étape de la fonctionnement de tour EMCO COMPACT 5 CNC par le programme MFI est ouvrir de programme et le choix de le tour EMCO COMPACT 5 CNC.

Après l'ouverture de programme MFI, il faut ouvrir un nouveaux fichier par la clique sur « **file** » ensuite « **new**» .

Pour choisie le tour EMCO COMPACT 5 CNC cliquez sur « **settings**» ensuite choisissez « **machine**»

Vous devez choisir entre EMCO COMPACT 5 CNC de l'outil :

- ❖ MK2 pour Pointe de Centrage
- ❖ MK4 pour Pointe tournante 60°

Dans cette application nous choisirons MK4 par outiller de point de tournante 60°

Comme le Figure IV.16

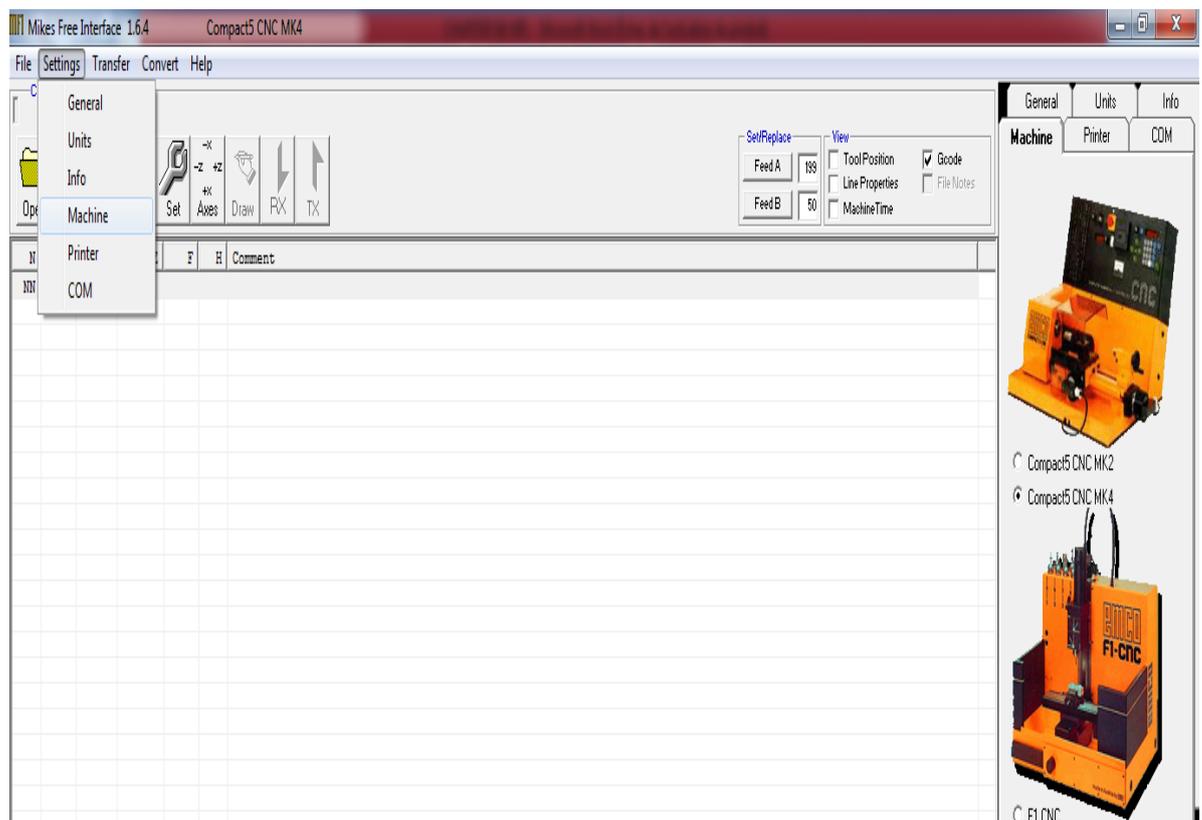


Figure IV.16 : La Choississant de le tour EMCO COMPACT 5 CNC par MFI

Après la choisissant de la machine EMCO COMPACT 5 CNC de l'outil MK4 , il faut remplir les instructions de ce programme suivant les fonctions préparatoire G et les fonctions auxilieres M .

L'instruction principale de ce travail est :

- ❖ M26 pour choisiez la vitesse de le coupe
- ❖ M03 pour le démarrage de travail
- ❖ M00 Arrêt programmé (pause)
- ❖ M99 pour le Centre d'arc partiel
- ❖ M30 pour le Fin du programme

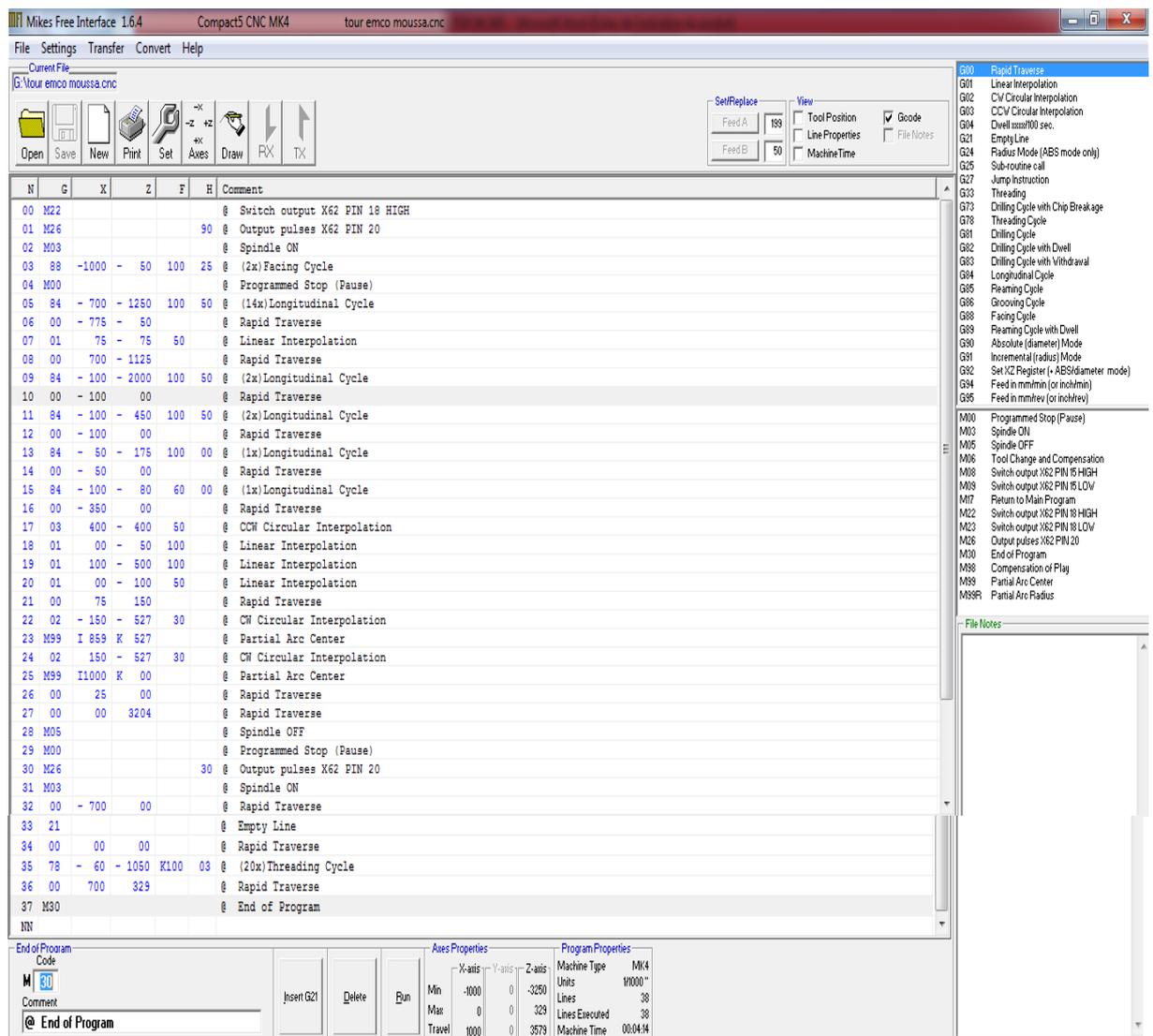


Figure IV.17 : applications sur le tour EMCO COMPACT 5 CNC par mike's free interface

Remarque

Les mesures utilisées dans cette application en 0.01 millimètre

Pour regarder le schéma de cette application de le programme MFI sur Le tour EMCO COMPACT 5 CNC il faut clique sur « **file**» ensuit choisies l’instruction « **Draw**» comme la Figure IV.18

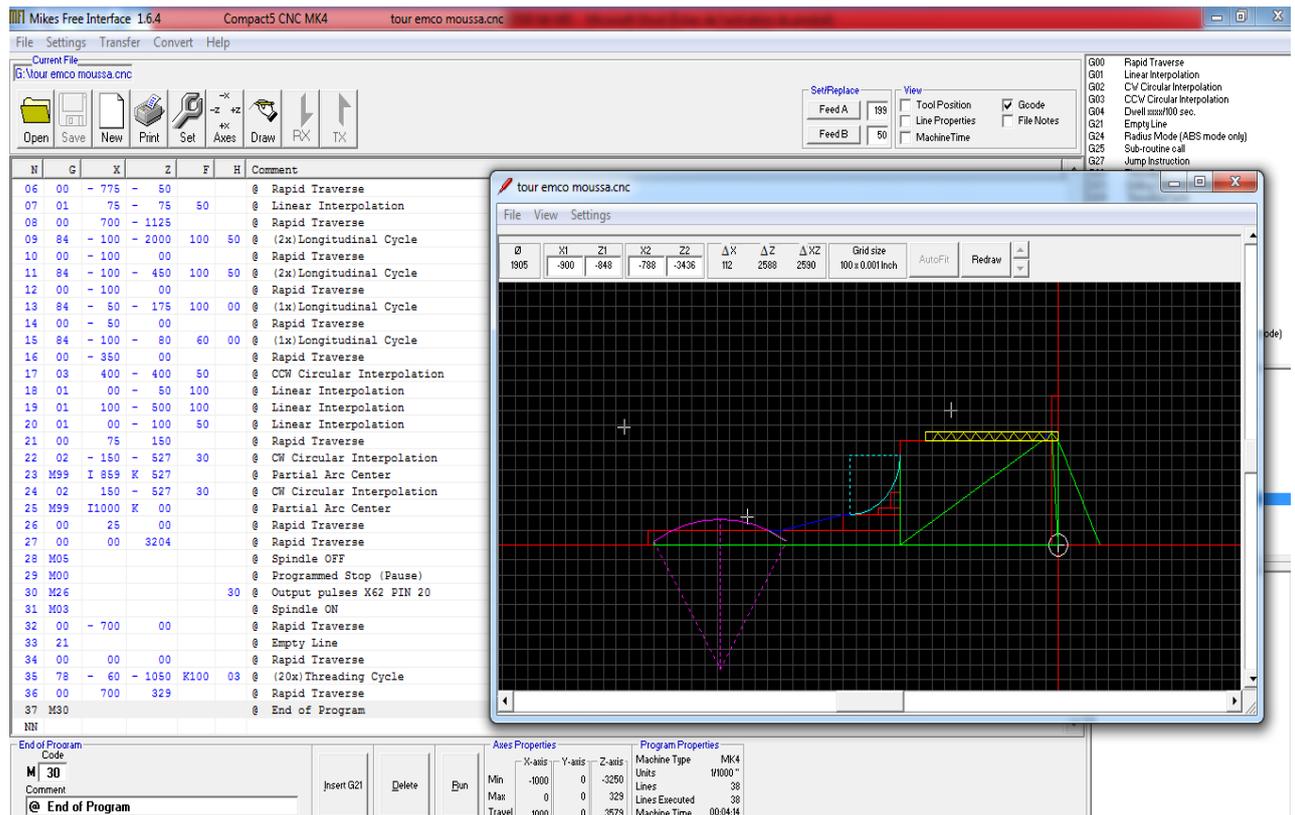


Figure IV.18 : schéma de forme de coupe sur le tour EMCO COMPACT 5 CNC par MFI

Remarque

Toutes ces commandes sont exécutées par le directeur de commande numérique(DCN) dans les machines à commande numérique voir l'annexe.

Méthodologie de transformation des informations en commandes

Selon la figure ci-dessous, qui illustre la méthodologie de transfert d'informations sous forme de commandes dans une machine à commande numérique, qui à son tour fabrique des pièces de rechange mécaniques, et le schéma indique la manière dont les informations et toutes les spécifications techniques de la pièce mécanique à obtenir sont saisies, et ce La forme d'un dessin d'identification de la pièce ou sous la forme d'un programme formé de lignes contenant

des symboles, que le Digital Control Manager traduit en mouvements rétractables et rotatifs, dans le but de réaliser l'opération et d'obtenir la pièce mécanique à réaliser. Et le gestionnaire de la commande numérique joue le rôle principal dans le transfert des informations sous forme de commandes, et ce, en coordonnant le champ de transfert et la boucle de vitesse, et ce dans le but de réaliser les instructions stipulées par le programme, qui sont représentées dans les conditions de coupe et les conditions de position, de changement de références et de changement d'outils de coupe, Et toutes ces conditions sont destinées à l'obtention d'une pièce mécanique fabriquée, de son état initial à son état final, tel que stipulé dans la redevance d'identification réalisée par le service des études.

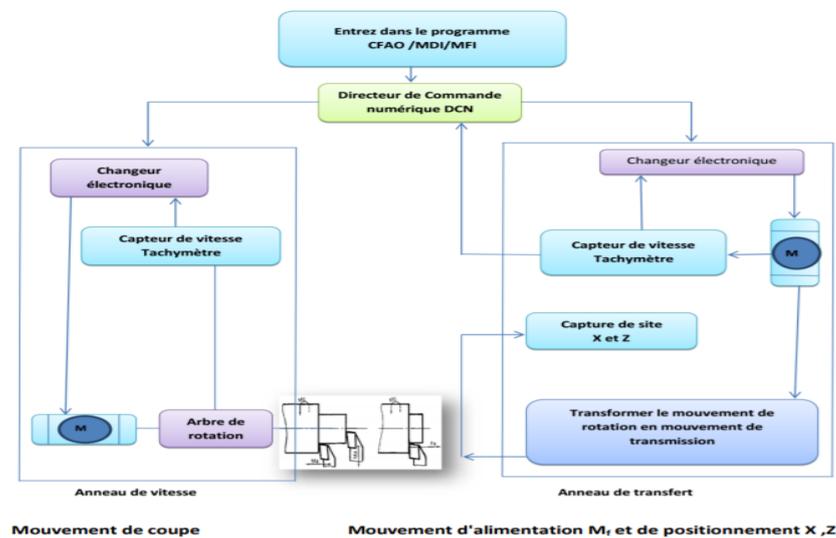


Figure IV.19 : chaîne cinématique d'un tour CN pour le transfert d'informations dans les commandes

IV.9.3 : l'explication de programme

Dans ce travail sur **mike's free interface** nous avons appliqué beaucoup des fonctions et instructions sur le tour EMCO COMPACT 5 CNC, pour contrôler sur la partie mobile de la machine comme le chariot et le mandrin et le chariot porte-outil par des mouvements conformément à des degrés de liberté.

Dans ce cas, on a trois degrés de liberté, le déplacement de chariot transversal sur l'axe X et longitudinal sur l'axe Z et la rotation de la pièce qui liée au le mandrin par la bouche.

Tout d'abord, le programme contient à 37 lignes, Chaque ligne il a une certaine fonction.

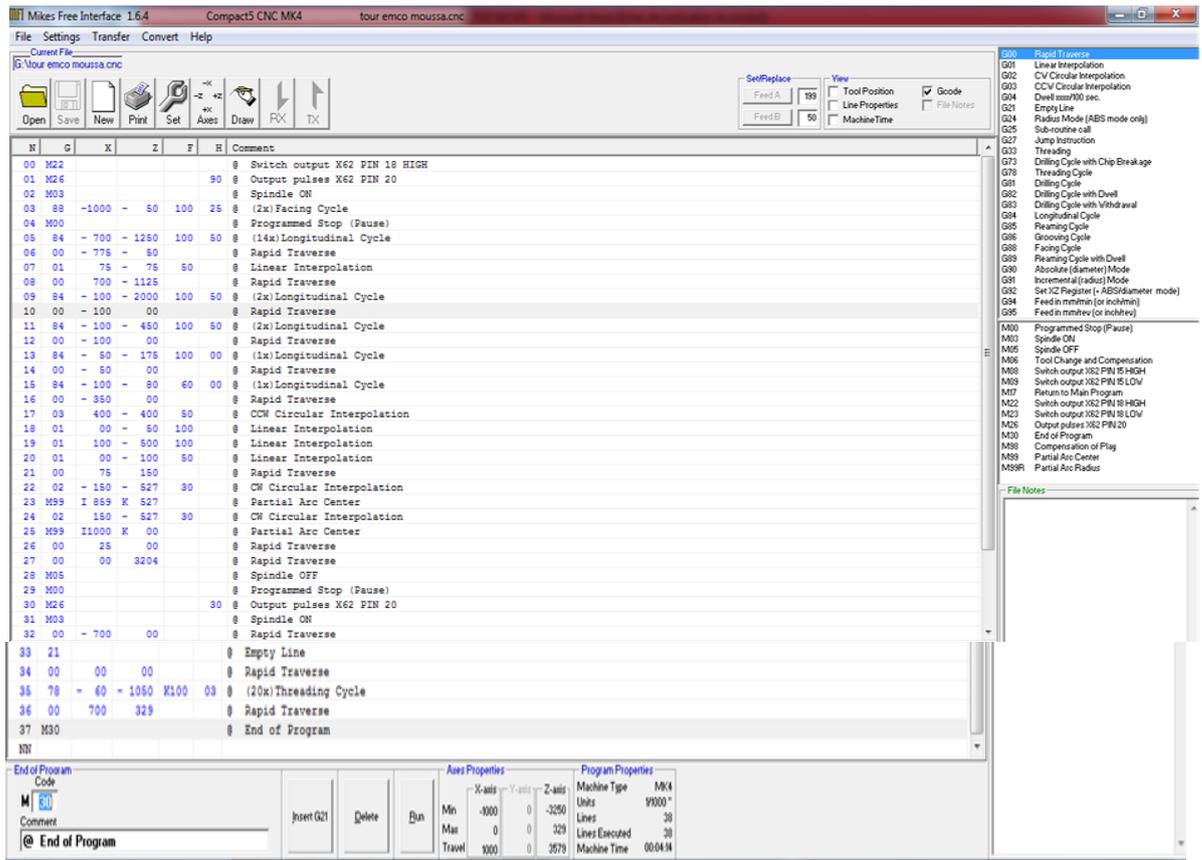


Figure IV.20 : l’instruction G code et M de la pièce sur MFI



Figure IV.21 : Explication d’un exemple de programme

Dans la première ligne N00, on a M22 pour régler la vitesse de la broche sur le contrôle cnc

Ensuite, dans la deuxième ligne N01 on a l'instruction M26 pour le paramètre du pourcentage de la vitesse de broche, on a fixé à 90 pourcent.

Dans la ligne suivant N02, on a l'instruction M03 pour démarrer la broche.

Puis nous passons à la ligne N03 on a G88 est un Cycle de taraudage pour que le chariot déplacer transversal par $X = -10$ mm et longitudinal par $Z = -0.5$ mm à partir de la fin de la pièce nous obtenons le taux de vitesse est à 100 et le H est le paramètre de coupe sont fixés à 0.25 millimètre par coupe.

Dans la ligne N04 on a M00 pour stopper le programme.

La ligne suivant N05, on a G84 pour faire un cycle de d'usinage longitudinal.

Le chariot de port outil se déplacer à le sens négatif pour que :

L'axe $X = -7$ mm et l'axe $Z = -12.50$ mm

L'avance égale 100 millimètre par minute et la profondeur de coupe est 50 millimètre.

Dans la ligne N06 on a G00, le chariot faire un Interpolation linéaire à vitesse rapide pour que l'axe $X = -7.75$ mm et l'axe $Z = -0.5$ mm .

Nous pouvons voir que dans la ligne N07 l'instruction G01, le chariot porte-outil faire une interpolation linéaire à vitesse d'avance pour que :

L'axe $X = 0.75$ mm qui portent l'outil vers l'opérateur et l'axe $Z = -0.75$ mm prennent l'outil vers le mandrin. Dans cette instance la colonne F définir le vitesse d'avance Et c'est égal 50 millimètres par minute.

La ligne suivant N08 est un G00, c'est une interpolation linéaire à vitesse rapide pour que :

L'axe $X = 7$ mm et l'axe $Z = -11.25$ mm

Donc le porte-outil va sortir suivant l'axe X par 7 millimètres et aller vers le mandrin par 11.25 millimètres.

La ligne N09 on a G84, le chariote faire un cycle d'usinage longitudinal pour que :

L'axe $X = -1$ mm et l'axe $Z = -20$ mm

L'avance égale 100 millimètre par minute et la profondeur de coupe est 50 millimètre.

Dans la ligne N10 on a G00, le chariot déplacée par une interpolation linéaire à vitesse rapide suivant l'axe X pour que :

L'axe X = - 1 mm .

Dans la ligne N11 on a G84, le chariot faire un cycle d'usinage longitudinal pour que :

L'axe X = - 1 mm et l'axe Z = - 4.50 mm

L'avance égale 100 millimètre par minute et la profondeur de coupe est 50 millimètre.

La ligne suivant N12 on a G00, le chariot déplacée par une interpolation linéaire à vitesse rapide suivant l'axe X pour que :

L'axe X = - 1 mm

La ligne N13 on a G84, le chariot faire un cycle d'usinage longitudinal pour que :

L'axe X = - 0.5 mm et l'axe Z = - 1.75 mm

L'avance égale 100 millimètre par minute et la profondeur de coupe est nulle.

Dans la ligne N14 on a G00, le chariot déplacée par une interpolation linéaire à vitesse rapide suivant l'axe X pour que :

L'axe X = - 0.5 mm

La ligne suivant N15 on a G84, le chariot faire un cycle d'usinage longitudinal pour que :

L'axe X = - 1 mm et l'axe Z = - 0.8 mm

L'avance égale 60 millimètre par minute et la profondeur de coupe est nulle.

Dans la ligne N16 on a G00, le chariot déplacée par une interpolation linéaire à vitesse rapide suivant l'axe X pour que :

L'axe X = - 3.50 mm

Dans la ligne suivant N17 on a G03, le chariot porte-outil faire une Interpolation circulaire dans le sens anti-horaire pour que :

L'axe X = 4 mm et l'axe Z = - 4 mm

L'avance égale 50 millimètre par minute

Dans la ligne N18, nous avons instruction G01.

Le chariot porte-outil faire une interpolation linéaire à vitesse d'avance suivant l'axe Z pour que Z = - 0.5 mm

La vitesse d'avance est 100 millimètres par minute .

Ensuite à la ligne N19 on a G01, le chariot fait une autre interpolation linéaire à vitesse d'avance pour que :

L'axe X = 1 mm et l'axe Z = - 5 mm

La vitesse d'avance est 100 millimètres par minute .

Dans la ligne N20 on a G01, le chariot fait une interpolation linéaire à vitesse d'avance suivant l'axe Z pour que :

Z = - 1 mm

La vitesse d'avance est 50 millimètres par minute .

Dans la ligne N21 on a G00, le chariot fait une Interpolation linéaire à vitesse rapide pour que : L'axe X = 0.75 mm et l'axe Z = 1.5 mm

La ligne suivante N22 on a G02, le chariot porte-outil fait une interpolation circulaire dans le sens horaire pour que :

L'axe X = - 1.5 mm et l'axe Z = - 5.27 mm

l'avance égale 30 millimètre par minute

Dans la ligne N23 on a M99 est un centre arc partiel continu comme une valeur ajoutée pour le point de départ sur les axes X et Z pour que :

Dans l'axe X on a I = 8.59 mm et l'axe Z on a K = 5.27 mm

La ligne suivante N24 on a G02, le chariot porte-outil fait une interpolation circulaire dans le sens horaire pour que :

L'axe X = 1.5 mm et l'axe Z = - 5.27 mm

l'avance égale 30 millimètre par minute

Ensuite la ligne N25 on a l'instruction M 99 est un centre arc partiel continu comme une valeur ajoutée pour le point de départ sur les axes X et Z pour que :

Dans l'axe X on a I = 10 mm et l'axe Z on a K = 00 mm

La ligne N26 on a G00, le chariot fait une Interpolation linéaire à vitesse rapide suivant l'axe X pour que : L'axe X = 0.25 mm

La ligne N27 on a G00, le chariot fait une Interpolation linéaire à vitesse rapide suivant l'axe Z pour que : L'axe Z = 32.04 mm

Dans la ligne N28 Nous éteignons la broche par l'instruction M05

Et ensuite la ligne N29 on a M00 arrête de programme pour changer l'outil à l'outil de filetage.

La ligne N30 on a M26 pour définit le paramètre du pourcentage de la vitesse de broche, on a fixé à 30 pourcent.

La ligne N31 on a M03 pour démarre la broche d'outil

Dans la ligne N32 on a G00, le chariot faire une interpolation linéaire à vitesse rapide suivant l'axe X pour que :

L'axe X = - 7 mm

Dans la ligne N33 On a M21, c'est une ligne blanche ont cas, tu veux ajouter une autre instruction ou bien changement.

La ligne N34 on a G00, le chariot faire une interpolation linéaire à vitesse rapide pour que :
Les axes X et Z sont nuls.

Puis nous arrivons à la ligne N35 on a G78 pour faire un cycle de filetage pour que :

L'axe X = - 0.6 mm et l'axe Z = - 10.5 mm

On a K est taux de filetage égale 100 et la profondeur de coupe égale 3 millimètre.

La ligne N36 on a G00, le chariot faire une interpolation linéaire à vitesse rapide pour que :

L'axe X = 7 mm et l'axe Z = 3.29 mm

Dans la dernière ligne N37, la fin de programme par instruction M30.

IV.9.4 réglages de clavier de commande du tour EMCO COMPACT 5 CNC

Le programme est prêt à être exécuté, il faut régler certain paramètre par le clavier de commande par étape suivant :

- ❖ Tournez la clé du tournage de 0 à 1
- ❖ Suppression du mode sécurité par Tirez sur la poignée
- ❖ Réglez l'unité sur mm ou pouces
- ❖ Régler le tour à la mode CNC
- ❖ Régler le tour à état X₀, Z₀ par la clique sur le bouton auto-contrôle
- ❖ Appuyez sur le bouton vert « ON » pour démarrage. Figure IV.16



Figure IV.22 :clavée de la partie commande d'une tour EMCO COMPACT 5 CNC

La dernière étape est cliquer sur « **Run** », le tour affichera l'instruction de MFI dans l'écran de tour et commencera de travailler. Figure IV.23

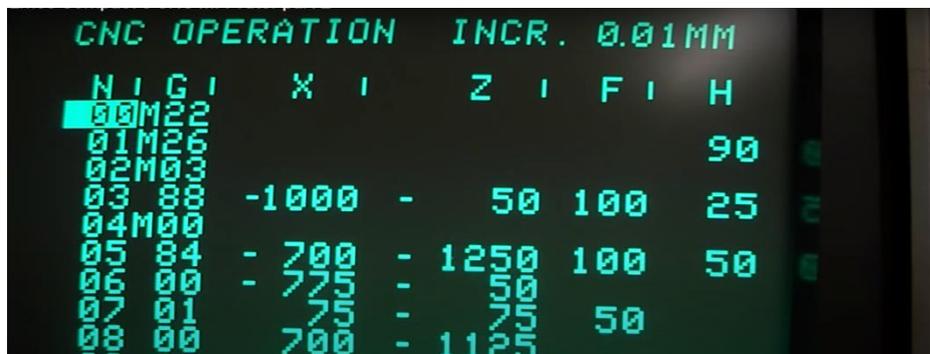


Figure IV.23 : la forme de MFI sur l'écran de pc de tour EMCO COMPACT 5 CNC

IV.10 Résultat et discussion

Les systèmes électromécaniques fonctionnant automatiquement diffèrent les uns des autres, et c'est en termes de programme qui les exécute, nous concluons donc en traitant de certains programmes qui sont utilisés pour la fabrication de pièces de rechange mécaniques, qu'il existe des programmes par lesquels vous entrez le programme linéaire manuellement ou par disque flash, Et il y a des programmes qui exécutent le programme linéaire par eux-mêmes, et c'est après avoir dessiné et conçu la pièce que vous voulez obtenir, de l'état brut à l'état final, et cela après que la machine a traduit les lignes du programme dans ses différentes étapes en commande

Remarque

DCN joue le rôle principal dans la transmission des informations sous forme de commandes, et cela au niveau des machines à commande numérique.

Conclusion

Le dernier chapitre nous avons discuté du contenu de la chaîne fonctionnelle qui combine la chaîne d'information et la chaîne de puissance, selon le type de système électromécanique.

Nous avons également pris un modèle du système électromécanique de fonctionnement automatique, dans le but de développer un programme pour la fabrication d'une pièce mécanique, et cela est basé sur son état brut et l'arrivée à son état final, et ce n'est à travers plusieurs étapes effectuées par la machine afin d'atteindre le statut final de l'article à obtenir, et cela est conforme aux ordres du programme.

Conclusion Générale

Conclusion générale

Conclusion générale

C'est à travers ce projet que nous avons mis en place qui est la méthodologie de transformation de l'information sous forme de commandes, nous avons abordé Étudier les systèmes électromécaniques de divers types, caractéristiques et domaines d'utilisation, comme nous l'avons abordé en étudiant la structure du système électromécanique à fonctionnement automatique, et en étudiant les éléments appartenant à la partie commande et à la partie pratique, et tous ces éléments de différents types mettent en œuvre le programme par lequel nous obtenons le but que ce système a été fait pour lui, et sur cette base, nous avons étudié la chaîne fonctionnelle qui contient la chaîne d'information et la chaîne énergétique, et pour incarner ce qui précède.

Nous avons une étude théorique sur un modèle de machine à commande numérique (EMCO F1 CNC) qui fabrique des pièces mécaniques à l'aide d'un programme appelé MFI, et sur cette base nous avons dessiné Une pièce mécanique cylindrique, et ceci dans le but de concevoir un programme linéaire qui contient des instructions que la machine exécute, et nous concluons que les systèmes électromécaniques automatiques diffèrent d'un système à l'autre en termes de principe de fonctionnement et de programme qui l'exécute, et ceci selon le langage numérique dans lequel ce système est conçu.

Aussi, ce travail vise à clarifier et donner un aperçu aux étudiants de la majeure, notamment dans le fonctionnement de ces systèmes, et à enrichir la bibliothèque du collège dans ce domaine.

Bibliographie

La bibliographie

- [1] : <http://dmi.ummto.dz/wp-content/uploads/2019/02/Cours-ECS.pdf>
- [2] : http://perso.univlemans.fr/~cpotel/introduction_cours_mecanique_VAS2_potel_gatignol.pdf
- [3] : Jufer, M. (1995). *Electromécanique* (Vol. 9). PPUR presses polytechniques
- [4] : <https://www.automation-sense.com/blog/actualites/electromecanique-des-systemes-automatisees.html?fbclid>
- [5] : / <https://www.monemploi.com/metiers-et-professions/fiche/electromecanicien-de-systemes-automatisees>
- [6] : Bensahal, D. (2011). Modélisation de la dynamique d'un manipulateur à deux bras flexibles « Doctoral dissertation, Université Mohamed Khider-Biskra ».
- [7] : Y.DJERIRI « Intégration SMA Licence de Mécatronique » Département de Génie Mécanique.
- [8] : / BOUANIK FOUAD « Simulation de l'usinage d'un guidage longitudinal sous le logiciel SINUTRAIN 828D ShopMill » Mémoire Présenté en vue de l'obtention du diplôme de master SPECIALITE PRODUCTIQUE MECANIQUE
- [9] : <https://www.futura-sciences.com/tech/definitions/imprimante-3d-impression-3d-15137/>
- [10] : ALI AHMED Syriane et HADID Ahmed « ETUDE ET CONCEPTION D'UNE IMPRIMANTE » En vue de l'obtention du diplôme De Master Professionnel.
- [11] : <https://e-learning.univ-saida.dz/moodle/mod/resource/view.php?id=20829>
- [12] : FEKIR Mokhtar et SEGHIR Naima (Convertisseur Analogique Numérique) Projet de fin d'études Pour l'obtention du diplôme de Master en Spécialité électronique biomédicale
- [13] : <https://www.abcelectronique.com/annuaire/cours/cache/1268/conversions-analogique-numerique-et-numerique-analogique.pdf>
- [14] : https://www.emse.fr/~dutertre/documents/cours_convertisseurs.pdf
- [15] : https://sitelec.org/cours/abati/cna.htm?fbclid=IwAR2kPLgozrGccEiVXsh3tTqh9ezngR8KXYp4_0bAR1JpxSSklHieKbeDjVM
- [16] : Olivier Français, « Caractéristiques des convertisseurs », ESIEE 2000
- [17] : <http://conversion-can-cna.e-monsite.com/pages/ii-cna/convertisseur-numerique-analogique-a-resistances-ponderees-ou-paralleles.html>
- [18] : Salah BELKHIRI « COMMANDE D'UNE MACHINE INDUSTRIELLE (PONT ROULANT) PAR (API) » MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME DE MASTER EN GENIE ELECTRIQUE SPECIALITE AUTOMATIQUE
- [19] : Tlili kais « supporte du cours automatisme industrielle » spécialité génie électrique

La bibliographie

- [20] : Mohammed MAATOU et Abderrahmane BELLAGH « AUTOMATISATION ET REALISATION A PETITE ECHELLE(MAQUETTE) D'UNE CHAINE TRANSPORTEUSE DE BRIQUES »mémoire de master AUTOMATIQUE ET CONTRÔLE INDUSTRIEL.
- [21] : <http://cbissprof.free.fr> Page 3 sur 12 Thème VIII-3 : Conversion statique
- [22] : <https://www.redohm.fr/2018/06/les-moteurs-pas-a-pas/>
- [23] : <https://sitelec.org/cours/abati/motpas.htm>
- [24] : https://chari.123.ma/doc_1/cour2ste/mpap.pdf
- [25] : https://sti.discip.ac-caen.fr/IMG/pdf/Le_moteur_asynchrone_triphas.pdf
- [26] : <https://energieplus-lesite.be/techniques/ascenseurs7/moteur-asynchrone/>
- [27] :CHEVASSU, C., & VALENTIN, G. (2014). MACHINE ASYNCHRONE. *Cours et Problèmes. Version du, 21.*
- [28] : <http://www.technologuepro.com/cours-capteurs-actionneurs-instrumentation-industrielle/ch23-les-actionneurs-pneumatiques.pdf>
- [29] : <https://www.maxicours.com/se/cours/actionneurs-pneumatiques/>
- [30] : TS IRIS « Physique Appliquée » Christian BISSIERES <http://cbissprof.free.fr>
- [31] : YAHLALI Felicia et MOUZARINE Massiba « Réalisation d'un système de contrôle d'une serre agricole à base d'un microcontrôleur ATMega328 »MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME DE MASTER EN ELECTRONIQUE
- [32] : Asch, G., & Poussery, B. (2017). *Les capteurs en instrumentation industrielle-8e éd.* Dunod.
- [33] : https://sitelec.org/download_page.php?filename=cours/capteurs3.pdf
- [34] : http://www.mccours.net/cours/ofppt/Installation_depannage_Instrumentation_industrielle.pdf
- [35] : Boucherifi-aoul Djalal-eddine&Kwangaya Ibrahim IDD juin 2016 « Etude et réalisation d'un capteur de température basé sur le Ds18B20 » Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en Instrumentation électronique.
- [36] : <http://www.sciences-technologies.net/genie-mecanique/conception-m%C3%A9canique/3-analyse-fonctionnelle.html>
- [37] : http://projet.eu.org/pedago/sin/1ere/1-chaine_information.pdf
- [38] : https://www.umc.edu.dz/images/cours/SI_1STE.pdf
- [39] :Carole CHEVROT -MOCN ET PROGRAMMATIONI.U.T de Mantes en Yvelines – GMP
- [40] : USINAGE TOURNAGE ET FRAISAGE –éditeur responsable :Brigitte REMACLE ,BLD Reyers 80 ,1030-Bruxelles –édition septembre 2015

La bibliographie

[41] : TRAVAUX PRATIQUES DE FABRICATION MECANIQUES :Ecole Nationale Supérieure Des Mines De RABAT

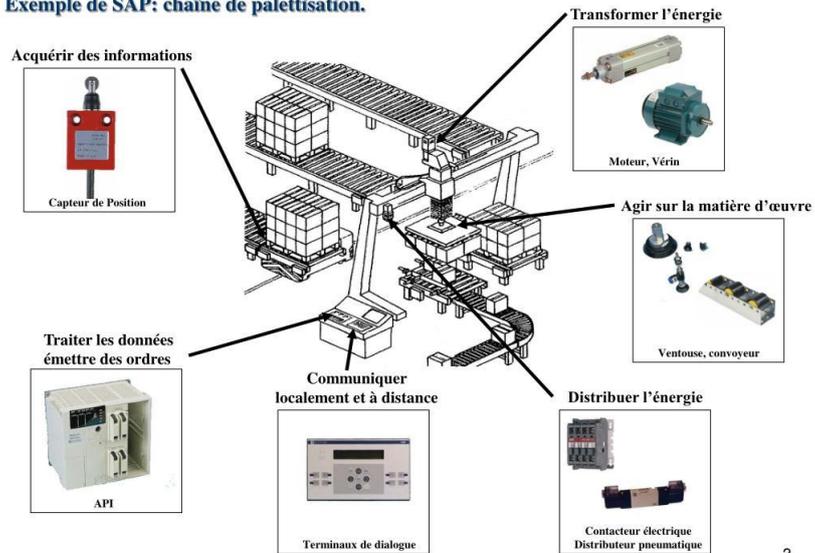
[42] :AL-KEBSI Ebrahim Ahmed Ali et BEDLAOUI Allal « Elaboration d'une pièce par machine à commande numérique MCN (fabrication et programme)» Mémoire master UNIVERSITE «Abbés LAGHROUR» DE KHENCHELA

[43] :RAHOU Mohamed-Module : ATELIER I et II DEUXIEME ANNEE EPST

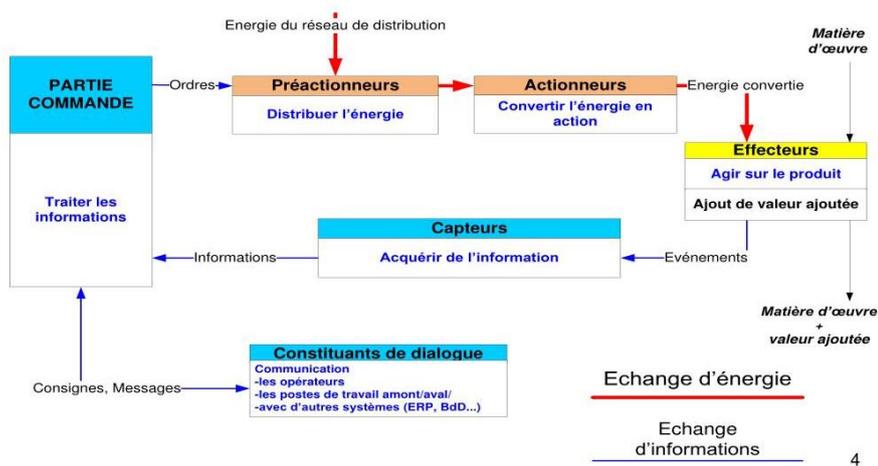
ANNEXE

Annexe

Exemple de SAP: chaîne de palettisation.

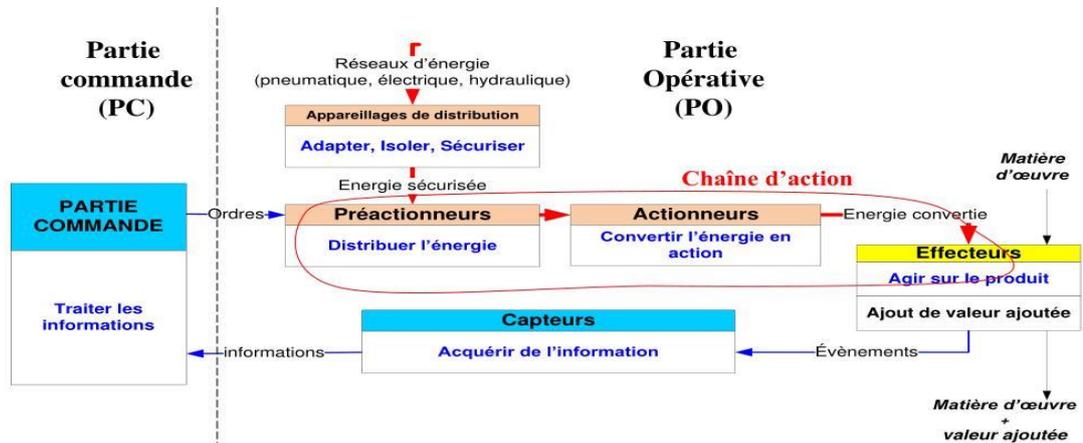


3



4

Partie opérative/ Partie commande: Plan de l'étude

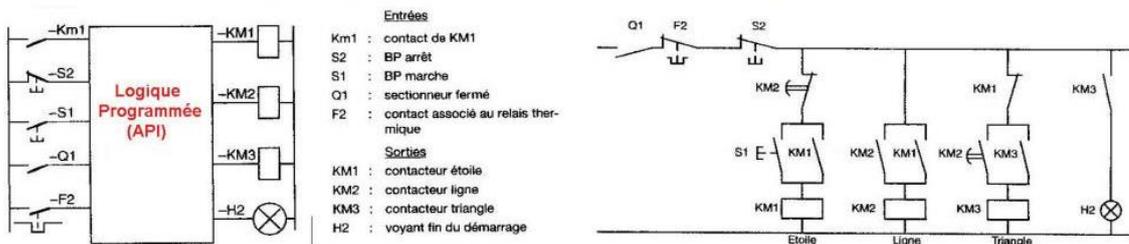


Plan de l'étude

- 1°) Les capteurs.
- 2°) Partie commande: logique câblée / Programmée
- 3°) Éléments technologiques des chaînes d'action pneumatique et électrique

5

Logique programmée vs Logique câblée

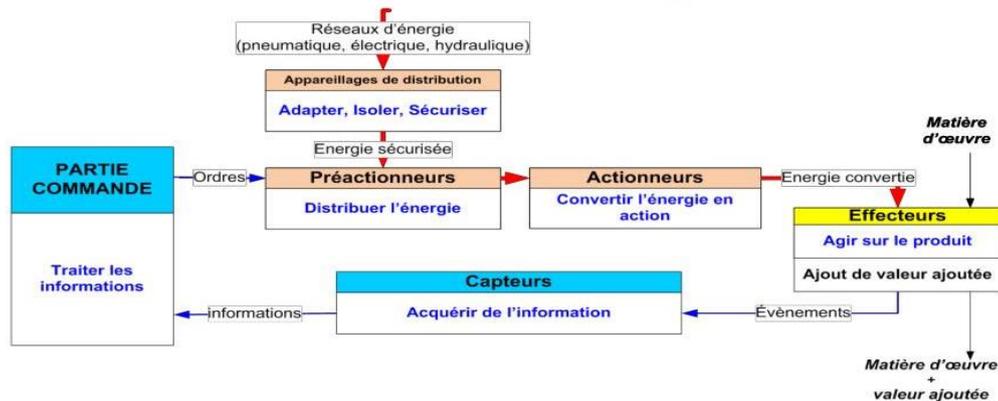


Avantages

Inconvénients

Logique programmée	Logique câblée
<ul style="list-style-type: none"> ■ Souplesse et adaptabilité de l'installation (<i>Remplacement des fonctions combinatoires et séquentielles par un programme</i>). ■ Solution plus compacte 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Automatisation simple et rapide à mettre en œuvre ■ Obligatoire pour le traitement d'arrêt d'urgence et de sécurité.
<ul style="list-style-type: none"> ■ Plus cher. ■ Comptabilité entre familles d'automates. ... 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Solution rigide et rapidement volumineuse.

Chaîne de distribution de l'énergie dans les SAP



Technologie pneumatique

Avantages:

- Énergie propre de mise en œuvre aisée
- Sécurité de fonctionnement
- Grande vitesse de déplacement des vérins
- Utilisation conjointe d'outillage pneumatique.
- Ne peut être utilisé en atmosphère explosive.

Technologie électrique

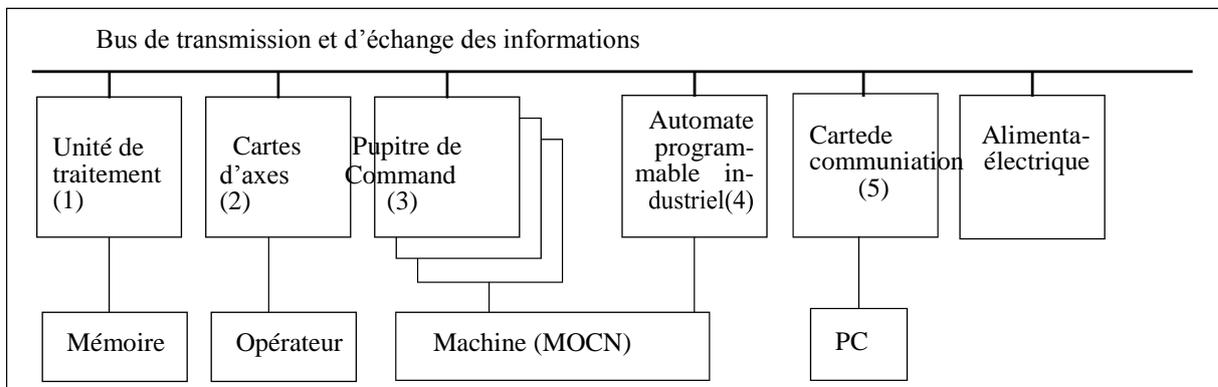
Avantages:

- Mise à disposition généralisée.
- Source autonome et secourue.
- SAP « tout électrique »
- Silencieux
- Précaution à prendre en atmosphère humide (IP)

Symboles organigramme de programmation

Symbole	Désignation
	Début ou fin d'un programme, d'un automatisme.
	Etape, opération, instruction , etc. ou opération pour laquelle il n'existe pas de symbole.
	Entrée ou Sortie , mesure, information capteur, ...
	Test, condition Décision d'un choix en fonction de la condition
	Sous-programme Appel d'un sous-programme
	Commentaire
	Liaison Les différents symboles sont reliés par des liaisons. Le cheminement va de haut en bas et de gauche à droite.

Le directeur de commande numérique (DCN) est composé de la partie commande du système automatisé qu'est une machine outil. Il contient les éléments suivants :



(1) Unité de traitement composée de mémoire et d'un microprocesseur pour le traitement des programmes CN, la génération des trajectoires (calcul des points de passage sur un cercle en interpolant une population circulaire) et le pilotage de l'ensemble du système.

(2) Pupitre de commande composé d'un clavier et d'un écran servant d'interface avec l'opérateur pour la sélection des programmes, l'édition des programmes, la saisie des paramètres de réglage, la visualisation graphique, la sélection des modes d'utilisation de la machine.

(3) Cartes d'axes pour l'asservissement numérique de la position des éléments mobiles de la machine : amplificateur, comparateur, correcteur.

(4) Automate programmable industriel (API) pour le traitement des fonctions annexes relevant de l'automatique séquentielle : lubrification, sens de rotation de la broche, évolution du magasin d'outils, arrêt d'urgence, ouverture carter, etc...

(5) Carte de communication avec un PC pour le téléchargement des programmes depuis un PC vers le DCN utilisant la liaison série RS232. Les paramètres sont : la vitesse de transmission (généralement 9600 bauds), le contrôle de parité, le port de communication, ... Les programmes dont la taille est inférieure à la capacité mémoire du DCN, sont entièrement chargés en mémoire avant d'être exécutés. Les autres programmes, généralement issus du système de CFAO, dont la taille est supérieure à la capacité mémoire du DCN, sont chargés et exécutés en "mode passant". Au fur et à mesure que les blocs sont exécutés, les blocs suivants sont chargés automatiquement.

En plus de ces éléments de base, les DCN actuels sont maintenant équipés sur une base de PC d'un disque dur, d'un lecteur de disquette et d'une carte de communication de type Ethernet.

Les composants de la MOCN sont : moteurs d'axes, moteurs de broche, boîte de vitesse, capteur de vitesse, capteurs de position, et plus rarement capteurs d'effort et capteurs de température. Leurs caractéristiques ne sont pas détaillées ici.