



LICENCE
Electronique Télécommunication et Informatique
(ETI)

RAPPORT DE FIN D'ETUDES

Intitulé : Projet de fin d'études :

Sujet : étude et analyse d'avarie de la carte IOP du G.S des rames Z2M

Etude de la carte IOP

Réalisé Par :

KAGHAT MEHDI

Encadré par :

M^R FARHAT MEHDI (société)

P^r AIHAITOUF ALI (FST)

Soutenu le 16 Juin 2014 devant le jury

Pr ERRAHIMI (FST FES)

Pr ABERKANE (FST FES)



REMERCIEMENTS

Ce rapport est bien le labour d'un modeste effort mais, et ce serait vraiment injuste de l'entamer sans rendre aux personnes, grâce auxquelles il a été réalisé, l'hommage qui leur revient de droit.

C'est pour cela que ma profonde gratitude s'adresse à mon encadrant Mr. AHAITOUF Ali, je remercie ainsi tous les membres du jury de ma soutenance pour l'attention qu'ils ont accordé à notre sujet de fin d'étude.

Je dois mes remerciements particulièrement à mon encadrant responsable de maintenance Mr. FARHAT El mahdi et au chef de chantier Mr. DEMMOUM Omar pour ses conseils.

Mes vifs remerciements vont également à toutes les équipes de travail au sein du chantier des rames automotrices Casablanca qui ont fait preuve d'une grande gentillesse et soutien technique durant toute la durée de notre stage.

Enfin, que tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'aboutissement de ce travail trouvent ici l'expression de notre gratitude et l'assurance de notre respect.





SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I : Présentation de l'entreprise ONCF	3
1. Historique	3
2. Activités	3
2.1. Chiffre d'affaire.....	3
2.2. Transport de voyageurs	3
2.3. Transport de marchandises	3
3. Le réseau ferré	4
4. Le matériel roulant	5
5. L'organigramme	6
CHAPITRE II : Le convertisseur des services auxiliaires des TAF.....	7
1. Composition du convoi TAF.....	7
2. Le convertisseur des services auxiliaires	9
2.1 Schéma du convertisseur	9
2.2 Définition	10
2.3 Schéma électrique de principe	11





CHAPITRE III : Problème et solutions de la carte IOP	13
1. Généralités	13
2. L'alimentation	15
3. Les connecteurs	16
4. Signalisation sur la façade.....	18
5. Problématique	19
6. Etude.....	19
6.1 Analyse	19
6.2 Le schéma d'interface de sortie pour les cartes de pilotage de l'onduleur.....	21
6.3 Le fonctionnement d'interface de sortie pour les cartes de pilotage de l'onduleur.....	22
6.4 Résultat de l'étude.....	23
7. Solutions.....	24
7.1 Première solution	24
7.2 Deuxième solution	25
CONCLUSION.....	28





Liste des abréviations :

Abréviation	Sens
IOP	Input-Output
GTO	Gate Turn Off
TAF	Train à Haute Fréquentation
M	Motrice
MH	Motrice Handicapée





INTRODUCTION :

Le réseau des chemins de fer marocain est aujourd'hui l'un des plus modernes d'Afrique. Son développement est pourtant extrêmement complexe du fait de l'histoire du pays. Le choix des écartements, les tracés, et certaines décisions lourdes de conséquences telles que l'électrification ont souvent eu des motivations politiques.

Deux ateliers principaux existent pour l'entretien du matériel, à Casablanca (traction électrique) et Meknès (traction diesel). Il existe également des dépôts bien équipés et capables d'assurer la maintenance courante à Marrakech, Oujda, Sidi Kacem, Rabat et Fès.

L'atelier où j'ai effectué mon stage est à Casablanca, les rames utilisées sont des Z2M et c'est en ces dernières où se situe la carte électronique dont j'ai fait l'étude.

****Brève présentation du sujet :***

Mon sujet concerne l'étude et l'analyse d'avarie de la carte IOP qui est une carte électronique se situant dans le convertisseur des services auxiliaires et plus exactement dans le RACK. Cette carte est essentielle pour le fonctionnement du convertisseur car elle pilote en même temps à travers ses 9 interfaces les onduleurs, le chopper à module GTO, le disjoncteur extra rapide etc. Ce qui représente le fonctionnement du convertisseur et tous ceci afin d'assurer la conversion de la tension





source de 3KV cc a une tension de 380V ca qui servira pour alimenter tout les auxiliaires des rames Z2M.

****Problématique :***

Le problème qui se pose est que cette carte tombe en panne en cas de surtension , et d'où l'arrêt définitif du processus de conversion des services auxiliaires qui cause le fonctionnement anormale de la rame.

****Cahier de charge :***

Dans ce cas, une étude de cette carte est obligatoire afin de préciser le circuit concerné qui est touché le plus par cet excès de tension, pour pouvoir préciser la source du problème et puis proposer la solution la plus adapté pour le résoudre définitivement.

D'abord je vais mentionner ce que c'est une rame Z2M pour introduire mon travail en parlant de ses composantes, son fonctionnement et puis préciser où se trouve le convertisseur des services auxiliaires. Ensuite traiter le fonctionnement du convertisseur en détaillant ses schémas. Et enfin repérer la carte, déterminer son rôle et son fonctionnement .





Chapitre I : Présentation de l'entreprise ONCF

1- Historique :

L'Office national des chemins de fer a été constitué le 1^{er} janvier 1963 par le rachat des concessions attribuées antérieurement aux Compagnie des chemins de fer du Maroc (CFM) et Compagnie du chemin de fer du Maroc oriental (CMO), la Compagnie franco-espagnole du Tanger-Fès (TF), subsistant un temps comme concessionnaires afin de fusionner les exploitations des deux réseaux. L'ONCF est membre de l'Union internationale des chemins de fer (UIC), de l'Union arabe des chemins de fer (UACF) et du Comité du transport ferroviaire maghrébin (CTFM).

2- Activités :

- **Chiffre d'affaires**

L'ONCF continue sa croissance sur ses secteurs d'activité aussi bien voyageurs que marchandises, le chiffre d'affaires réalisé en 2013 est de l'ordre de 3,8 milliards de DH soit une croissance de ▲6.9 % par rapport à l'année 2012.





- **Transport de voyageurs**

En 2013, l'ONCF a transporté plus de 38 millions de voyageurs (▲5.5 %)

- **Transport de marchandises**

En 2013, le trafic marchandises s'est stabilisé quant à lui à 36 millions de tonnes.

3- LE RESEAU FERRE :

- Le réseau de l'Office national des chemins de fer s'étend sur 2 110 km en 2014. l'amélioration des liaisons ferroviaires entre la gare de Tanger-Ville et le complexe portuaire Tanger (le nouveau port de Tanger) situé dans la région de Oued Rmel, avec création d'une ligne nouvelle en voie unique électrifiée en 2011 de 45 kilomètres entre ces deux sites. D'un coût total de 3,2 milliards de dirhams, cette ligne ferroviaire permet de relier le port de Tanger Med au réseau national. Elle a été inaugurée le mercredi 17 juin 2009 par le roi Mohammed VI.
- La construction d'un shunt de 47 kilomètres entre Sidi Yahya el Gharb et Mechra Bel Ksiri et l'électrification totale de la ligne depuis Sidi Yahya el Gharb jusqu'à Tanger. Ceci a permis de gagner une heure sur les temps de parcours Casablanca-Rabat-Tanger et de développer le trafic des conteneurs. La ligne est entrée en service en 2009².
- La ligne à voie unique Taourirt-Nador, d'une longueur de 117 km, desservant une région riche en minerais. Elle a été inaugurée par le





roi Mohammed VI le 1^{er} juillet 2009³. Sept gares ont été construites sur cette ligne.

- Le doublement des voies entre la Province de Nouaceur et Jorf Lasfar, commencé en 2005 et qui s'est achevé en 2007.
- La rectification du tracé et le doublement du tronçon Meknès-Fès, qui s'est achevé en janvier 2007, après une mise en service partielle entre Sidi Kacem et Meknès dès juillet 2005.

4- LE MATERIEL ROULANT :

- Acquisition de 24 rames électriques à deux étages auprès du constructeur italien Ansaldo Breda. Quatre sont exploitées en rames rapides (orange) entre Casablanca et Fès, à 160 km/h.
- Acquisition auprès d'Alstom de 20 locomotives électriques Prima II dernière génération afin de densifier son offre tant sur le volet voyageurs que fret. Auquel s'ajoute un 2^e contrat de 5 Prima 3kv et de 5 Prima bicourant 3kv/25Kv alt.
- L'ONCF procède à la rénovation des ses propres rames et a également signé un partenariat avec la SNCF afin d'acquérir des rames Corail auprès de l'entreprise française afin de les rénover dans ses ateliers au Maroc et les réaménager à ses propres exigences : vu les températures estivales au Maroc, la climatisation est disponible dans tous les trains marocains ce qui n'est pas le cas sur toutes les rames Corail.





- L'office a fait également acquisition de plusieurs wagons de marchandises et restaure régulièrement son propre matériel roulant. L'ONCF procède progressivement au renouvellement de ses rames afin de se conformer aux normes des standards internationaux de qualité et de confort. Ceci lui a permis de décrocher la norme ISO 9001-2000.

5- L'ORGANIGRAMME :





ORGANIGRAMME DE L'ETABLISSEMENT RAMES AUTOMOTRICES CASA (D.M.M)

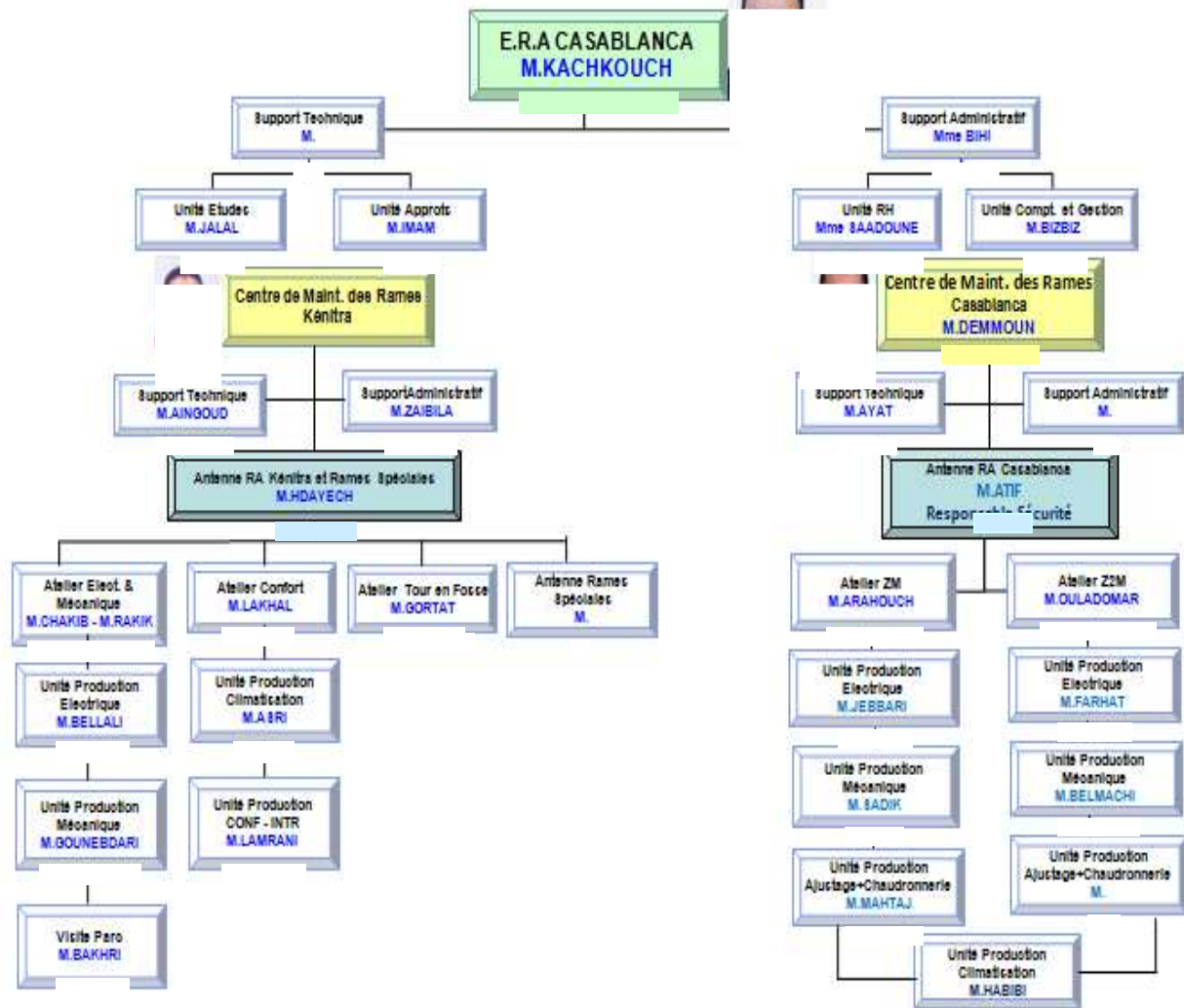


Figure1

Chapitre II : Le convertisseur des services auxiliaires des TAF





1- Composition du convoi TAF :

Les convois appelés TAF (Trains haute fréquentation) sont constitués de deux motrices et de deux remorques.

L'accélération au démarrage de ces convois est égale à $0,6 \text{ m / sec}^2$ jusqu'à 70 km / h et la décélération moyenne pendant le freinage correspond à environ $1,1 \text{ m / sec}^2$.

Les TAF sont conçus et construits dans le but de concentrer un grand nombre de places (757 passagers pour une longueur d'environ 103 mètres) sur une longueur de matériel réduite et, par conséquent, de quai de gare accessible au public.

L'enchaînement des wagons est facilité par 8 grands vestibules qui permettent 20 flux simultanés de montée / descente.

L'alimentation est assurée par la caténaire 3 kVcc.

Pour l'alimentation à 3 kVcc, le circuit se compose d'un filtre LC suivi du convertisseur principal.





SCHEMA : TAF

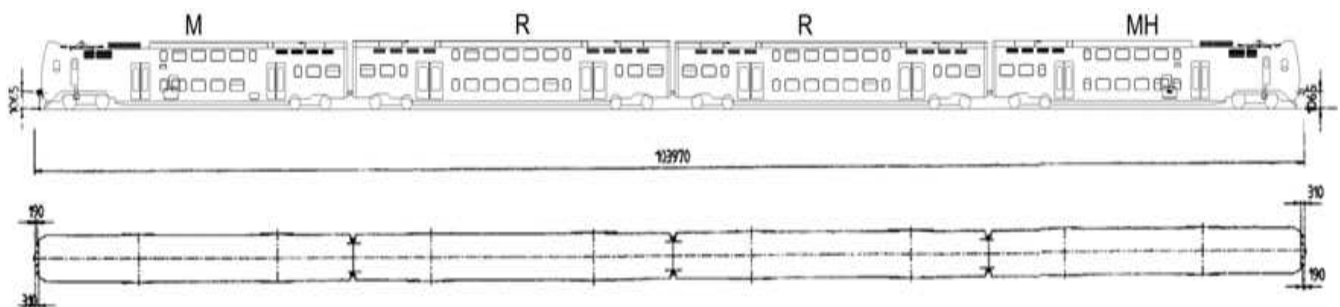


Figure2

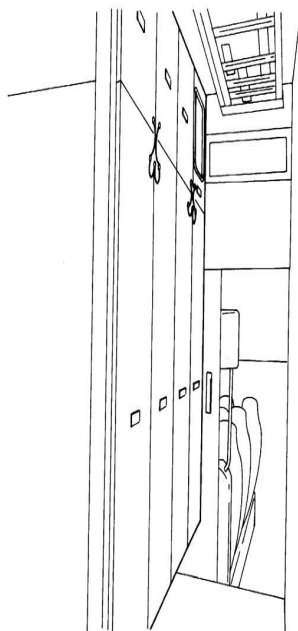
2- Le convertisseur des services auxiliaires :

2-1 Schéma du convertisseur :

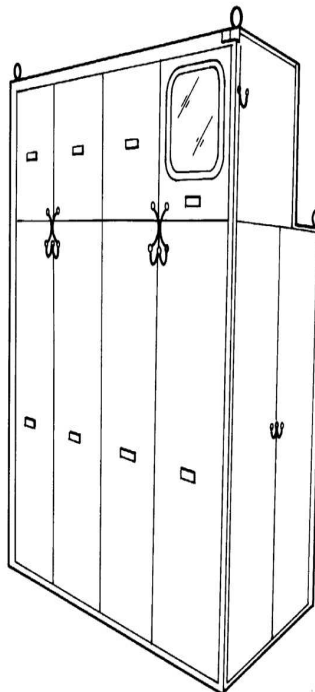




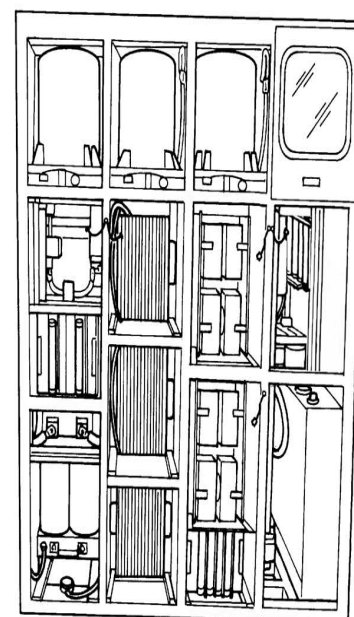
VUE ARMOIRE EN FONCTIONNEMENT



VUE AVEC PORTES EXTERNES ARMOIRE HORS FONCTIONNEMENT



VUE SANS PORTES EXTERNES ARMOIRE HORS FONCTIONNEMENT



DÉTAIL TRESSSES DE MISE À LA TERRE

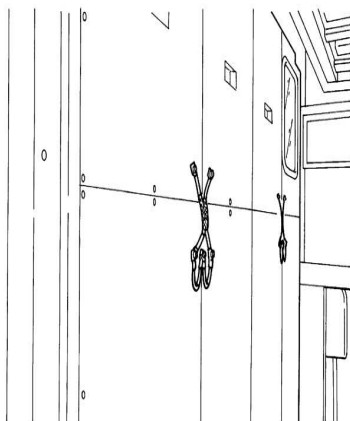


Figure3

2-2 Définition :





Le convertisseur des services auxiliaires assure la conversion de la tension 3KV cc que reçoit de la caténaire en une tension de 380V ca afin d'assurer l'alimentation des auxiliaires(380V ca) tel que la climatisation , la sonorisation et la lumière et cela en passant par 6 étapes.

Chaque convoi TAF est, comme on le sait, composé de deux motrices (une de type M et l'autre de type MH) et de deux remorques. Chaque motrice est équipée d'un convertisseur auxiliaire, soit deux par convois. La puissance de chaque convertisseur est suffisante à alimenter tous les usages d'un convoi. Par conséquent, la mise hors service d'un convertisseur ne provoque aucun dégât sur les installations auxiliaires.

2-3 Schéma électrique de principe



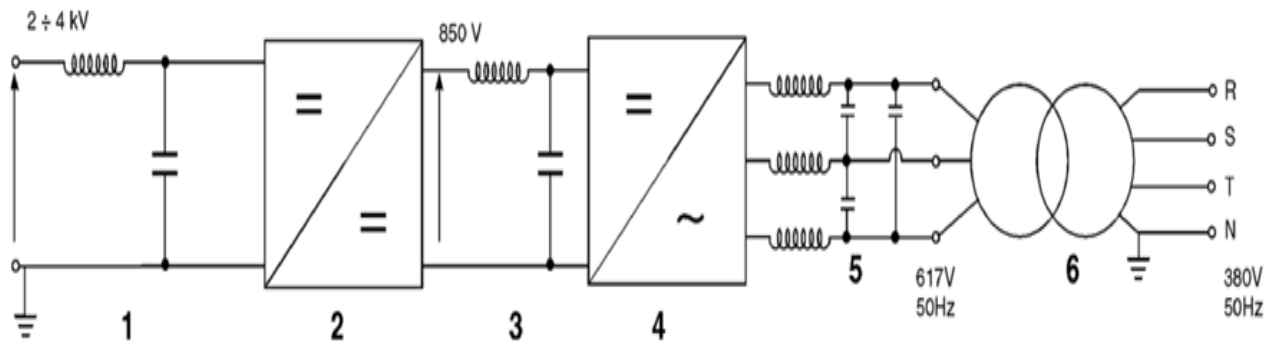


Figure4

La figure4 représente une vue globale du convertisseur alors que sur la figure5 on pourra voir plus en détail les blocs 3 et 4, les différents bloc sont :

1. filtre ligne L-C .
2. le stade chopper(hacheur) DC / DC (haute tension - moyenne tension) : est un hacheur qui convertit la tension du stade haute tension 3KV en moyenne tension 850V ce qui est commandé par la carte IOP qu'on va étudier par la suite.
3. filtre intermédiaire.
4. le stade onduleur DC / AC : réalise la conversion de la tension continue reçue de la caténaire en une tension d'alimentation des auxiliaires alternative.
5. filtre triphasé L-C.
6. transformateur de sortie groupe statique 600 Veff - 50Hz/380 V- 50Hz.





Circuit du convertisseur des services auxiliaires :

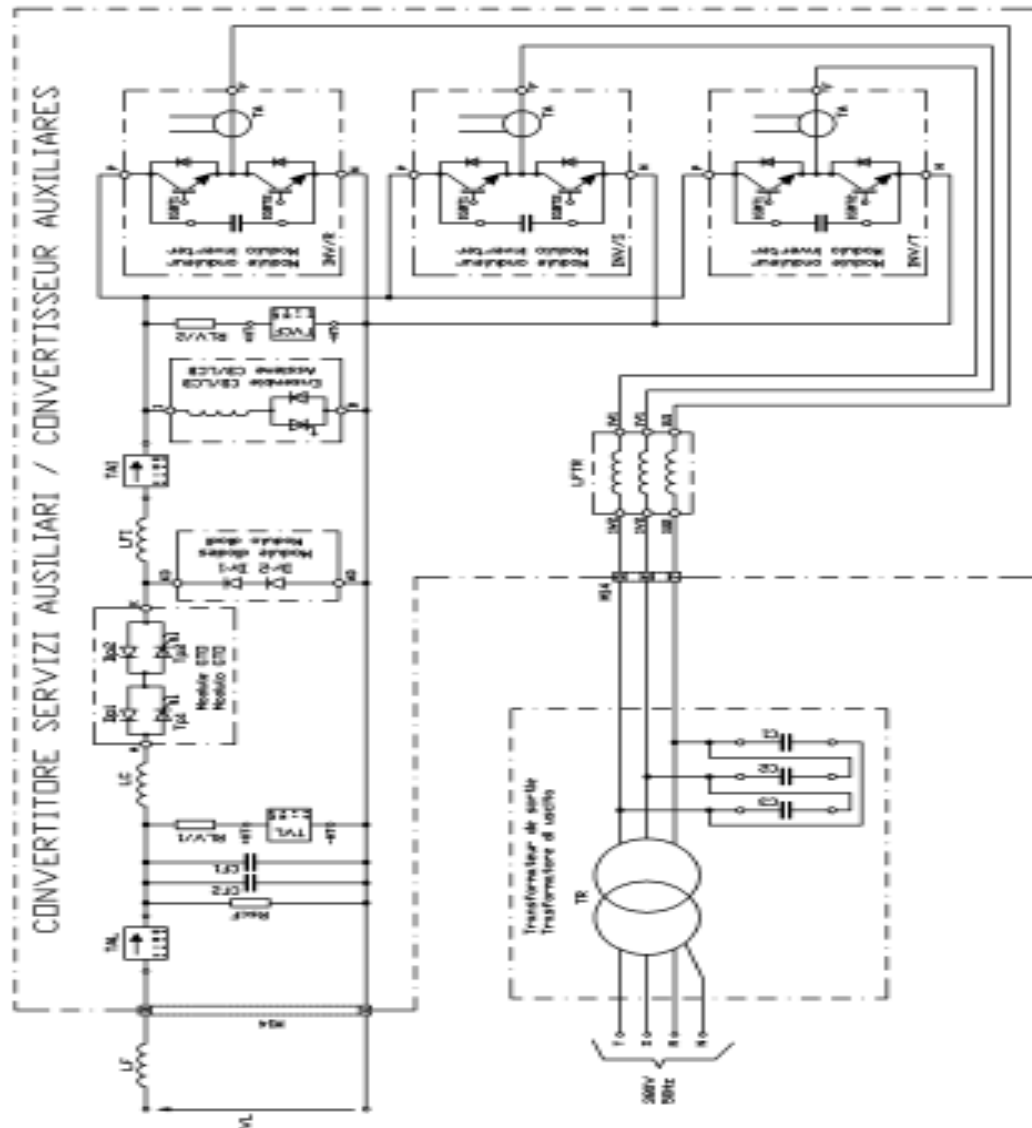


Figure5



Chapitre III : PROBLEME ET SOLUTIONS DE LA CARTE IOP(INPUT-OUTPUT)

1- Généralités

Cette carte gère essentiellement l'interface avec les circuits de puissance, en particulier avec les cartes de pilotage du chopper et de l'onduleur.

Les fonctions exercées par la carte sont :

- Pilotage des trois phases de l'onduleur par le biais de canaux opto-isolés.
- Circuits de validation des cartes de pilotage de l'onduleur par le biais de canaux opto-isolés.
- Acquisition des signaux de diagnostic des cartes de pilotage de l'onduleur par le biais de canaux opto-isolés.
- Pilotage du GTO du chopper à travers un canal en fibre optique.
- Acquisition du signal de diagnostic en provenance de la gate-unit du chopper par le biais de canal en fibre optique.
- Circuit amplification impulsions chopper (réalisé avec un intégré programmable PA1).
- Acquisition du signal de power-good alimentateurs réglage.
- Circuit de power on-power off pour validation et sectionnement alimentation fibres optiques.
- Acquisition des signaux en provenance des capteurs de ventilation de l'armoire du convertisseur.





- Circuit d'interface numérique de sortie pour piloter directement l'ouverture du disjoncteur extra-rapide.
- Circuit d'interface numérique pour la validation du compteur horaire de fonctionnement.
- Acquisition des signaux de diagnostic des condensateurs du filtre intermédiaire.
- Acquisition des signaux de diagnostic des disjoncteurs thermiques des modules.

Les circuits exerçant les fonctions susmentionnées sont les suivants :

- 1) Interface avec les cartes de pilotage de l'onduleur
- 2) Interface avec la gate-unit du chopper
- 3) Circuit d'allumage du chopper
- 4) Interface signal power-good
- 5) Circuit de power on-power off du chopper
- 6) Interface avec les airflow-switch
- 7) Interface avec le disjoncteur extra-rapide
- 8) Interface avec le compteur horaire
- 9) Interface avec les pressostats des condensateurs et les disjoncteurs thermiques.

2-L'alimentation :





CONNECTEUR X1

X1	d	b	z
2	P15R	P15S	P15T
4	GNDR	GNDS	GNDT
6	CFR	CFS	CFT
8	AFR	AFS	AFT
10	DR	DS	DT
12	C1R	C2R	TRR
14	GND	GND	FS1
16	C1S	C2S	TRS
18	GND	GND	FS2
20	C1T	C2T	TRT
22	GND	GND	FS3
24	COM1R	COM1R	COM1R
26	GND	GND	GND
28	P15OP	P15OP	P15OP
30	ALFS		CONT
32	GND	GND	GND



CONNECTEUR X2

X2	d	b	z
2	P5	P5	P5
4			
6		PGAL	P15TEST
8	ABCONT	DCHOP	IMPCH
10	PCO1R	PCO1S	PCO1T
12	PCO2R	PCO2S	PCO2T
14	PTOR	PTOS	PTOT
16	CHOK	DUTY	RAFCH1
18	RAFCH2	AFCH1	AFCH2
20	APIR	PGP	PGN
22	VEN1	VEN2	VEN3
24	DIAR	DIAS	DIAT
26	AR	AS	HT
28	PAR	PAS	PAT
30	P15	P15	P15
32	COM	COM	COM



4- Signalisation sur la façade

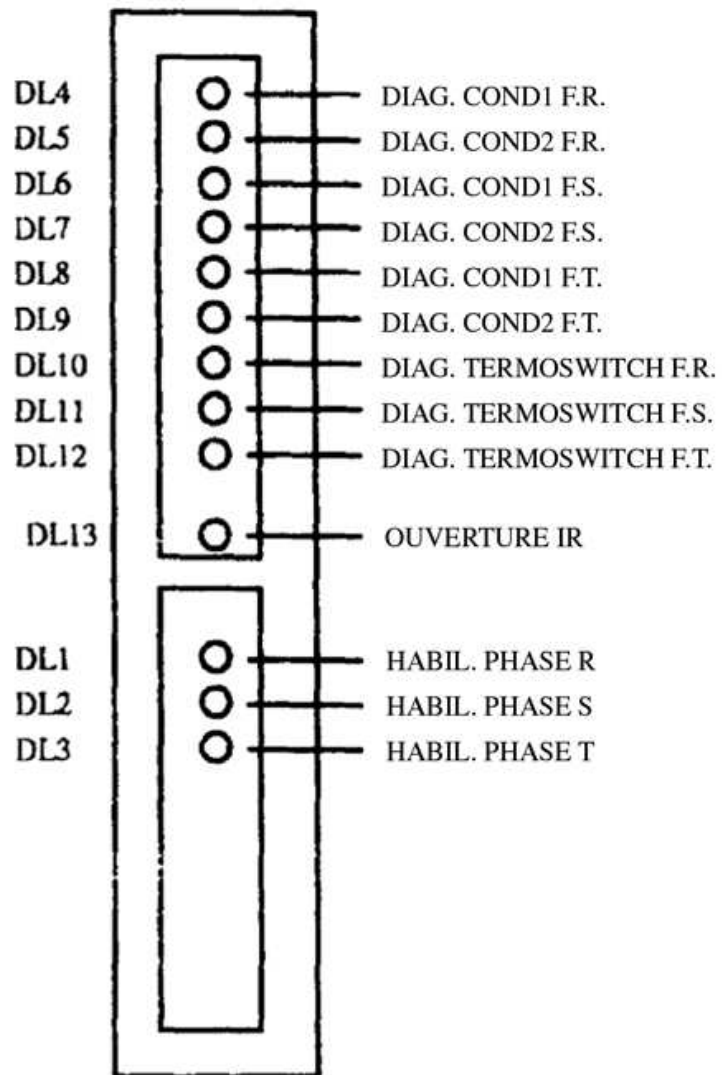


Figure7





5- Problématique :

La carte IOP reçoit une tension et un courant dont les valeurs doivent être nominaux, ils sont transmis à l'intermédiaire du RACK qui est alimenté par 24V ca.

La carte tombe en panne "se grille" en cas de dépassement des valeurs nominales de tension et de courant qu'elle reçoit.

Le but de cette analyse est de savoir les entrées à travers lesquelles la carte reçoit ces tensions et ceci en faisant une étude de son schéma et une analyse de son fonctionnement afin de trouver une solution qui nous permettra la protection de cette carte.

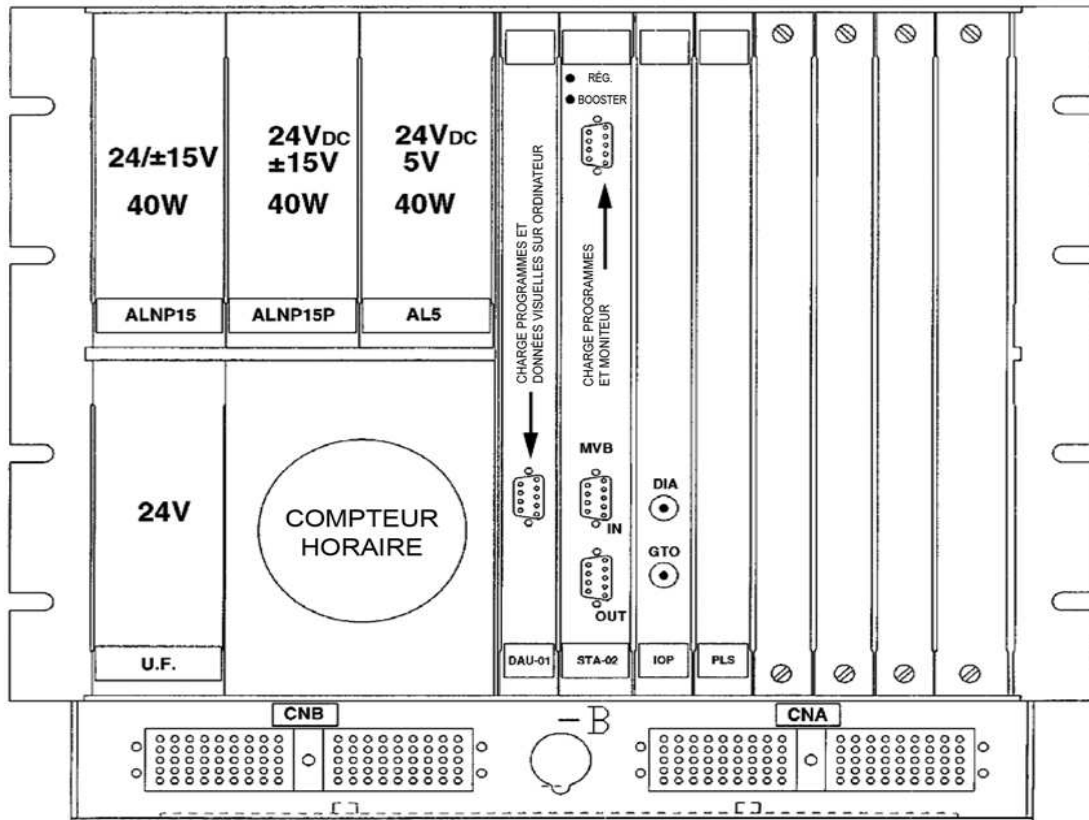
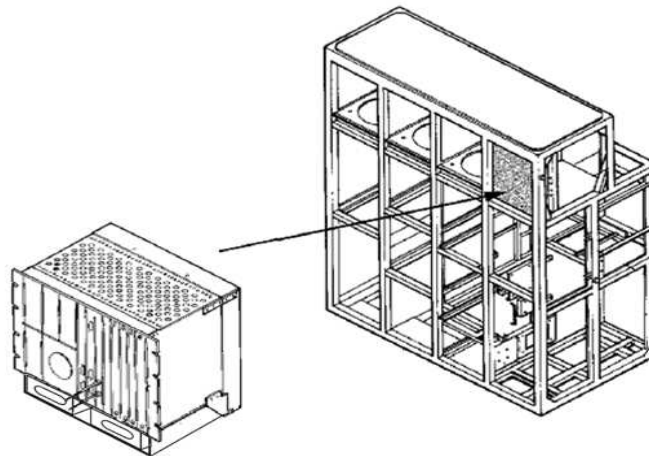
6- L'étude :

• 6-1 Analyse :

Après avoir fait l'étude de la carte IOP en alimentant les circuits de plusieurs cartes en avarie il s'est avéré que c'est le circuit de l'interface de sortie pour cartes de pilotage de l'onduleur qui tombe le plus en panne, et c'est le circuit le plus important car si les onduleurs ne fonctionnent pas en état normal la carte ne pourra pas gérer le reste des fonctions du pilotage, à titre d'exemple celui du chopper et en fin de compte l'enchaînement du circuit du convertisseur des services auxiliaires sera interrompu.

L'alimentation de ce circuit est faite aux PIN : 28dx2 , 26dx2, 28bx2, 26bx2 , 28zx2, 26zx2 ; avec une tension de 5V que reçoit la carte à travers le RACK ce qui est illustré sur le schéma dessous :





LE SCHEMA DU RACK

Figure8





6-2 Le schéma d'interface de sortie pour cartes de pilotage de l'onduleur :

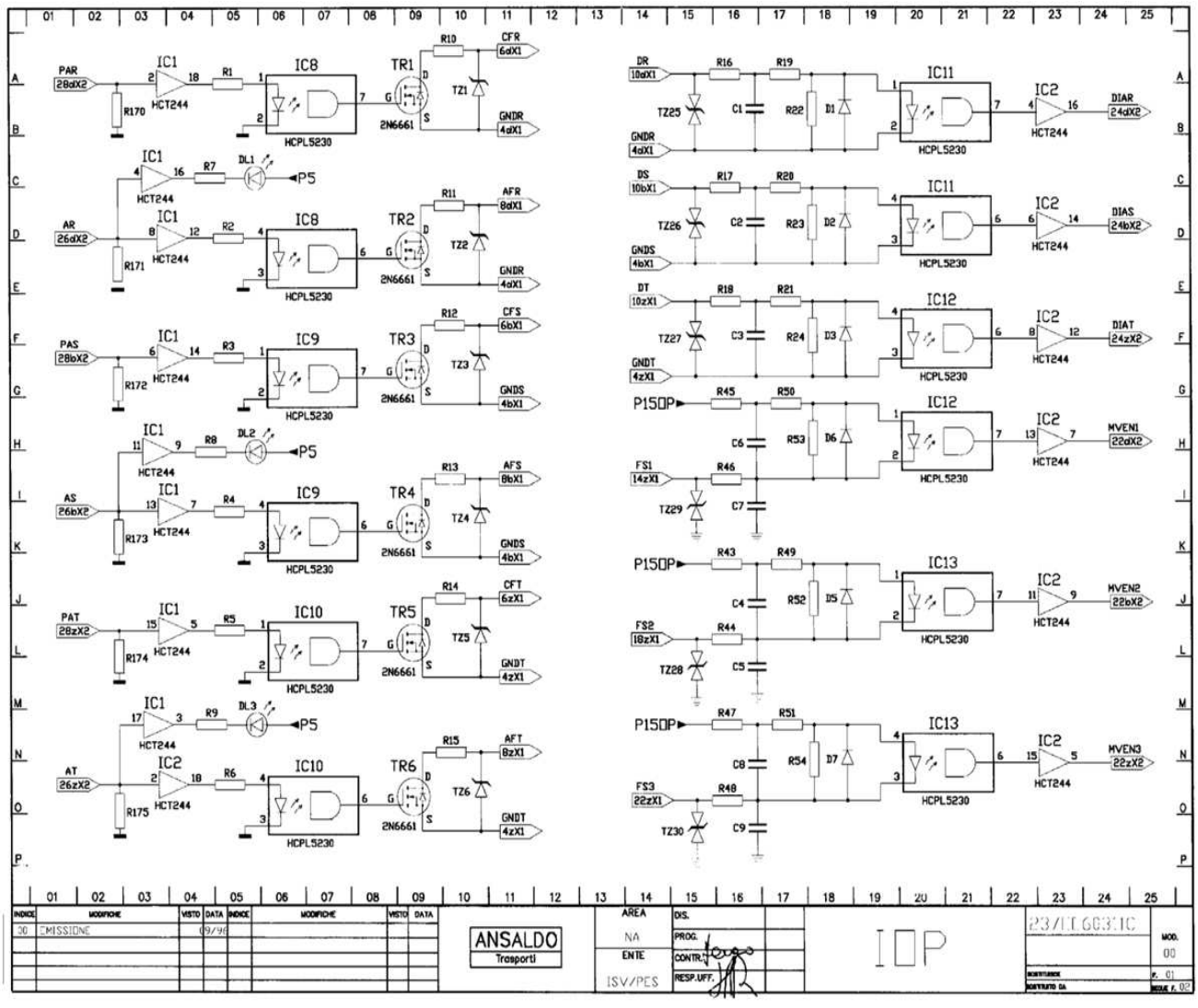


Figure9





• 6-3 Le fonctionnement d'interface de sortie avec les cartes de pilotage de l'onduleur :

Les canaux 28dx2 (PAR) ; 26dx2 (AR) validation et commande phase R, 28bx2

(PAS) ; 26bx2 (AS) validation et commande phase S, 28zx2 (PAT) ; 26zx2 (HT) validation et commande phase T, reçoivent en entrée un signal logique TTL dont la référence est la masse commune du réglage (masse COM).

La présence d'un niveau logique haut en entrée provoque la conduction des optoisolateurs IC8 (1,2,7) ; IC9 (1,2,7) IC10 (1,2,7) qui permettent d'avoir en sortie les signaux se rapportant à la masse de la carte de pilotage. L' état de sortie est formé par un transistor mosfet TR1, TR2, TR3, TR4, TR5, TR6 (un par canal) de type open collector.

Les canaux sont dimensionnés de façon à absorber sur le stade final un courant compris dans le range 2^3 8 mA compatible avec les optoisolateurs présents sur l'état en entrée de la carte de pilotage.

En sortie des canaux, on a prévu les protections contre les surtensions effectuées avec des transzorb. (TZ1, TZ2, TZ3, TZ4, TZ5, TZ6)

Enfin les canaux sont protégés contre un court-circuit en sortie.





. 6-4 Résultat de l'étude :

Les composants de ce circuit qui se grillent le plus souvent sont le buffer IC1 et les optocoupleurs IC8, IC9, IC10 ; et les transzobes TZ21, TZ25 qui sont des diodes zener mises en place pour protéger contre la surtension et qui se grillent afin de court-circuiter le circuit ; et cela en cas de dépassement de la valeur 5V en entrée des PIN qui alimentent les circuits de la carte, en ce cas l'alimentation de la carte n'est pas réalisée alors elle est en panne.

Le tableau ci-dessous illustre l'étude du circuit de deux cartes IOP :

1ère carte		2ème carte	
Entrée 28dx2: Pas d'alimentation de la carte		Entrée 28dx2: Carte alimenté	
IC1: PIN1-0V		IC1: PIN1-5V	
PIN7-0V		PIN7-3,5V	
IC8: PIN4-0V		IC8: PIN4-1,3V	
PIN16-0V		PIN16-0V	
Entrée 26dx2: Carte alimenté		Entrée 26dx2: Carte alimenté	
IC1: PIN8-5V		IC1: PIN8-5V	
PIN12-0V		PIN12-3,6V	
IC8: PIN4-1,3V		IC8: PIN4-1,3V	
PIN6-0V		PIN6-0V	
Entrée 28bx2: Carte alimenté		Entrée 28bx2: Pas d'alimentation de la carte	
IC1: PIN6-5V		IC1: PIN6-0V	
PIN14-3,5V		PIN14-0V	
IC9: PIN1-1,3V		IC9: PIN1-0V	
PIN7-0V		PIN7-0V	
Entrée 26bx2: Carte alimenté		Entrée 26bx2: Carte alimenté	
IC1: PIN13-5V		IC1: PIN13-5V	
PIN7-3,675V		PIN7-0V	
IC9: PIN4-1,3V		IC9: PIN4-0V	
PIN6-0V		PIN6-0V	
Entrée 28zx2: Carte alimenté		Entrée 28zx2: Carte alimenté	
IC1: PIN15-5V		IC1: PIN15-5V	
PIN5-3,5V		PIN5-3,5V	
IC10: PIN1-1,3V		IC10: PIN1-0V	
PIN7-0V		PIN7-0V	





****Pour la première carte :***

Le PIN 28dx2 est grillé donc il n'y aura pas d'alimentation ni de IC1 ni de IC8 donc le circuit ne fonctionnera pas ; sachant que le pin 12 du buffer ne fonctionne pas ; et pour le reste des entrées le circuit fonctionne bien.

****Pour la deuxième carte :***

Le PIN 28bx2 est grillé donc il n'y aura pas d'alimentation ni de IC1 ni de IC9 donc le circuit ne fonctionnera pas ; aussi le pin 7 du buffer ne fonctionne pas et les optocoupleurs IC9 et IC10 ne fonctionnent pas ; et pour le reste des entrées le circuit fonctionne bien.

7- SOLUTIONS :

Après l'étude il s'est avéré que le problème est due à l'excès de tension et plus précisément au circuit d'interface de sortie des onduleurs surtout au PIN 28X2dbz, et en ce cas je propose deux solutions :

7-1 Première solution :

La première consiste à mettre un fusible de sensibilité inférieure ou égale à 9mA juste après les entrées de la carte pour protéger le circuit, car 8mA est la valeur nominale avec laquelle la carte fonctionne alors qu'en cas d'excès de courant l'excès de tension se produit d'où le dépassement de 5V, au juste ce fusible fera le même rôle des tanszorbe mais dans ce cas c'est son emplacement qui est intéressant et c'est schématisé ci-dessous :



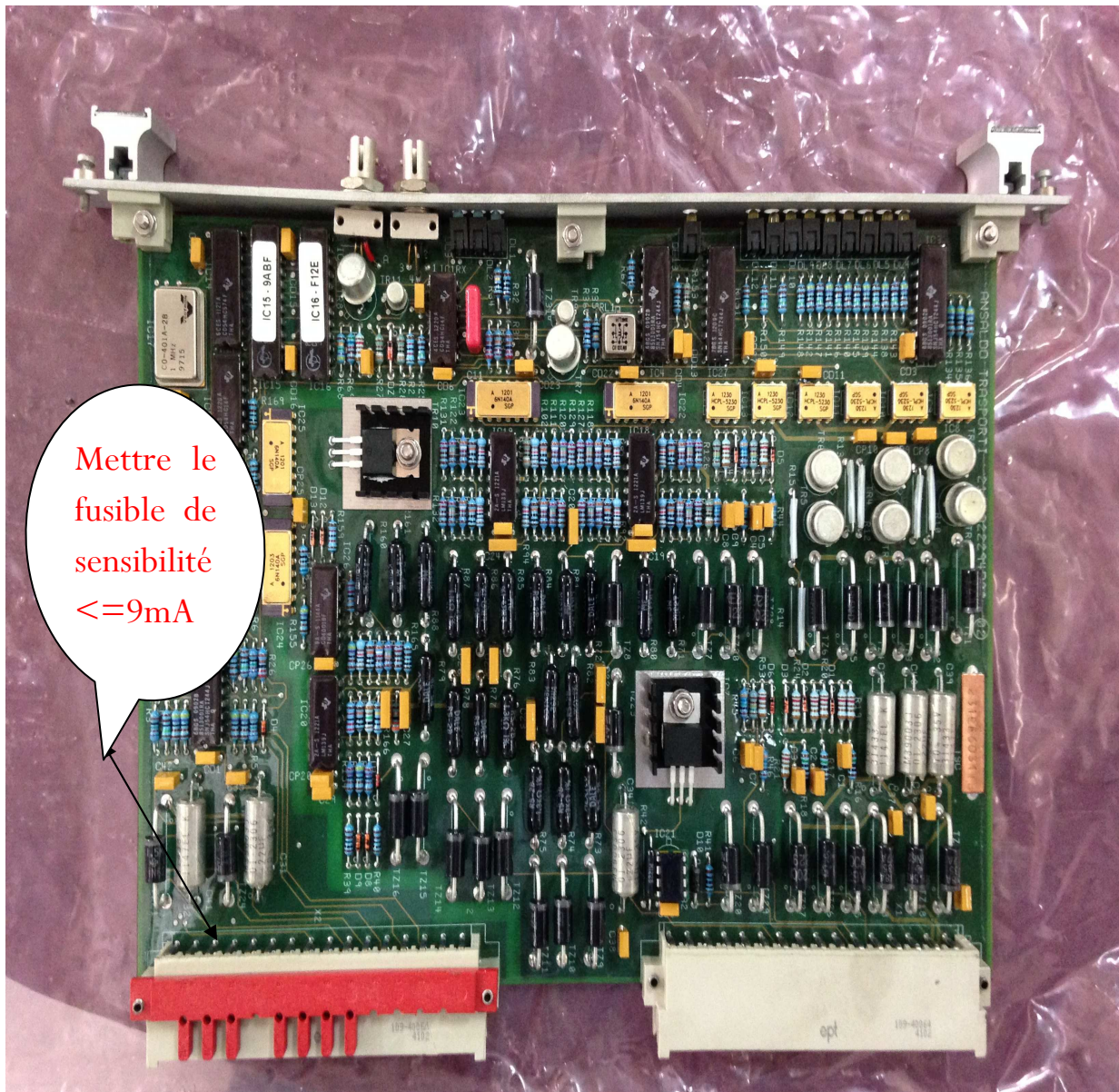


Figure10

7-2 Deuxième solution :

La deuxième solution consiste à mettre un régulateur de tension à la sortie du fil d'alimentation qui alimente la carte, ce fil parvient de l'AL5 et alimente les PIN de la carte ; en ce cas le régulateur va réguler la





tension en 5V à sa sortie et donc on pourra assurer la valeur normale par laquelle la carte doit être alimenté et éviter définitivement le problème de surtension.

La conception qui sera mise en place au RACK et exactement entre l'AL5 et la carte IOP est illustrée ci-dessous :

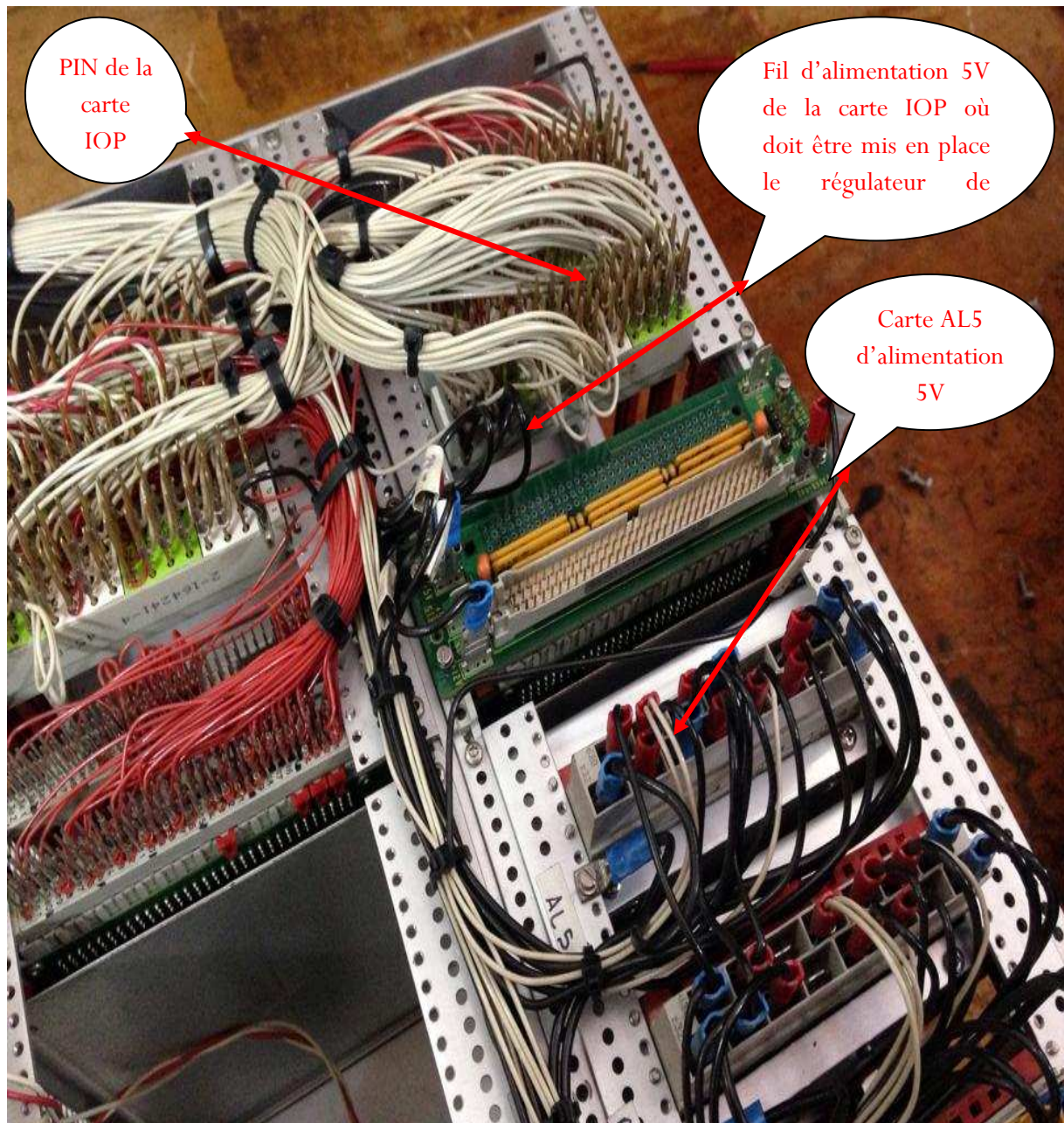


Figure11





Le régulateur 5V proposé :

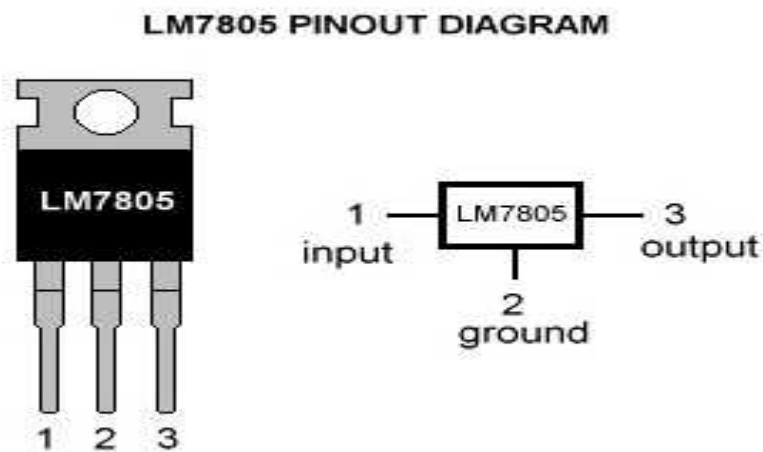


Figure12

Pour le choix de ce régulateur je me suis intéressé à sa taille et cela afin d'éviter l'encombrement lors de sa mise en place dans le RACK et ceci pour assurer une bonne conception de la solution. Sachant qu'il est déjà commercialisé et que son prix sur le marché est très économique puisque ça ne dépasse pas 10DH.





CONCLUSION

Alors après tout ce travail, et afin d'assurer une bonne protection de cette carte, il reste toujours pleins d'idées réalisables que je voudrais bien travailler dessus, mais l'obstacle est la période de temps limitée, et parmi ces perspectives chercher la source de ce problème dans le circuit haute tension pour trouver peut être une solution qui assurera dans ce cas la protection de la majorité des composantes.

Ainsi , j'ai effectué mon stage de fin d'étude de la Licence en ETI au sein de l'entreprise ONCF. Lors de ce stage de 8 semaines, j'ai pu mettre en pratique mes connaissances théoriques acquises durant ma formation, de plus, je me suis confronté aux difficultés réelles du monde du travail et du management d'équipes.

Après mon intégration dans l'équipe, j'ai eu l'occasion de réaliser des taches qui ont constitué une mission de stage globale.

Je garde du stage d'excellents souvenirs qui constituent désormais une expérience professionnelle valorisante et encourageante pour mon avenir.

Enfin, je tiens à exprimer ma satisfaction d'avoir pu travaillé dans de bonnes conditions matérielles et un environnement agréable.



