

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

**MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ AMAR TELIDJI LAGHOAT**



Domaine : Sciences et Technologie
Filière : Télécommunication
Spécialité : Système de télécommunication

Thème

**Gestion intelligente d'un système
électrique à budget accessible**

Par :

AMINA Safa Lakhdari

Encadrant :

Mr .RAMDANI Saadi

Promotion : Juin – 2024

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je tiens à remercier DIEU pour m'avoir guidée pour atteindre ce stade. Je voudrais adresser tout ma gratitude à mon encadreur de ce mémoire le professeur Sasdi Ramdani pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter ma réflexion.

Je tiens également à remercier Mr Mourad Reguigue pour le temps qu'il a accordé pour ce mémoire, pour son sens de transmission du savoir-faire et sa bien vaillance. Un spécial remerciement à Israa CHATTA pour son aide, sa contribution et son accompagnement tout au long de ce memoire.

J'exprime aussi ma gratitude et mon respect à ma famille dont le soutien moral m'a été précieux.

Je voudrais exprimer ma reconnaissance en vers les amis et collègues m'ont apportée leur support moral et intellectuel tout au long de ma démarche.

Mes remerciements vont aussi, à toute personne qui de près ou de loin, a contribué à la réalisation de ce mémoire.

DEDICACES

A l'aide de DIEU, le tout puissant je dédie ce travail A mes parents, ma chère maman pour son amour infini, pour son soutien incorporable, pour sa compréhension qui n'a pas d'équivalent, avec mes sentiments d'amour et de respect les plus chaleureux. Mon cher père, à qui je dois tant et tout, symbole du courage et de sacrifice, sa patience et son aide qui m'ont toujours encouragée et soutenue au cours de la période de mes études, je souhaite que ce travail soit un témoignage de ma profonde affection et reconnaissance du sacrifice de mon père. À mes chers frères et sœurs et une amie ; pour leur aide et leur soutien moral. À toute ma famille, à tous ceux que j'aime.

Résumé

Le présent travail rentre dans le cadre de la mise en œuvre d'un système de supervision et protection d'un moteur électrique, l'objectif est de fournir une surveillance efficace et une protection contre les dysfonctionnements tout en optimisant les coûts. Cela implique l'utilisation de composants abordables tels que des capteurs économiques pour surveiller des paramètres critiques comme la température et le courant. Le traitement des données et la prise de décisions sont assurés par un réseau de neurones qui peut être implémenté sur un microcontrôleur, une carte Arduino ou tout simplement sur un serveur distant, garantissant une gestion efficace et économique. L'interface utilisateur est conçue pour être simple et intuitive, permettant l'affichage des données de manière claire ainsi que la réception d'alertes en cas de conditions anormales. L'accent est mis sur la fiabilité du système dans divers environnements industriels ou domestiques, tout en maintenant des coûts de développement et de production bas. Ce mémoire explore donc la combinaison judicieuse de technologie abordable avec une architecture robuste pour répondre aux besoins de surveillance et de protection des moteurs, tout en minimisant l'effort requis par les travailleurs pour son utilisation et sa maintenance. Nous avons utilisé la simulation par MATLAB afin de développer le système intelligent permettant la supervision et le contrôle du système électrique.

التلخيص

تتضمن هذه المذكرة حول تنفيذ نظام لرصد و حماية المحرك الهدف هو توفير رصد فعال و حماية ضد التشوهات مع تحسين التكاليف هذا يتضمن استخدام مكونات ميسورة التكلفة مثل اجهزة الاستشعار الاقتصادية لرصد المعلمات الحرجة مثل درجة الحرارة و لتيار يتم ضمان معالجة البيانات واتخاذ القرارات عن طريق ميكروكونترولر مثل Arduino أو منصة مماثلة، مما يضمن إدارة فعالة واقتصادية. تم تصميم واجهة المستخدم لتكون بسيطة وسهلة الاستخدام، مما يتيح عرض البيانات بوضوح واستقبال التنبيهات في حالة الظروف الغير طبيعية. يتم التركيز على موثوقية النظام في مختلف البيئات الصناعية أو المنزلي مع الحفاظ على تكاليف التطوير والإنتاج منخفضة. لذا تستكشف هذه المذكرة الجمع بين التكنولوجيا الميسورة التكلفة مع هندسة قوية لتلبية احتياجات رصد وحماية المحركات، مع تقليل الجهد المطلوب من قبل العمال لاستخدامها وصيانتها. قد استخدمت للحصول على نموذج لنظام كهربائي ذكي يعمل بشكل جيد وأيضًا لتوفيره MATLAB بتكلفة منخفضة في السوق

Abstract

In this thesis on implementing a supervision and protection system for an engine, the goal is to provide efficient monitoring and malfunction protection while optimizing costs. This involves using affordable components such as economical sensors to monitor critical parameters like temperature and current. Data processing and decision-making are handled by a microcontroller such as Arduino or a similar platform, ensuring efficient and cost-effective management. The user interface is designed to be simple and intuitive, facilitating clear data display and alert notifications in case of abnormal conditions. Emphasis is placed on system reliability in various industrial or domestic environments, while keeping development and production costs low. Therefore, this thesis explores the thoughtful combination of affordable technology with robust architecture to meet the monitoring and protection needs of engines, while minimizing the effort required by workers for its use and maintenance. MALAB simulation was utilized to an intelligent electrical system and to provide it at a low cost in the market.



Sommaire

Table des matières

Remerciements	i
Dédicace	i.1
المخلص.....	i.2
Résumé.....	i.3
Abstract.....	i.4
Table des matières.....	i.5
Liste des abréviations.....	i.6
Liste des tableaux.....	i.7
Liste des figures.....	i.8
Introduction Générale.....	1

Chapitre1 Protection des systèmes électriques et Moteur Electrique

Introduction.....	2
1. Les systèmes électriques.....	2
1.2. Le moteur monophasé.....	3
1.2.1. Cas d'utilisation le moteur monophasé.....	3
1.3 .Le moteur triphasé.....	4
1.3.1 .Fonctionnement du moteur triphasé.....	4
1.4.1. Avantage et application des moteurs triphasés.....	5
1.4. Le moteur asynchrone.....	6
1.4.1. Principe de fonctionnement.....	6
1.5 .Surveillance et protection des moteurs.....	7
1.6 .La surveillance des moteurs.....	8
1.7. Configuration de démarreur-moteur	10

1.8. Appareil de connexion, de commande et de protection.....	12
1.9. Le système IMPCC.....	13
1.10. Protocoles et architectures de communication des systèmes IMPCC.....	13
1.11 Conclusion.....	14

Chapitre 2 Les systèmes basés sur l'IA

Introduction.....	23
2.2 Les réseaux de neurones.....	23
2.2.1 Définition de réseau de neurone.....	23
2.2.2 Fonctionnement d'un réseau de neurone artificiel.....	24
2.2.3 Les différents types de réseaux de neurone artificiel.....	25
2.2.3.1 Réseau de neurones feed-forward.....	25
2.2.3.2 Les réseaux de neurones récurrents (RNN).....	26
2.2.3.3 Les réseaux de neurones convolutifs (CNN ou Convolutifs).....	26
2.2.4 Les avantages et les inconvénients des réseaux de neurones.....	27
2.3 La logique floue.....	27
2.3.1 Principe de base de la logique floue.....	27
2.3.2 Intérêt de la logique floue.....	28
2.4 Conclusion.....	28

Chapitre 3 Simulation

3.1 Introduction.....	28
3.2 Environnement logiciel.....	28
3.3 Scénario.....	28
3.4 Données de sortie.....	29
3.5 Type de Réseau Utilisé.....	29
3.6 Le test du réseau.....	32
3.7 Conclusion.....	33

<i>Conclusion Générale</i>	35
<i>Bibliographique</i>	37

Liste des abréviations

ACP : Appareil de connexion

IPMCC : Intelligent Power and Motors Control Centre

IA : Intelligent Artificiel

MCC : (Motor Control Centre)

IA: Intelligence Artificielle.

Liste des figures

Figure 1 : moteur monophasé	04
Figure 2 : moteur triphasé.	05
Figure 3 : principe de fonctionnement le moteur asynchrone.	06
Figure 4 : le stator.	07
Figure 5 : le rotor.	07
Figure 6 : Dispositif "haute performance" de protection et de surveillance de moteur.	10
Figure 7 : Exemple sur Configurations de démarreur-moteur.....	11
Figure 8 : le démarreur-contrôleur.	12
Figure 9 : Différents protocoles de communication.	13
Figure 10 : réseau de neurone.....	24
Figure 11 : Architecture d'un réseau profond à une seule couche.	25
Figure12: réseau de feed-forward.	26
Figure 13 : réseau de neurone RNN.....	26

Liste des tableaux

Tableau 1: Classification des fonctions de surveillance selon le niveau de performance 08



Introduction

Introduction

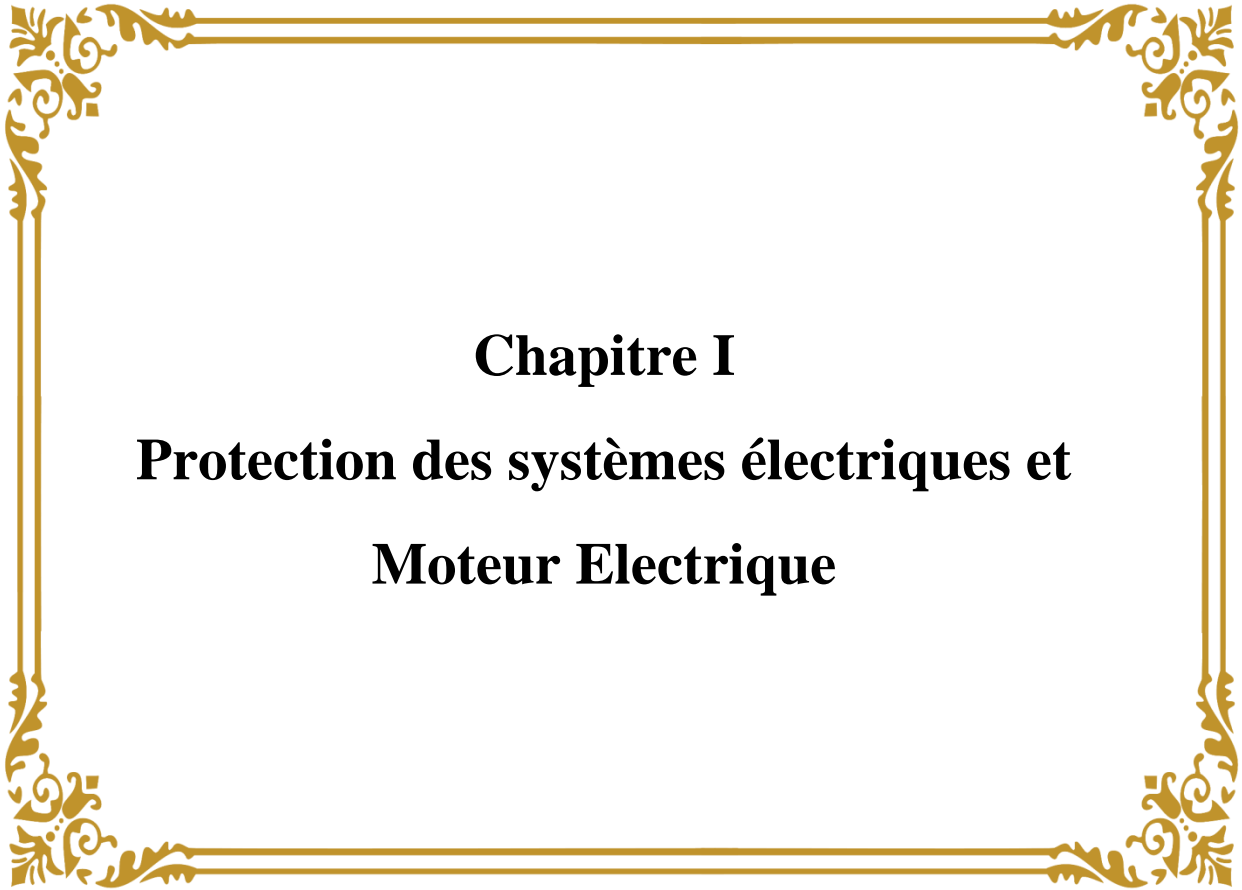
Les machines basées sur les moteurs triphasés coûteux tel que les pompes d'irrigation ou chaîne de production nécessitant un système de supervision et de protection afin d'assurer leur bon fonctionnement et d'éviter leur détérioration.

Il existe sur le marché des solutions d'exploitation et de supervision, mais sont destinées à des grandes firmes et surtout sont très onéreuses pour un usage de type particulier ou à budget limité. Dans cet optique, nous proposons une solution de supervision et de protection pour les systèmes électriques tel que les moteurs triphasés en surveillant les différents paramètres du système comme la température, les valeurs des courants et les valeurs des tensions, en fonction desquels un réseau de neurones prendra les décisions pour la gestion et le contrôle du moteur.

Dans le premier chapitre explorera les systèmes électriques, soulignant l'importance croissante des machines électriques dans la vie quotidienne. Elles jouent un rôle crucial dans les installations énergétiques et industrielles, ainsi que dans divers domaines d'application. Nous discuterons également des principes de base de la protection des systèmes électriques, mettant en avant la sécurité et la fiabilité. Enfin, nous analyserons en détail les moteurs électriques, leur fonctionnement, leurs différents types, ainsi que leur impact tant dans les applications industrielles que domestiques.

Le second chapitre L'intelligence artificielle révolutionne l'industrie. Des chaînes d'approvisionnement à l'optimisation des chaînes de productions en passant par la maintenance préventive et prédictive. Les applications industrielles de l'intelligence artificielle sont nombreuses. L'IA permet d'optimiser les performances industrielles, de réduire les défaillances et de simplifier les simulations.

Dans le troisième chapitre je présente les résultats de la simulation du système électrique et j'ai utilisé le réseau de neurone.



Chapitre I
Protection des systèmes électriques et
Moteur Electrique

Introduction:

La protection des systèmes électrique et des moteurs électrique est essentielle pour assurer leur bon fonctionnement, leur sécurité et leur durabilité cette protection vise à détecter et à réagir rapidement à tout anomalie au condition dangereuse qui pourrait endommager les équipements électriques, causer des interruptions de service ou présenter des risques pour la sécurité des personnes. Les dispositifs de protection dans les systèmes électriques et les moteurs électrique permet de prévenir divers types de problèmes, notamment de phase, les variations de tension, les surintensités, les surchauffes, les vibrations excessive, d'autre condition de fonctionnement anormales.

1. Les Systèmes Electrique:

Un système électrique est un ensemble d'éléments interconnectés qui manipulent, génèrent, transmettent, distribuent et utilisent de l'électricité pour diverses applications. Cela peut inclure des générateurs, des lignes de transmission, des transformateurs, des commutateurs, des dispositifs de contrôle et des charges électriques telles que des appareils et des équipements industriels.

1.2. Le moteur monophasé:

C'est un moteur composé d'une seule phase et alimenté par un courant électrique monophasé Il est utilisé principalement dans la sphère domestique, chez les particuliers, mais on le retrouve toujours dans certaines applications industrielles

1.2.1. Cas d'utilisation le moteur monophasé :

L'utilisation d'un moteur monophasé est préféré principalement dans le cas d'applications domestiques ou dans le secteur tertiaire pour des appareils nécessitant une tension de 230V ou moins et dans un système électrique intelligent, les moteurs monophasés sont moins couramment utilisés que les moteurs triphasés en raison de leur moindre puissance et de leur capacité limitée à gérer de lourdes charges. [2]



Figure 1 : moteur monophasé

1.3. Le moteur triphasé :

Un moteur triphasé est un dispositif qui nécessite une alimentation en électricité de 380V pour fonctionner. Il est principalement employé dans les milieux agricoles et industriels, pour sa capacité à alimenter des machines lourdes qui ont besoin d'un fort courant électrique. [3]

1.3.1. Fonctionnement du moteur triphasé

Les trois bobines décalées de 120° insérées dans le stator sont alimentées par une tension alternative triphasée. Elles produisent un champ magnétique variable qui tourne autour du stator en fonction de la fréquence de la tension de l'alimentation. Il est appelé champ tournant, ou statorique .

Le champ statorique vient induire le courant dans le rotor : le moteur triphasé est pour cela appelé également moteur à induction. [4]

1.4.1 Avantages et applications des moteurs triphasés

Le couple

Les moteurs asynchrones triphasés offrent un couple élevé dès le démarrage, ce qui leur permet de fournir une puissance importante lorsqu'ils sont soumis à des charges lourdes.

La puissance

Ces moteurs sont capables de produire une puissance continue et élevée, ce qui les rend idéaux pour des applications industrielles exigeantes. En effet, leur capacité à fournir une puissance adaptative en fonction de la charge en font des choix privilégiés pour de nombreuses applications.

La tension

Les moteurs asynchrones triphasés fonctionnent généralement avec une tension de 380V, adaptée aux réseaux triphasés industriels.

Le rendement

Ces moteurs présentent un rendement élevé, ce qui les rend efficaces sur le plan énergétique.

La taille

Les moteurs asynchrones triphasés sont généralement plus compacts par rapport à d'autres types de moteurs électriques, ce qui facilite leur intégration dans diverses applications. Ces moteurs sont largement utilisés dans divers secteurs industriels tels que les pompes, les machines-outils, les compresseurs, les ventilateurs et bien d'autres. [5]



Figure 2 : moteur triphasé

1.4. Les moteurs asynchrones :

Le moteur asynchrone couplé à un variateur de fréquence est de loin le type de moteur le plus utilisé pour les applications où il est nécessaire de contrôler la vitesse et le déplacement d'une charge. le système moteur-variateur convient bien pour des applications tels que les ascenseurs car on recherche une excellente précision à fois au niveau de la vitesse (confort des utilisateurs) et de la précision de la position de la cabine par rapport aux paliers. [6]

1.4.1. Principe de fonctionnement :

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. [7]

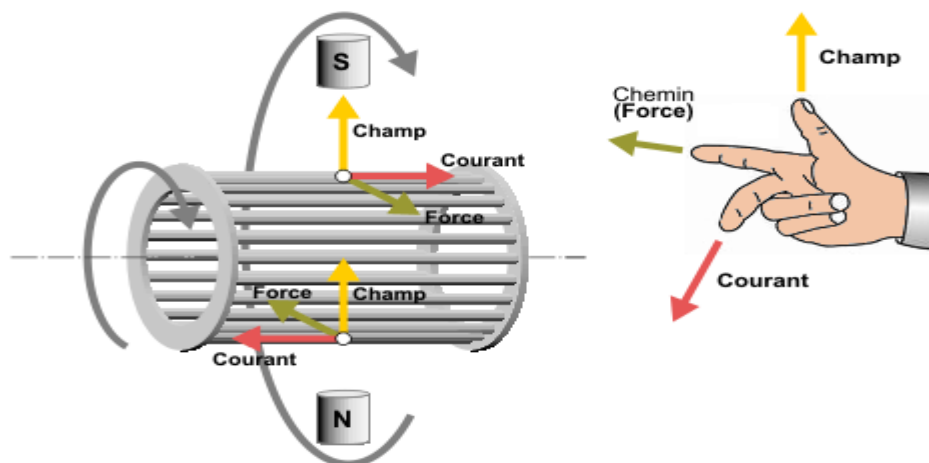


Figure 3 : principe de fonctionnement le moteur asynchrone

Le stator

Le stator d'un moteur triphasé (le plus courant en moyenne et grosse puissance), comme son nom l'indique, est la partie statique du moteur asynchrone. Il se compose principalement:

- de la carcasse
- des paliers
- des flasques de palier
- du ventilateur refroidissant le moteur
- le capot protégeant le ventilateur. [8]



Figure 4 : le stator

Le rotor

Le rotor est la partie mobile du moteur asynchrone. Couplé mécaniquement à un treuil d'ascenseur par exemple, il va créer un couple moteur capable de fournir un travail de montée et de descente de la cabine d'ascenseur. Il se compose essentiellement :

- D'un empilage de disques minces isolés entre eux et clavetés sur l'arbre du rotor afin de canaliser et de faciliter le passage du flux magnétique.
- D'une cage d'écureuil en aluminium coulé dont les barreaux sont de forme trapézoïdale pour les moteurs asynchrones standards et fermés latéralement par deux "flasques" conductrices. [9]

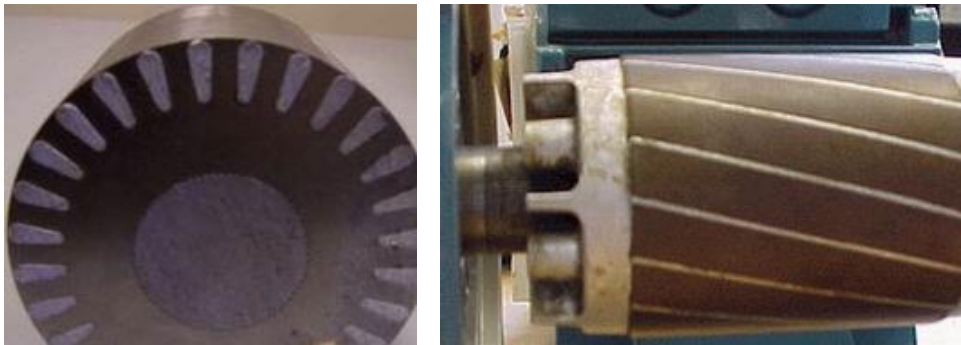


Figure 5 : le rotor

1.5. Surveillance et protection des moteurs :

Ce sont les dispositions mises en œuvre afin d'éviter le fonctionnement des moteurs dans des conditions anormales qui pourraient entraîner des événements négatifs tels que : surchauffe, vieillissement prématuré, destruction des enroulements électriques, dommages dans la boîte de vitesses ou de l'attelage, ...

Trois niveaux de protection sont proposés : "Classique", "Avancée", "Haute performance", qui peut être adoptées en fonction de la complexité et de la puissance de la machine.

Classique : ce niveau réunit toutes les fonctions habituelles de protection pour ce type de moteur employé dans des applications courantes.

Avancée : ces fonctions de protection s'appliquent à des machines plus complexes demandant une attention particulière.

Haute Performance : ce sont des fonctions de protection nécessaires pour des moteurs de haute puissance, spécifiques pour des applications exigeantes ou des moteurs participant à des processus critiques. [10]

1.6. La surveillance des moteurs :

L'objectif de la mise en œuvre des dispositifs de mesure est d'assurer une surveillance continue des conditions de fonctionnement des moteurs. Les données recueillies peuvent être utilisées avec une grande utilité pour l'amélioration de l'efficacité énergétique, l'extension de la durée de vie des moteurs, ou pour la programmation des opérations de maintenance.

Trois niveaux de performance pour les programmes de surveillance sont proposés : "Classique", "Avancée", "Haute performance", qui peut être choisis, en fonction de la complexité et de la puissance de la machine. [11]

Niveaux de performance Mesures réaiisées	Classique	Avancée	Advanced Plus	Haute
Courants				
Courant à la terre				
Courant moyen				
Déséquilibre de phases				
Niveau d'échauffement				
Température du moteur (capteurs)				
Fréquence				
Tension entre phases				
Démarrage trop Inog				
Déséquilibre de tensions				
Puissance active				
Puissance reactive				
Facteur de puissance				
Energie active				
Energie reactive				

Tableau 1: Classification des fonctions de surveillance selon le niveau de performance

Voici une liste des variables les plus utiles à surveiller, et l'avantage accordé par la mesure.

1 Courants : Ils sont directement responsables de l'échauffement des conducteurs et des bobinages des moteurs et donc d'une éventuelle réduction de leur durée de vie. Ce sont des variables les plus importantes à surveiller. Leurs valeurs donnent aussi une indication directe sur la charge du moteur et les contraintes subies par la machine.

2 Courant à la terre : Il peut être mesuré avec la somme des 3 phases si la précision requis n'est pas trop élevé (environ 30%). Si une précision est requise alors il est mesuré avec un contrôleur de terre (précision 0,01 A)

3 Courant moyen : Il permet de connaître la charge moyenne du moteur et si le moteur est bien adapté, ou non, à la machine

4 Déséquilibre de phases : Un tel déséquilibre provoque des pertes supplémentaires dans le moteur, c'est une variable importante à contrôler.

5 Niveau d'échauffement : Sa valeur permet d'apprécier la capacité de surcharge restante et la marge de sécurité.

6 Température du moteur (par des capteurs) : Cette valeur permet de connaître les réelles conditions thermiques de fonctionnement, en tenant compte de la charge du moteur, de la température ambiante et de l'efficacité de sa ventilation.

7 Fréquence : Mesure de courant à 47-53 Hz de la fréquence fondamental (sur la tension de ligne). Si la fréquence est instable (+/-2 Hz variations), la valeur affichée sera 0 jusqu'à l'obtention d'une valeur stable.

8 Tension entre phases : Ce contrôle de tension indique si le moteur fonctionne dans des conditions normales ou non. En effet, trop élevées ou trop basses, les tensions de phase sont responsables de l'augmentation de courant dans le moteur pour une charge donnée.

9 Déséquilibre de tensions : Comme le déséquilibre de phases, il est responsable de pertes supplémentaires dans le moteur, c'est donc aussi une variable importante à contrôler.

10 Puissance active : Indication de la charge appliquée au niveau du moteur.

11 Puissance réactive : Indication de la puissance réactive qui peut être nécessaire de compenser par la mise en œuvre de condensateurs.

12 Facteur de puissance : Indication du niveau de charge du moteur.

13 Energie active : Permet de rapprocher la quantité d'énergie consommée au temps de fonctionnement ou à la quantité de marchandises produites par machine.

14 Énergie réactive : Permet de déterminer la nécessité de la mise en œuvre de condensateurs afin d'éviter le paiement de pénalités à l'utilitaire. [12]

Remarque :

La classification des fonctions de surveillance selon le niveau de performance est un aspect crucial de la conception et de la mise en œuvre des systèmes de surveillance. Cette approche permet une meilleure compréhension des exigences de surveillance spécifiques à chaque application et aide à sélectionner les solutions les plus adaptées en termes de coût, de complexité et de performance

En fin de compte, une classification efficace des fonctions de surveillance selon le niveau de performance contribue à assurer la sécurité, la fiabilité et la disponibilité des systèmes industriels, tout en optimisant les coûts et les ressources associés à la surveillance.



Figure 6 : Dispositif "haute performance" de protection et de surveillance de moteur

Le Dispositif "haute performance" de protection et de surveillance de moteur est le garantir le bon fonctionnement en temps réel ses paramètres.

1.7. Configurations de démarreur-moteur :

Différentes configurations de commande et de contrôle des moteurs sont couramment proposés. Quelques exemples sont présentés sur la figure 7 [13]

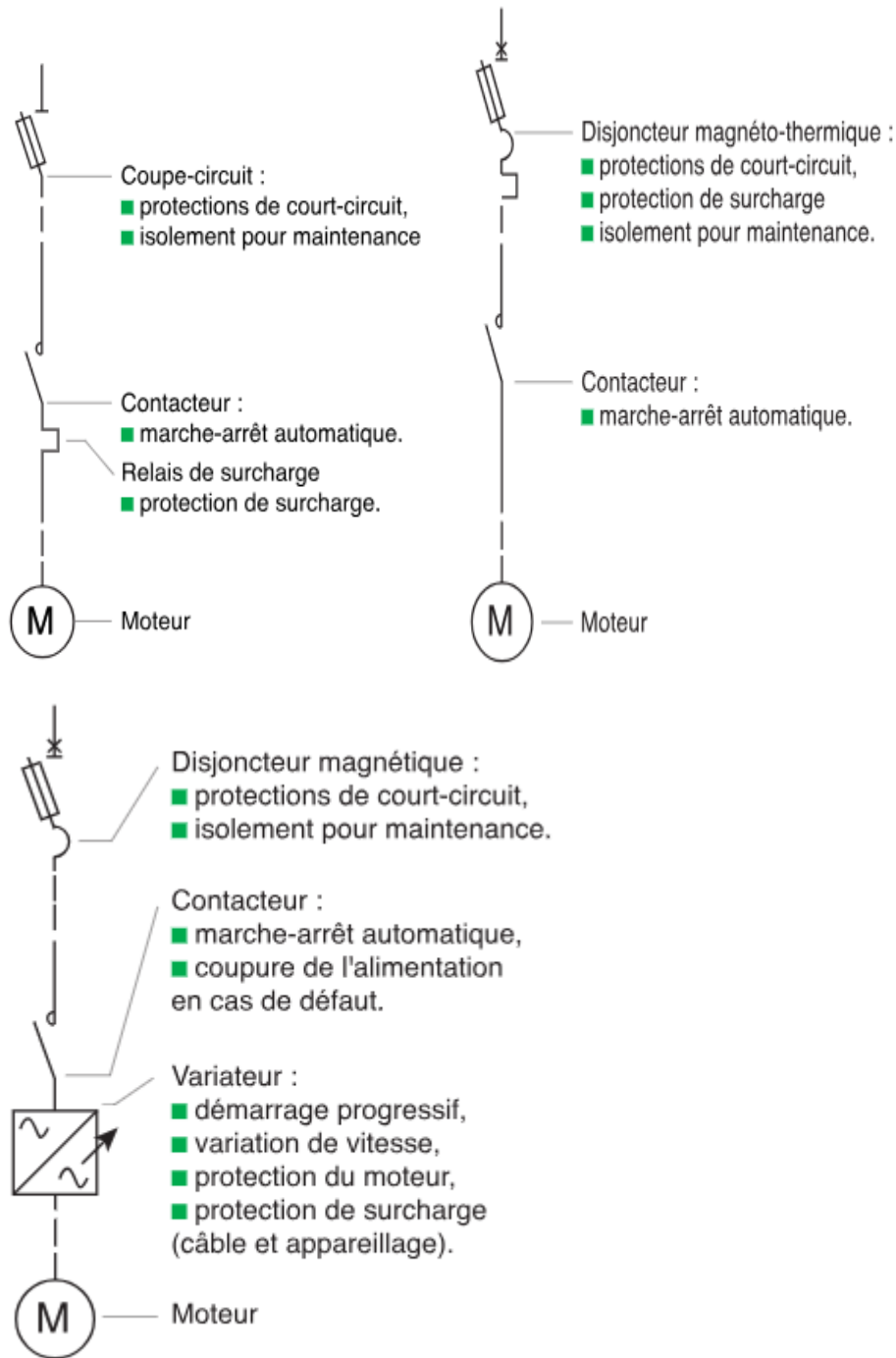


Figure 7 : Exemple sur Configurations de démarreur-moteur

1.8. Appareil de connexion, de commande et de protection (ACP) :

Les ACP ou "démarreurs-contrôleurs" sont conçus pour remplir simultanément les fonctions de commande et de protection (surcharge et court-circuit). De plus, ils sont conçus pour pouvoir effectuer des manœuvres de commande dans le cas d'un court-circuit. Bien que présenté comme un appareil unique, un ACP peut avoir une modularité identique ou plus grande qu'une solution démarreur-moteur à "3 produits". Ceci est le cas avec le démarreur-contrôleur Figure 08. [14]

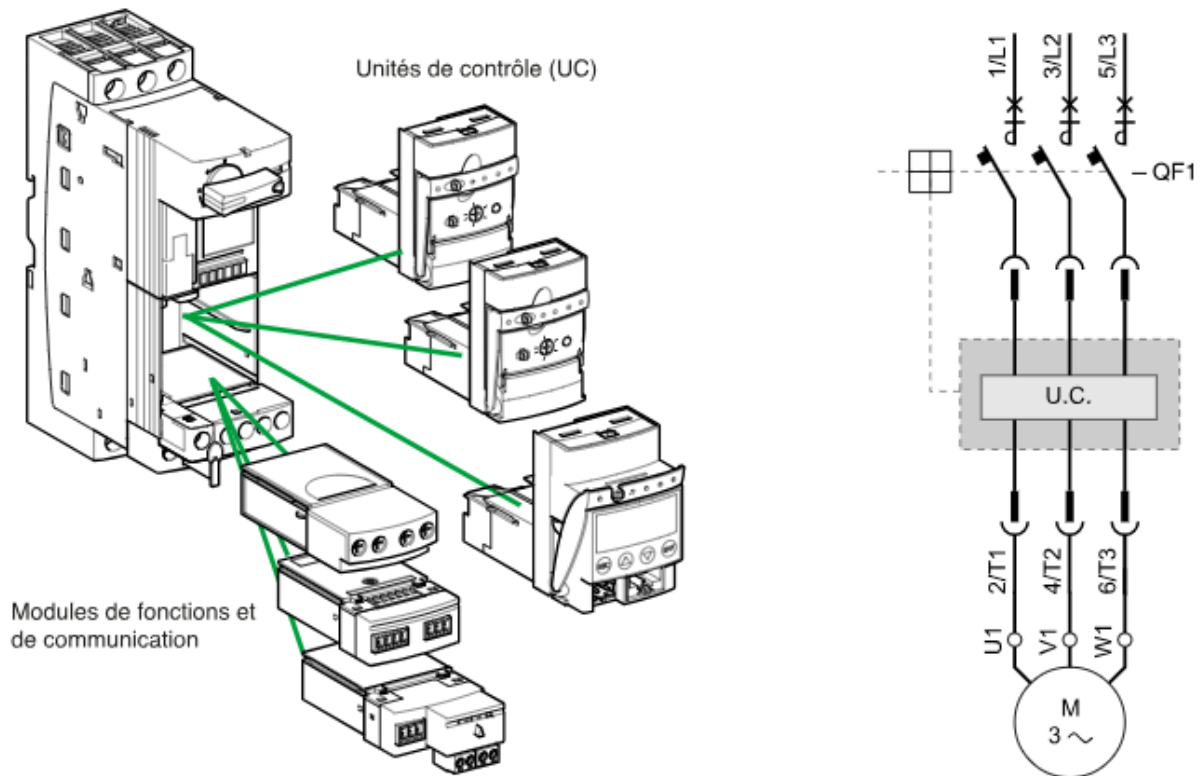


Figure 8 : le démarreur-contrôleur

1.9. Le Système IPMCC (Intelligent Power and Motor Control Centre) :

C'est un système intelligent intégrant des relais intelligents de protection moteur dans de très fiables armoires électriques MCC -Power Motor Control Centre. La connectable au système de surveillance et de contrôle est assurée par le biais d'un réseau de communication industrielle. Cette solution est particulièrement utilisée dans les grands sites industriels et infrastructures, avec un processus continu ou hybride, et chaque fois que la continuité de service est une priorité. [15]

1.10. Protocoles et architectures de communication des systèmes iPMCC :

Une configuration iPMCC est faite de nombreux de départs-moteurs. Afin de contrôler le système, il est nécessaire d'envoyer beaucoup d'informations telles que états des moteurs, mesures des courants, alarmes, etc. Le traditionnel câblage fil à fil n'est pas un moyen efficace et rentable quand il y a beaucoup de données à transmettre. Aujourd'hui, la transmission via des réseaux de communication, est la meilleure méthode. La communication a besoin d'une langue commune appelé protocole de communication. La figure 01 indique les protocoles couramment utilisés aux différents niveaux des réseaux de communications industriels. À l'heure actuelle, les protocoles de bus les plus populaires sont DeviceNet, tandis que l'usage d'Ethernet TCP / IP est en croissance très rapide. [16]

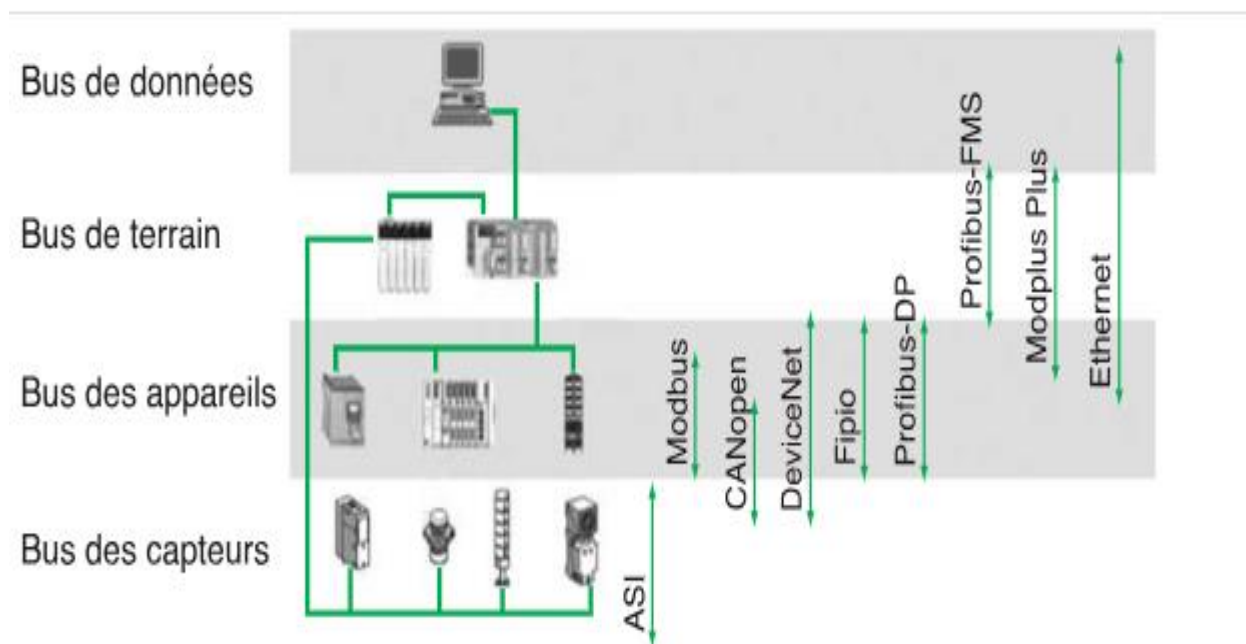
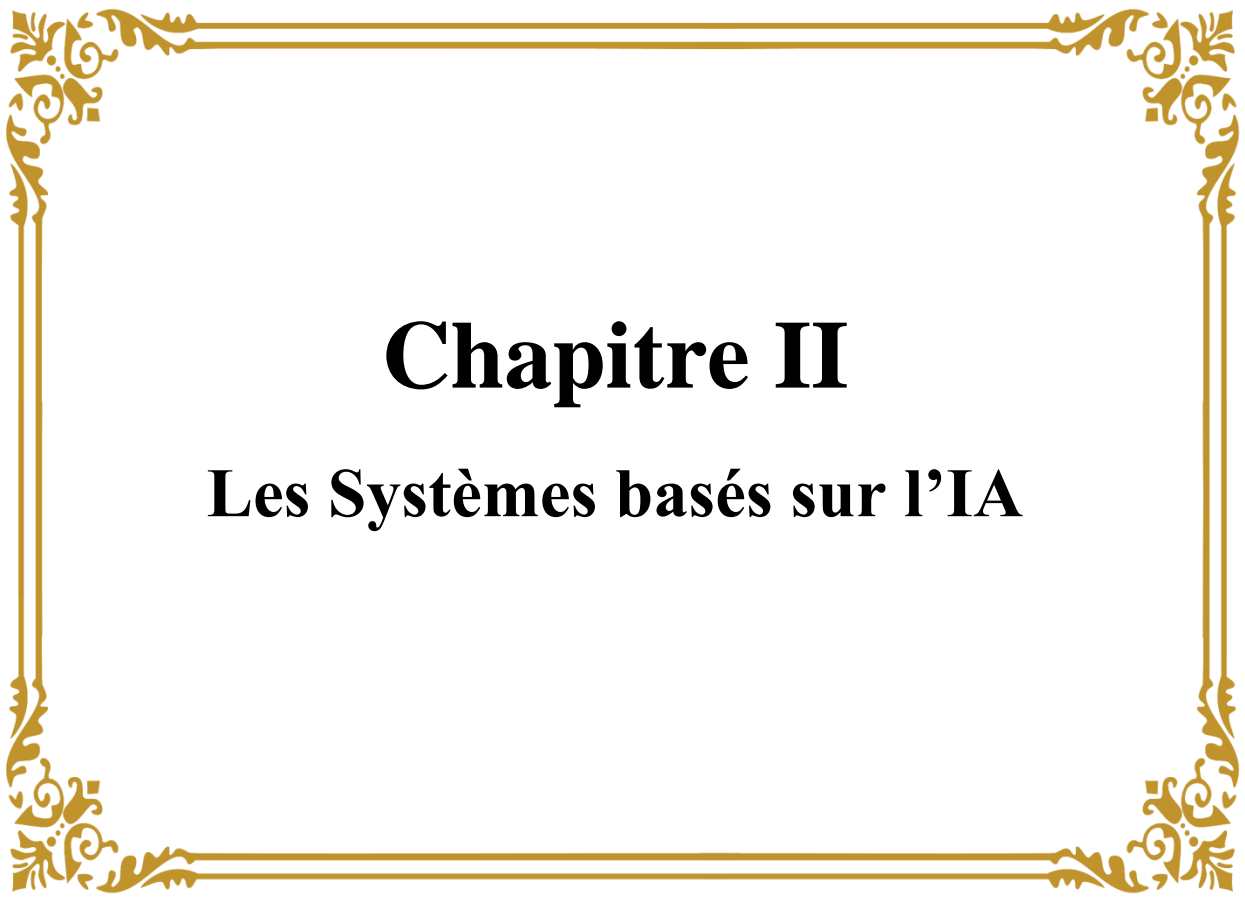


Figure 9 : Différents protocoles de communication

1.11. Conclusion

Le premier chapitre a fait l'objet de l'étude sur la Protection des systèmes électriques et moteurs ELT j'ai énuméré les différentes architectures et postes de transformation. Ces architectures sont très importantes et très sensibles, ce qui nécessite une protection contre les différents types d'anomalies telles que le court-circuit, les surtensions, les surintensités,.....etc. et donc le chapitre suivant sera consacré Les Systèmes basés sur L'intelligence artificielle (IA) . est un domaine de l'informatique qui se concentre sur la création de système informatiques capable d'effectuer des tâches qui nécessitent généralement une intelligence humaine. Ces systèmes sont conçus pour apprendre à partir de données, à s'adapter à de nouvelles situations, à résoudre des problèmes, et à prendre des décisions autonomes, le tout sans intervention humaine directe.



Chapitre II

Les Systèmes basés sur l'IA

Introduction :

Les réseaux de neurones ont des performances très impressionnantes en particulier dans le domaine intelligence artificiels le réseau de neurones artificiels copie le cerveau humain pour favoriser l'apprentissage. Il s'agit donc d'un système qui se base sur le fonctionnement du cerveau humain pour l'adapter à des ordinateurs équipés de fonctions d'intelligence artificielle. Grâce au réseau de neurones artificiels, l'ordinateur arrive à résoudre des problèmes de manière autonome. Le réseau améliore aussi les capacités de l'ordinateur.

2.2. Les réseaux de neurones :***2.2.1 Définitions :***

Les réseaux de neurones artificiels sont présentes comme la vague du futur dans le domaine de l'informatique et neuro-informatique. Il s'agit en effet de mécanismes d'auto apprentissage qui permettent aux ordinateurs de résoudre des problèmes en fonction de la méthode d'intelligence artificielle utilisée.

Les réseaux de neurones artificiels sont des réseaux fortement connectés de processeurs élémentaires fonctionnant en parallèle. Chaque processeur élémentaire calcule une sortie unique sur la base des informations qu'il reçoit [17].

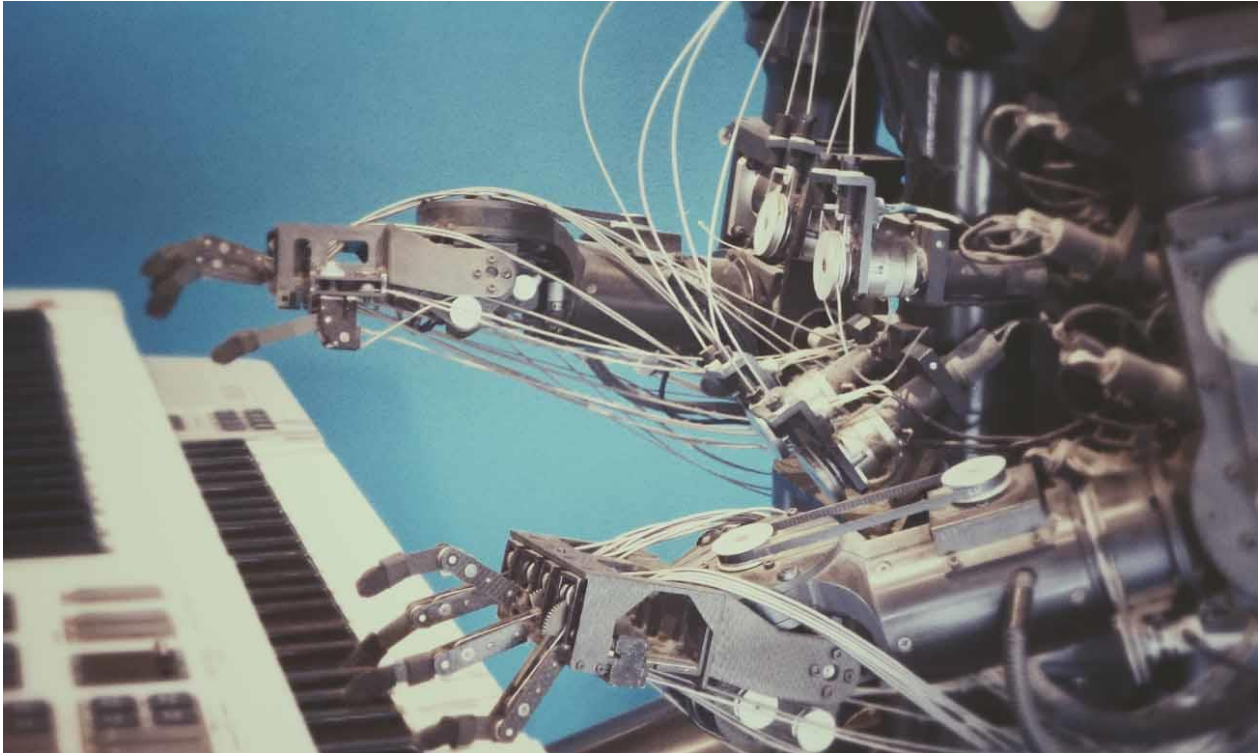


Figure 10 : réseau de neurone

2.2.2. Fonctionnement d'un réseau de neurones artificiel :

Un réseau de neurones comprend quelques dizaines, centaines, milliers, voire millions de neurones artificiels appelés unités, disposés en une série de couches, chacune d'entre elles étant reliée aux couches de chaque côté. Certaines d'entre elles, appelées unités d'entrée, sont conçues pour recevoir du monde extérieur diverses formes d'informations que le réseau tentera d'apprendre, de reconnaître ou de traiter d'une autre manière. D'autres unités se trouvent de l'autre côté du réseau et signalent comment il réagit aux informations qu'il a apprises, ce sont les unités de sortie. Entre les unités d'entrée et les unités de sortie se trouvent une ou plusieurs couches d'unités cachées, qui ensemble, forment la majorité du cerveau artificiel. La plupart des réseaux de neurones sont entièrement connectés, ce qui signifie que chaque unité cachée et chaque unité de sortie est connectée à chaque unité des couches de part et d'autre. Les connexions entre une unité et une autre sont représentées par un nombre appelé poids, qui peut être soit positif ou négatif. Plus le poids est élevée, plus une unité a d'influence sur une autre (voir Figure 11). [18]

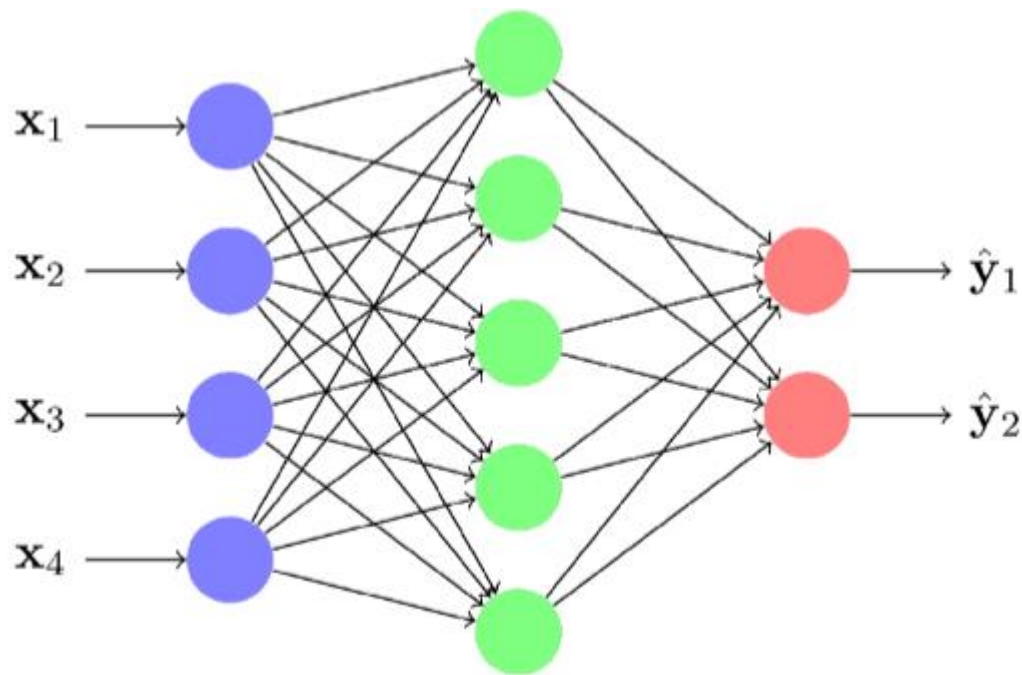


Figure 11 : Architecture d'un réseau profond à une seule couches

2.2.3. Les différents types de réseaux de neurones artificiels :

Les réseaux de neurones sont classés en catégories selon le nombre de couches qui distinguent l'entrée des données de la sortie du résultat, selon le nombre de nœuds cachés dans le modèle, ou le nombre d'entrées et de sorties de chaque nœud. En fonction du type de réseau, la propagation de données entre les divers tiers des neurones peut différer. Il existe plusieurs types de réseaux de neurones.

2.2.3.1. Réseau de neurones feed-forward :

Un réseau de neurones non bouclé (appelé aussi statique) est représenté comme un graphe dont les nœuds sont les neurones. L'information circule des entrées vers les sorties sans retour en arrière. Ce type de réseaux est utilisé pour effectuer des tâches d'approximation de fonction non linéaire, de la classification ou de la modélisation de processus statiques non linéaires.

[19]

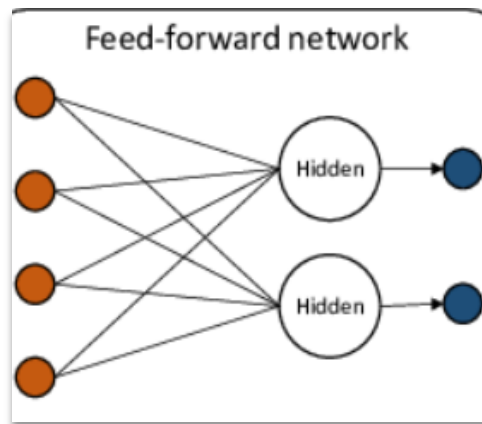


Figure 12 : réseau de neurone feed-forward

2.2.3.1. Les réseaux de neurones récurrents (RNN) :

Sont des réseaux de neurones dans lesquels l'information peut se transmettre dans les deux sens, ils incluent des couches profondes aux premières couches. Ils sont plus proches du mécanisme réel de fonctionnement du système nerveux, qui n'est pas à sens unique.

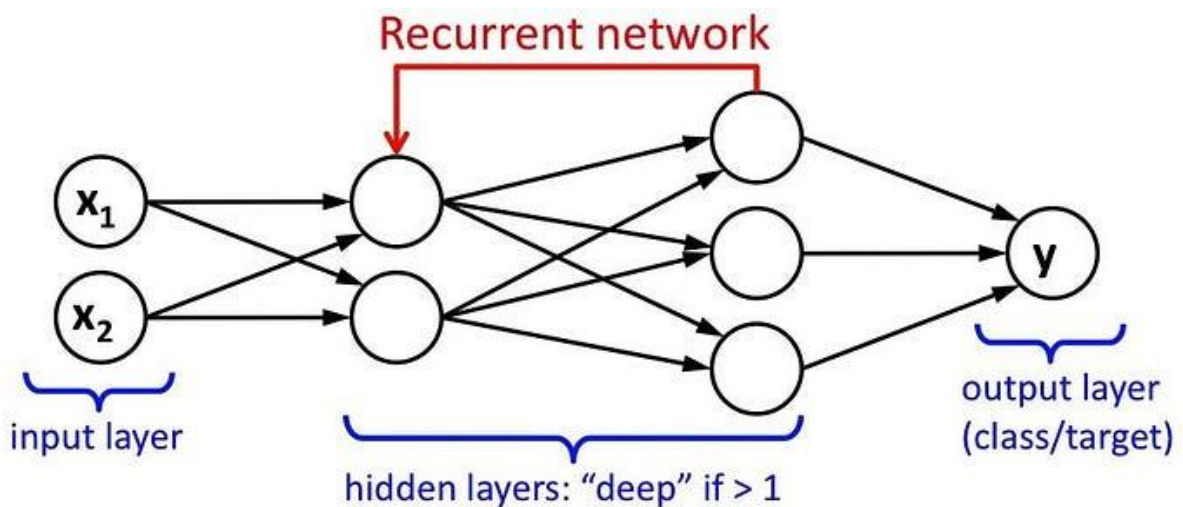


Figure 13 : réseau de neurone RNN

2.2.3.3. Les réseaux de neurones convolutifs (CNN) :

Est un algorithme d'apprentissage profond qui peut prendre une image d'entrée, attribuer de l'importance (poids et biais appris) à divers aspects/objets de l'image et être capable de les différencier les uns des autres. Le prétraitement requis dans un ConvNet est beaucoup moins important que pour les autres algorithmes de classification. Alors que dans les méthodes primitives, les filtres sont conçus à la main, avec une formation suffisante, les ConvNets ont la capacité d'apprendre ces filtres/caractéristiques. [20]

2.2.4. Les avantages et les inconvénients des réseaux de neurones :

Les avantages

- Le parallélisme de leur structure, leur adaptabilité ainsi que dans leur mémoire distribuée.
- Les réseaux de neurones sont en réalité des "Approximateurs universels". Leur utilisation permet de passer directement des données au prédicteur, sans intervention, sans recodage, sans discrétisation, sans simplification ou interprétation douteuse.
- Un réseau de neurones possède également une grande résistance au bruit ou au manque de fiabilité des données.
- L'idée d'apprentissage est plus simple à comprendre.
- Les réseaux de neurones sont capables d'analyser des relations spatiales et topologiques

Les inconvénients:

- Un réseau de neurones ne dispense pas de bien connaître son problème, de définir ses classes avec pertinence, de ne pas oublier de variables importantes, . . .
- Un réseau de neurones est une "boîte noire" qui ne justifie pas ses décisions.
- Les réseaux de neurones ont une très forte capacité de prédiction statistique, mais ils sont totalement impossibles à inspecter. [21]

2.3. La logique floue :

- La logique floue est une extension de la logique classique qui permet la modélisation des imperfections des données et se rapproche dans une certaine mesure de la flexibilité du raisonnement humain.

- La logique floue diffère de la logique classique parce qu'elle permet des définitions partielles ou "floues" des règles de contrôle.

- La logique floue est une branche des mathématiques qui permet à un ordinateur de modéliser le monde réel de la même façon que les personnes. Elle est préoccupée par la quantification et le raisonnement en utilisant un langage qui permet des définitions ambiguës comme, beaucoup, peu, petit, haut, dangereux, etc. Elle s'occupe de situations où la question qui est posée et la réponse obtenue contiennent des concepts vagues. [22]

2.3.1. Principe de base de la logique floue:

La logique floue accorde une flexibilité très appréciable aux raisonnements qu'elle utilise, ce qui rend possible la prise en compte des imprécisions et des incertitudes. Dans la logique binaire une variable ne peut prendre que deux valeurs vraie (1) ou fausse (0). Les propositions énoncées en prémisses d'une règle et en conclusion ne peuvent être, dans ce cas, que totalement vraies ou bien totalement fausses (si P, alors C). Contrairement, la logique floue procède du

raisonnement humain ne suit pas la logique basée sur le (vrai) ou le (faux). C'est une logique linguistique, floue ou approximative. Les valeurs de vérité sont des mots du langage courant plutôt vrai, presque faux, etc. [23]

2.3.2. Intérêt de la logique floue :

La logique floue, ou généralement le traitement des incertitudes, a pour objectif la représentation des connaissances imprécises et le raisonnement proche du langage humains de tous les jours. Elle présente aussi l'intérêt d'incorporer des connaissances linguistiques sur la manière de piloter un processus difficile, en prenant en compte les expériences acquises par les utilisateurs et les opérateurs du processus à commander. Cette logique permet d'exploiter les informations linguistiques de l'expert humain et décrivant le comportement dynamique d'un processus ou la stratégie de commande. Les connaissances dont disposent les humains sur le monde ne sont presque jamais parfaites. Elles présentent des imperfections qui peuvent être distinguées en deux classes :

1) Incertitudes :

Pour désigner les connaissances dont la validité est sujette à question.

Exemple : Je crois que la température dans la salle est élevée ; la température dans la salle est très élevée. C'est la mise en question de la validité de l'observation. Ceci induit à une probabilité.

2) Imprécisions :

Pour désigner les connaissances qui ne sont pas perçues ou nettement définies.

Par exemple, que signifie très élevée ? C'est une appréciation = et là intervient la logique floue.[24].

2.4. Conclusion :

La méthode des réseaux de neurones présente de nombreux avantages par rapport aux méthodes classiques, utilisées en identification, diagnostique, l'évaluation et détermination de l'endommagement dans les structures mécaniques. Dans ce chapitre nous avons mis en lumière l'importance de l'emploi des réseaux de neurones, et leur capacité de résoudre des problèmes de systèmes grâce un modèle capable d'apprendre avec l'exemple, et déduire la relation existante entre les différents paramètres caractérisant ces problèmes, sans recourir à des formulations complexes qui pourraient être couteuses et gourmandes en temps.

Chapitre III

Simulation

3.1. Introduction

Le chapitre précédent présente deux types de bases de données utilisées dans l'étude : un système linéaire sans optimisation et un système optimisé par prédiction du fonctionnement. J'ai utilisé MATLAB pour extraire des séquences de tension et température et le courant.

Dans ce chapitre, j'ai exposé les résultats de ma simulation basée sur ces bases de données. J'ai utilisé un réseau de neurones pour analyser les résultats de tension et le courant et la température.

Après avoir préparé la base de données, j'ai sélectionné sept entrées, deux couches cachées et trois sorties. Ce chapitre a permis d'analyser en détail les performances et les résultats obtenus avec ces réseaux neuronaux sur les bases de données utilisées, afin de mieux comprendre leur fonctionnement.

3.2. Environnement logiciel :



Figure : les logiciels nécessaires

. Nous avons utilisé Python comme langage de programmation et MATLAB comme environnement pour effectuer des analyses de données, développer des modèles de machine learning, et visualiser les résultats.

3.3. Scénario

3.4. Données d'entrée

Les données d'entrée pour le réseau de neurones est un vecteur de 7 valeurs, composé de :

- 3 valeurs de tension (V)
- 3 valeurs de courant (I)
- 1 valeur de température (T)

Les données d'entrée sont générées en combinant différentes plages de valeurs pour V, I, et T. Par exemple :

- La première plage de tension varie de 350 à 420 volts, le courant de 12 à 17 ampères, et une température fixe de 50 degrés Celsius.
- La deuxième plage de tension varie de 421 à 450 volts, le courant de 18 à 19 ampères, et une température fixe de 89 degrés Celsius.
- La troisième plage de tension varie de 451 à 452 volts, le courant de 20 ampères, et une température fixe de 91 degrés Celsius.

Ces combinaisons génèrent un grand nombre de vecteurs d'entrée, chacun avec les 7 valeurs spécifiées.

3.4. Données de Sortie

Les données de sortie pour le réseau de neurones sont des vecteurs qui représentent trois états possibles :

- $t_1 = [1, -1, -1]$: pour l'état "Power on"
- $t_2 = [-1, 1, -1]$: pour l'état "Warning Alarm"
- $t_3 = [-1, -1, 1]$: pour l'état "Power off"

Ces vecteurs de sortie sont utilisés comme cibles pour l'entraînement du réseau de neurones. Les données de sortie sont générées de manière à correspondre aux vecteurs d'entrée, avec chaque état associé à un certain nombre de vecteurs d'entrée.

3.5. Type de Réseau Utilisé

Le réseau de neurones utilisé est un réseau de neurones feedforward (réseau à propagation avant) avec deux couches cachées. La structure du réseau est la suivante :

- **Couche d'entrée** : 7 neurones (correspondant aux 7 valeurs des vecteurs d'entrée)
- **Première couche cachée** : 7 neurones
- **Deuxième couche cachée** : 5 neurones
- **Couche de sortie** : 3 neurones (correspondant aux 3 valeurs des vecteurs de sortie)

Chaque couche du réseau utilise des fonctions d'activation spécifiques pour modéliser des relations complexes dans les données :

- **Première couche cachée** : Fonction d'activation sigmoïde (logsig)
- **Deuxième couche cachée** : Fonction d'activation tangente hyperbolique (tansig)
- **Couche de sortie** : Fonction d'activation linéaire (purelin)

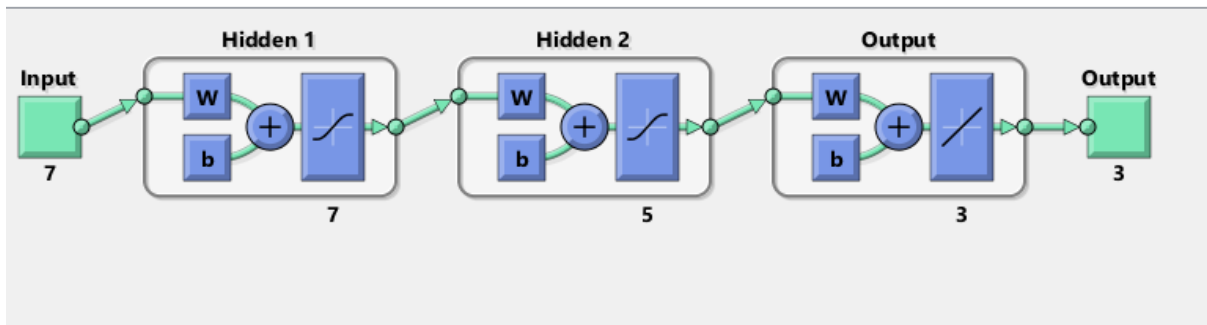


Figure : Système linéaire sans optimisation

Pourquoi on a utilisé des différentes fonctions d'activation ?

- Première couche cachée (7 neurones)** : Fonction d'activation sigmoïde (logsig)
Introduit une non-linéarité pour normaliser les valeurs entre 0 et 1, facilitant ainsi la convergence lors de l'entraînement.
- Deuxième couche cachée (5 neurones)** : Fonction d'activation tangente hyperbolique (tansig)
Introduit une non-linéarité plus forte avec des sorties entre -1 et 1, permettant de capturer des relations plus complexes.
- Couche de sortie (3 neurones)** : Fonction d'activation linéaire (purelin)
Produit des valeurs de sortie directement proportionnelles aux activations de la couche précédente, adaptées aux vecteurs de sortie désirés [-1, 1, -1].

L'utilisation de différentes fonctions d'activation dans chaque couche du réseau (sigmoïde, tangente hyperbolique et linéaire) est stratégique pour optimiser l'apprentissage et la généralisation du modèle. Chaque fonction est choisie en fonction de son effet sur la propagation de l'erreur et sur la capacité du réseau à apprendre des relations complexes dans les données d'entrée spécifiques (valeurs de tension, courant et température) pour prédire avec précision les états de sortie définis.

Les résultats

Nombre de couche : 2

Nombre d'itération : 100

Taux d'erreur : 0

Taux de reconnaissance : 95

Neural Network

Algorithms

Data Division: Random (dividerand)
 Training: Levenberg-Marquardt (trainlm)
 Performance: Mean Squared Error (mse)
 Derivative: Default (defaultderiv)

Progress

Epoch:	0	26 iterations	100
Time:		0:00:03	
Performance:	3.38	3.22e-14	0.00
Gradient:	5.02	8.16e-08	1.00e-07
Mu:	0.00100	1.00e-14	1.00e+10
Validation Checks:	0	0	6

Plots

Performance (plotperform)
 Training State (plottrainstate)
 Error Histogram (plotterhist)
 Regression (plotregression)

Plot Interval: 1 epochs

Minimum gradient reached.

3.6. Le test du réseau :**Le premier cas de la prédiction :**

```
testx =  
  
    350    390    440    16    15    13    50  
  
y =  
  
    1.0000  
   -0.9999  
   -1.0001  
  
i =  
  
    1  
  
Power on  
|
```

Commentaire :

Cela signifie que les valeurs fournies à test correspondent à une situation où l'appareil ou le système est allumé et fonctionne normal.

Le deuxième cas de la prédiction :

```
testx =  
  
    350    366    470    16    15    20    91  
  
y =  
  
   -1.0002  
   -0.6054  
    0.6056  
  
i =  
  
    3  
  
Power off  
|
```

Commentaire :

Cela signifie que les valeurs à test correspondent à une situation où l'appareil ou le système est éteint ou doit être éteint.

Le troisième cas de la prédiction :

```
testx =  
  
    450    430    440    16    18    17    90  
  
y =  
  
    -1.0002  
     0.7309  
    -0.7307  
  
i =  
  
     2  
  
Warning Alarm  
|
```

Commentaire :

Cela signifie que les valeurs fournies à test indiquent une condition où une alarme d'avertissement doit être activée, signalant un problème ou une anomalie potentielle.

Résumé :

En fonction des valeurs d'entrée fournies à test, le réseau de neurone classe l'état comme « Warning alarm » ou « Power ON » ou « Power OFF » et affiche le message correspondant.

3.7. Conclusion

Dans cette simulation Comme nous l'avons vu, l'introduction des moteurs sur le marché a représenté une avancée significative en termes d'exactitude des mesures, d'élimination des ambiguïtés de lecture, et de leur intégration dans des systèmes de collecte de données via leur interface avec un ordinateur. Cette évolution souligne également l'importance croissante de protéger les équipements contre les perturbations, dues à la sensibilité accrue des composants et circuits, ainsi qu'à la multiplication des sources de surcharges électriques à prendre en compte.



Conclusion

Conclusion

Conclusion Générale

Les systèmes électriques intelligents représentent une évolution majeure dans la gestion et l'optimisation de l'électricité. En intégrant des technologies avancées telles que l'IoT, l'IA et les réseaux de communication modernes, ils permettent une distribution plus efficace et fiable de l'énergie. Ces systèmes favorisent également une meilleure gestion des pics de demande, la réduction des pertes d'énergie. Toutefois, ils posent également des défis en termes de cybersécurité et de protection de la vie privée. En conclusion, bien que les systèmes électriques intelligents offrent de nombreux avantages, leur déploiement nécessite une approche équilibrée et une gestion proactive des risques associés. L'intelligence artificielle offre une solution prometteuse pour résoudre de nombreux problèmes et fournir un système simple qui peut être largement exploité.

Dans le cadre de mon travail, j'ai utilisé deux parties de système différent. Tout d'abord, nous avons développé un système de reconnaissance la température et le courant et aussi la tension. Ce système extrait les caractéristiques de à partir des nombres. Les résultats obtenus ont démontré l'efficacité de système dans la protection de moteur.

Cependant je également créé une base de données comprenant sept entrée et trois sortie et deux couche caché, cette base de données a été entraînée à l'aide de type de réseau : MLP (Multi-Layer Perceptron) peut effectuer une sélection d'architecture automatique ou créer un réseau de neurones en fonction des spécifications de l'utilisateur.

En élargissant la base de données et en explorant ces perspectives, nous pouvons améliorer. La performance des modèles d'intelligence artificielle dans l'identification et la création de nombreux systèmes afin de développer et de fournir

Je divisé la simulation en deux parties : la première utilise un système linéaire sans optimisation, tandis que la deuxième optimise le système en utilisant une prédiction de fonctionnement grâce à un réseau de neurones. Vous avez souligné les nombreux avantages des réseaux de neurones par rapport aux méthodes classiques dans des domaines comme l'identification, le diagnostic, l'évaluation et la détermination des dommages dans les structures mécaniques. Ces avantages comprennent la capacité à gérer la complexité des problèmes, la possibilité d'utiliser un réseau bien entraîné comme une signature pour une structure, et la réutilisation sans nécessiter un nouvel apprentissage.



Référence

Référence

- [1] [https://www.motac.fr/blog/2020/05/29/tout-savoir-sur-le-moteur-monophas#:~:text=Le%20moteur%20monophas%C3%A9%20est%20un,%2C%20convoyeurs%2C%20b%C3%A9tonni%C3%A8res%E2%80%A6\).](https://www.motac.fr/blog/2020/05/29/tout-savoir-sur-le-moteur-monophas#:~:text=Le%20moteur%20monophas%C3%A9%20est%20un,%2C%20convoyeurs%2C%20b%C3%A9tonni%C3%A8res%E2%80%A6).)
- [2] <https://www.condensateur-web.fr/moteurs-electriques-monophas-a-simple-et-double-condensateurs-C644.html#:~:text=L'utilisation%20d'un%20moteur,d'une%20tension%20de%20380V.>
- [3] <https://www.pompe-moteur.fr/blog/moteur-asynchrone-triphas-valeur-sure-n16#:~:text=Un%20moteur%20triphas%C3%A9%20est%20un,d'un%20fort%20courant%20%C3%A9lectrique.>
- [4] <https://www.pompe-moteur.fr/blog/moteur-asynchrone-triphas-valeur-sure-n16#:~:text=Un%20moteur%20triphas%C3%A9%20est%20un,d'un%20fort%20courant%20%C3%A9lectrique.>
- [5] <https://www.pompe-moteur.fr/blog/moteur-asynchrone-triphas-valeur-sure-n16#:~:text=Un%20moteur%20triphas%C3%A9%20est%20un,d'un%20fort%20courant%20%C3%A9lectrique.>
- [6] <https://energieplus-lesite.be/techniques/ascenseurs7/moteur-asynchrone/>
- [7] <https://energieplus-lesite.be/techniques/ascenseurs7/moteur-asynchrone/>
- [8] <https://energieplus-lesite.be/techniques/ascenseurs7/moteur-asynchrone/>
- [9] <https://energieplus-lesite.be/techniques/ascenseurs7/moteur-asynchrone/>
- [10] <https://fr.electrical-installation.org/frwiki/Accueil>
- [11] <https://fr.electrical-installation.org/frwiki/Accueil>
- [12] <https://fr.electrical-installation.org/frwiki/Accueil>
- [13] <https://fr.electrical-installation.org/frwiki/Accueil>
- [14] <https://fr.electrical-installation.org/frwiki/Accueil>
- [15] <https://fr.electrical-installation.org/frwiki/Accueil>
- [16] <https://fr.electrical-installation.org/frwiki/Accueil>
- [17] <https://www.cnil.fr/fr/definition/reseau-de-neurones-artificiels-artificial-neural-network>
- [18] <https://ryax.tech/fr/deep-learning-comprendre-les-reseaux-de-neurones-artificiels-artificial-neural-networks/>
- [19] O. NERRAND, P. ROUSSEL-RAGOT, L. PERSONNAZ & G. DREYFUS « Neural Networks and Non-linear Adaptive Filtering: Unifying Concepts and New Algorithms. » Neural Computation, Vol. 5, pp 165-199, 1993. Mémoire Etude des performances des réseaux de neurones dynamiques à représenter des systèmes réels : une approche dans l'espace d'état
- [20] <https://ryax.tech/fr/deep-learning-comprendre-les-reseaux-de-neurones-artificiels-artificial-neural-networks/>

Référence

[21] <https://fr.quora.com/Quels-sont-les-avantages-et-les-inconv%C3%A9nients-des-r%C3%A9seaux-de-neurones-artificiels>

[22] https://staff.univ-batna2.dz/sites/default/files/benbrahim_meriem/files/chapitre_3_22lf.pdf?m=1650272313

[23] https://staff.univ-batna2.dz/sites/default/files/benbrahim_meriem/files/chapitre_3_22lf.pdf?m=1650272313

[24] https://staff.univ-batna2.dz/sites/default/files/benbrahim_meriem/files/chapitre_3_22lf.pdf?m=1650272313