



LICENCE

Electronique Télécommunication et Informatique

(ETI)

RAPPORT DE FIN D'ETUDES

Intitulé :

**Etude de la problematique de l'onduleur
SIMODRIVE de la machine CNC**

Réalisé Par :

KHIHEL IBRAHIM

Encadré par :

P^rT. LAMCHARFI (FST FES)

Mr. EL ALAOUI(ONCF FES)

Soutenu le 10 Juin 2014 devant le jury

Pr T.LAMCHARFI (FST FES)

Pr H. EL MARKHI (FST FES)

Pr M.LAHBABI (FST FES)

Remerciement

Avant tout je tiens à remercier tout le personnel de l'ONCF FES J'exprime mon très grand respect et reconnaissance pour leurs efforts qu'ils ont déployés pour faciliter mes taches et leur très grande compréhension et disponibilité. Je tiens à remercier vivement et à présenter toutes mes reconnaissances et ma profonde gratitude à ceux qui ont collaboré de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail et plus particulièrement : Mr. ALAOUI cadre dans l'ONCF. Je tiens aussi à remercier également mon encadrant au sein de FSTF Mr. LAMCHARFI qui veille au bon déroulement de mon stage et ce par l'écoute, les conseils et les propositions de solutions. Enfin, je tiens à remercier tous ceux qui ,par leur amour, leur conseils et leur patience ont permis la réalisation de ce travail, autrement dit, tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réussite de ce stage.

Chapitre 1 : présentation de l'ONCF

1) - Introduction.....4

2) -Cahier de charge.....	4
3) - Présentation de l'ONCF.....	5

Chapitre 2 : présentation des unités de production de CMFTLF

1) -Unité de production n°1 (up1).....	10
2) -unité de production n°2 (up2).....	10
3) -unité de production n°2 (up3).....	12

Chapitre 3 : Description machine CNC tour en fosse et méthode d'usinage

1) -Définition.....	13
2) -structure et fonctionnement	17

Chapitre 4 : problématique rencontrée sur l'onduleur SIMODRIVE de la machine CNC et solution proposée

1). Description technique onduleur à modulation de largeur d'impulsion SIMODRIVE 60CS61014AZ.....	21
2). Description du problème rencontré sur l'onduleur SIMODRIVE.....	26
3). Analyse des causes possibles qui peuvent intervenir.....	27
4). Solution proposée.....	30

<u>Conclusion</u>	35
--------------------------------	----

Chapitre 1 : présentation de l'ONCF

1. Introduction

Mon projet de fin d'étude (Stage) dans le cadre de la licence science et technique: électronique télécommunication informatique a eu lieu à l'office national de chemin de fer (ONCF)-FES. Il a porté sur la fiabilisation du système de commande onduleur à modulation de largeur d'impulsion à transistor SIMODRIVE pour l'entraînement des axes d'avance de machine outils CNC tour en fosse (reprofilage des roues de train), c'est un problème fréquent qui apparait dans ses cartes de puissances et la carte d'alimentation, ceci entraine une perte de flexibilité et donc apparemment de production, donc la mission est de trouver une solution fiable et économique pour éviter l'apparition de ce problème au future . Avec une introduction sur les onduleurs à modulation de largeur d'impulsion exploités aux tractions ferroviaires et méthode de conception des onduleurs MLI auxiliaires aux nouvelles locomotives.

2. Cahier de charge

- Trouver la cause de la destruction des cartes de puissances et la carte d'alimentation de l'onduleur SIMODRIVE.
- Proposer une solution efficace pour les protégées.

3. Présentation de l'ONCF et CMTLF

2-1. L'historique de l'ONCF

Historiquement, la construction du réseau des chemins de fer du Maroc remonte au début du 20ème siècle. En effet, les premières lignes construites à voie de 0,60m ont été établies à partir de 1916, et ce n'est qu'en 1923 que la construction des voies à écartement normal a été confiée à trois Compagnies concessionnaires privées. Ces dernières se partagèrent le trafic ferroviaire, en exploitant chacune la partie du réseau qui lui était concédée, jusqu'en 1963, lorsque le Gouvernement Marocain a décidé le rachat des concessions et la création de l'Office National des Chemins de Fer (ONCF).

C'est un Établissement public à caractère industriel et commercial doté de la personnalité civile et de l'autonomie financière, et placé sous la tutelle du Ministère du Transport et de la Marine Marchande.

L'ONCF qui emploie actuellement environ 9767 agents, gère et exploite un réseau de 1.907 Km de ligne, dont 1.537 Km à voie unique (80%) et 370 Km à double voie (20%).

Ce réseau comporte également 528 Km de voie de service et 201 Km de ligne d'embranchements particuliers reliant diverses entreprises au réseau ferré national.

A noter que 53% de la longueur totale dudit réseau, soit 1003 Km, est électrifiée à 3000 Volt continu, alors que 904 Km sont exploités en traction Diesel. Ainsi, le réseau ferroviaire marocain qui permet des vitesses de 160 Km/h sur certains tronçons. Se présente sous forme d'un couloir reliant le Sud (Marrakech) à l'Est (Oujda) avec des antennes vers Tanger, Safi, Oued Zem, El Jadida et Bou Aârf. Il dessert les grandes villes et les principaux ports du Royaume à l'exception de ceux d'Agadir au Sud et de Nador au Nord. Il est également relié aux réseaux algérien et tunisien, avec des caractéristiques techniques similaires

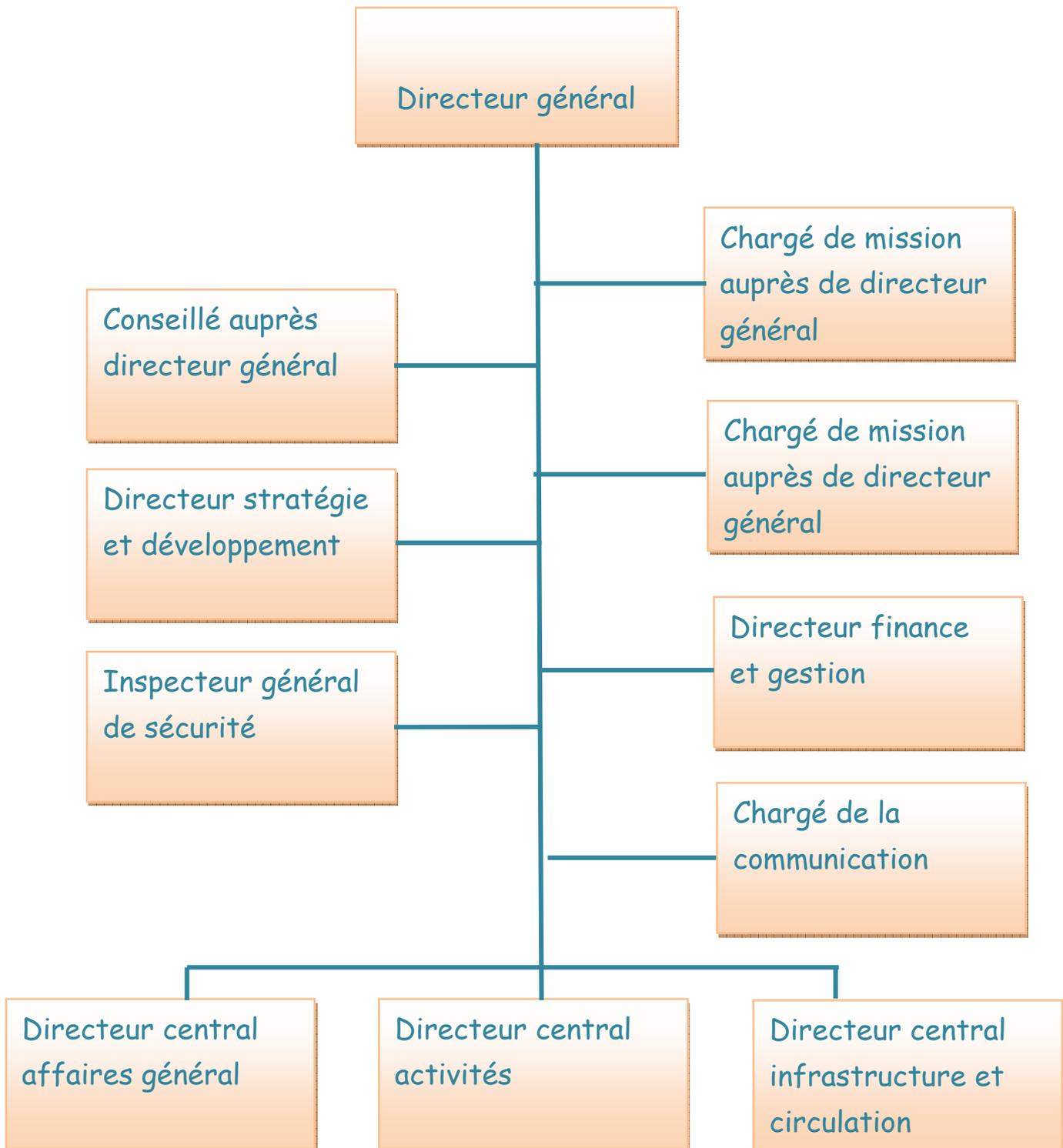
permettant d'assurer la circulation des trains dans de bonnes conditions d'exploitation.

Pour ce qui est de l'activité de transport, l'ONCF opère sur trois marchés stratégiquement indépendants, à savoir le transport des voyageurs, le transport des marchandises diverses et le transport des phosphates



carte ferroviaire

2-2. Organigramme Général de l'ONCF :

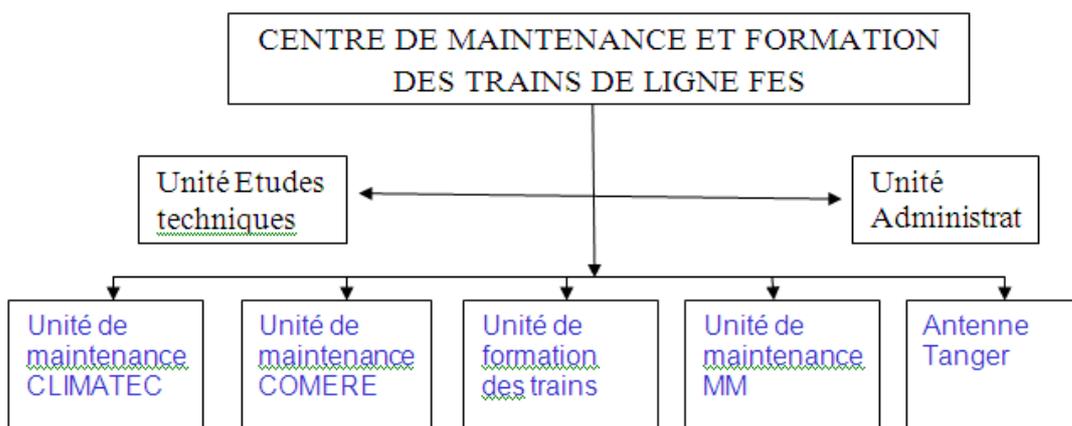


2-3. Centre de Maintenance matérielles

Le centre est sous la direction de Mr BELOUCHI qui dirige à la fois l'unité de gestion des ressources humaines, l'unité technique et le centre de maintenance voyageurs Fès, ce dernier à comme fonction de la réalisation des différentes visites de maintenance sur l'ensembles des voiture et locomotive de la rame :

- Visite limité (VL)
- Autre travaux systématiques (ATS) : sur les voitures climatisées 3ème, 4ème et 5ème série.
- Visite générale (VG) : sur climatisation, éclairage, sonorisation, caisse, confort, sanitaire et infrastructure.
- Visite à l'arrivée (VA) : sur climatisation, éclairage, sonorisation, caisse, confort, sanitaire et infrastructure est concerné :
 - les voitures climatisées 3ème, 4ème et 5ème série.
 - les voitures ordinaires.
 - les fourgons générateurs.

2-4. Organigrammes CMFTLE



2-5. Organigramme de l'unité COMERE

3-6/ Missions de CMFTL

Les missions du centre se résument comme suit:

- ✓ La maintenance et la préparation des rames à Voyageur destinées Aux trains nobles qui font la liaison Fès Marrakech pour un parcours de 600Km.
- ✓ La visite à l'arrivée des locomotives électriques et la maintenance des locos diesel de manœuvre.

Chapitre 2 : présentation des unités de production de CMFTLF

1/ -Unité de production n°1 (up1)

Unité de production des matériels voyageurs est une unité de la maintenance et d'entretien des matériels à voyageurs de grande vitesse (GV) à partir d'une visite à l'arrivée VA.

Visite à l'arrivée VA: est une visite effectuée chaque jour pour s'assurer du bon fonctionnement du matériel voyageurs on visite les parties suivants :

- ✓ Partie climatisation.
- ✓ Partie éclairage / sonorisation.
- ✓ Partie caisse / Confort/ sanitaire.
- ✓ Partie essai de frein.
- ✓ Partie visite mécanique.

1-1 /voiture.

Une voiture est un véhiculeremorqué spécialement conçu pour le transport de voyageurs, dans des conditions normales de confort et de sécurité. Il est constitué de deux bogies et chaque bogie comporte deux essieux non couplé.

2/ -Unité de production n°2 (up2)

Unité de production du matériel moteur est une unité de la maintenance et de l'entretien du matériel moteur à partir d'une visite a l'arrivée VA.

On distingue deux types des locomotives (moteur) :

- ✓ Loco électrique.
- ✓ Loco diesel.

Les travaux effectués en VA sont:

- ✓ Essai de frein.
- ✓ Graisseur boudin et rail.
- ✓ Essais réalisés après visites.
- ✓ Partie électrique.
- ✓ Relevé dimensionnel des roues.
- ✓ Partie mécanique.

2-1/ -Locomotive.

Une locomotive est un engin moteur, c'est-à-dire se déplaçant par ses propres moyens, utilisé par le transport ferroviaire pour fournir l'énergie de traction à un train. Le plus souvent, la locomotive se trouve à l'avant du train et tire les wagons ou les voitures derrière elle. Une locomotive est constituée de deux bogies, et chaque bogie a deux à trois essieux selon le type des locomotives.

Les types de locomotives existant à l'ONCF sont :

-Locomotive électrique.

Une locomotive électrique est une locomotive munie par des moteurs électriques. Ceux-ci sont alimentés soit, cas le plus général, par une ligne de contact aérienne.

Le bogie, dans une locomotive électrique comporte deux essieux non couplés.

-Locomotive diesel.

Les locomotives diesel diffèrent sensiblement par la méthode selon laquelle la puissance déployée par le moteur diesel est transmise aux roues.

Dans ce type de locomotive, le bogie comporte trois essieux soit couplés ou non.

-Locomotive diesel-électrique.

Le moteur diesel entraîne une génératrice électrique dont le courant est utilisé pour alimenter des moteurs électriques qui animent les roues. En quelque sorte, on peut dire qu'il s'agit d'une locomotive électrique dans laquelle on a embarqué la centrale électrique.

3/ -Unité de production n°3 (up3)

L'unité de production UP 3 est une unité de maintenance destinée pour le reprofilage des essieux montés ainsi que le dressage des disques de frein

Différents types de Tour en Fosse de l'ONCF

- Tour en fosse de Fès type 106 CNC 850 T de Fabrication Allemande.
- Tour en fosse de JORF type E.G.D 150 N de Fabrication Polonaise.
- Tour en fosse de KENITRA type U.G.E 150 N de Fabrication Polonaise.

Chapitre 3 : Description machine CNC tour en fosse et méthode d'usinage

I-Définition :

1/ -BOGIE.

Un bogie (ou boggie) est un chariot situé sous un véhicule ferroviaire, sur lequel sont fixés les essieux (et donc les roues) (fig. 1). Il est mobile par rapport au châssis du véhicule (locomotive, wagon ou voiture) et destiné à s'orienter convenablement dans les courbes.

Outre son rôle de liaison entre les essieux et la caisse, le bogie assure les rôles de freinage, d'interface entre la signalisation sur voie et la caisse, de suspension de l'ensemble du train, et parfois de traction. On distingue donc deux grandes familles de bogies:

- ✓ les bogies moteurs avec moteurs dans le cas d'une traction directe ou avec les pignons dans le cas d'une traction indirecte.
- ✓ et les bogies porteurs (pas de moteur), généralement plutôt dédiés au freinage et assurant la répartition des charges et le guidage.



figure1 : un bogie qui comporte deux essieux

2/ -Essieu.

En terme ferroviaire, l'essieu désigne généralement l'ensemble axe plus roues qui sont solidaires (fig 2). Lorsqu'il y a réunion de deux (ou plus) essieux sur un châssis on parle alors de bogie.



figure2 : représentation d'un essieu

3/ -Roue ferroviaire

Sur une roue ferroviaire, on distingue la bande de roulement (ou "table" de roulement) qui est en contact avec la surface du haut du rail (le champignon) et le boudin qui assure le guidage en prenant appui sur les faces latérales du champignon (fig3.a, b, c et d).

- ✓ la bande de roulement (table de roulement) est une surface conique (conicité de la roue) et non cylindrique
- ✓ le boudin doit avoir une hauteur limitée pour éviter les appuis intempestifs sur le bord extrême de la roue.

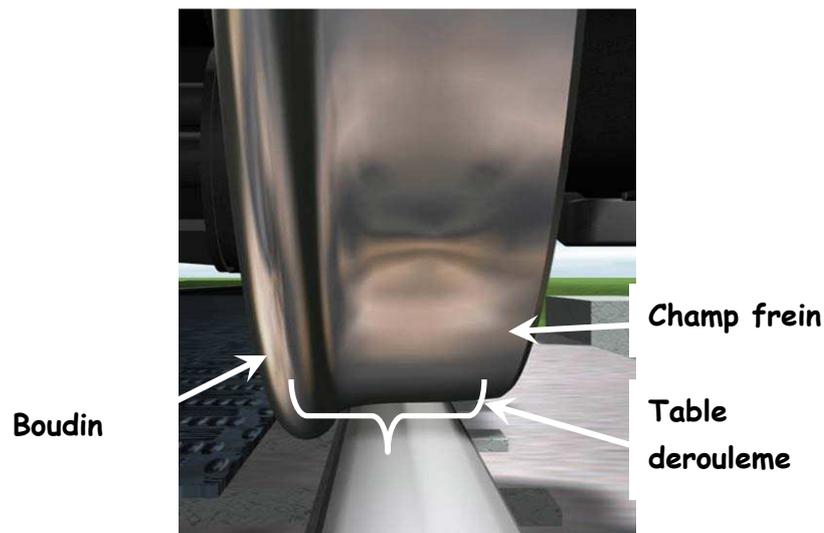


figure3.a :vue général d'une roue ferroviaire

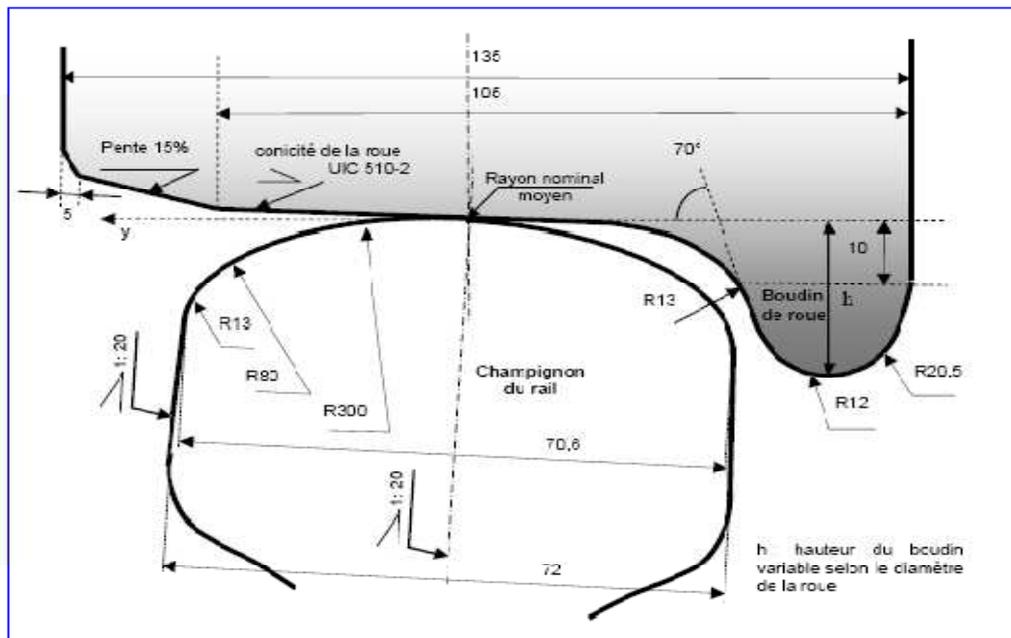


figure 3.b :Schéma d'une roue de trais

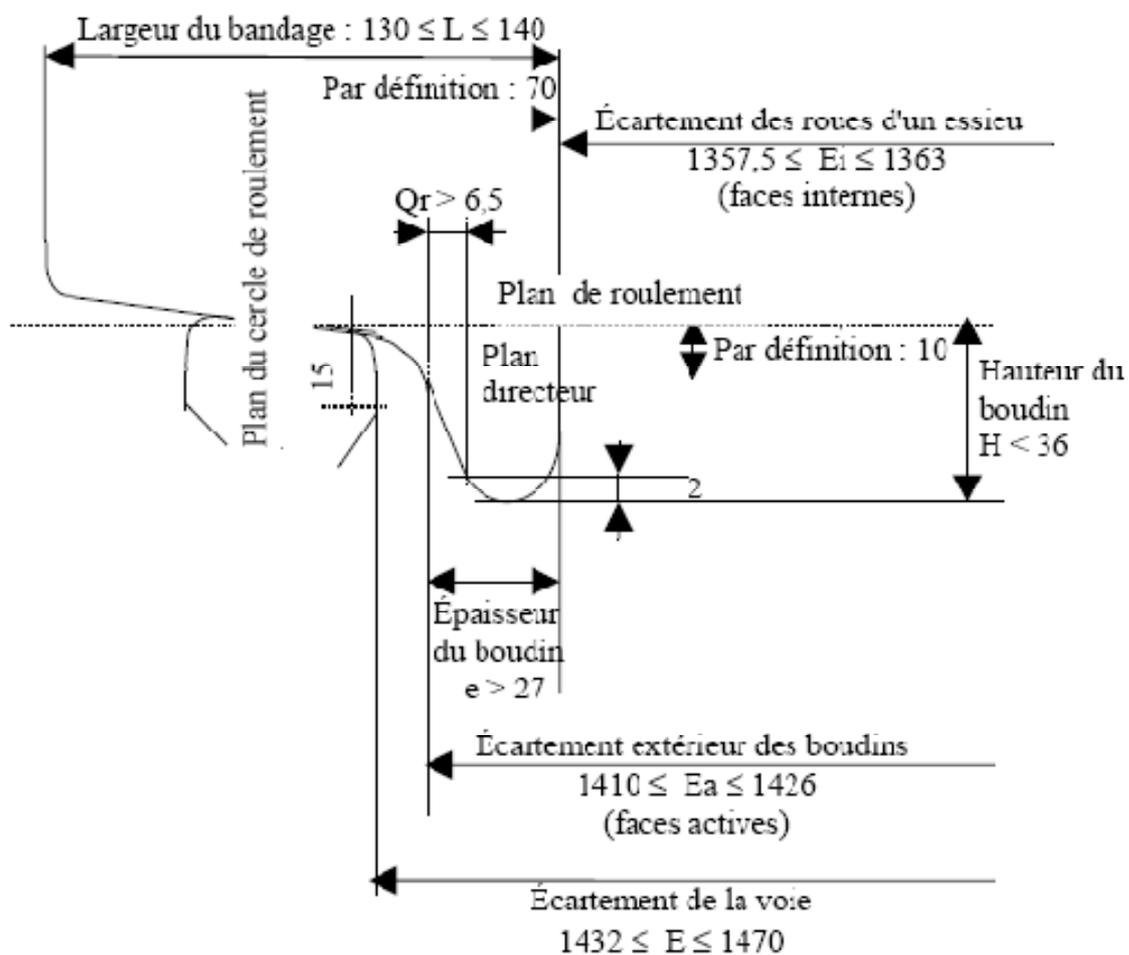


figure3.c : Les dimensions d'une roue de train

Principales valeurs des pentes :

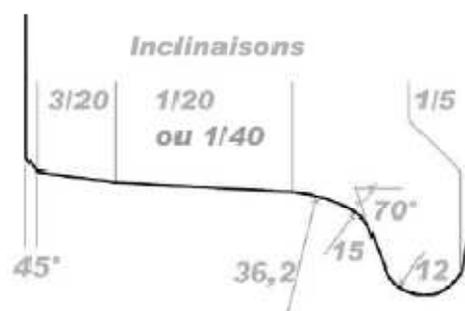


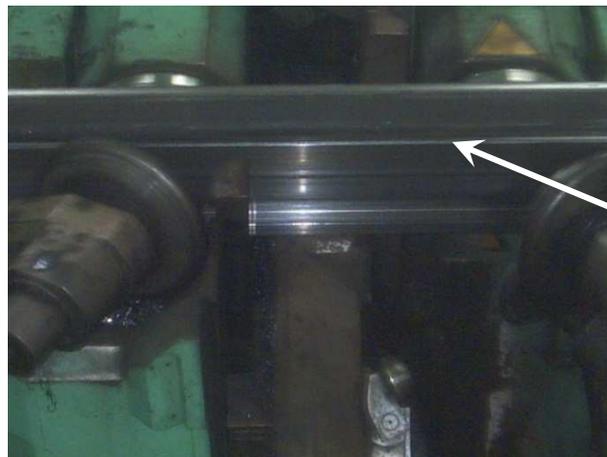
figure3.d : Représentation des pentes d'une roue de train

II-Structure et Fonctionnement :

Les principaux ensembles de la machine, installation et leurs fonctions sont :

1/ - Rails d'entrée :

Les rails d'entrée raccordent la voie (fig6). Des témoins rouges s'allument pour signaler que la voie n'est pas raccordée et des témoins verts signalisent que la voie est raccordée.



Rail mobile

figure6 : rail mobile entre les quatre galets

2/ -Entraînement des supports de poulies :

Chaque support de polies, est logé dans un palier fixe et dans deux paliers libres à action horizontale et dans deux paliers libres à actions verticale (fig7).



figure7 : moteur à entraînement des supports poulies

3/ -Support des poulies motrices :

Le support de poulie est déplacé verticalement par un cylindre hydraulique.

Avant de soulever l'essieu monté des rails d'entrée, il est nécessaire de régler le support de poulie sur la plus petite valeur avoisinante du diamètre à usiner. Il suffit de mesurer ou d'évaluer approximativement le diamètre de l'essieu monté. Les cliquets prévus pour ce réglage sont disposés à droite et à gauche de la machine.

Le champ d'action du support de poulie est limité à ± 10 mm en position horizontale.

4/ -Dispositif de centrage extérieur :

Le dispositif de centrage permet de soutenir un essieu logé dans un palier extérieur, à l'aide d'une force limitée (fig8). Ainsi les paliers de l'essieu font fonction de centre de rotation pendant le tournage, ce qui garanti une extrême précision.



figure8 : soutien de l'essieu par une cale.

5/ -Galets de guidage :

Les quatre galets de guidage assurent le positionnement axial du train de roues (fig9.a, b).

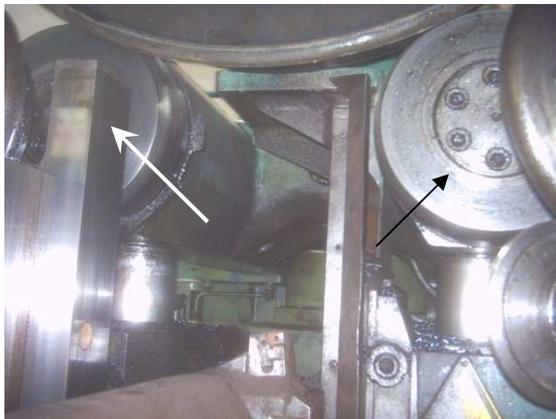


figure9.a : vue des deux galets d'entraînements
figure9.b : vue des deux types de galets

6/ -Dispositif de charge des essieux montés :

Le dispositif de charge des essieux montés permet d'augmenter la force de pression des poulies motrices sur l'essieu lorsque la charge par l'essieu est faible (fig10).

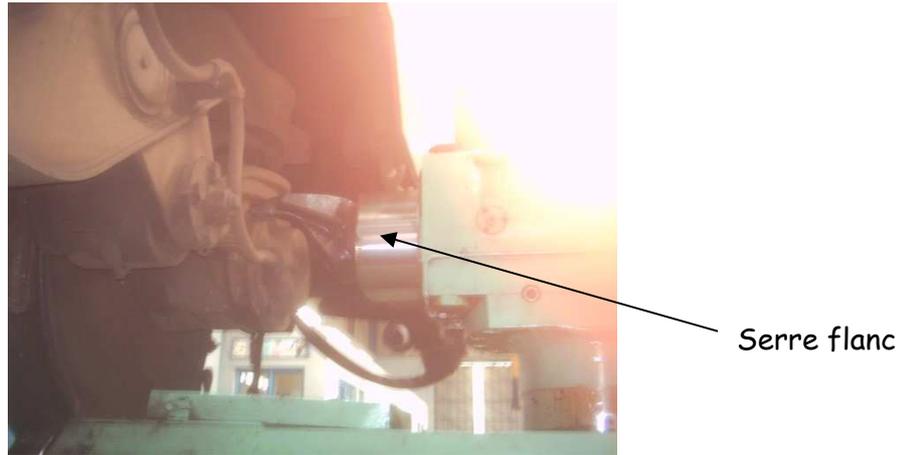


figure10 : maintien de l'essieu par le serre flanc

Chapitre 4 : problématique rencontrée sur l'onduleur simodrive de la machine CNC et solution proposée

I. Description technique onduleur à modulation de largeur d'impulsion SIMODRIVE 60CS6101-4A-Z

1/ -introduction

- ✓ Pourquoi onduleur à modulation de largeur d'impulsion (MLI) aux machines outils ?

Justification :

Les onduleurs à source de tension génèrent des tensions et des courants dont la composante harmonique est relativement élevée. Ces harmoniques produisent des couples pulsatifs. Quand le moteur tourne à une vitesse relativement élevée, ces pulsations sont amorties par l'inertie mécanique.

Cependant, à basse vitesse, elles peuvent produire une vibration considérable. Dans certaines applications, comme les machines outils, ces vibrations sont inacceptables si la haute précision est recommandée. Dans ce cas, un système d'entraînement utilisant un onduleur à modulation de largeur d'impulsion (MLI) est la solution.

2/ - Description d'onduleur MLI à transistor SIMODRIVE 60CS6101-4A-Z



Fig 11 : L'Onduleur à modulation de largeur d'impulsion à transistors pour entraînements d'avance triphasé 6SC61-4A-Z

2-1.Utilisation :

Les onduleurs à modulation de largeur d'impulsions à transistors sont utilisés, en liaison avec le servomoteur triphasé pour l'entraînement des axes d'avance de machine outils. Ils régulent la vitesse de l'entraînement en fonctionnement dans les quatre quadrants et satisfont aux exigences les plus élevées de comportement dynamique de régulation.

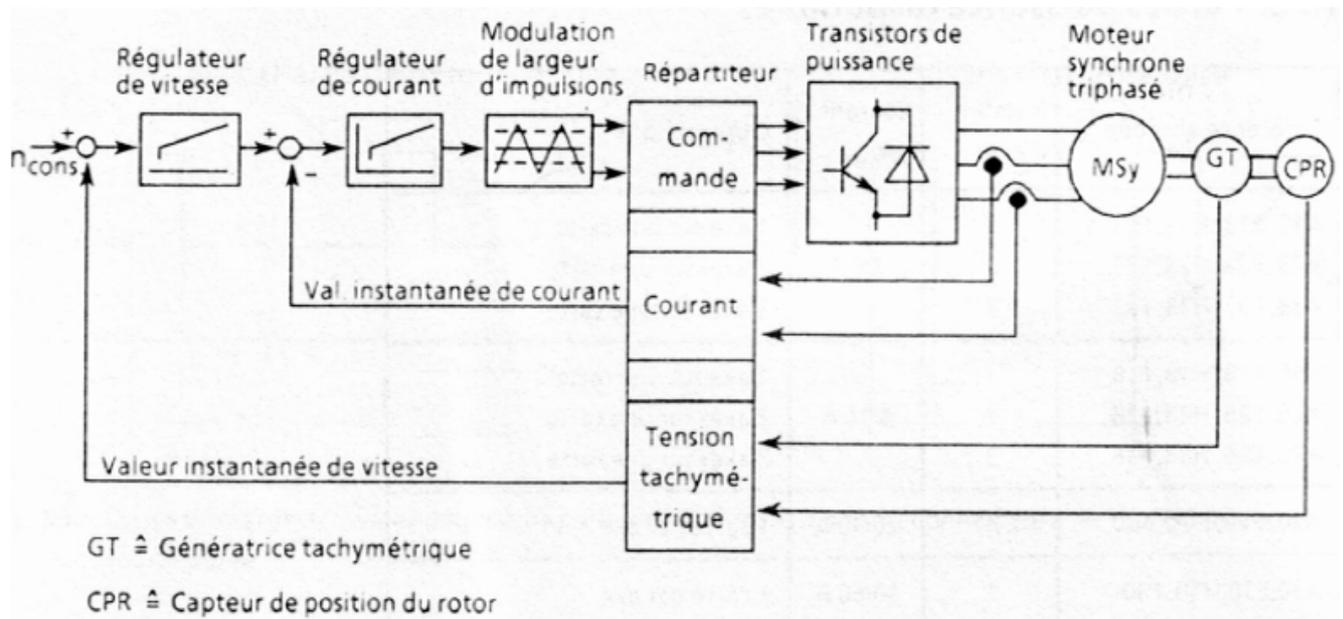
2-2.Fonctionnement

La structure du circuit de régulation de l'entraînement d'avance triphasé est de type cascade avec boucle de régulation de vitesse et boucle de régulation de courant. Le signal de sortie du régulateur de courant est appliqué à un modulateur de largeur d'impulsions. Ce dernier convertit la valeur analogique continue en un signal binaire dont le rapport cyclique est proportionnel à l'amplitude du signal d'entrée. La valeur de consigne de tension sous forme d'impulsions modulées en largeur de commande les transistors de l'onduleur qui produisent une tension proportionnelle à la valeur de consigne et dont la valeur

moyenne est réglée par le rapport cyclique. Dans le cas des entraînements triphasés, la fonction du collecteur électromécanique est assurée par un commutateur électronique. Les signaux du capteur de position du rotor permettent la commande du commutateur électronique et, ainsi, de l'onduleur du variateur.

La valeur instantanée de la vitesse est mesurée à l'aide d'une génératrice tachymétrique triphasée sans balais.

Schéma fonctionnel d'un entraînement d'avance triphasé



2-3.Caractéristiques techniques

- Tension nominale de raccordement : triphasé 165V, 50/60Hz ou 220V CC +10%,-15%.
- Tension nominale de sortie : 0 à +/- 210VCC
- Courant limite de courte durée : $2 * I_n$ (200ms)
- Rendement : environ 95%
- Nombre d'axe d'avance : 1 à 6
- Pertes Pv : $P_v = P * 0,05$

- Températures ambiantes adm.
- -Température de l'air de refroidissement à l'entrée 0 °C à +60 °C
- -Température de stockage : -25 °C à +85 °C

2-4. Constitution

L'onduleur MLI est constitué de

- ✓ deux cartes de régulation 6SC6100-0GA11 côté gauche et droit, chacune d'elle représente les axes X et Z.



Figure 12 : carte de régulation

- ✓ une carte d'alimentation 6SC6100-0GB00 (fig 36):

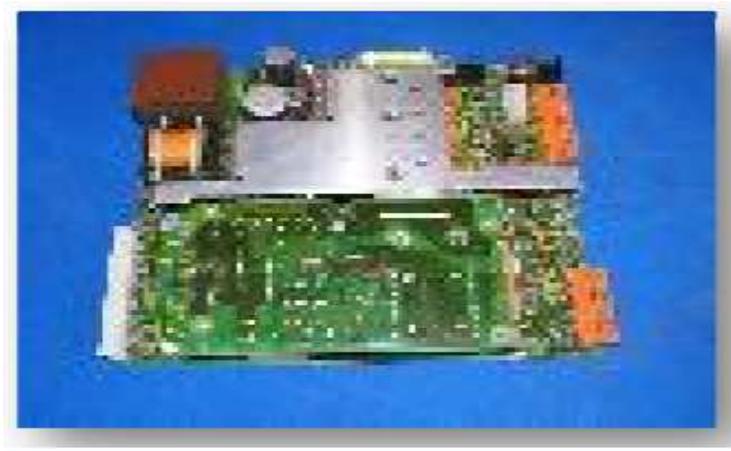


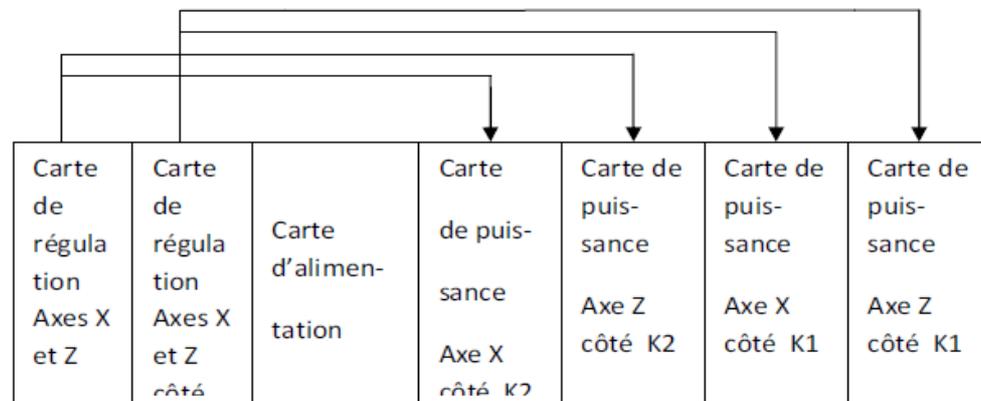
Figure 13 : carte d'alimentation

Quatre cartes de puissances 6SC130-0FE00 telle que chaque deux cartes de puissances sont reliées à une carte de régulation et qui représente un axe.



Figure 14 : carte de puissance

La liaison entre ces cartes est faite est présenté dans le schéma suivant :



II. Description du problème rencontré sur l'onduleur SIMODRIVE 60CS6101-4A-Z

L'endommagement fréquent de ses cartes de puissances et la carte d'alimentation entraîne l'arrêt de la production. Par conséquent il y a un effet indésirable vu la disponibilité seulement du deux tours en fosse au Maroc qui sont responsables du reprofilage des roues de train de voyageurs,. Donc un manque important de production, vu le cycle d'usinage effectué chaque jour.

✓ EXEMPLE DES CARTE D'ONDULEURS DEFECTUEUSES



Fig.14 Carte d'alimentationFig.15 Carte de puissance

défectueusedéfectueuse

Pour subvenir à ce problème l'équipe d'unité transfère les cartes défectueuses à l'atelier électronique qui dépend de l'ONCF à Casablanca pour réparer les composants qui peuvent être réutilisés sinon, ils demandent des cartes nouvelles auprès de la société Siemens, par conséquent elles sont coûteuses. Donc la mission est de trouver une solution fiable et économique

Pour cela le travail sera divisé en trois étapes :

- ❖ La bonne utilisation standard de l'onduleur avec son entretien.
- ❖ La recherche des incidents qui peuvent intervenir sur l'onduleur et la cause principale qui détruit ses cartes.
- ❖ La solution efficace proposée.

III. Etude des causes possibles qui peuvent surgir.

- **types de défaut**

Une augmentation ou une diminution anormale des grandeurs nominales dans un circuit électrique constitue un défaut ou une perturbation. Ce sont le plus souvent les variations anormales de la tension, de l'intensité et de la fréquence qui sont à l'origine de ces perturbations.

Les défauts les plus courants sont :

Défaut d'origine électrique :

- Surtension,
- Chute de tension,
- Déséquilibre, perte de phases qui provoquent des variations sur le courant absorbé,

- Courts-circuits dont le courant peut atteindre des niveaux destructeurs pour le récepteur.

Défaut d'origine mécanique :

- Blocage du rotor,
- Surcharge momentanée ou prolongée qui entraînent une augmentation du courant absorbé par le moteur, d'où un échauffement.
- frottements excessifs sur un arbre moteur.
- efforts d'usinage trop élevés.

Après, la documentation technique de l'onduleur SIMODRIVE et de sa protection équipée, j'ai constaté qu'on peut ignorer les défauts courts circuits, surtension..., et après la consultation de la méthode d'usinage j'ai constaté qu'on peut rencontrer des accidents d'origine mécanique puisqu'on travaille toujours avec des couples élevés. Par ailleurs on peut constater aussi que le limiteur de courant dans le circuit intermédiaire d'onduleur ne fonctionne pas correctement, *d'où cette analyse permet de traiter les causes essentielles possibles qui sont :*

Défauts	Effets	Conséquences sur la machine
<i>Blocage du rotor</i>	<i>Surintensité</i>	<i>Sur-échauffement</i> <i>Conséquences sur les cartes d'onduleur</i>
<i>frottements excessifs sur un</i>	<i>Surintensité</i>	<i>Sur-échauffement</i> <i>Conséquences sur</i>

<i>arbre moteur</i>		<i>les cartes d'onduleur</i>
<i>Démarrage fréquent</i>	<i>Surintensité</i>	<i>Sur-échauffement</i> <i>Conséquences sur les cartes d'onduleur</i>
<i>efforts d'usinage trop élevés.</i>	<i>Surintensité</i>	<i>Sur-échauffement</i> <i>Conséquences sur les cartes d'onduleur</i>

<i>Limiteur de courant dans circuit intermédiaire absent ou dysfonctionné</i>	<i>Surintensité</i>	<i>Sur-échauffement</i> <i>Conséquences sur les cartes d'onduleur</i>
---	---------------------	--

*D'où la nécessité de chercher une solution fiable pour les protégés contre les **surintensités.***

- *Principes de la protection envisagée*

Tout dispositif de protection doit à la fois détecter la perturbation et couper le circuit qui est à l'origine de cette perturbation.

✓ **Dans le cas des surintensités on doit définir le rôle du dispositif :**

- Protection contre les surcharges.
- Protection contre les courts-circuits.
- Protection contre tous les types de surintensité.

- ✓ L'autre point important est de savoir si l'appareil est capable d'éliminer sans dommage le défaut.

D'où la nécessité de choisir un appareil de protection capable de répondre aux exigences demandés

IV. Solution proposé

J'ai proposé d'intégrer une installation électrique au circuit de puissance et de commande qui va nous servir pour protéger l'onduleur contre l'endommagement de ses cartes de puissances et la carte d'alimentation , Contient un relais de contrôle de courant basé sur les courants nominales et maximales supportés par ses cartes

- ✓ Relais de mesure de courant, modèle RMJA32



1/ -fonctionnalités

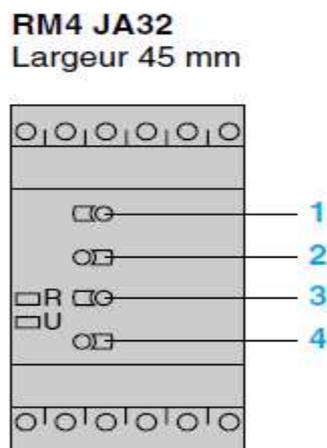
Ces appareils sont destinés à détecter un dépassement de seuil de courant pré-réglé alternatif ou continu.

Ils comportent un volet transparent articulé sur la face avant pour éviter toute intervention involontaire sur le réglage. Ce volet est directement plombable.

2/ -Domaines d'application :

- contrôle d'excitation de machines à courant continu,
- contrôle d'état de charge des moteurs et des génératrices,
- contrôle du courant absorbé par un moteur triphasé,
- surveillance de circuits de chauffage, d'éclairage,
- contrôle de désamorçage de pompe (sous-courant),
- contrôle de surcouple (broyeurs),
- surveillance de freins ou d'embrayages électromagnétiques.

3/ -Description



- 1 Réglage du seuil de courant en % du maxi de la plage de réglage.
- 2 Réglage de l'hystérésis 5 à 30 % (2).
- 3 Réglage fin de la temporisation en % du maxi de la plage de réglage.
- 4 Commutateur 10 positions combinant :

R DEL jaune : indication d'état du relais.

U DEL verte : indication de mise sous tension du RM4.

4/ -Principe de fonctionnement

La tension d'alimentation est appliquée sur les bornes A1-A2.

Le courant à surveiller est raccordé sur les bornes B1, B2, B3 et C. Voir schéma ci-dessous.

L'hystérésis est réglable entre 5 et 30 % : en **surintensité** $h = (IS1 - IS2) / IS1$,
en **sous-intensité** $h = (IS2 - IS1) / IS1$.

Un cycle de mesure ne dure que 80 ms, ce qui permet de saisir rapidement les modifications de courant.

Appareil réglé en mesure de surintensité

Si le courant est $>$ au seuil de réglage IS1, le relais de sortie s'enclenche avec ou sans temporisation, suivant modèle.

Lorsque le courant revient à une valeur IS2 inférieure à ce seuil, en fonction du réglage de l'hystérésis, le relais déclenche instantanément.

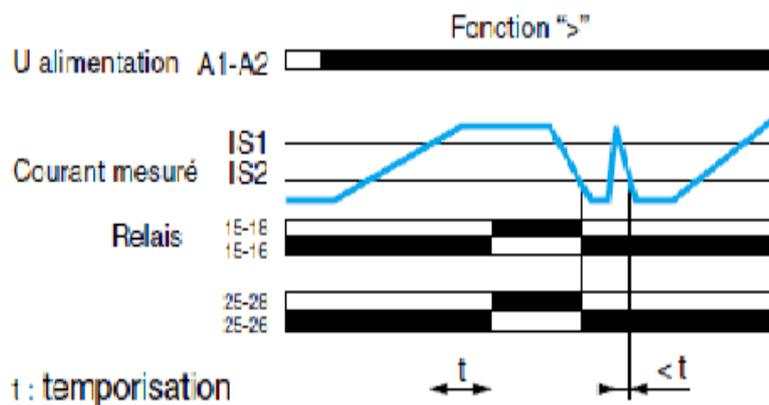
Appareil réglé en mesure de sous-intensité

Si le courant est $<$ au seuil de réglage IS1, le relais de sortie s'enclenche avec ou sans temporisation suivant modèle.

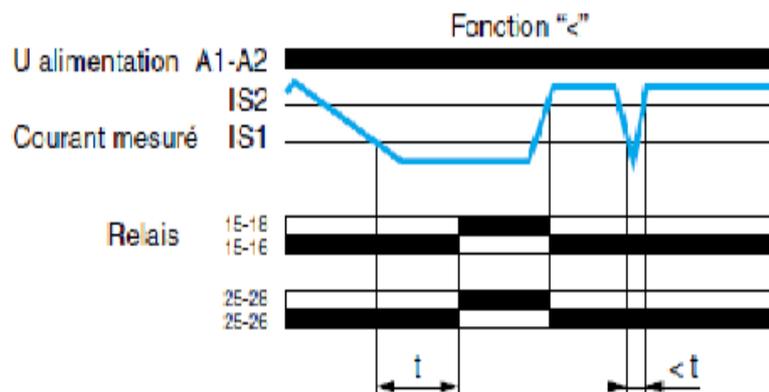
Lorsque le courant revient à une valeur IS2 supérieure à ce seuil, en fonction du réglage de l'hystérésis, le relais déclenche instantanément.

5/-Diagramme fonctionnels

Contrôle de surintensité



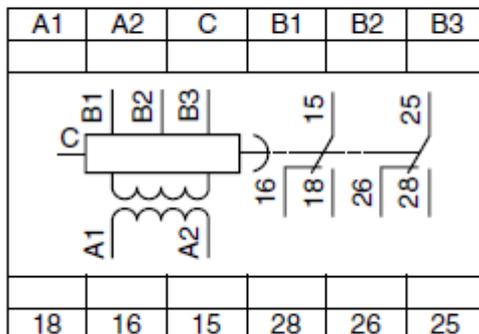
Contrôle de sous-intensité



Noté bien: les domaines de mesure peuvent être étendus à l'aide d'un transformateur de courant dont le secondaire est connecté aux bornes de mesure du RM4 correspondant ou à l'aide d'une résistance en parallèle à l'entrée de mesure

6/ -schéma, raccordement

RM4 JA32



A1-A2 Tension d'alimentation

Raccordement et domaine de mesure à mesurer en fonction du type de RM4 JA

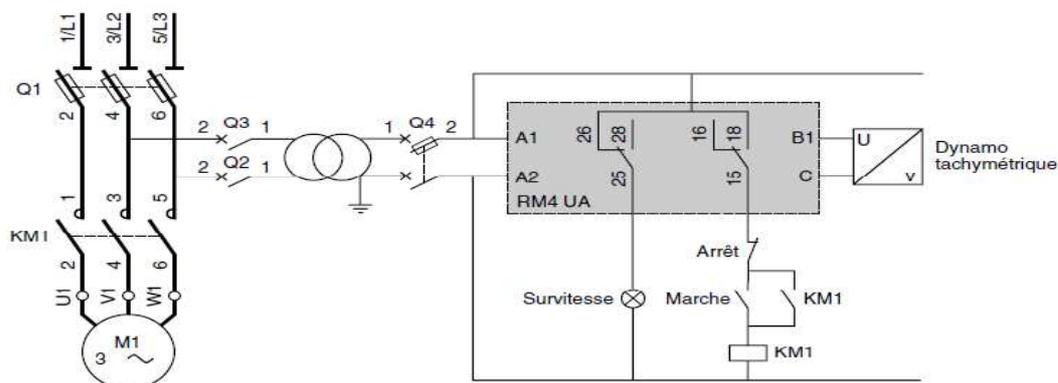
B1, B2, B3, C Courants à mesurer
(voir tableau ci-contre)

RM4 JA01 et RM4 JA31	B1-C	3...30 mA	RM4 JA32	B1-C	0,3...1,5 A
	B2-C	10...100		B2-C	1...5 A
	B3-C	0,1...1 A		B3-C	3...15 A

7. Schéma d'application

Schéma d'application

Exemple : contrôle de survitesse (fonction sous-tension)



Conclusion

Pendant le déroulement de mon stage, j'ai eu l'opportunité de travailler sur différents aspects avec deux équipes différentes. Le travail réalisé s'est avéré très enrichissant pour mon expérience professionnelle aussi bien en ce qui concerne le domaine technique que l'aspect humain.

Le fait de travailler en équipe et utiliser des applications existantes m'a permis de m'intégrer dans un groupe de travail et de voir en quoi consistait le travail d'une équipe de maintenance au sein de l'ONCF.