

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

UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI TIZI OUZOU
FACULTE DE GENIE ELECTRIQUE ET INFORMATIQUE
DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE



Mémoire

De fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme
D'ingénieur d'état en électronique
Option: Instrumentation/Contrôle

Thème

**ETUDE COMPARATIVE ENTRE LES DEUX
SYSTEMES DE COMMANDE DE LA TURBINE
A GAZ MARK V ET MARK VI**

Réalisé par :

-M^r. OUAZA Rafik

-M^r. MOULLA Mansour

Proposé et dirigé par :

-M^r. ALLOUL.M

-M^r. ATTAF.Y

Promotion 2009/2010

Remercîment

Nous tenons à remercier ;

Tous d'abord le bon Dieu de nous avoir donné le courage et la patience pour mener à bien ce travail pendant toute cette longue année.

Nous tenons à remercier vivement notre promoteur Mr. ATTAF.Y pour ses précieux conseils et son orientation.

Nos sincères remerciements s'adressent à nos encadreurs Mr. ALLOUL.M et

Mr. SOULAIMANE pour nous avoir suivis et dirigés durant toute la période de réalisation de notre stage pratique.

Nous remercions chaleureusement les membres du jury pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant de juger ce mémoire de fin d'études.

Nous remercions également Mr. OUBERREZ Mohamed ainsi que l'ensemble du personnel de l'association In Salah Gas.

Enfin, nous remercions toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin au bon accomplissement de notre travail.



Je dédie ce travail:

A ma chère mère

A mon père

A mes grand-mères

A mon grand père

A mes Frères et sœurs

A mes amis à l'université Takfarinas, Hacen, Rafik

, Adel, Akli, Mehdi, Tinhinane, Yacine, Amine.

Mounir, Yahia, Slimane.

A mes amis du quartier Amar, Omar, Lahlou, Lyes,

Brahim, Jigo.

A tous merci

Mansour



A mon père

A la mémoire de ma mère

A tata Karima

A ma grand-mère

A mes Frères et sœurs

A toute ma famille

A mes amis à l'université Takfarinas, Hacen, Mansour

, Adel, Akli, Mehdi, Yacine, Mounir, Yahia, Slimane.

Sans oublié Jigo, Mouha, houssem, tahar, Said.

A tous merci

Rafik

SOMMAIRE

Introduction générale

CHAPITRE I : Description de la station de compression

I.1 Généralités	1
I.2 Description du projet In Salah Gas	2
I.3 Présentation générale de la station	3
I.4 Fonctionnement de la station	5
I.5 Spécification de gaz de vente	5
I.6 Système de contrôle de GR3	6

Chapitre II: Généralité sur la turbine a gaz PGT 25

II.1 Définition de la PGT 25 DIE	8
II.2 Eléments principaux d'une turbine à gaz	9
II.2.1 Corps d'admission	10
II.2.2 Section compresseur	10
II.2.3 Section combustion	12
II.2.4 Section turbine de haute pression HP	14
II.2.5 Turbine de puissance (basse pression)	14
II.2.6 Carter d'échappement de la turbine	15
II.3 Principe de fonctionnement	16
II.4 Système électrique	17
II.4.1 Système d'allumage	17
II.4.2 Indicateur de température des gaz d'échappement	18
II.4.3 Indicateur de vitesse	19
II.4.4 Indicateur de vibration	19
II.4.5 Indicateurs de température de l'huile	19
II.4.6 Détecteurs de flamme ultraviolets	20
II.4.7 Différents capteurs au niveau de la turbine	21

Discussion.....	21
-----------------	----

Chapitre III: Etude de la commande MARK V

III.1 -Définition du Panneau de commande MARK V LM	22	?	?	
III.2 Interface à l'opérateur	24			
III.3.3 IONET	27			
III.4 Les noyaux du MARK V LM	28			
III.4.1 Contrôleur de commande «R »	28			
III.4.2 Noyau protecteur «P1 »	30			
III.4.3 Les noyaux I/O analogique « R1, R2, R3 »	32			
III.4.4 Les noyaux I/O numérique « Q11, Q51 »	34			
III.4.5 Le noyau distribution de puissance « P »	36	?		
III.5 Fonctionnement du contrôleur	37	?		
III.6 Descriptions et interconnexions des cartes à circuit imprimé	38	?		
III.6.1 Configuration initiale	38	?	?	?
III.6.2 Carte de connexion d'ARCNET « AAHA ».	39			
III.6.3 Carte ARCNET « PANA ».	39			
III.6.4 Carte d'alimentation électrique « TCPS »	41	?		
III.6.5 Carte mère « UCIA ».	42			
III.6.6 Carte de la CPU UCPB.	44			
III.6.7 MOTEUR I/O D'UCPB.	45			
III.6.8 Carte de l'interface du module du combustible TCSA	46	?		
III.6.9 Carte I/O analogue commune TCCA	46			

Chapitre IV: Etude de la commande MARK VI

IV.1 Définition du MARK VI	50	?	?
IV.2 Composants du système	51		
IV.2.1 Cabine de commande	51		
IV.2.2 Compartiment I/O	51	?	

IV.2.3 Unit Data Highway (UDH)	51
IV.2.4 IONET	52
IV.3 Contrôleur UCVX	53
IV.3.1 Contrôleurs UCVE	54
IV.4 Contrôleur du Maître du bus VCMI	54
IV.5 Les modules I/O	55
IV.5.1 Servocommande VSVO.	55
IV.5.2 Déclenchement primaire spécifique de la turbine VTUR	57
IV.5.3 Entrée/Sortie analogique VAI C	59
IV.5.4 Carte d'entrée de contacte VCCC/VCRC	61
IV.5.5 Carte de surveillance des vibrations WI B	62
IV.5.6 Entrée RTD de VRTD	63
IV.5.7 Carte VTCC entrées thermocouple	66
IV.5.8 Carte VGEN de surveillance et de déclenchement du générateur ..	68
IV.6 Module de protection de la turbine	69
IV.7 Niveaux de redondance	71

Chapitre V: Comparaison entre les deux commandes

V.1. Introduction	72
V.2. La rapidité de communication des deux systèmes	72
V.3. Comparaison entre les contrôleurs des deux systèmes	72
V.4. La partie protection	73
V.5. La partie des I/O	73
V.6. Coté maintenance	73
V.7. Coté logiciel	74
V.8. Interface homme-machine « HMI »	75
V.8.1. Les fonctions du « HMI »	75
V.8.2. Composants de HMI	75

V.8.3. Affichage en mode graphique	77	☐☐
V.8.4. Les réseaux de communication HM	77	☐
V.8.5. Affichages d'alarmes	78	☐☐
V.8.6. Flux d'alarmes de processus	79	
V.8.7. Affichage d'échelle dynamique	79	☐☐
V.8.7.1. types des blocs utilisés (Ladder Logic)	80	☐
V.8.7.2. Les différents contacts	81	☐
V.8.7.3. Système de forçage.....	82	

Conclusion générale

Annexe

Bibliographie

Introduction

Le poids des hydrocarbures dans l'économie de notre pays est particulièrement significatif, il est marqué par la présence d'un potentiel important et varié de ressources énergétiques.

Le gaz naturel joue un rôle énergétique croissant. L'importance de ses réserves et les avantages qu'il pose sur le plan de l'environnement favorisent son utilisation d'une part et d'autre part la forte demande a nécessité une augmentation de sa productivité, l'amélioration de sa qualité et une évolution phénoménale dans le secteur des équipements de contrôle des systèmes industriels.

Dans le domaine de commande des turbines à gaz, les systèmes de commande SPEEDTRONIC MARK ont évolué avec le développement technologique, ainsi on est passé d'un système MARK I qui a été établi en 1961 au MARK II qui contient des circuits logique a semi conducteur en 1970, tandis que le MARK III est utilisé seulement sur des petites turbines, dans les années quatre vingt on a assisté à la première apparition d'un système à contrôle triples le MARK IV, 10 ans après G.E(General Electric) a lancer le MARK V et récemment le MARK VI.

Notre travail consiste à une étude comparative entre les deux systèmes de commande de la turbine MARK V et MARK VI les plus récents, ce qui est l'objet principale de notre mémoire.

Les étapes de notre travail seront décrites comme suit :

- Ø Dans le premier chapitre nous décrirons le site GR3 HRM (Hassi R'mel).
- Ø Dans le second chapitre nous nous intéresserons à la description et au principe de fonctionnement de la turbine à gaz.
- Ø Dans le troisième chapitre nous présenterons le système de commande SPEEDTRONIC MARKV.
- Ø Dans le quatrième chapitre nous présenterons le système de commande SPEEDTRONIC MARKVI.
- Ø Dans le cinquième chapitre nous évoquerons la comparaison entre les deux systèmes.

La conclusion de ce travail représentera les résultats sur les deux systèmes avec les perspectives.

CHAPITRE I :

Description de la station de compression de gaz GR3 projet ISG



In Salah Gas

I.1 Généralités

Au milieu des années 90, le partenariat Sonatrach/ British Petroleum a démontré le potentiel commercial de l'exploitation des gisements de gaz situés dans le sud algérien. Le partenariat a initié le développement de différents champs dans la région d'In Salah devant approvisionner les marchés de l'Europe du Sud à hauteur de 9 milliards de mètres cubes de gaz par an. L'un des grands challenges pris par le projet In Salah Gaz était de respecter les engagements élevés en matière d'environnement ébauchés par le Ministère des Mines et de l'Energie ainsi que les managements de Sonatrach et de BP. L'un des aspects les plus importants de ces engagements en matière d'impact sur l'environnement réside autour des spécifications relatives aux ventes de gaz à l'export lesquelles exigent une concentration de CO₂ inférieures à 0.3%, ce qui est significativement en dessous des niveaux de concentration actuellement présents sur les gisements d'In Salah compris entre 1% et 9%. L'engagement pour un stockage non-atmosphérique du CO₂ (environ 0.66 milliards de mètres cubes par an) extrait des champs de production signifiait qu'une solution alternative à l'évacuation du CO₂ dans l'atmosphère était nécessaire.

Le stockage et la séquestration du CO₂ se fera dans la zone aquifère de naissance des hydrocarbures dans la formation Carbonifère adjacente au champ de Krechba. L'un des trois puits d'injection du CO₂ a été foré conformément aux recommandations sismiques permettant l'accès à la région aquifère Est du réservoir pour le stockage et la séquestration du CO₂.

Ces présents chapitres soulignent les options et solutions qui ont été identifiés pour appréhender le problème environnemental de la gestion du CO₂ à travers le Projet In Salah, qui opérera l'un des schémas de séquestration et de stockage les plus importants dans le monde.

L'ISG s'est fortement engagé à respecter les normes HSE les plus rigoureuses dans les différentes activités et les phases du projet.

Les objectifs de la politique HSE de ISG visent à protéger les personnes, les installations et l'environnement, elles sont exprimées par les trois déclarations suivantes:

- **Pas d'accidents**
- **Pas d'incidents**
- **Pas d'atteinte à l'environnement**

I.2 Description du projet In Salah Gas

L'appellation du projet In Salah Gaz est dérivée du nom d'In Salah qui est située à 1230 Km au sud d'Alger. Elle comporte des ressources minérales parmi les plus riches du pays.

Le projet In Salah Gas comporte actuellement trois champs de traitement du gaz Teg, Reg et Krechba et d'autres champs en développement Hassi-Mimoune, Garet-El-Benfinat, In Salah et Gour Mahmoud (voire la figure I-1). Un débit objectif de neuf milliards de mètres cubes a été réalisé durant les premières années d'exploitation.

Le gaz produit est acheminé vers la station de compression GR3 par un pipeline de 122 Cm de diamètre pour ensuite être transporté vers les marchés en expansions du sud de l'Europe par le biais des moyens de Sonatrach.

Les premières phases du projet comportent l'exploitation des champs suivant:

- **Krechba** : assure 25% du gaz, c'est le champ le plus important sur le plan d'installation et personnel. Parmi les procédés d'exploitation de ces gaz on trouve la séparation, la déshydratation, la décarbonatation et la réinjection de CO₂.
- **Teguentour (teg)** : elle produit 50% de la totalité du gaz. Ces procédés d'exploitation sont : la séparation et à la déshydratation.
- **Reg** : ses procédés d'exploitations sont similaires à Teg mais assurant que 25% de la totalité du gaz.
- **La station GR3 de Hassi R'mel** : la totalité du gaz des champs précédent est envoyée vers la station de compression GR3 de Hassi R'mel à travers un pipeline de 450 Km de longueur et de 122 Cm de diamètre, le gaz est comprimé puis injecté vers le Centre National de Dispatching de Gaz (CNDG) pour l'exploration vers les marchés du sud de l'Europe.

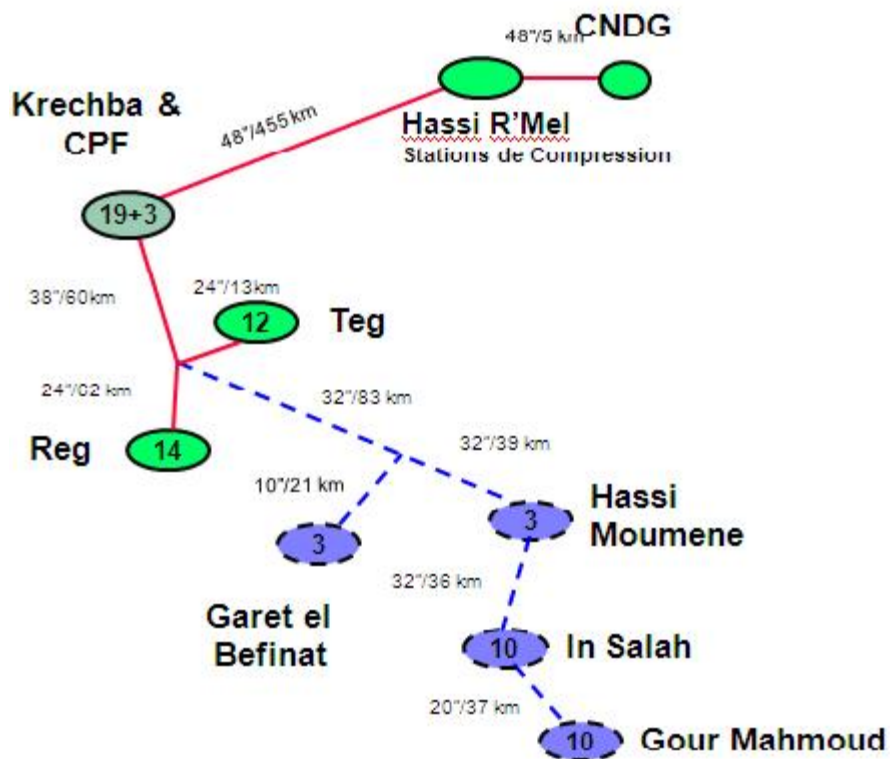


Figure I-1 : vue générale des champs

I.3 Présentation générale de la station

La station GR3 implantée à Hassi R'mel est liée au champ de Krechba par un pipeline de 455 Km de longueur et de 122 Cm de diamètre, sur le pipeline on peut compter onze vannes de sectionnements et trois stations racleurs.

Le gaz de Krechba est injecté dans le pipeline à 70 bars de pression pour arriver à Hassi R'mel à 50 bars. Une compression est nécessaire pour l'injecter au CNDG à 72 bars.

La station est composée de deux compresseurs centrifuges entraînés par des turbines à gaz PGT25 à émission contrôlée.

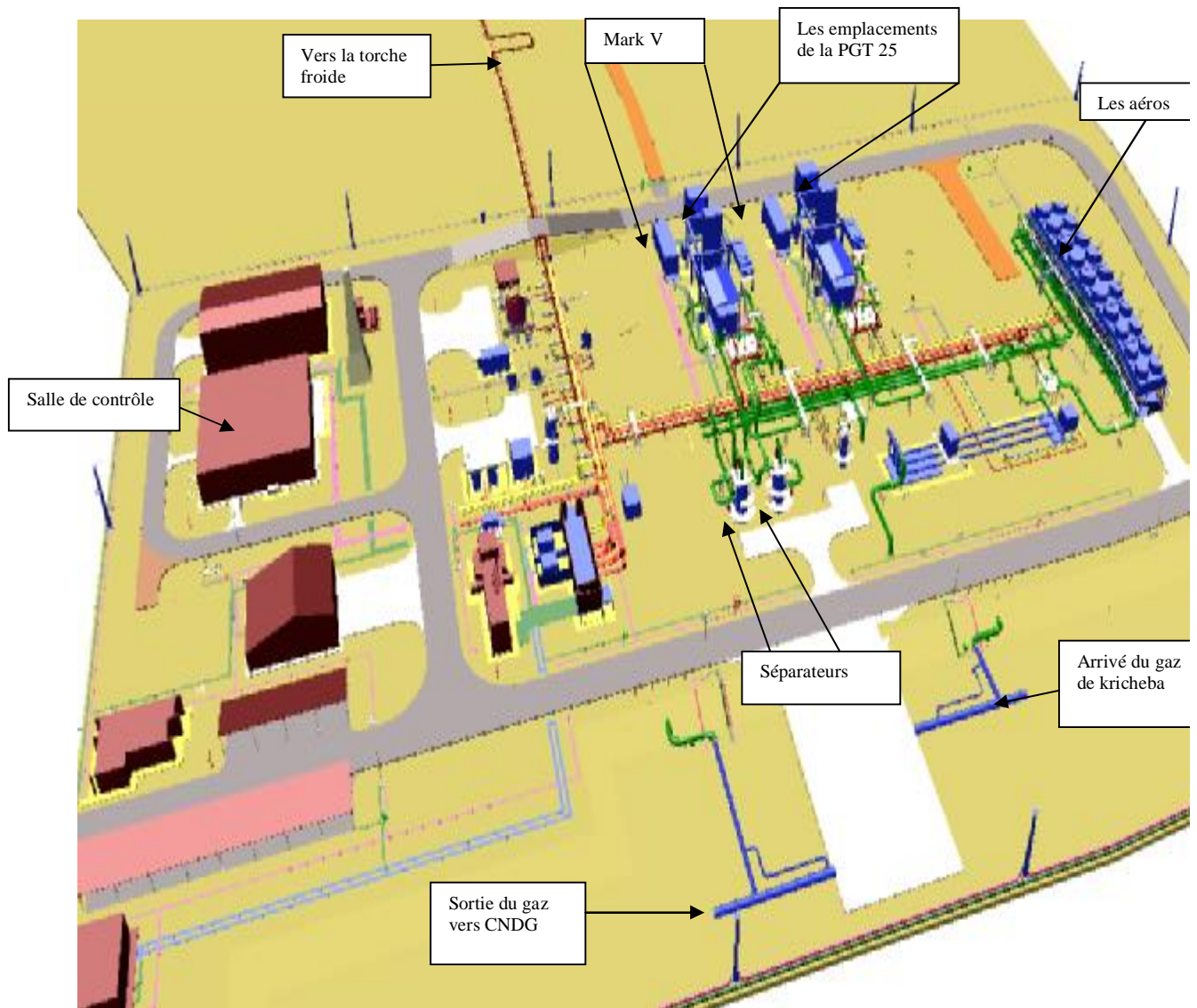


Figure I-2 : vue de GR3 en 3D

I.5 Fonctionnement de la station

Après déshydratation et décarbonatation de gaz venant de Teg et Reg, il se mélange avec celui de krecheba et se transporte par des pipelines de 122 Cm de diamètre, il arrive à 50 bars à la station de compression GR3 et puis il est recomprimé à 72 bars par un compresseur centrifuge à deux étages après les procédés suivants : à la station de compression GR3 et puis il est recomprimé à 72 bars par un compresseur centrifuge à deux étages après les procédés suivants : Le gaz passe dans les cyclones séparateurs qui séparent le gaz des impuretés et de l'huile puis il entre dans les deux trains dont les compresseurs Centrifuges le compriment et sort à 72 bars et il se refroidit par les aéroréfrigérants, à la sortie il passe par le poste de comptage et il arrive à CNDG (par un pipeline de 5 Km) aux environ de 70 bars.

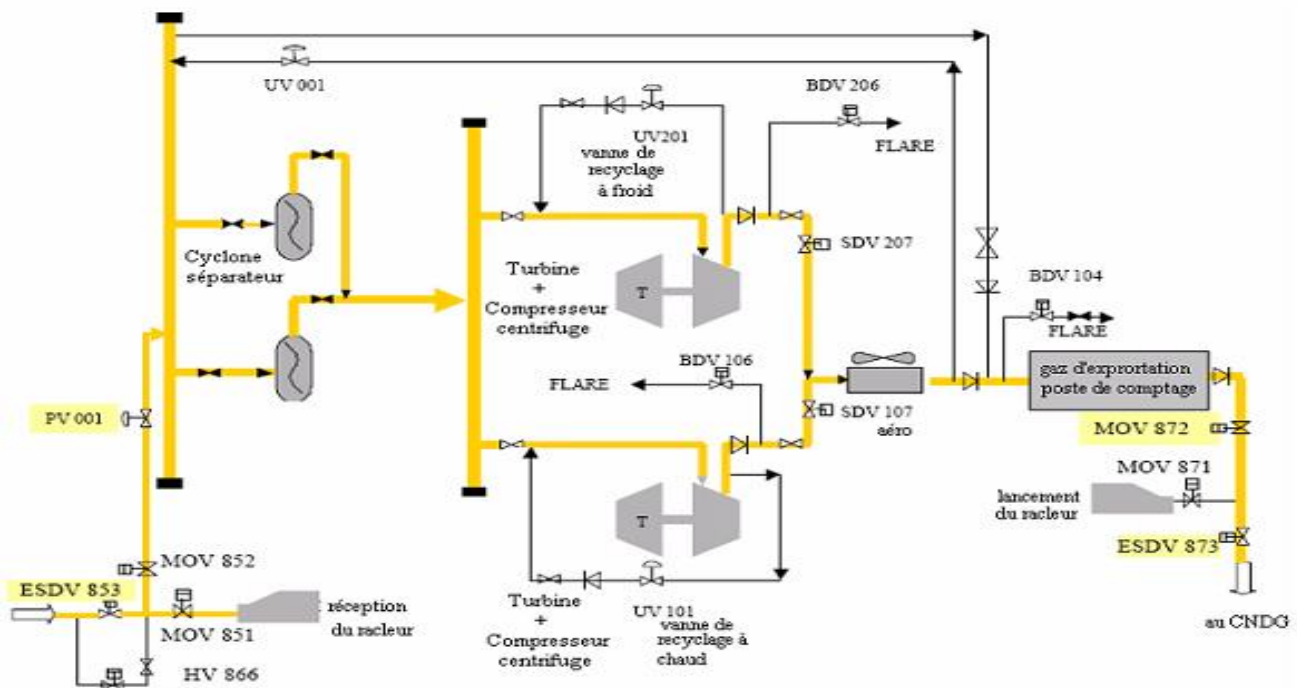


Figure I-3 : Schéma général de la station GR3

I.6 Spécification de gaz de vente [?] [?]

- Ø Pression maximale CNDG : 71.0 Bar
- Ø Teneur en CO2 Maximale : 0.3 Mol %
- Ø Point de rosé : -10°C +@ 80 bar
- Ø Point de rosée des hydrocarbures : -2°C +@ 70 bar

- Ø Teneur en H₂S Maximale : 2.0 Mg/Cm³
- Ø Teneur en Mercaptan Maximale : 15.0 Mg/Cm³
- Ø Teneur en Soufre Maximale : 50.0 Mg/Cm³

I.7 Système de contrôle de GR3

Le Système de contrôle de Hassi R'Mel se compose de:

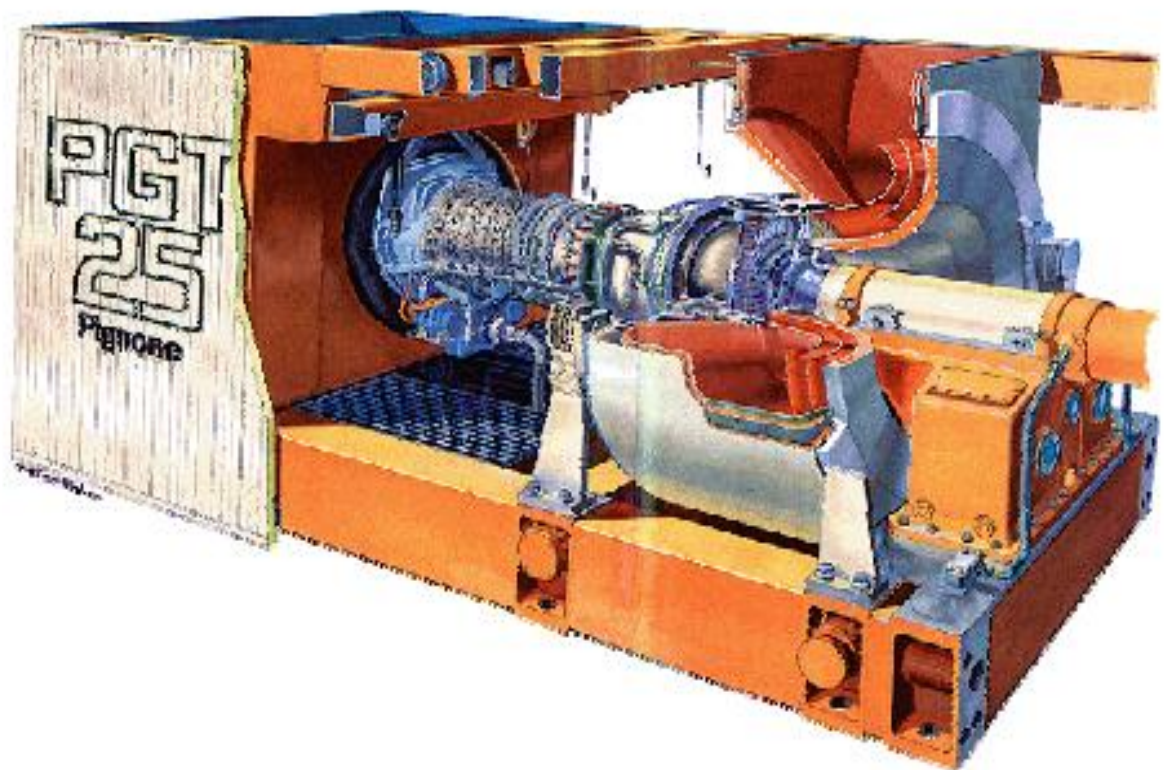
- Ø DCS CS 3000 de Yokogawa : Distributed control système c'est-à-dire un système de contrôle de procédé avec intelligence répartie dans les différents modules.
 - ✓ C'est un système de supervision et de régulation de procédé informatisé conçu avec la récente technologie.
 - ✓ C'est un matériel qui utilise la technologie des microprocesseurs pour répartir l'intelligence parmi ses modules optionnels. Ce n'est pas un seul ordinateur qui contrôle tout.
 - ✓ C'est un système qui opère en temps réel et qui donne une haute vitesse de réponse aux signaux de régulation et aux commandes initiées par ordinateur.
- Ø Système Speedtronic MARK V : pour le contrôle des turbo-compresseurs (voir le chapitre III).
- Ø Automate programmable Prosafe Yokogawa : pour le contrôle du système anti-incendie.
- Ø Automate programmable Prosafe Yokogawa ESD pour le contrôle du système d'arrêt d'urgence : est constitué par un logiciel indépendant dédié à gérer tous les signaux et commandes relatés à la sécurité des opérations suivantes :
 - ✓ Détermination de l'état de la station.
 - ✓ Arrêt en cas de non disponibilité de la station.
 - ✓ Succession d'arrêt d'urgence des turbocompresseurs.
 - ✓ Ouverture /fermeture des vannes entrée /sortie du poste de coupure et d'acquisition des signaux de leur état.
 - ✓ Ouverture /fermeture des vannes entrée/sortie du poste de coupure et acquisition des signaux de leur état.
 - ✓ Succession de lancement/réception racleur.

Chapitre I : description de la station de compression

- Ø MCC (centrale commande moteur) de type intelligent pour le contrôle des différents moteurs. ☐
- Ø Systèmes Bentley Nevada pour le contrôle des vibrations. ☐

CHAPITRE II :

Généralité sur la turbine à gaz PGT25 DLE



II.1 Définition de la PgT25 DLE

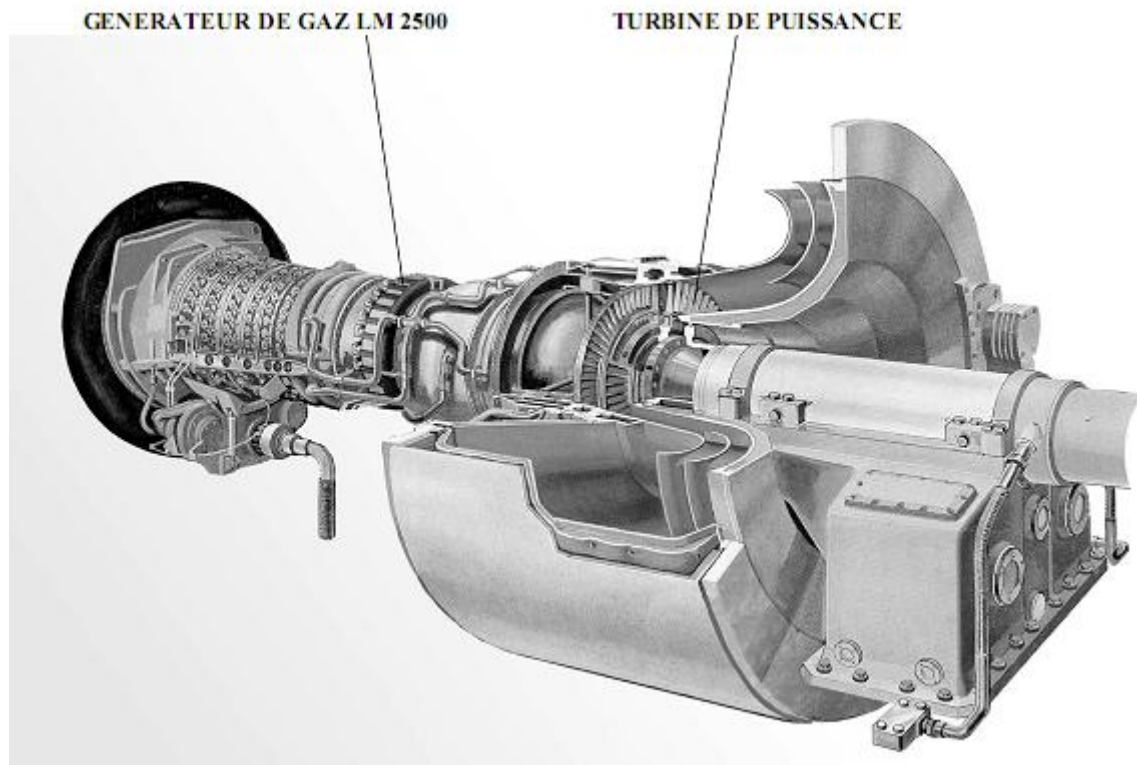


Figure II-1 : Turbine a gaz PGT 25

La turbine à gaz PGT 25 est composée de générateur de gaz LM 2500 (G.E.), Sa puissance est de 23270 KW en conditions ISO , deux rotors mécaniquement indépendants (vitesse nominale du 1er arbre 10 000 RPM, vitesse nominale du 2^{ème} arbre 6500 RPM).

Le premier rotor inclut le compresseur axial (avec 16 étages de compression) et les deux étages de la turbine H.P. Le compresseur axial comprime l'air à envoyer à la chambre de combustion et à la turbine H.P.

Sur le rotor secondaire (B.P. ou arbre moteur) il y a l'arbre moteur entraînant le compresseur centrifuge par un accouplement mécanique.

La turbine est prévue d'une chambre de combustion annulaire et des brûleurs alimentés de gaz combustible. Les gaz brûlés à haute température et sous pression, s'écoulent par les tuyères du 1er étage, les tuyères H.P. et finalement par la turbine motrice.

II.2 Eléments principaux d'une turbine à gaz

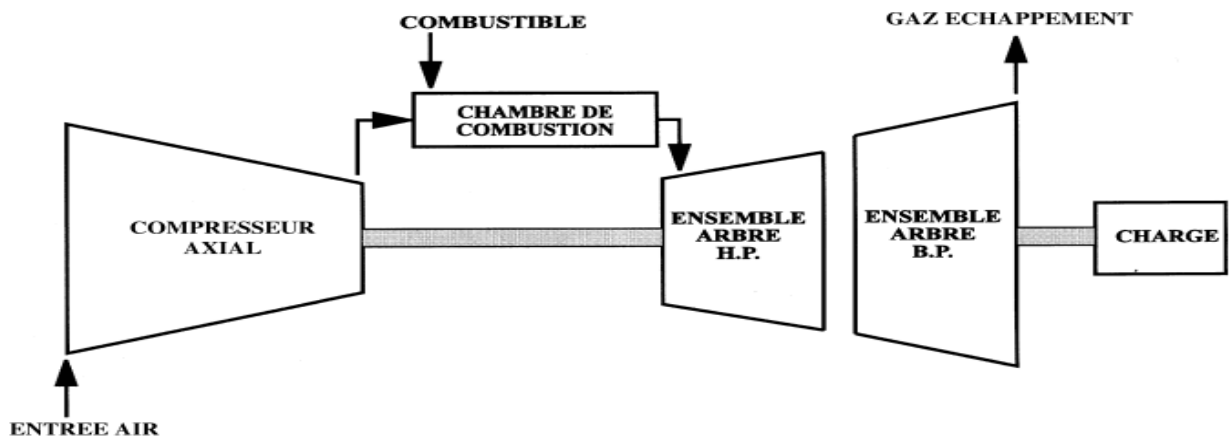
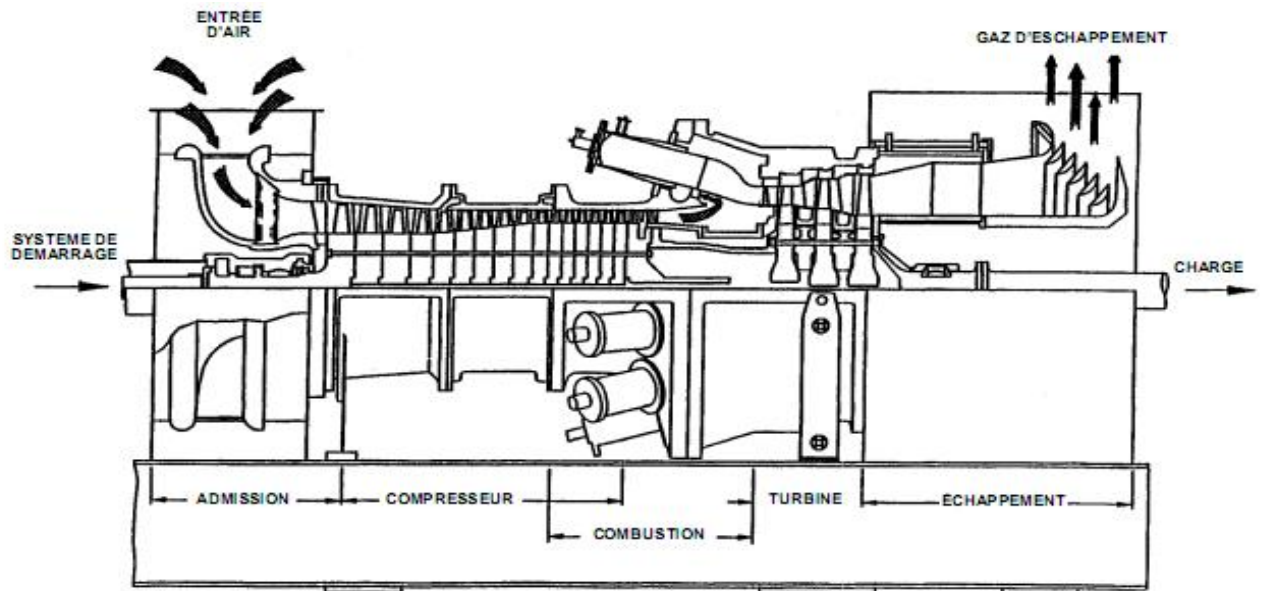


Figure II-2 : Différentes sections d'une turbine à gaz

L'ensemble turbine à gaz se compose d'un générateur de gaz, d'une turbine de puissance, un adaptateur d'arbre d'accouplement à haute vitesse et composants d'échappement. Le générateur de gaz se compose d'un compresseur à géométrie variable, d'une chambre de combustion annulaire, d'une turbine de haute pression. La turbine de puissance se compose d'un rotor de turbine de basse pression à 6 étages, un stator de turbine de basse pression et d'un carter postérieur de turbine. Elle est aérodynamiquement couplée au générateur de gaz et elle est entraînée par le gaz d'échappement du générateur de gaz. L'adaptateur d'arbre d'accouplement à haute vitesse est lié au rotor de la turbine de puissance et fournit la

puissance de l'arbre à la charge engagée. La conduite d'aspiration et le corps central sont les composants d'admission de la machine.

II.2.1 Corps d'admission

Le but du système d'admission d'une turbine à gaz est de diriger le courant d'air vers la section d'admission du compresseur axial de la machine. Il fournit un débit d'air à écoulement continu, non turbulent dans le compresseur. Cette section se compose d'un filtre d'admission, conduit d'aspiration, un coude et un caisson d'admission et accessoires. Le conduit et le corps central sont en aluminium.

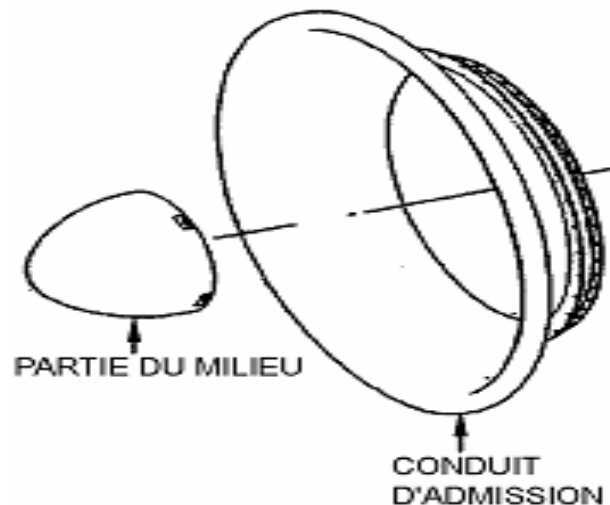


Figure II-3 : corps d'admission

II.2.2 Section compresseur

Le compresseur à flux axial comprend le rotor du compresseur et le corps qui comporte les seize étages de compression, les aubes variables de la directrice et deux déflecteurs de sortie.

Dans le compresseur l'air est confiné dans l'espace entre le rotor et les aubages du stator, où il est comprimé en plusieurs étapes, par une série d'aubes alternativement tournantes (rotor) et fixes (stator), à profil aérodynamique. Les aubes du rotor donnent la force nécessaire pour

compresser l'air à chaque étage de la compression et les aubes du stator guident l'air pour le faire pénétrer dans l'étage successif du rotor, sous l'angle qui convient. L'air comprimé sort par le corps de refoulement du compresseur et entre dans l'enveloppe de combustion et les chambres de combustion. L'air du compresseur sert également à refroidir la turbine.

II.2.2.1 Rotor du compresseur

Le rotor du compresseur est un ensemble composé de seize roues, d'un demi-arbre, des ailettes du rotor du compresseur.

C'est une structure à corps bobines / disques. L'utilisation des corps bobines permet que plusieurs étages d'ailettes soient opérés d'une seule pièce du rotor. Il est composé de plusieurs étages de tirants et des aubes, chaque roue contient des fontes alésées dans les quelles s'insèrent les ailettes sur des entretoises maintenues en position axiale, ces ailettes ont un profil aérodynamique conçu pour bien comprimer l'air à des vitesses de rotation très élevées.

II.2.2.2 Stator du compresseur

Le stator (corps) du compresseur comprend trois sections principales:

- a. Le corps d'admission
- b. Le corps avant du compresseur
- c. Le corps de refoulement du compresseur.

Ces sections et la caisse de la turbine forment la structure externe principale de la turbine à gaz. Ils supportent le rotor à l'endroit des paliers et constituent la paroi externe de l'espace annulaire de la veine des gaz.

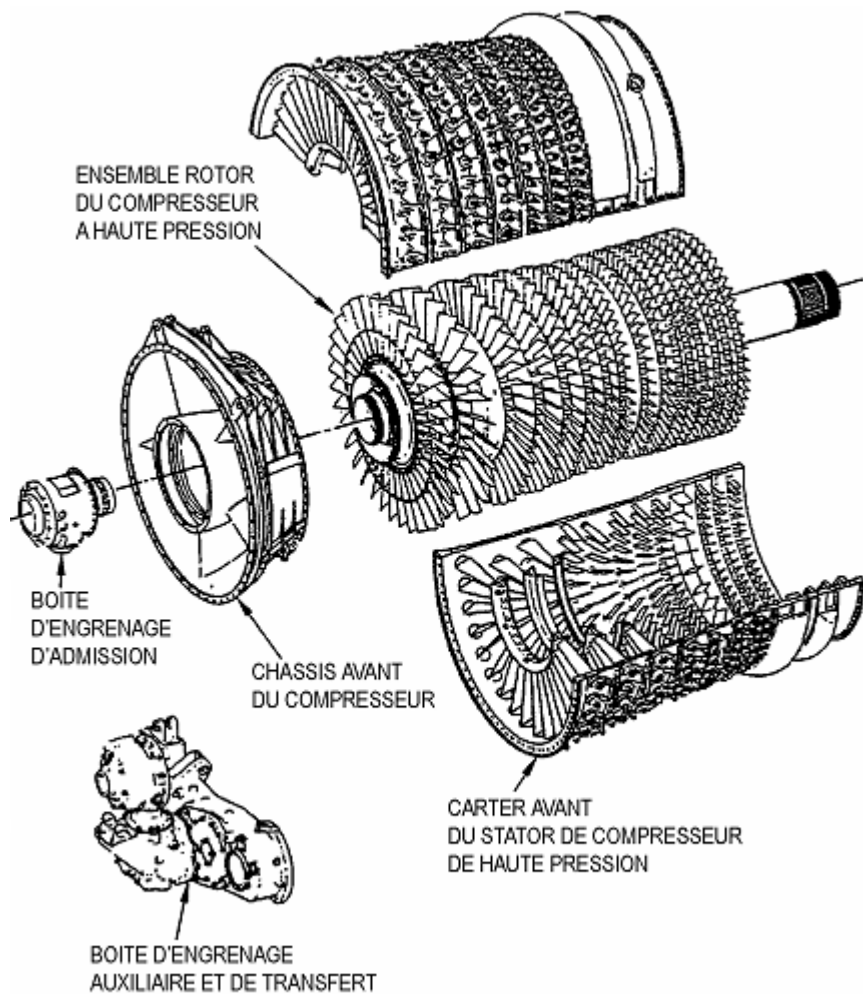


Figure II-4: ensemble stator et rotor du compresseur

II.2.3 Section combustion

La turbine à gaz LM2500 DLE utilise un système de combustion à faible pré mélange, conçu pour fonctionnement à combustible gaz naturel (voir figure II-5).

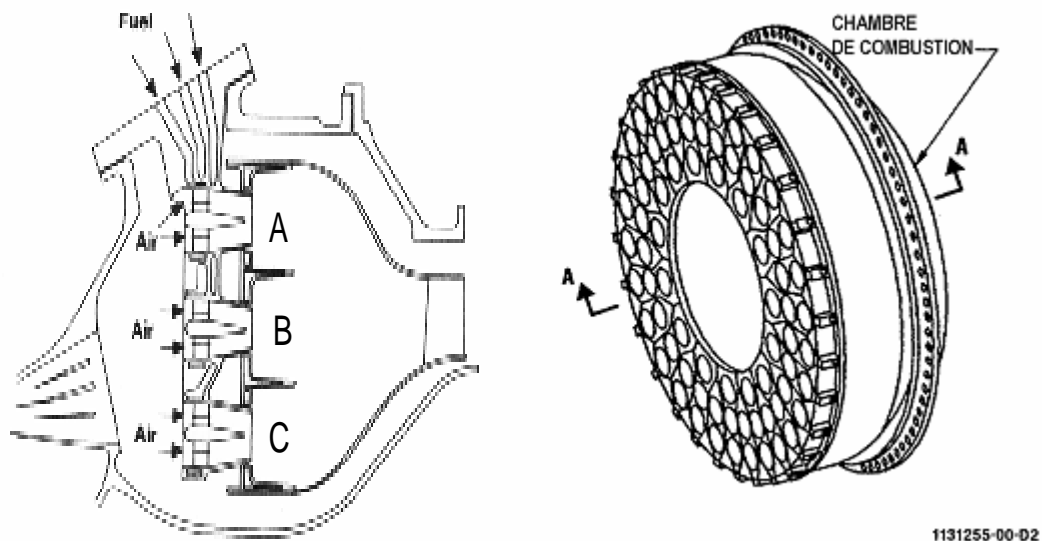
La chambre de combustion est triple annulaire et se compose de cinq composants principaux rivetés ensemble: ensemble diffuseur, dôme, chemise intérieure, chemise extérieure et cloison.

La configuration triple annulaire permet à la chambre de combustion de fonctionner à un taux uniforme de combustible faible mélangé à air (mode pré mélange) à travers la gamme entière de puissance, en réduisant au minimum les émissions même à la basse puissance.

II.2.3.1 Chambre de combustion annulaire tri-dôme

L'extrémité principale ou le dôme de la chambre de combustion soutient 75 boucliers de chaleur segmentés qui forment les trois zones brûlantes dans la chambre de combustion, connues comme le dôme extérieur ou dôme "A", le dôme pilote ou dôme "B" et le dôme intérieur ou dôme "C".

Le combustible gazeux est introduit dans la chambre de combustion par l'intermédiaire de 75 pré-mélangeurs air/gaz partagés en 30 modules démontables et remplaçables à l'extérieur. La moitié de ces modules à deux pré-mélangeurs et l'autre moitié en a trois. Les pré-mélangeurs produisent un mélange faible gaz/air très uniforme mélangé.



1131255-00-02

Figure II-5 : chambre de combustion

II.2.3.2 Principe de réduction des NO_x (L E)

Pendant le fonctionnement, la turbine produit une série de gaz d'évacuation (à cause de la combustion et environ: 15% O₂, 6% H₂O, 2,5% CO₂, N₂ pour le reste); et des quantités minimales de substances polluantes, causées par le type du carburant utilisé. Si le carburant utilisé est le gaz naturel, les principales substances polluantes sont: les oxydes nitriques (NO_x) et le monoxyde de carbone (CO).

Les chambres de combustion de la turbine ont été conçues de manière à réduire au minimum la production de tels oxydes en agissant sur le mélange de carburant et d'air et par une combustion à faible températures de flamme (combustion faible).

II.2.4 Section turbine de haute pression HP

La section turbine de haute pression se compose d'un rotor de turbine de haute pression, des ensembles tuyères de turbine des étages 1 et 2 et du carter intermédiaire de turbine. Le rotor de turbine extrait l'énergie du jet de gaz pour entraîner le rotor du compresseur auquel est mécaniquement couplé. Les tuyères de turbine dirigent les gaz chauds de la chambre de combustion sur les ailettes de rotor à l'angle et à la vitesse optimale.

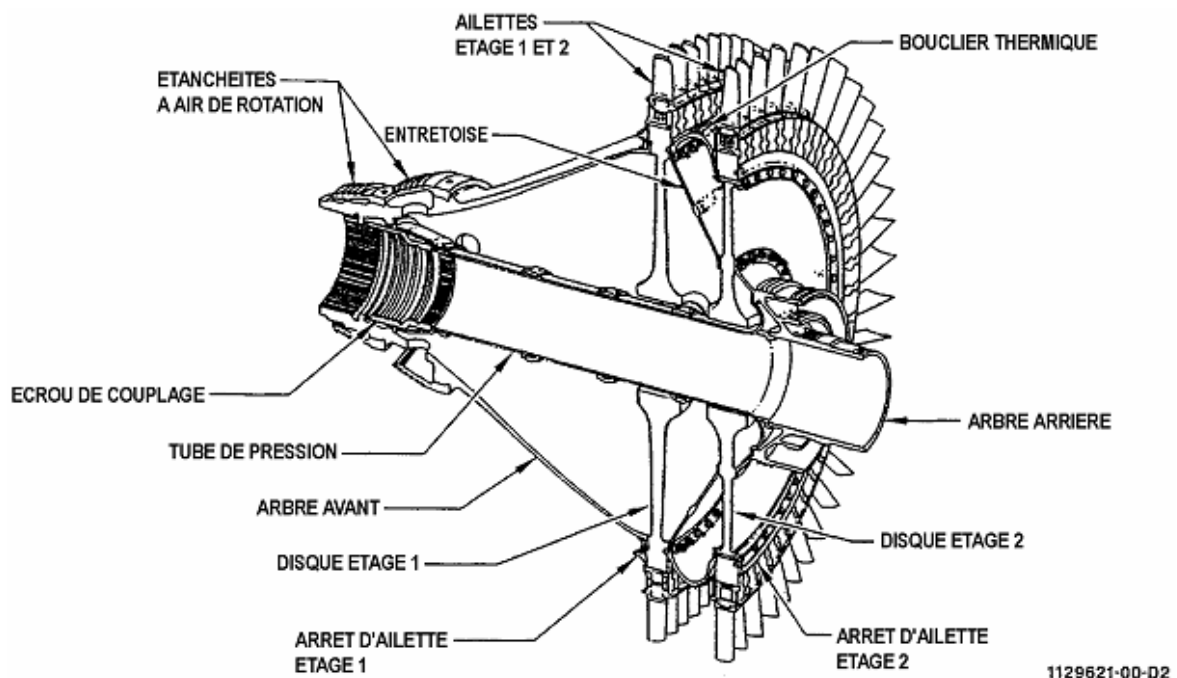


Figure II-6 : Rotor de turbine de haute pression

II.2.5 Turbine de puissance (basse pression)

La turbine de puissance est du type à double dilatation. Les deux roues sont accouplées et sont bridées à un arbre qui tourne à l'intérieur des paliers de la carcasse d'arbre.

La turbine est alimentée par les gaz du générateur de gaz dirigés vers les aubes du premier étage à travers un raccord de réduction.

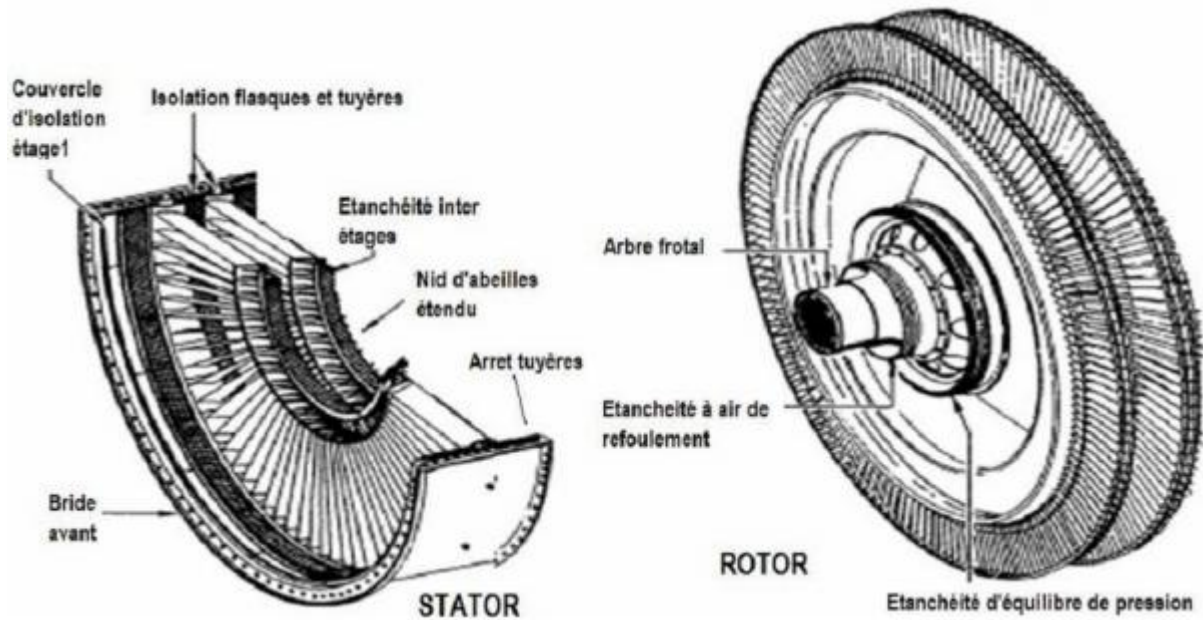


Figure II-7 : Boîtiers de rotor et stator de la turbine de puissance

II.2.6 Carter d'échappement de la turbine

Le carter d'échappement prend les gaz déchargés par la turbine et les conduit à l'entrée du silencieux.

Douze thermocouples sont disposés sur le carter d'échappement de manière à pouvoir mesurer la température des gaz d'échappement dans la section finale du diffuseur d'échappement.

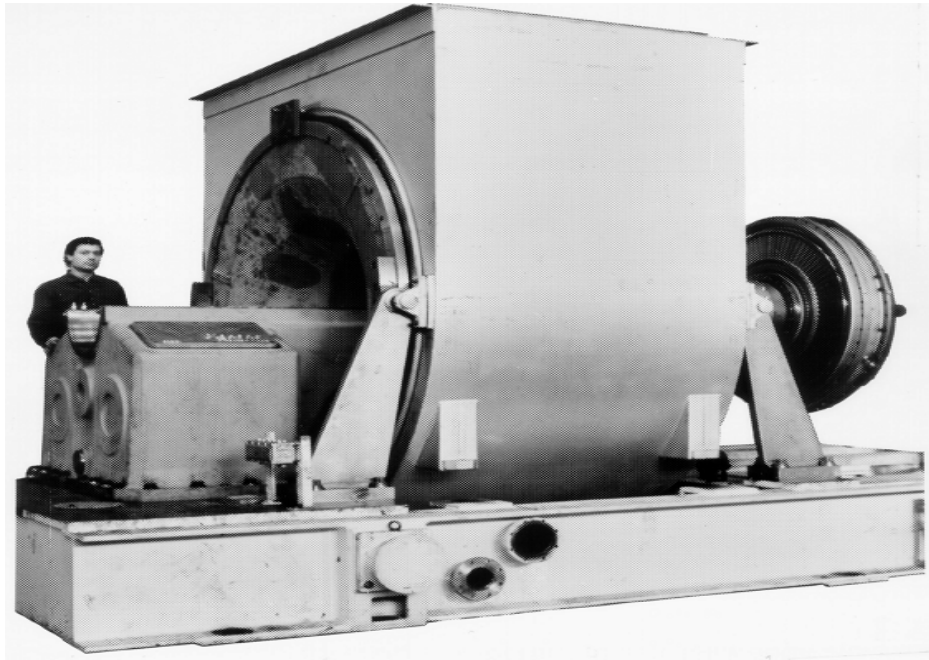
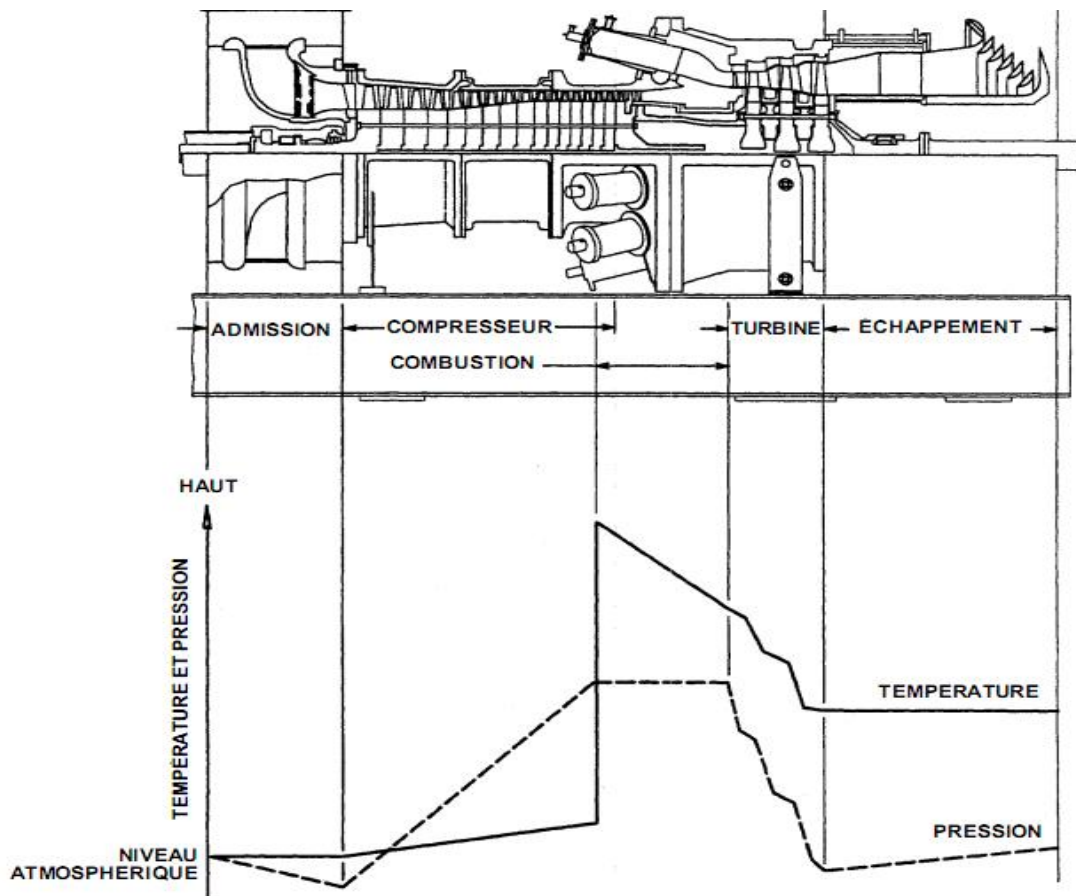


Figure II-8 : carter d'échappement

II.3 Principe de fonctionnement

Une turbine à gaz fonctionne de la façon suivante :

- elle extrait de l'air du milieu environnant ;
- elle le comprime à une pression plus élevée ;
- elle augmente le niveau d'énergie de l'air comprimé en ajoutant et en brûlant le combustible dans une chambre de combustion ;
- elle achemine l'air à pression et à température élevées vers la section de la turbine, qui convertit l'énergie thermique en énergie mécanique pour faire tourner l'arbre ; ceci sert, d'un côté, à fournir l'énergie utile à la machine conduite, couplée avec la machine au moyen d'un accouplement et, de l'autre côté à fournir l'énergie nécessaire pour la compression de l'air, qui a lieu dans un compresseur relié directement à la section turbine ;
- elle décharge à l'atmosphère les gaz à basse pression et température résultant de la transformation mentionnée ci-dessus.
- La Figure. II-9 montre les variations de pression et de température dans les différentes sections de la machine correspondant aux phases



La Figure. II-9 : Les variations de pression et de température

II.4 Système électrique

Le système électrique se compose d'un système d'allumage, l'indication de la température des gaz d'échappement, indication de vitesse, indication de vibrations, indication de pression dynamique de combustion et indication de température.

II.4.1 Système d'allumage

Pendant le démarrage du système d'allumage, les étincelles de haute énergie allument le mélange combustible-air dans la chambre de combustion. Il se compose d'un excitateur d'allumage, un fil de sortie électrique d'allumage et une bougie d'allumage. Un système d'allumage double est optionnel. Une fois que l'allumage a été accompli, la combustion va continuer sans allumage supplémentaire de la bougie jusqu'à ce que la machine soit arrêtée.

L'excitateur d'allumage est de type à condensateur de décharge. L'excitateur est monté à l'extérieur de la machine.

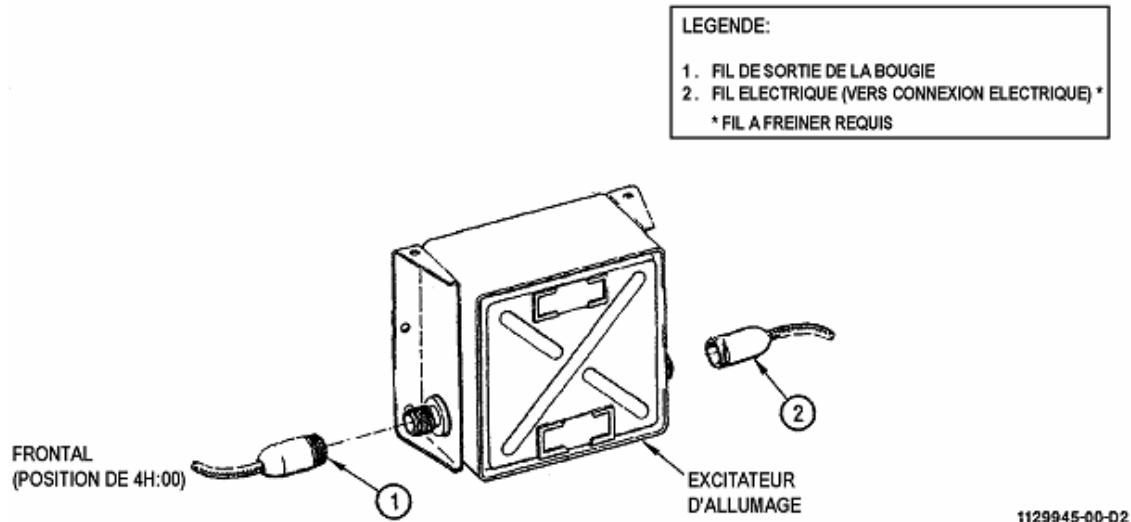


Figure II-10: Système d'allumage

II.4.2 Indication de température des gaz d'échappement

Huit sondes de thermocouples chromel –alumel (de type K) séparées, individuellement remplaçables sont installées dans le carter postérieur de la turbine. Il y a deux fils couplés de thermocouple, chacun avec quatre thermocouples.

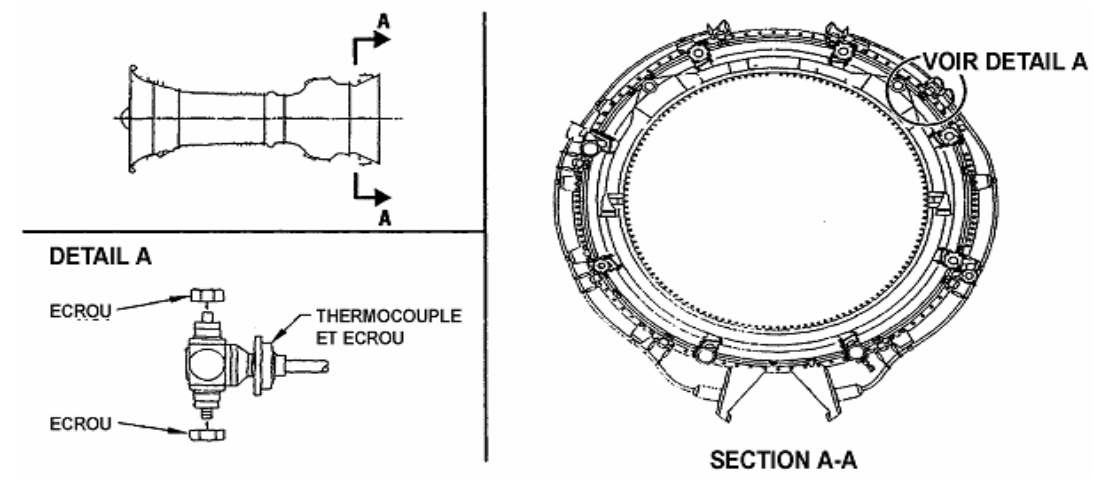


Figure II-11: Schéma de principe du thermocouple

II.4.3 Indication de vitesse

Les éléments sensibles de capteurs de vitesse sont magnétiques, de type à générateurs d'impulsion à réluctance, qui fournissent des signaux électriques proportionnels aux vitesses

du générateur de gaz et de la turbine de puissance. Les capteurs de vitesse du générateur de gaz sont montés dans l'engrenage auxiliaire et les capteurs de vitesse de la turbine de puissance (modèle PJ) sont montés dans le carter postérieur de la turbine.

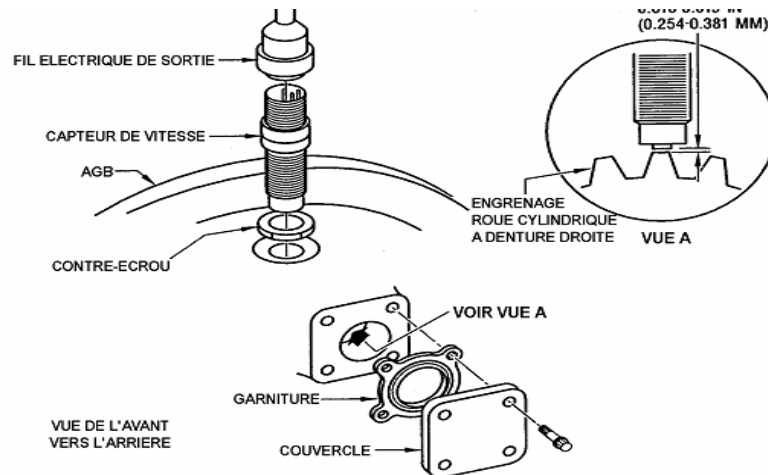


Figure II-12 : Capteur de vitesse

II.4.4 Indication de vibration

Les éléments sensibles de capteur sont des accéléromètres auto générateurs utilisés pour indiquer la vibration du générateur de gaz ou de la turbine de puissance.

Les caractéristiques en relief des accéléromètres sont les suivantes:

- Ø principe de fonctionnement piézo-électrique
- Ø signal de sortie de 50 pico coulombs / G
- Ø haute capabilité thermique de 1150 degrés Fahrenheit (6210 °C)
- Ø construction robuste

II.4.5 Indications de température de l'huile

Cinq RTD sont utilisés pour mesurer la température de récupération de l'huile (un pour chaque carter et un pour l'engrenage auxiliaire). Un est utilisé pour mesurer la température de l'huile d'alimentation.



Figure II-13: Capteur RTD

II.4.6 Détecteurs de flamme ultraviolets

Pendant la séquence de lancement il faut envoyer une indication de présence ou absence de flamme au système de commande. Pour cette raison, un système de contrôle de la flamme est utilisé; il comprend quatre capteurs installés sur quatre chambres de combustion adjacentes et un amplificateur électronique monté dans le tableau de commande de la turbine.

II.4.7 Différents capteurs au niveau de la turbine

Indication de sonde quantité / machine	Description paramètre / capteur
1	RTD a élément double pour température d'admission en compresseur (T2), placé sur le carter frontal
6 ou 7	Détecteurs de température de résistance (RTDs) - double élément alimentation et récupération huile de lubrification
2	Capteur de température de décharge du compresseur (T3) - double élément thermocouple chromel - alumel, montée sur le carter postérieur du compresseur
8	Capteur échappement HPT (T5.4) - double élément, thermocouple chromel - alumel, montée sur le carter intermédiaire de la turbine
2	Capteur de position valve de prélèvement étage 8 du compresseur - LVDT
2	Capteur de position valve de prélèvement du compresseur - LVDT
2	Capteur de pression dynamique dans la chambre de combustion
26	Rétroaction position de valves intermédiaires - interrupteur de contact
2	Vitesse du générateur de gaz - réductance
2	Vitesse turbine de puissance - réductance
1	Vibrations carter arrière de compresseur du générateur de gaz (2 fréquences)
1	Vibrations turbine de puissance (2 fréquences)

Tableau II-1. Capteurs du système

Discussion

Dans ce chapitre, on a définis la turbine à gaz ainsi qu'une présentation générale de ses différentes sections et son principe de fonctionnement, enfin on a cité les divers capteurs existant au sein de la turbine PGT25DLE.

III.1 -Définition du Panneau de commande MARK V LM :

Le panneau de commande Mark V LM est un système de commande de la turbine à base de microprocesseurs, désigné d'une manière spécifique à la commande des turbines. Le panneau Mark V LM est utilisé sur les turbines à gaz aéro-dérivatif.

La commande et la protection de l'unité sont accomplies à l'aide du panneau Mark V LM en combinaison avec des sondes et dispositifs montés sur l'unité et ses accessoires.

Les cartes à circuit imprimé et les plaques à bornes du panneau de commande Mark V LM sont contenus dedans ou montés sur les noyaux. Les noyaux sont des logements à plaques en métal qui contiennent au maximum cinq cartes à circuit imprimé, montés sur les portes carte. En plus, jusqu'à quatre plaques à bornes I/O peuvent être montées sur un seul noyau.

La combinaison des plaques contenues dans chaque noyau dépend de l'application.

Le panneau de commande consiste dans un seul processeur de commande, connu comme <R>. Ce processeur de commande fonctionne comme un processeur de communication. Les autres noyaux existants dans un panneau de commande Mark V LM typique incluent un noyau protecteur <P1>, un noyau de distribution de puissance <PD>, des noyaux à I/O du processeur de commande <R1>, <R2>, <R3> et <R5> et des noyaux à I/O numériques <Q11> et <Q51>. (Voir Figure III-1).

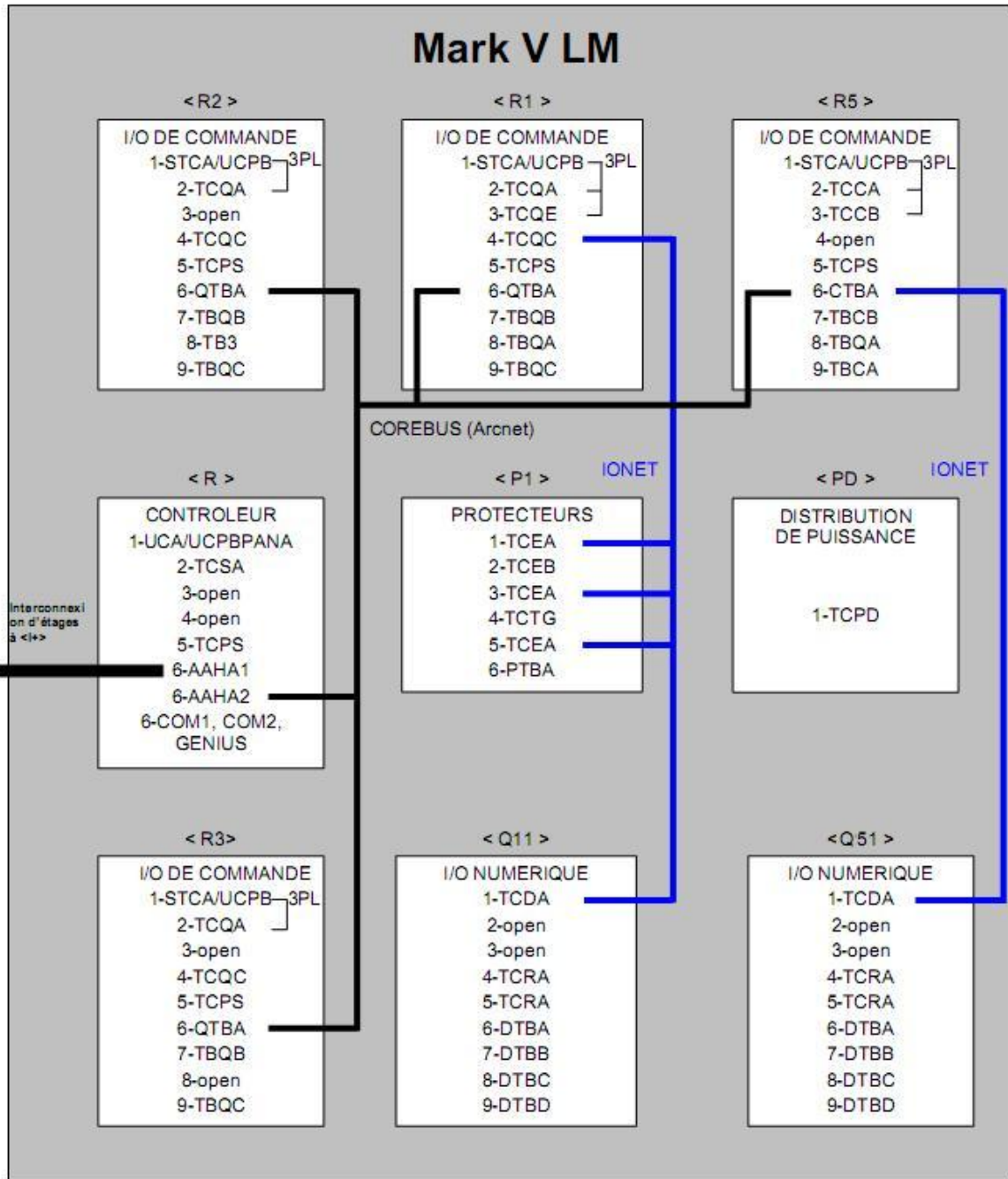


Figure III-1 : Panneau de commande MARK V

III.2 Interface à l'opérateur :

L'interface primaire à l'opérateur consiste dans un moniteur en couleurs, un clavier, un dispositif de positionnement à curseur (CPD), une imprimante et une unité centrale de traitement (CPU).

L'interface est branchée au panneau de commande Mark V par l'intermédiaire d'un câble ARCNET.

Une interface à l'opérateur peut être utilisée pour commander plusieurs turbines de même, plusieurs interfaces à l'opérateur peuvent être utilisées pour commander une seule turbine. Toutes les interfaces à l'opérateur sont capables d'émettre des commandes à une unité à tout moment pendant la communication aux panneaux de commande Mark V LM. Dans notre étude, l'interface à l'opérateur commande une seule turbine et le dispositif activé par celle-ci.

En utilisant l'interface à l'opérateur, les commandes peuvent être délivrées à la turbine et au dispositif activé par celle-ci (par exemple :START (MISE EN MARCHE), STOP (ARRET), COOL DOWN ON (REFROIDISSEMENT), AUTO, RAISE SPEED/LOAD (ACCELERATION/CHARGE) et ainsi de suite) et on peut avoir accès aux affichages pour visualiser l'état de la turbine et du dispositif activé par elle (par exemple :ALARMS (ALARMES), WHEELSPACE TEMPERATURES (TEMPERATURES DE L'ESPACE DE LA ROUE), VIBRATION FEEDBACK (REACTION A LA VIBRATION) et ainsi de suite). L'imprimante associée permette à l'opérateur de sélectionner à la main, copier tout affichage, d'enregistrer les paramètres sélectionnés et les alarmes.

L'interface à l'opérateur n'accomplit pas de fonctions de commande ou de protection de la turbine et du dispositif activé par elle, c'est un moyen d'émettre des commandes au panneau de commande Mark V LM et de surveiller le fonctionnement de l'unité. La mise de l'interface à l'opérateur hors fonctionnement, la mise en marche de l'ordinateur, le redémarrage de l'ordinateur ou le débranchement du câble ARCNET faisant le lien entre le panneau de commande Mark V LM et l'interface à l'opérateur n'auront aucun effet sur le fonctionnement du panneau de commande Mark V LM ou de l'unité.(voire annexe)

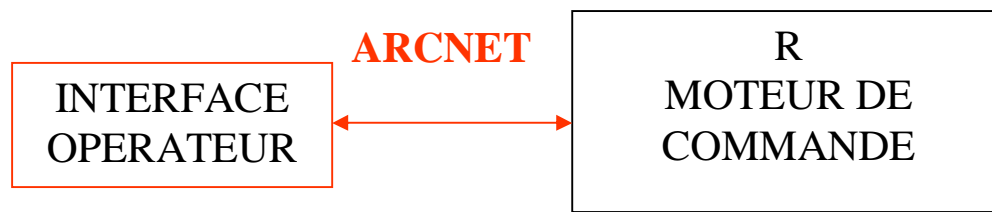


Figure III-2 : Interface opérateur

III.3 Communication :

Les informations sont communiquées, partagées et changées à l'intérieur du système de commande Mark V LM par trois réseaux séparés.

Le réseau extérieur, la connexion de l'étage représente le moyen primaire de communication entre l'interface à l'opérateur et le moteur de commande localisé dans le noyau <R> du panneau de commande. Ce lien utilise une configuration ARCNET.

COREBUS est un réseau de communication ARCNET séparé, interne au panneau de commande Mark V LM.

La fonction de COREBUS est de fournir un lien de communication entre les processeurs de commande I/O (<R1>, <R2>, <R3>, <R5>) et le moteur de commande (<R>).

Le troisième réseau interne est connu comme le réseau I/O (IONET).

IONET est un réseau de communications sérielles, qui est branché dans une configuration en guirlande. Le rôle de IONET est de transférer les signaux des noyaux à I/O numériques (<Q11>, <Q51>) et du noyau protecteur (<P1>) aux processeurs de commande I/O. Il y a deux IONET séparés, un faisant le lien à <Q51> et <R5> et l'autre à <Q11>, <P1> et <R1> (voir Figure III-1)

III.3.1 INTERCONNEXION D'ETAGES :

L'interconnexion d'étages consiste dans un câble coaxial, qui se termine aux deux extrémités par des connecteurs BNC de type T. Ce câble va de la plaque de l'interface ARCNET intégrée dans l'interface à l'opérateur jusqu'au panneau de commande. La plaque de l'interface ARCNET est une source à haute impédance qui permet à l'interface à l'opérateur de communiquer sur l'interconnexion d'étages.

Le branchement de l'interconnexion d'étages au noyau <R> est parmi un répéteur à trois ports actifs (voir Figure III-3). Ce dispositif consiste dans trois ports (deux externes et un

interne). Le port interne fait la communication du processeur aux ports externes. Chacun des ports externes reçoit un signal, l'amplifie et ensuite le passe au noyau <R> et à l'autre port externe. D'une manière similaire, un signal produit par le noyau est amplifié et envoyé aux deux ports externes. En cas d'interruption de l'alimentation électrique au répéteur, un relais de dérivation fournit la continuation jusqu'à l'interconnexion d'étages.

La perte de la connexion au noyau <R> produit une interruption de communication entre le panneau de commande et les interfaces à l'opérateur affectées se trouvant sur l'interconnexion d'étages. Dû à la configuration du répéteur à trois ports du <R>, l'interconnexion d'étages continu de fonctionner entre d'autres dispositifs, mais ne peut pas communiquer au panneau de commande affectée.

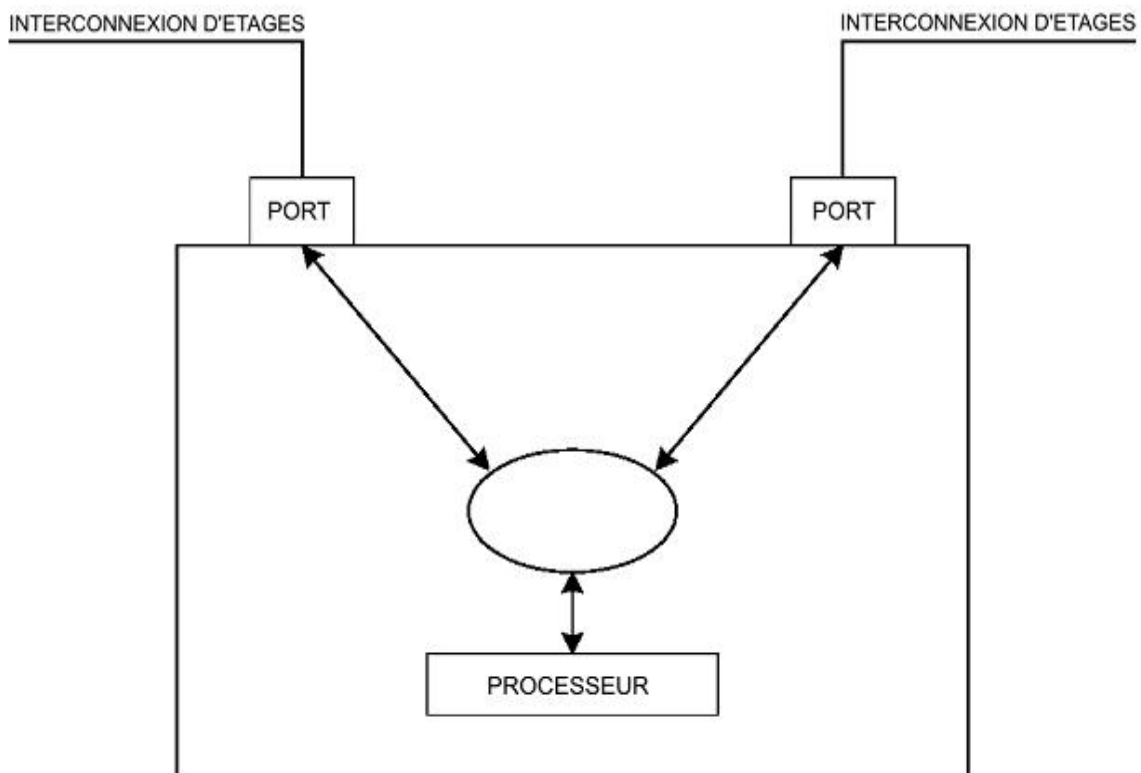


Figure III-3 : Répéteur actif à trois ports

III.3.2 COREBUS :

COREBUS est un réseau de communication ARCNET branché entre le moteur de commande <R> et les moteurs I/O <R1>, <R2>, <R3> et <R5> (Voir Figure III-1).

Les deux rôles principaux de COREBUS sont :

1-Le BMS et la communication entre le moteur de commande et les noyaux à I/O.

Le BMS ou bien le système de messagerie de base (Basic Messaging system) représente le point principal du système qui permet la transmission de paquets de messages de base du moteur de commande aux divers moteurs I/O. Supporté par le BMS, c'est le UDM ou le système de mémoire défini par l'utilisateur (User Defined Memory system). L'UDM est le système qui permet au contrôleur d'envoyer un message à un des noyaux I/O, en le demandant pour une répartition de mémoire.

2-COREBUS a aussi pour rôle de manipuler le trafic d'entrée/de sortie entre le moteur de commande et les noyaux I/O. Toutes les 10 millisecondes (intervalle appelé trame) les noyaux I/O transmettent un paquet de données au moteur de commande, qui les stocke toutes dans la base de données.

Ces informations peuvent apparaître sous la forme de données à haute vitesse (une par trame) ou données à basse vitesse (répandues à travers 4-8 trames). Avec chaque trame, vers la fin de la trame le moteur de commande transmet toutes les données de sortie existantes dans un paquet à travers COREBUS. Chaque noyau I/O reçoit ce paquet et ensuite retient les informations dont il a besoin de celui-ci.

III.3.3 IONET :

Le réseau I/O (IONET) est un réseau de communication interne au panneau Mark V LM qui permet l'échange de données entre les cartes STCA localisées dans les noyaux de commande I/O (<R1>, <R5>), les cartes TCDA des noyaux I/O numériques (<Q11>, <Q51>) et les cartes TCEA localisées dans <P1>. Ce réseau permet à la commande d'accomplir la fonction numérique I/O (TCDA) et les fonctions de protection (TCEA). Les informations transmises à travers le réseau sont désignées à des adresses spécifiques. Comme résultat, les données sont envoyées soit à la carte TCDA soit à la carte TCEA, en fonction des configurations d'adresses de cavaliers du matériel. Lors de la mise en marche du panneau de commande le moteur de commande télécharge les paramètres de l'unité aux cartes TCDA et TCEA pour la configuration I/O et les diagnostics internes. Pendant le fonctionnement, les paramètres de fonctionnement de ces fiches sont séquentiellement échangés avec le STCA par IONET pour la commande de l'unité.

La configuration décrite ci-dessus permet l'adjonction des cartes TCEA et TCDA au réseau, si nécessaire. La connexion de sortie d'IONET est faite par la configuration des cavaliers du matériel sur la dernière carte TCDA du réseau. Chaque carte doit avoir une adresse spécifique assignée pour le réseau, elle aussi configurée à l'aide des cavaliers du matériel, selon la

description du logiciel. S'il faut détacher une carte pour le service, la connexion de réseau est interrompue à ce point-là.

Trois cartes TCEA (appelées <X>, <Y> et <Z>) sont nécessaires dans le noyau <P1>. Ces trois cartes TCEA sont liées dans la configuration en guirlande. Ces cartes fonctionnent sur le même IONET et toutes communiquent avec le noyau <R1>. [3]

III.4 Les noyaux du MARK V LM :

Le panneau de commande Mark V LM consiste dans plusieurs noyaux. Les noyaux sont des logements en métal, qui peuvent comporter des supports des cartes aux circuits imprimés appelés des portes-fiches. Sur les portes-fiches des noyaux sont montés au maximum cinq des cartes aux circuits imprimés.

III.4.1 Contrôleur de commande «R » :

Le noyau du moteur de commande, le <R> représente le processeur principal de commande, qui est utilisé pour protéger, surveiller et commander l'unité et pour communiquer aux interfaces à l'opérateur. Le noyau <R> contient une CPU 486DX puissante avec des circuits auxiliaires pour traiter le logiciel de l'application. Le noyau <R> contient les cartes imprimées suivantes:

- **UCIA** – La carte mère sur laquelle sont montées les cartes UCPB, PANA et μ GENI. Contient un processeur 196 qui transfère les signaux du traducteur de pression de la carte TCSEA à la carte UCPB pour l'usage.
- **UCPB** – La carte fille se trouvant sur la carte mère UCIA qui contient un processeur 486DX ou CPU et le pilote ARCNET pour les communications externes avec les interfaces à l'opérateur. Utilisée en combinaison avec la carte AAHA.
- **TCSEA** – La carte à option pour les applications d'Emissions Basses Sèches (DLE). Contient les décodeurs pour la communication entre la carte XDSA se trouvant sur le module de carburant et la carte UCIA se trouvant dans le noyau <R>.
- **TCPS** – La carte d'alimentation électrique.
- **PANA** – Le pilote ARCNET pour les communications internes avec les noyaux I/O. Montée comme une carte fille sur la carte UCIA.
- **AAHA** – Une carte avec deux connecteurs BNC pour la communication ARCNET. Utilisée pour les connexions de l'étage sur le noyau <R> à travers la carte UCPB et pour les connexions COREBUS entre le noyau <R> et les noyaux I/O à travers la carte PANA.

III.4.2 Noyau protecteur «P1 » :

Le noyau <P1> contient les processeurs protecteurs. Chacun de ces processeurs est responsable de la détection de la survitesse d'urgence et l'initiation du signal de déclenchement, fournit la tension d'excitation du détecteur de flammes ultraviolettes et la synchronisation pour les applications du pilote du générateur.

L'état de ces fonctions de chaque carte est choisi par un procès "deux de trois" et la valeur sélectionnée est utilisée dans l'algorithme/la séquence de protection. Le noyau <P1> contient les cartes suivantes aux câblages imprimés:

- **TCEA** – Contient les circuits du microprocesseur pour la protection critique, connu comme les "processeurs protecteurs".
- **TCEB** – La carte d'expansion pour les TCEA.
- **TCTG** – La carte de déclenchement, qui contient les soupapes électromagnétiques de déclenchement des unités.
- **PTBA** – La fiche terminale du noyau protecteur.

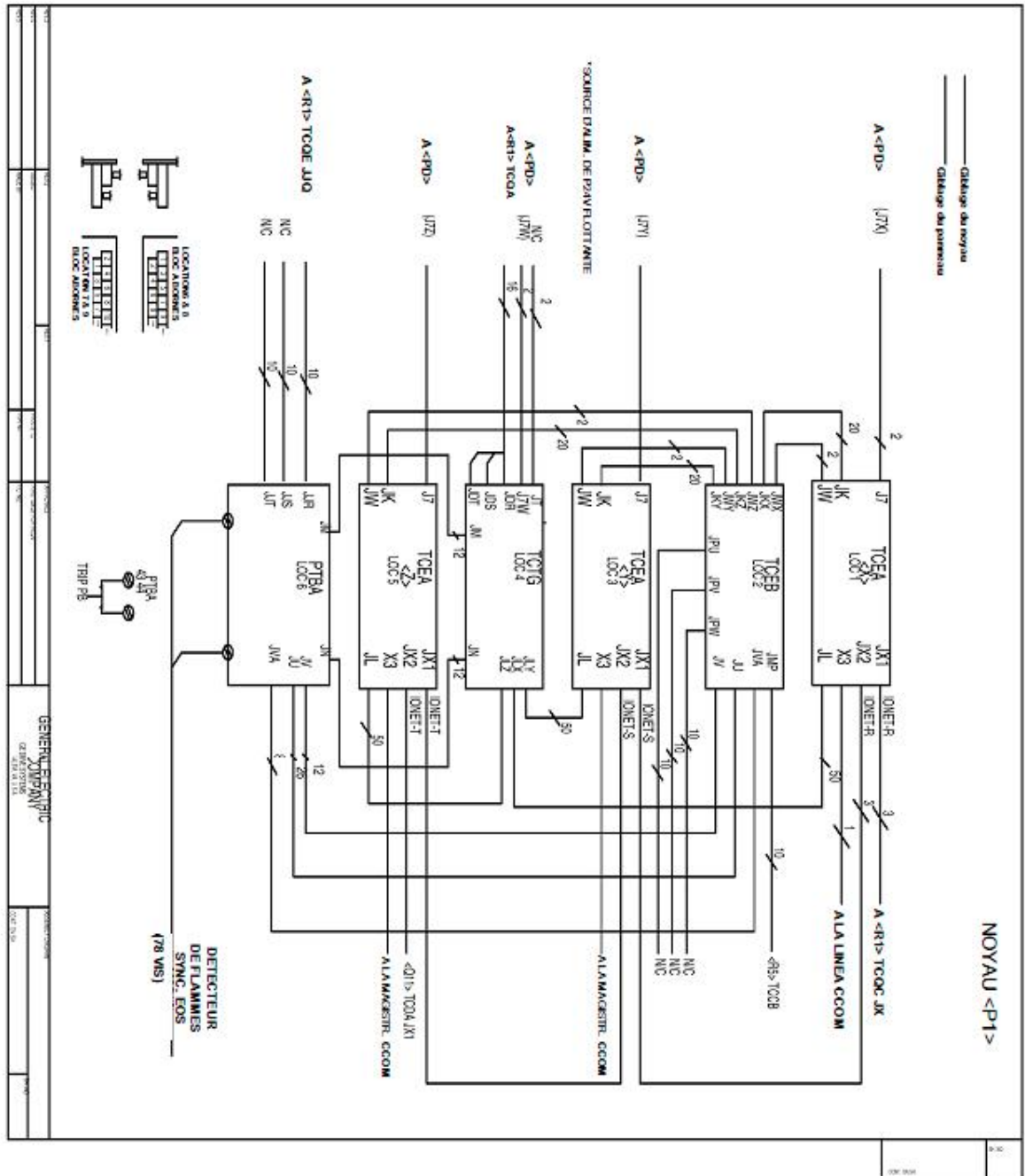


Figure III-5 : Noyau protecteur « P1 »

III.4.3 Les noyaux I/O analogique « R1, R2, R3 » :

Les noyaux I/O sont utilisés pour lire et écrire les signaux analogues. Ces noyaux contiennent le moteur I/O, une CPU 486 DX avec un circuit auxiliaire étant utilisé pour la communication des signaux I/O au noyau <R>.

Les microprocesseurs des cartes TCQA, TCQC, TCQE, TCCA et TCCB mesurent et conditionnent les signaux numériques, en utilisant des informations de configuration I/O contenues dans la RAM du noyau. Les données sont alors envoyées à travers COREBUS au moteur de commande du noyau <R> et dans la base de données des signaux de commande, localisée dans ce noyau-là. Après l'utilisation des signaux dans le logiciel de l'application, les résultats sont renvoyés à travers COREBUS aux noyaux I/O. Ces noyaux contiennent des combinaisons des cartes suivantes:[3]

- **STCA** - L'IONET principal pour les noyaux I/O. Effectue la configuration d'I/O sur certains signaux.

Fournit la vérification de la synchronisation.

- **UCPB** – Contient une CPU 486 DX utilisée comme moteur I/O.

- **TCQA, TCQE, TCCA et TCCB** – Cartes I/O contenant le logiciel de configuration de I/O.

- **TCPS** – La carte d'alimentation.

- **TCQC** – Contient l'expansion I/O pour la carte TCQA et l'interface de communication IONET de <R1> à <Q11> et <P1>.

- **QTBA** – La fiche terminale contenant les communications COREBUS et la terminaison I/O de <R1>, <R2> et <R3>.

- **CTBA** – La fiche terminale contenant l'interface de communication IONET et COREBUS et la terminaison I/O de <R5>.

- TBQA, TBQB, TBQC, TBQE, TBCB y TBCA, TB3 – Plaques à bornes I/O.

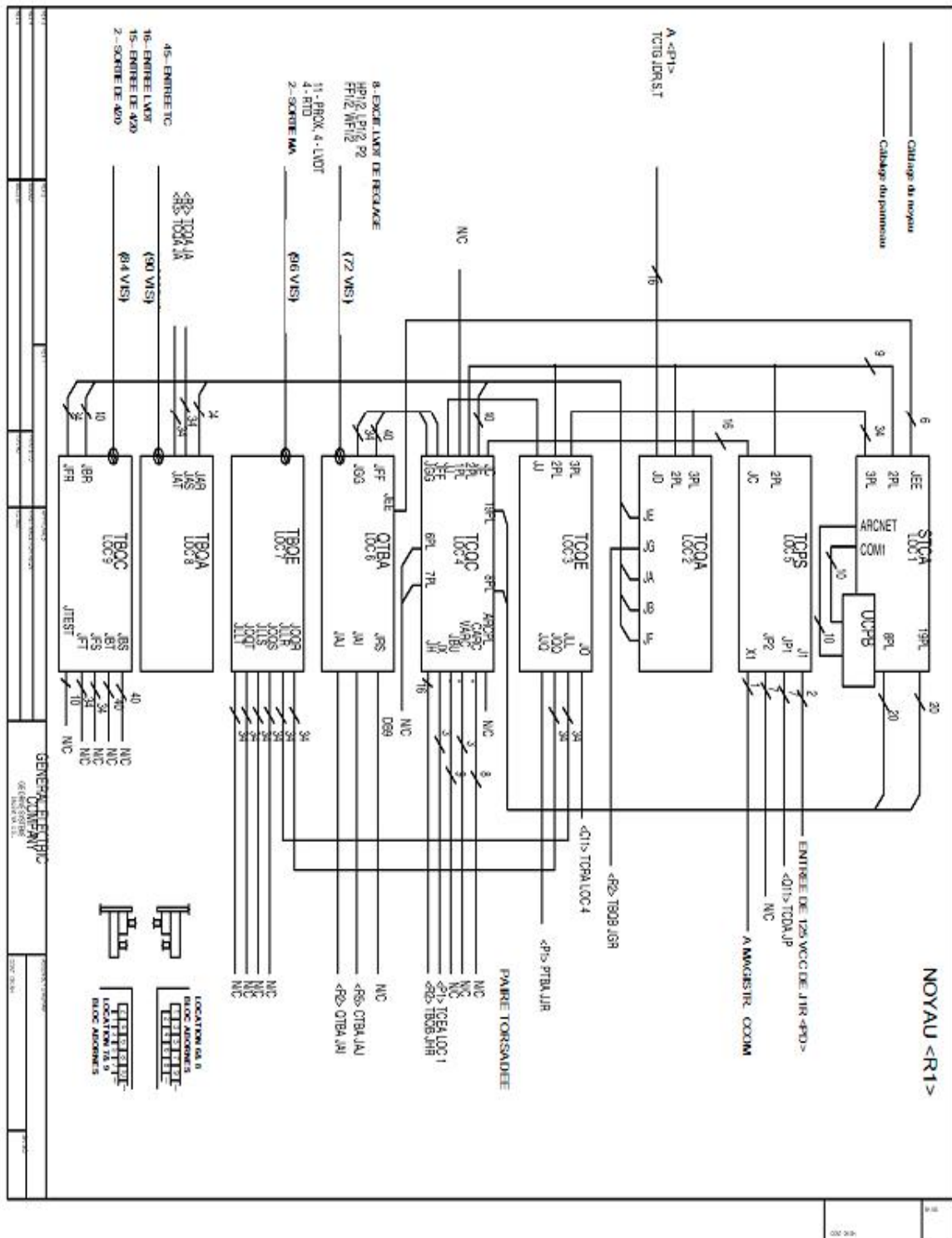


Figure III-6 : Noyau I/O analogique « R1 »

III.4.4 Les noyaux I/O numérique « Q11, Q51 » :

Les deux noyaux numériques I/O, <Q11> et <Q51> sont utilisés pour lire et écrire les signaux numériques I/O.

Ces noyaux envoient leurs données à travers le réseau de communications I/O (IONET) à l'un des noyaux <R1> ou <R5> pour la transmission. Les noyaux numériques I/O contiennent les cartes suivantes aux circuits imprimés:

- **TCDA** – Conditionne les signaux numériques I/O et communique aux noyaux I/O à travers le réseau IONET.
- **TCRA** – Carte de relais.
- **DTBA, DTBB, DTBC et DTBD** – Les plaques à bornes des I/O numériques.

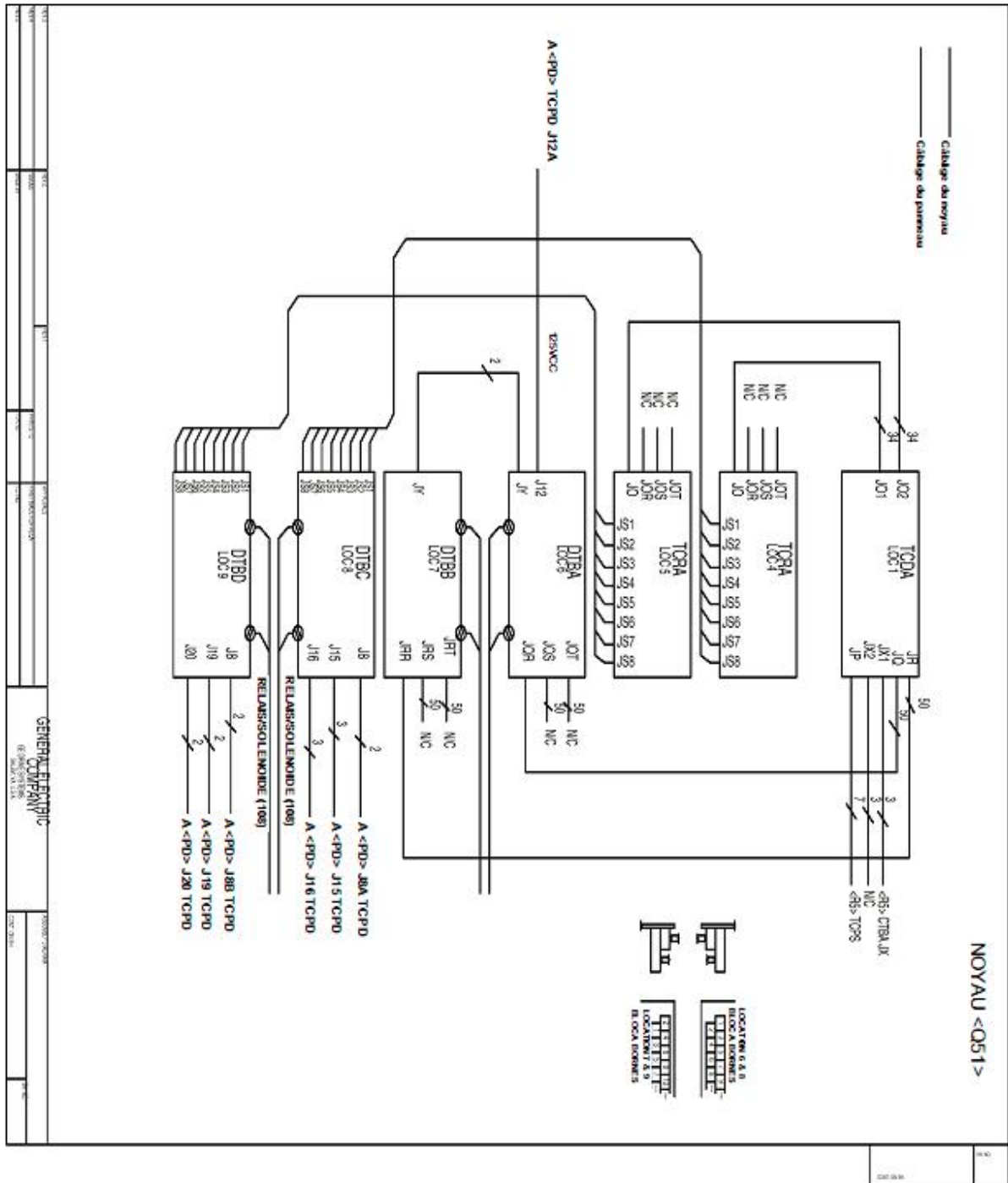


Figure III-7 : Noyau I/O numérique « Q11 »

III.5 Fonctionnement du contrôleur :

Le Mark V LM fournit la commande et la protection de l'unité du microprocesseur programmable. Les paramètres de commande sont stockés dans la RAM.

Les signaux de champ passent par diverses plaques à bornes des noyaux I/O, des noyaux numériques I/O et du noyau protecteur. Dans les noyaux numériques, la carte TCDA mesure et conditionne les signaux et les envoie à travers IONET aux noyaux I/O <R1> et <R5> par la carte TCQC et respectivement par la fiche terminale CTBA. Les signaux des fiches TCEA du noyau <P1> sont aussi envoyés par IONET au noyau <R1>. Les signaux analogues passent directement dans les plaques à bornes des noyaux I/O et sont mesurés et conditionnés par les cartes TCQA, TCQC, TCQE, TCCA et TCCB. Tous les signaux I/O sont envoyés à <R> à travers COREBUS par les plaques à bornes QTBA ou CTBA.

Les constantes, de configuration d'I/O, sont envoyées de la RAM du noyau <R> à la 486DX CPU (Moteur I/O) des noyaux I/O à travers COREBUS. Le moteur I/O stocke les constantes de configuration dans la RAM localisée sur les cartes des noyaux I/O et des noyaux numériques I/O lors de la remise en marche des noyaux. Les microprocesseurs se trouvant sur les cartes I/O utilisent les constantes de configuration et le logiciel de configuration pour effectuer la mesure et le conditionnement de tous les signaux I/O lus des plaques à bornes. Le moteur I/O envoie les valeurs calculées à travers IONET. Les cartes I/O mesurent et conditionnent aussi les valeurs à être écrites sur les plaques à bornes comme des sorties.

Le programme de la séquence de commande (CSP), les constantes de commande et les constantes de configuration I/O sont téléchargées de l'interface à l'opérateur par la liaison de communication ARCNET, appelée connexion de l'étage, localisée sur la carte AAHA. La connexion de l'étage télécharge ces fichiers au moteur de commande, une CPU486DX localisée sur la carte UCIA/UCPB du noyau <R>. Le moteur de commande est responsable de l'envoi des constantes de configuration I/O par COREBUS aux moteurs I/O se trouvant dans les noyaux I/O, le déroulement du CSP et le stockage des valeurs des locations de la mémoire de la base de données des signaux de commande.

Les transferts de communication sont généralement effectués à une fréquence de 100Hz, (10ms).

QNX est le système de fonctionnement pour le moteur de commande. Le moteur de commande convertit les signaux du point fixe I/O obtenus de COREBUS dans des valeurs à virgule flottante pour l'utilisation dans le logiciel de l'application. Le moteur de commande

convertit aussi les valeurs de nouveau en points fixes pour le transfert à travers COREBUS aux noyaux I/O et aux noyaux numériques I/O. Quelque mesure additionnelle est effectuée par le moteur de commande pendant ces conversions.

III.6 Descriptions et interconnexions des cartes à circuit imprimé :

Dans Cette section on va décrire quelques cartes à circuits imprimés utilisées dans le panneau de commande Mark V LM.

III.6.1 Configuration initiale :

Les cartes I/O du panneau de commande Mark V LM sont configurées par l'utilisation d'une combinaison de cavaliers du matériel et du logiciel.

Certaines cartes à circuits imprimés et plaques à bornes de Mark V LM incluent les cavaliers du matériel pour le réglage des fonctions et la configuration des cartes. Les configurations des cavaliers du matériel spécifiques du site sont incluses en ligne dans l'interface à l'opérateur.

[3]

III.6.1.1 Configurations initiales des cavaliers du matériel : [?] [?] [?]

La plupart des cavaliers sont configurés dans la fabrique, lors de la fabrication et de l'épreuve du contrôleur.

Pour les configurations qui ne sont pas faites dans la fabrique, observer l'écran du cavalier du matériel de l'interface à l'opérateur. Typiquement ces cavaliers sont désignés par un J, BJ ou JP.

III.6.1.2 Configuration du logiciel de la carte I/O: [?] [?]

Les cartes I/O ajustent et conditionnent les signaux I/O, à l'aide du logiciel intégré contenu dans l'EPROM et les valeurs constantes de configuration et les données de configuration stockées dans la RAM. Les valeurs constantes de configuration I/O et les données de configuration sont chargées pendant la mise en marche/le démarrage de leurs moteurs I/O correspondants. Chaque moteur I/O reçoit ces valeurs du moteur de commande du noyau<R>. Le moteur de commande maintient les données jusqu'à ce qu'elles soient changées, en les téléchargeant de l'interface à l'opérateur par la connexion de l'étage. L'utilisateur configure

les valeurs constantes de configuration I/O et les données de configuration à l'aide du configurateur I/O se trouvant dans l'interface à l'opérateur.

III.6.2 Carte de connexion d'ARCNET « AAHA » :

La carte de connexion ARCNET (AAHA) fournit l'interface de connexion pour les données ARCNET, liant le moteur de commande <R> avec les noyaux I/O et les dispositifs externes. Deux connexions BNC (canaux A et B) sont fournies pour la communication. Un connecteur de branchement, le connecteur APL, est fourni pour la communication avec les cartes contenant les pilotes ARCNET du noyau <R>.

Le noyau <R> utilise deux cartes AAHA. Une en est utilisée pour l'interconnexion d'étages entre le noyau <R> et les interfaces à l'opérateur. Le connecteur APL lie la carte AAHA avec la carte UCPB. La carte UCPB est la carte fille de la carte UCIA du noyau <R>. La carte UCPB communique avec les interfaces à l'opérateur par l'intermédiaire de l'interconnexion d'étage. Le pilote ARCNET pour l'interconnexion d'étages est localisé sur la carte UCPB.

La deuxième carte AAHA fait la connexion entre le noyau <R> et COREBUS et permet au moteur de commande <R> du noyau <R> de communiquer avec les noyaux I/O. Le connecteur APL de la deuxième carte AAHA fait la connexion entre la carte PANA, une autre carte fille et la carte UCIA du noyau <R>. Le pilote ARCNET pour COREBUS est localisé sur la carte PANA.

III.6.2.1 Connecteurs de « AAHA » :

- 2PL – Distribue l'alimentation électrique de la carte TCPS dans le noyau <R>.
- APL – La connexion de communication de ARCNET entre la carte AAHA et les cartes contenant le pilote ARCNET du noyau <R>.
- ARCBNC A – Le connecteur BNC pour la communication ARCNET.
- ARCBNC B - Le connecteur BNC pour la communication ARCNET.
- EBNC – Typiquement non utilisé.
- EPL - Typiquement non utilisé. [3]

III.6.3 Carte ARCNET « PANA » :

La carte du dispositif de commande PANA fournit la communication ARCNET pour COREBUS et configure l'adresse ARCNET COREBUS pour le noyau <R>. Positionnée

comme carte fille sur la carte UCIA du noyau <R>, la carte PANA fait la connexion à la carte AAHA à l'intermédiaire du connecteur APL. La carte PANA transfère les données au moteur de commande se trouvant sur la carte UCPB par les connecteurs de magistrale P1 et P2. Les connecteurs de magistrale P1 et P2 se trouvant sur la carte PANA font la connexion aux connecteurs de magistrale J2 et J4 se trouvant sur la carte UCIA. La carte UCIA écrit les signaux directement sur la carte UCPB par les connecteurs de magistrale J1 et J3.

III.6.3.1 CONNECTEURS DE PANA :

- APL – La connexion de communication ARCNET à la carte AAHA.
- BPL - La connexion de communication ARCNET à la carte AAHA.
- P1 – La connexion de la magistrale à la carte UCIA.
- P2 - La connexion de la magistrale à la carte UCIA.

III.6.3.2 CONFIGURATION DE PANA :

Matériel : Les quatre interrupteurs de la carte PANA sont utilisés pour configurer l'adresse COREBUS ARCNET pour le noyau <R>. Deux sont désignés au connecteur BNC A et deux au connecteur BNC B. Les cavaliers du matériel sont utilisés pour configurer l'adresse d'interruption I/O et l'adresse de mémoire pour chaque canal ARCNET.[3]

Logiciel : Il n'y a pas de configuration du logiciel, effectuée sur la carte PANA.

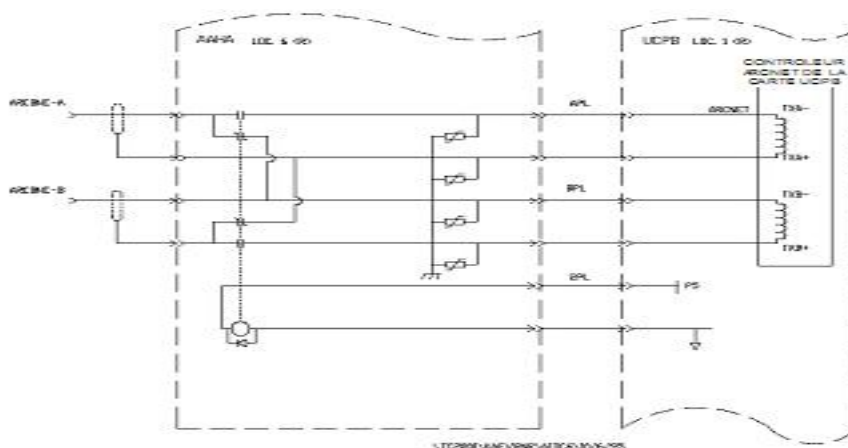


Figure III-9 : Noyau <R1> - Connexions de l'interconnexion d'étages AAHA/UCPB

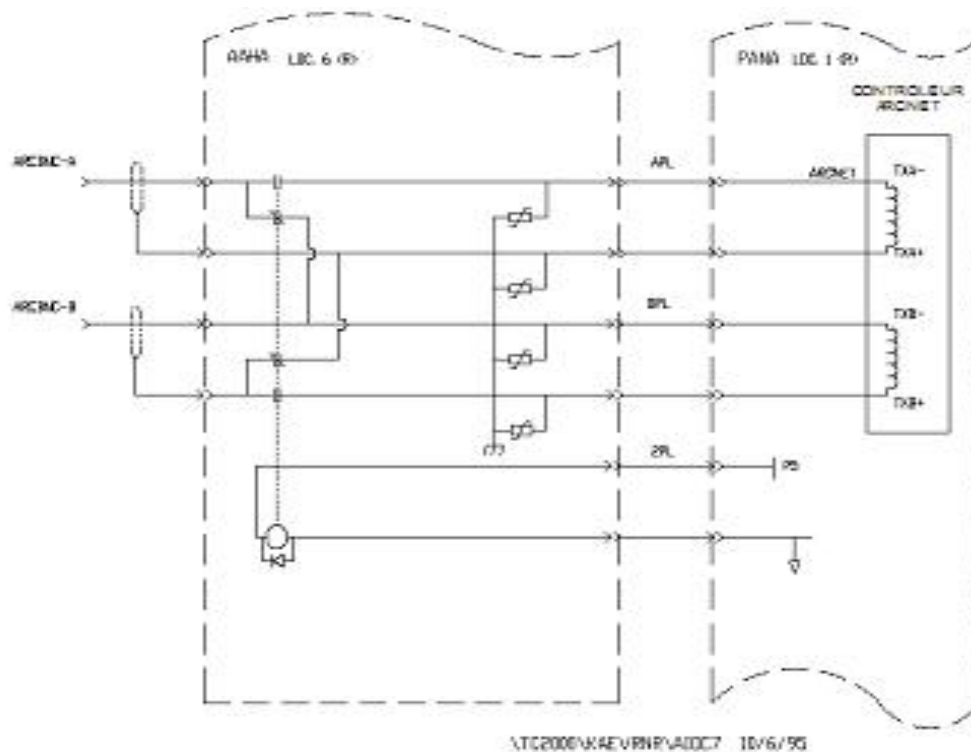


Figure III-10 : Noyau <R1> - Connexions de COREBUS AAHA/PANA

III.6.4 Carte d'alimentation électrique « TCPS »:

La carte d'alimentation électrique (TCPS), se trouvant dans le noyau <R> et dans les noyaux I/O, convertit l'alimentation électrique de 125 V cc depuis la carte TCPD du noyau <PD> dans les tensions nécessaires, demandées par divers composants et applications, utilisés par les noyaux. Ceux-ci incluraient les tensions d'alimentation électrique du microprocesseur, les tensions électrique de sortie en milliampères, les tensions d'alimentation électrique des RDT et les sorties des courants de la soupape de réglage.

III.6.4.1 Connecteurs de TCPS :

- 2PL — Distribue les tensions d'alimentation électrique aux diverses cartes dans une configuration en guirlande.
- J1 — Connecteur qui amène l'alimentation électrique de 125 V cc à la carte TCPS depuis la carte TCPD du noyau <PD>.
- JC — Distribue les tensions d'alimentation électrique pour les diagnostics d'alimentation électrique à la carte TCQC des noyaux <R1>, <R2> et <R3> et à la carte TCCA du noyau <R5>.

- JP1 — Distribue les tensions d'alimentation électrique à la carte TCDA des noyaux numériques <Q11> et <Q51> et aux cartes AAHA du noyau <R>.
- JP2 — De même que JP1. Tantôt JP1 tantôt JP2 peut être utilisé.
- X1 — Connexion de la magistrale de CCOM.[3]

III.6.5 Carte mère « UCIA »:

La carte mère UCIA se trouve dans le noyau <R>, fournit les connecteurs pour le montage de la carte fille de l'unité CPU principale (UCPB), la carte du dispositif de commande PANA, jusqu'à deux cartes μ GENI et un disque dur (PDAD). La carte UCIA utilise un microprocesseur 196 pour transférer les signaux logiques du traducteur de pression du module du carburant de la carte TCDA à travers le connecteur SER. Ces signaux sont écrits sur la carte UCPB à travers les connecteurs de magistrale J1 et J3 pour l'utilisation par le programme de séquence de commande (CSP). Les signaux de CORBUS, qui sont écrits sur la carte PANA des noyaux I/O, sont lus par les connecteurs de magistrale J2 et J4 et les signaux sont passés à la carte UCPB par les connecteurs de magistrale J1 et J3.

III.6.5.1 Connecteur d'UCIA :

- 2PL(P2) — Distribue l'alimentation électrique de la carte TCPS.
- 2PLX (P7) — Distribue l'alimentation électrique de la carte TCPS et est configuré en guirlande sur la carte TCDA.
- FAN (P14) — Connexions d'alimentation électrique pour la soufflante utilisée pour refroidir la CPU montée sur la carte UCPB. Typiquement non utilisé.
- GEN1 (P3) — Connexion du port sériel à la plaque à bornes 1TB pour les entrées Genius X1-1, X2-2 et protection.
- GEN2 (P4) — Connexion du port sériel à la plaque à bornes 1TB pour les entrées Genius X1-1, X2-2 et protection.
- J1 — Connecteur de magistrale, qui communique avec la carte UCPB.
- J2 — Connecteur de magistrale, qui communique avec la carte PANA.
- J3 — Connecteur de magistrale, qui communique avec la carte UCPB.
- J4 — Connecteur de magistrale, qui communique avec la carte PANA.
- P5 — Connexion sérielle pour signaux Genius de la carte UCIA à la carte fille μ GENI.
- P6 — Connexion sérielle pour signaux Genius de la carte UCIA à la carte fille μ GENI suivante.

- P15 — Connexion d'alimentation électrique à la carte μ GENI.
- P16 — Connexion d'alimentation électrique à la carte μ GENI.
- SER (P1) — Connexion série, que lit les signaux de la carte TCSA.
- P8 — Typiquement non utilisé.
- P9 — Typiquement non utilisé.
- P10 — Typiquement non utilisé.
- P11 — Typiquement non utilisé.
- P12 — Typiquement non utilisé.
- P13 — Typiquement non utilisé.[3]

III.6.5.2 Circuit d'interface du traducteur de pression d'UCIA

Les signaux du traducteur de pression de haute résolution de la carte XDSA sont écrits sur la plaque à bornes TB3 montée dans le noyau <R2>. Le connecteur P3 de la carte TCSA lit les signaux, que la carte TCSA décode pour l'utilisation par le processeur 196 sur la carte UCIA. Les signaux sont écrits sur la carte UCPB à travers les connecteurs J1 et J3.

III.6.5.3 Circuit de communication de la carte UCPB et PANA de UCIA

Les signaux lus depuis la carte PANA sont écrits par la carte UCIA à l'aide des connecteurs de magistrale J2/J4 aux connecteurs de magistrale J1/J3 à la carte UCPB. La CPU 486DX de la carte UCPB utilise ces entrées dans le programme de séquence de commande et écrit les sorties de nouveau à travers les connecteurs J1/J2 aux connecteurs J2/J4 à la carte PANA. La carte PANA écrit ensuite les sorties dans COREBUS pour l'utilisation par les moteurs I/O des noyaux I/O.

III.6.5.4 Circuit d'I/O GENIUS d'UCIA

Jusqu'à deux cartes μ GENI peuvent être montées sur la carte UCPB. Une carte μ GENI commande le transfert des données entre l'hôte (Mark V LM) et la magistrale Genius.

Les connexions du signal de la magistrale Genius sont disposées sur la plaque à bornes 1TB du noyau <R>. Ces signaux sont lus par les connecteurs sériels P3 et P4 de la carte UCIA. Les signaux sont ensuite écrits sur la carte μ GENI à travers les connecteurs P5 ou P6, après avoir été ajustés pour la carte μ GENI. Après que la carte μ GENI traite ces signaux pour l'hôte (Mark V LM), les signaux arrivent de nouveau sur la carte UCIA à travers les connecteurs P5

ou P6 et sont écrits sur la carte UCPB pour l'utilisation par le CSP. L'alimentation électrique à la carte μ GENI est fournie par la carte UCIA à travers les connecteurs P15 ou P16.

III.6.6 Carte de la CPU UCPB :

La carte de la CPU (UCPB) est la carte fille de l'unité centrale de traitement. La carte UCPB contient un processeur 486DX (CPU), un seul socle du module de mémoire en ligne (SIMM) avec mémoire à accès aléatoire dynamique (DRAM), une mémoire rapide désignée à la lecture seule programmable et effaçable (EPROM) avec ROM BIOS, EPROM rapide avec I/O mappée (option de 4Mb), deux ports sériels RS-232 et un dispositif de commande ARCNET. La carte UCPB accomplit deux fonctions séparées lorsqu'elle est utilisée dans le contrôleur de Mark V LM. Une carte UCPB est utilisée dans le noyau du moteur de commande <R> et dans chacun des noyaux I/O, <R1>, <R2>, <R3> et <R5>.

III.6.6.1 Moteur de commande d'UCPB :

Dans le noyau <R>, la carte UCPB est montée sur la carte mère UCIA. Les données sont lues par les connecteurs de magistrale J1 et J3 sur la CPU 486DX. La CPU est utilisée pour convertir les données à virgule fixe en données à virgule flottante pour l'utilisation avec le logiciel QNX (système de fonctionnement), traiter le programme de séquence de commande (CSP) et pour lire et écrire les données de nouveau sur la carte PANA pour COREBUS. Le système de fonctionnement et les images du contrôleur (logiciel intégré) sont stockés sur l'un des disques durs branchés à la carte UCPB ou dans la mémoire rapide.

Les signaux I/O lus depuis COREBUS sont convertis de valeurs à virgule fixe en valeurs à virgule flottante et sont écrits dans leurs adresses réservées dans la mémoire. La base de données des signaux de commande (CDB), les localisations de la mémoire de Mark V LM dans laquelle toutes les valeurs du signal de commande sont stockées, ci-inclus les signaux I/O, se trouve dans la DRAM de la carte UCPB. Ces signaux sont utilisés par la CPU 486DX pour des calculs. Les signaux de sortie sont pris de CDB et reconvertis en valeurs à virgule fixe, avant d'être écrits dans COREBUS. L'interface à l'opérateur lit les valeurs du signal de commande depuis CDB et les transforme en unités technologiques. [3]

III.6.6.2 Connecteurs d'UCPB :

- ARCNET — Connexion de l'interconnexion d'étages à l'interface à l'opérateur par la carte AAHA montée dans le noyau <R>.

- COM1 — Connexion du port de communication externe.
- COM2 — Connexion du port de communication externe.
- IDE — Connexion de communication du disque dur.
- J1 — Connexion de magistrale à la carte UCIA.
- J3 — Connexion de magistrale à la carte UCIA.

III.6.7 MOTEUR I/O D'UCPB

Dans les noyaux I/O, la carte UCPB est montée sur la carte STCA. La CPU de la carte UCPB emballe les informations numériques et analogiques I/O et les distribue dans COREBUS. Les paquets sont diffusés en fonction de la programmation des tâches. Les paquets sont des ensembles d'informations groupées en fonction des nécessités et ensuite transmises pour l'utilisation par d'autres dispositifs. Les informations critiques sont diffusées dans un "paquet rapide" à une fréquence de 100 Hz ou toutes les 10 ms, tandis que les informations moins importantes sont diffusées dans des "paquets lents", qui sont transmis à une fréquence inférieure à 100 Hz.

Lorsque les noyaux d'I/O sont remis en fonctionnement (désactivés et réactivés à nouveau), le moteur I/O lit les informations de configuration I/O du moteur de commande dans le noyau <R> et les charge dans la DRAM des cartes UCPB de chaque noyau I/O. Les constantes de configuration I/O sont écrites par IONET sur les cartes I/O qui les utilisent. Les constantes sont stockées dans la RAM de chaque carte dans laquelle elles sont disponibles aux processeurs depuis les cartes I/O, si nécessaire.

III.6.7.1 Connecteurs d'UCPB

- ARCNET — Connexion de COREBUS, qui fait la liaison entre les noyaux I/O et le noyau <R> par l'intermédiaire de la carte STCA montée sur chaque noyau I/O.
- COM1 — Connexion du moniteur de l'interface terminale par l'intermédiaire de la carte STCA montée sur chaque noyau I/O. Permet la surveillance externe des données spécifiques pour chaque noyau I/O.

Connexion du signal de l'interface RS232 à la carte STCA.

- COM.2 — Typiquement non utilisé.
- J1 — Connexion de magistrale à la carte STCA.
- J3 — Connexion de magistrale à la carte STCA.
- IDE — Typiquement non utilisé. [3]

III.6.8 Carte de l'interface du module du combustible TCSA

La carte de l'interface du module du combustible (TCSA), se trouvant dans le noyau <R>, est utilisée pour avoir interface à la carte XDSA du module du combustible pour les applications d'émissions basses sèches (DLE). La carte TCSA décode les signaux émergeant des traducteurs de pression de haute résolution pour le processeur 196 de la carte UCIA. Les signaux de la carte XDSA sont disposés sur la plaque à bornes TB3 de la location huit du noyau <R2>. Ils sont lus par la carte TCSA à travers le connecteur P3.

III.6.8.1 Connecteurs de TCSA

- 2PL — Distribue l'alimentation électrique de la carte TCPS du noyau <R>.
- GND — Signal de mise à la terre du châssis de la plaque à bornes TB3.
- P3 — Lit les signaux de la plaque à bornes TB3; les signaux émergent de la carte XDSA dans le module du combustible.
- SER — Ecrit les signaux décodés du traducteur de pression sur la carte UCIA.

III.6.8.2 Interface du traducteur de pression de TCSA

Les signaux de la carte TCSA sont lus depuis traducteurs de pression par la carte XDSA du module du carburant.

Les signaux de la carte XDSA sont envoyés à la plaque à bornes TB3, qui les transfère à la carte TCSA à travers le connecteur P3. La carte TCSA décode les signaux du protocole RS422 et les écrits sur la carte UCIA pour le traitement par le processeur 196. Les signaux sont ensuite utilisés par le programme de séquence de commande de la carte UCPB. La carte TCSA fournit aussi l'alimentation aux traducteurs de pression.

III.6.9 Carte I/O analogue commune TCCA

La carte I/O analogue commune (TCCA), localisée dans le noyau <R5>, ajuste et conditionne les signaux analogiques émergents sur les plaques à bornes CTBA, TBQA et TBCA montées dans le noyau <R5>. Ces signaux incluent les entrées et les sorties de 4-20 mA, les entrées des RDT, les entrées des thermocouples, les entrées de tension à l'arbre et les entrées du courant à l'arbre. Ces signaux sont écrits sur la carte STCA par le connecteur 3PL.

III.6.9.1 Connecteurs de TCCA

- 2PL — Distribue l'alimentation électrique de la carte TCPS dans le noyau <R5>.
- 3PL — La magistrale de données entre les cartes STCA, TCCA et TCCB du noyau <R5>. Les signaux conditionnés sont passés par le connecteur 3PL pour être transférés à COREBUS.
- JAA — Porte les signaux de sortie de 4-20 mA vers la plaque à bornes CTBA.
- JBB — Porte les signaux de tension et de courant de l'arbre et les signaux d'entrée de 4-20 mA, émergeant sur la plaque à bornes CTBA.
- JCC — Porte les signaux d'entrée des RDT, émergeant sur la plaque à bornes TBCA.
- JDD — Porte les signaux d'entrée des RDT, émergeant sur la plaque à bornes TBCA.
- JAR/S/T — Porte les signaux d'entrée des thermocouples et d'entrée de jonction à froid émergeant sur la plaque à bornes TBQA.
- JC — Porte les signaux de diagnostic de l'alimentation électrique de TCPS.
- JEE — Typiquement non utilisé.

III.6.9.2 Configuration de TCCA

Matériel Il y a trois cavaliers du matériel — J1, JP2, et JP3 se trouvant sur la carte TCCA. J1 est utilisé pour activer/désactiver le port sériel RS232. JP2 est utilisé pour l'oscillateur pour l'épreuve de la carte. JP3 est utilisé pour épreuve de fabrication.

Logiciel Les constantes de configuration de I/O pour les thermocouples, les entrées et les sorties des RDT, en milliampères et les paramétrages, de la tension et du courant de l'arbre

III.6.9.3 Circuit des RDT de TCCA

Le circuit qui fournit l'excitation aux RDT de la plaque à bornes TBCA est localisé sur la carte TCCA. Un courant stable est envoyé par la RDT et lorsque la température change, la résistance se trouvant à l'origine de la tension de la RDT change. La carte TCCA mesure, ajuste et conditionne le signal de tension. Les signaux des RDT sont lus depuis la plaque à bornes TBCA à travers la carte TCCA par l'intermédiaire des connecteurs JCC et JDD. La carte TCCA envoie les signaux au moteur I/O par le connecteur 3PL. Le type de RDT est sélectionné à l'aide des constantes de configuration I/O.

III.6.9.4 Circuit des thermocouples de TCCA

Les entrées des thermocouples sont lues par la plaque à bornes TBQA. Les signaux de jonction à froid sont fournis par les circuits de jonction à froid localisés sur la plaque à bornes TBQA. Ces valeurs sont utilisées par la carte TCCA pour calculer la compensation de la jonction à froid. La carte TCCA utilise l'entrée du thermocouple et la valeur de compensation pour le calcul de la température réelle lue par le thermocouple. Le moteur I/O lit la valeur par le connecteur 3PL. Les types de thermocouples et les courbes sont sélectionnés à l'aide des constantes de configuration I/O.

III.6.9.5 Surveillance de l'arbre de TCCA

La surveillance de la tension et du courant de l'arbre de la turbine est fournie par la carte TCCA. Ces signaux sont lus depuis la plaque à bornes CTBA par le connecteur JBB. Les signaux sont écrits au moteur I/O par le connecteur 3PL.

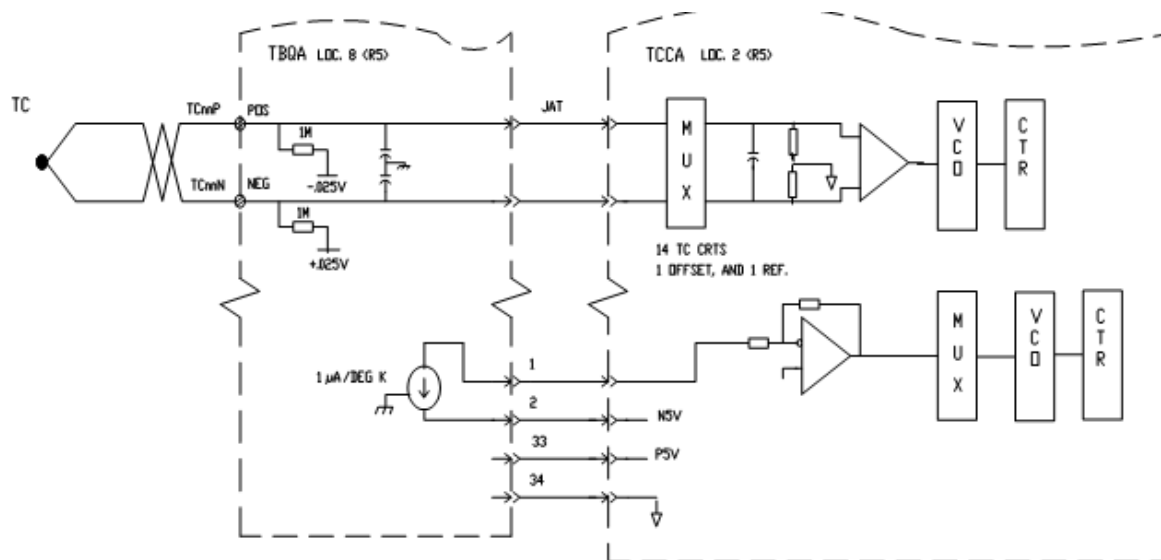


Figure III-11 : Noyau <R5> - Entrées de thermocouples de TBQA/TCCA

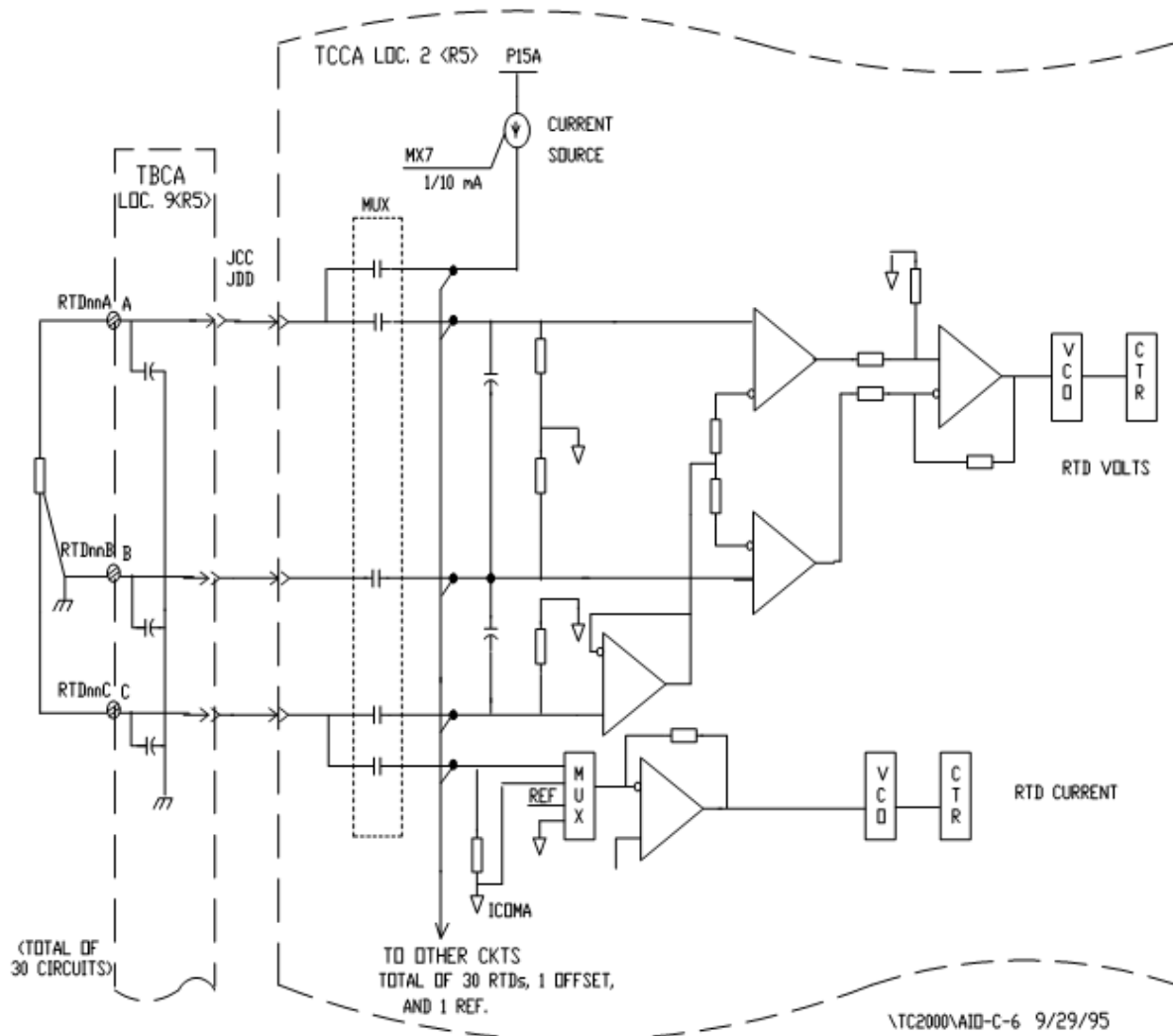


Figure III-12: Noyau <R5> - Entrées de RDT de TBCA/TCCA

CHAPITRE IV:

Etude de la commande MARK VI



IV.1 Définition du MARK VI :

Le MARK VI est un système de commande de la turbine SPEEDTRONIC. Mark VI est utilisé pour la commande et la protection des turbines à gaz montées dans les applications de génération électrique et des installations de processus.

Les fonctions principales du système de commande de la turbine Mark VI sont les suivantes:

- La commande de la vitesse pendant le démarrage de la turbine
- La synchronisation automatique du générateur
- La commande de la charge de la turbine pendant le fonctionnement normal de la grille.
- La protection contre les vitesses de pointe de la turbine lors de la perte de la charge

Le système Mark VI est disponible comme un système de commande triple redondant modulaire (TMR) avec des tiroirs simples ou multiples et des I/O locales ou à distance. L'interface I/O est désignée au fonctionnement avec l'interface directe aux sondes et aux actionneurs de la turbine, pour éliminer la nécessité d'interposer les instruments et pour éviter les problèmes de fiabilité et d'entretien, associés aux instruments.

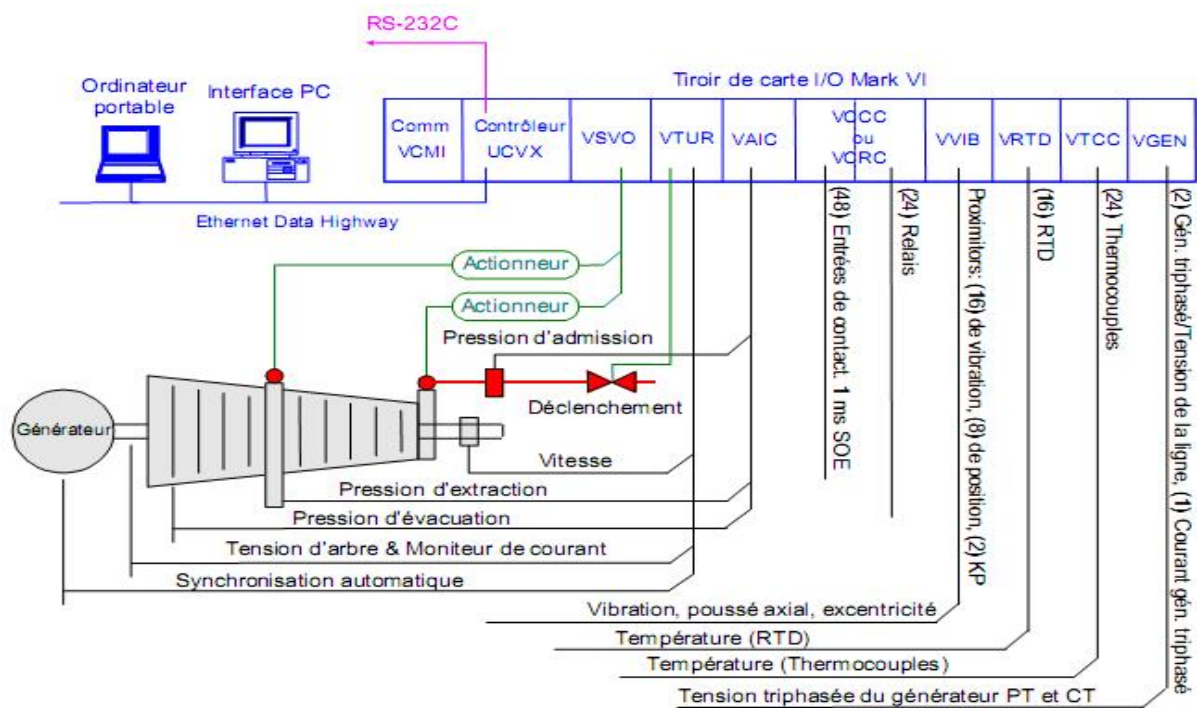


Figure IV-1 : Système de commande mark VI

IV.2 Composants du système :

Cette section résume les sous-systèmes principaux qui composent le système Mark VI. Ceux-ci incluent les contrôleurs, les cartes I/O, les plaques à bornes, la distribution de puissance, les compartiments, les réseaux, les interfaces de l'opérateur, et le module de protection.

IV.2.1 Cabine de commande :

La cabine de commande contient soit un module de commande simple Mark VI ou bien trois modules de commande TMR. Ceux-ci sont connectés à leur I/O à distance par un réseau I/O simple ou triple à haute vitesse, appelé IONET et sont connectés à UDH par leur port Ethernet du contrôleur.

La cabine de commande nécessite une alimentation de 120/240 V ca, Celle-ci est convertie à 125 V cc pour l'alimentation des modules.

IV.2.2 Compartiment I/O :

Le compartiment I/O contient soit des modules simples ou des modules d'interface triple. Ceux-ci sont connectés aux contrôleurs par IONET et aux plaques à bornes par les câbles dédiés. Les plaques à bornes se trouvent dans le compartiment I/O situé dans la proximité des modules d'interface. Les demandes de puissance sont 120/240 V ca ou 125 V cc.

IV.2.3 Unit Data Highway (UDH)

Le réseau UDH connecte les panneaux de commande Mark VI avec l'HM. Les médias des réseaux est UTP ou du type fibre optique Ethernet. Le fonctionnement par câble redondant est optionnel et s'il y en a, le fonctionnement de l'unité continue même si un câble est défectueux. Les données de commande UDH sont répliquées à tous les trois contrôleurs. Ces données sont lues par la carte à contrôleur de communication principale (VCMI) et transmises aux autres contrôleurs. Seulement le processeur désigné transmet les données UDH

La communication dans le réseau se fait par une connexion Ethernet 10/100BaseT à sondage automatique.

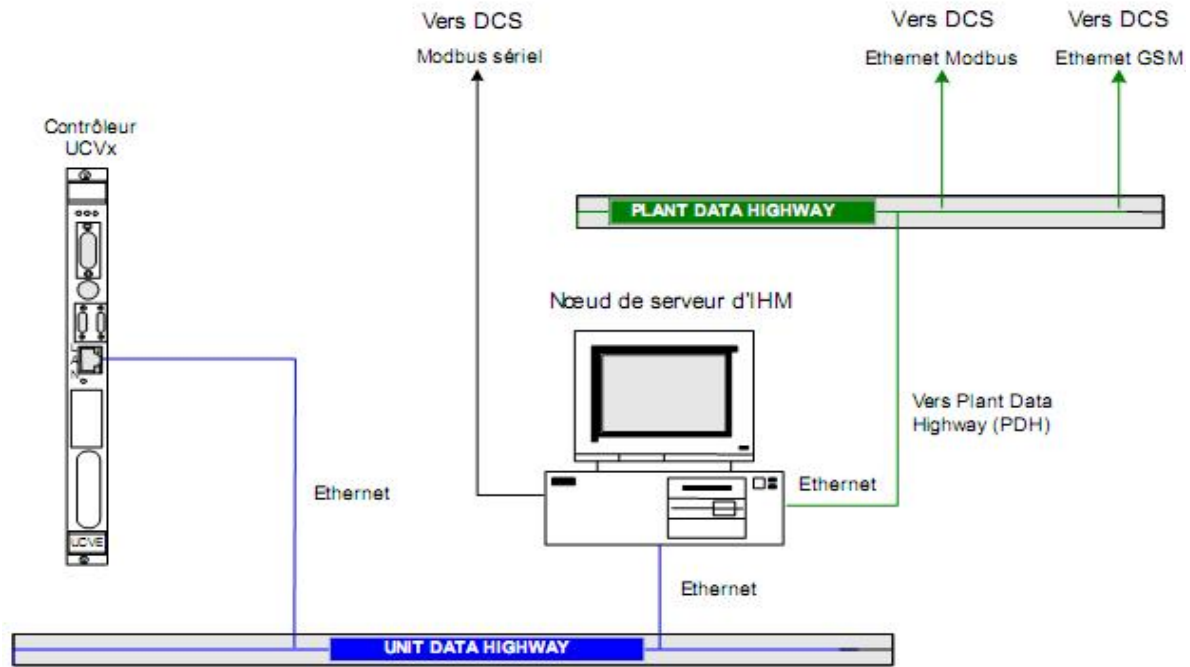


Figure IV-2 : Les réseaux de communication UDH et PDH.

IV.2.4 IONET :

La connexion IONET de VCMi est un BNC pour Ethernet 10Base2. Le circuit d'interface est de haute impédance, permettant des connexions de prise en "T" avec une borne de 50 Ω au premier et au dernier nœud. Les distances de câblage sont restreintes à 185 mètres par segment avec jusqu'à huit nœuds, utilisant un câble RG-58C/U ou équivalent.

Le protocole Link Layer est Ethernet standard IEEE 802.3. Le protocole du niveau application utilise des messages Asynchronous Device Language (ADL) avec des applications spéciales pour la manipulation des entrées/sorties et des échanges d'état.

La carte VCMi actionne comme Maître IONET et interroge le module d'interface à distance pour les données. Le Maître VCMi envoie une commande à toutes les stations asservies d'un seul IONET, entraînant leur réponse consécutive par leur message. Pour éviter la collision aux médias, chaque station est annoncée combien de temps dur le délai avant l'essai de transmission. En utilisant ce mécanisme Maître/esclave et en fonctionnant à 10 Mb/s, l'IONET est capable de transférer un paquet de 1000 bytes chaque milliseconde (à une fréquence de 8 MHz bit).

Dans un module multiple ou dans un système de compartiment multiple, la mise hors alimentation d'un module d'un canal n'interrompt pas la communication IONET d'entre les autres modules de ce canal. Si un IONET arrête la communication avec les cartes I/O, dans ce

canal une pause survient et les sorties vont dans un état sûr. Cet état n'affecte pas le fonctionnement du système TMR. Si deux IONET s'arrêtent, alors les cartes I/O des deux canaux vont dans un état sûr et un déclenchement de la turbine survient, si la turbine était en train de générer.

NB : IONET supporte l'opération de commande à jusqu'à 100 fois par seconde.

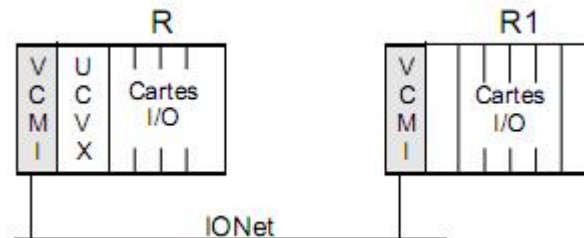


Figure IV-3 : Communication I/O par IONET

IV.3 Contrôleur UCVX :

Le contrôleur Mark VI UCVX est un ordinateur 6U haut, à une seule fente ou à deux fentes, à une seule carte (SBC), qui opère le code d'application de la turbine. Le contrôleur est monté dans un tiroir VME appelé module de commande et communique avec les cartes I/O de la turbine par la magistrale VME. Le système d'exploitation du contrôleur est QNX, un OS en temps réel, en mode multitâche, désigné aux applications industrielles de grande vitesse, de haute fiabilité. Trois ports de communication fournissent les liaisons à l'opérateur et aux interfaces des équipements, comme suit:

- Les connexions Ethernet à UDH pour la communication aux HMI et aux autres équipements de commande
- La connexion RS-232C pour la configuration, en utilisant le port COM1
- La connexion RS-232C pour la communication aux systèmes de commande distribuée (DCS), en utilisant le port COM2 (tel un esclave Modbus) [5]

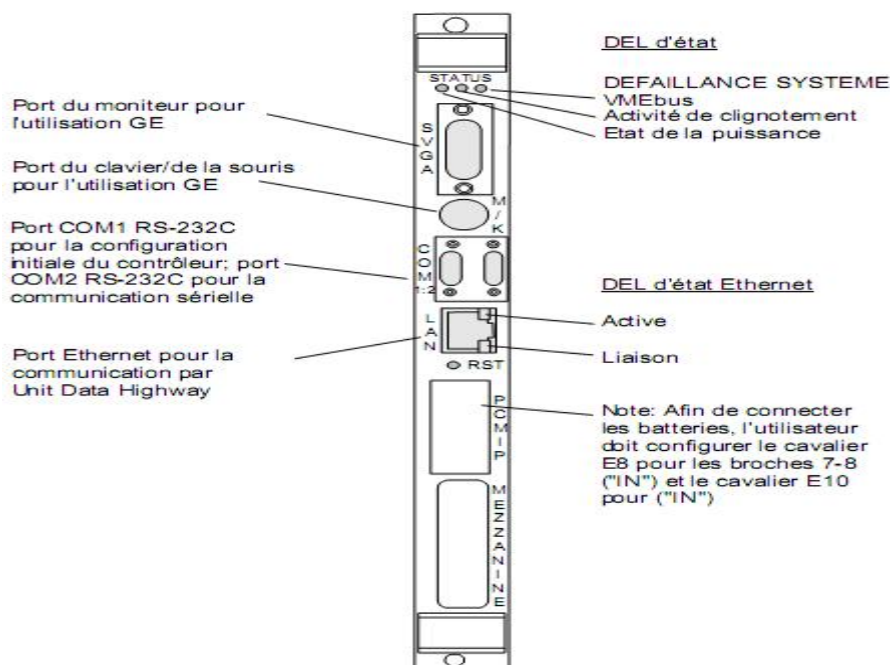


Figure IV-4 : Compartiment frontal du contrôleur UCVX

N B : Si une défaillance survient dans le contrôleur Mark VI pendant qu'il exécute le code d'application, les LED rotatives d'état (s'il y en a), du panneau frontal, s'arrêtent et le code interne de défaillance est généré.

En plus, si le contrôleur détecte certaines erreurs du système (typiquement pendant le démarrage ou le téléchargement), il affiche les codes d'erreur clignotants des LED d'état. Ces codes sont appelés erreurs de la durée d'exécution et les descriptions en sont disponibles aussi au port sériel du contrôleur (COM1).

IV.3.1 Contrôleurs UCVE :

L'UCVE est disponible dans des formes multiples, UCVEH2 et de UCVEM01 à UCVMEM05. L'UCVEH2 est le contrôleur standard Mark VI, C'est une carte à une seule fente, utilisant un processeur Celeron Intel à 300 MHz à mémoire flash de 16 Mb 32 Mb de DRAM. Un seul port Ethernet 10BaseT/100BaseTX (RJ-45) fournit la connectivité à UDH. [5]

IV.4 Contrôleur du Maître du bus VCMi :

La carte VCMi est l'interface de communication entre le contrôleur et les cartes I/O et l'interface de communication au réseau de commande du système, connu comme IONet. VCMi est aussi le maître du bus VME dans les tiroirs de commande I/O et gère les ID pour

toutes les cartes dans le tiroir et leurs plaques à bornes associées. Les deux versions de cartes VCMi sont les suivantes:

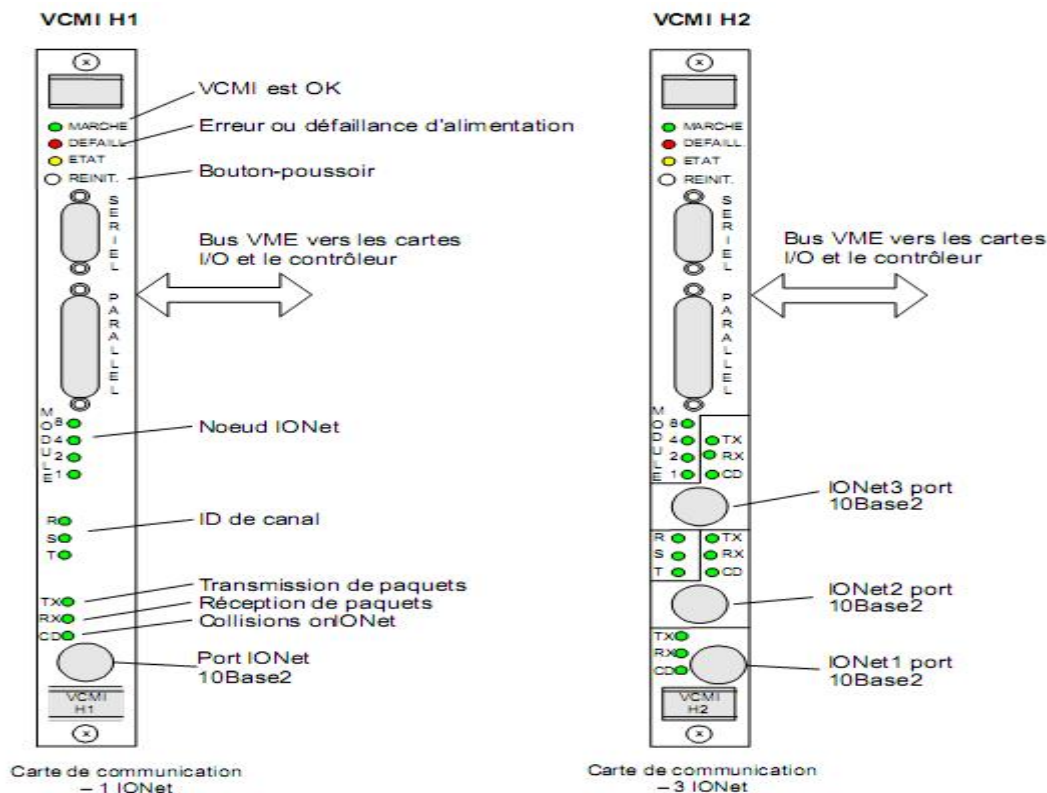


Figure IV-5 : Cartes VCMi, versions de réseau simple et triple

IV.5 Les modules I/O :

IV.5.1 Servocommande VSVO :

La servo plaque (VSVO) commande quatre servo distributeurs electrohydrauliques qui actionnent les valves à combustible. Ces quatre canaux sont distribués entre les quatre servo plaques à bornes. La position de la valve est mesurée à du transformateur-comparateur différentiel variable (LVDT), et l’algorithme de commande de la boucle est exécuté dans la VSVO.

Trois câbles à la VSVO utilisent la fiche J5 sur le panneau frontal et les connecteurs J3/J4 sur le bâti VME. TSVO fournit des signaux simplex par le connecteur JR1 et distribue les signaux TMR aux connecteurs JR1, JS1, et JT1. Les fiches JD1 ou JD2 sont pour des déclenchements externes du module de protection.[5]

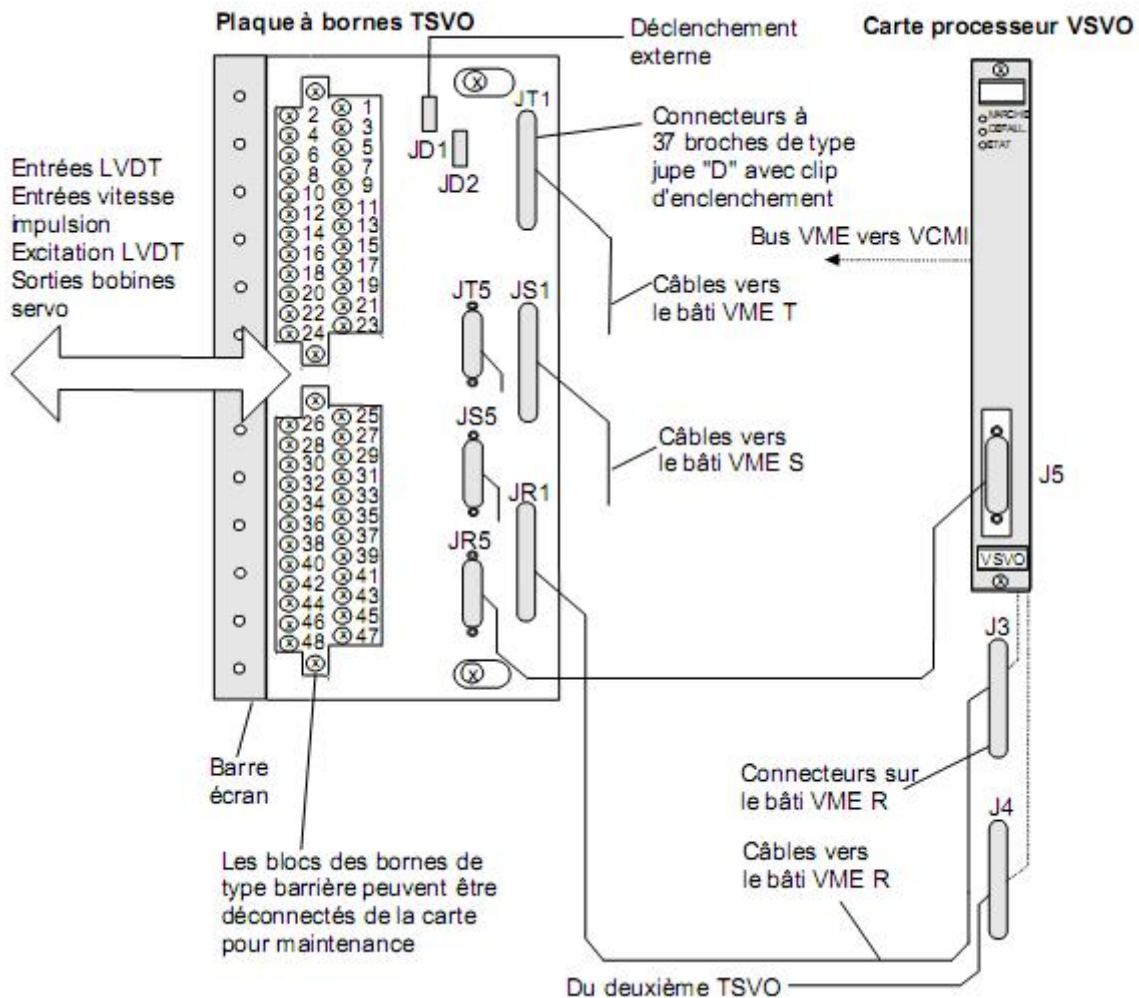


Figure IV-6 : carte de processeur VSVO et câblage

IV.5.1.1 Fonctionnement :

La servo plaque fournit quatre canaux qui consistent dans des sorties de courant bidirectionnelles, dans la rétroaction de signal de LVDT, entrées des débits des taux d'impulsions et d'excitation de LVDT. La TSVO assure de l'excitation pour, et elle accepte des entrées de la part de jusqu'à six positions de distributeur LVDT. Il y a le choix d'un, deux, trois ou quatre LDTs pour chaque boucle de servo commande. Si trois entrées sont utilisées, elles sont disponibles pour les applications de mesure du débit de la turbine, et ces signaux

passent à travers la TSVO et ils se rendent directement au côté frontal de la plaque VSVO à J5.

Chaque servo sortie est équipée d'un relais suicide individuel sous la commande du micro logiciel, qui raccourcit le signal de sortie VSVO au signal commun lorsqu'elle n'est pas alimentée VSVO revient aux limites normales après l'émission d'une commande de reconfiguration manuelle. Les diagnostics surveillent l'état de sortie de chaque relais de servo tension, de courant et suicide.

IV.5.2 Déclenchement primaire spécifique de la turbine VTUR :

La plaque de commande de la turbine VTUR a un nombre de fonctions comme il suit:

- Elle mesure la vitesse de la turbine avec quatre dispositifs passifs du taux d'impulsions et elle passe le signal au contrôleur, ce qui génère le déclenchement primaire de survitesse
- Elle assure la synchronisation du générateur automatique et elle ferme le disjoncteur principal
- Elle surveille la tension induite et le courant de l'arbre
- Elle surveille huit détecteurs de flamme Geiger Mueller sur les applications de turbine à gaz. Les connecteurs sont connectés à la TRPG et ils utilisent 335Vcc, 0.5mA d'une source d'alimentation extérieure
- Elle commande trois relais de déclenchement primaire à l'aide de la plaque à bornes TRPG. Le contrôleur émet le signal de déclenchement qui est envoyé à la VTUR et ensuite à TRPG pour déclencher les solénoïdes d'urgence. Le déclenchement de survitesse de la turbine peut provenir de VTUR.

TRPG contient neuf relais magnétiques qui s'interfacent avec trois solénoïdes de déclenchement connus comme Electrical Trip Devices (ETD-Dispositifs de Déclenchement électriques). Neuf relais sont utilisés dans les systèmes TMR, trois dans les systèmes simplex.[5]

IV.5.2.1 Fonctionnement :

Dans l'application simplex, jusqu'à quatre signaux du taux d'impulsions peuvent être utilisés pour mesurer la vitesse de la turbine. Les tensions de générateur et de source sont emportées dans la VTUR pour synchronisation automatique ensemble avec le contrôleur de la turbine et le système d'excitation. TTUR a des relais de synchronisation de générateur permissifs et elle

commande la bobine de relais du disjoncteur principal 52G. La tension de l'arbre est détectée à l'aide des brosses et elle est surveillée ensemble avec le courant du boîtier de la machine.

Les fonctions VTUR sont illustrées à l'aide des deux figures suivantes:

- La vitesse de la turbine fonctionne à l'aide d'une TTUR.
- Le déclenchement primaire fonctionne à l'aide de la plaque de déclenchement choisie, TRPG, TRPL, TRPS, ou d'autres.

NB : Les taux d'impulsions dans les circuits numériques se trouvent sur la plaque VTUR. La VTUR alarme les états de haute tension et elle teste l'intégrité et la continuité de la circuiterie.

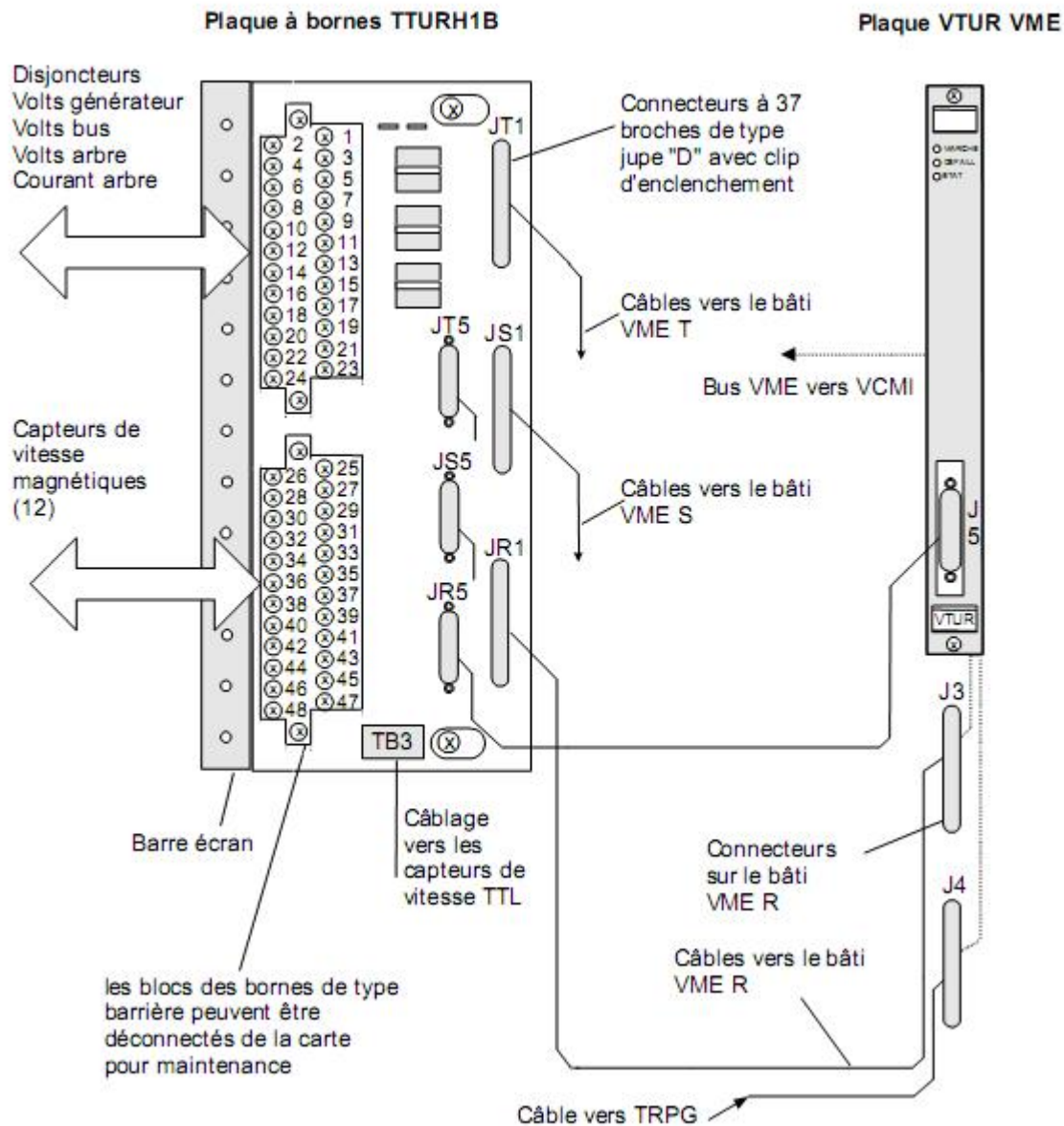


Figure IV-7 : Plaque de commande de la turbine VTUR, plaques à bornes et Câblage

IV.5.3 Entrée/Sortie analogique VAIC :

La plaque d'entrée analogique (VAIC) accepte 20 entrées analogues et commande quatre sorties analogiques. Chaque plaque à bornes d'entrée analogique accepte dix entrées et deux sorties. Les câbles sont connectés à la plaque à bornes du tiroir VME, où se trouve la plaque du processeur. La VAIC convertit les entrées en valeurs numériques et transfère ces valeurs par l'arrière de VME à la VCMI et ensuite au contrôleur. La VAIC demande deux plaques à bornes pour surveiller les 20 entrées.

Pour les sorties, la plaque VAIC convertit les valeurs numériques en courants analogiques et entraîne ces courants par la plaque à bornes dans le circuit du client.

La carte VAIC supporte des applications simplex et triple modulaire redondantes (TMR). Lorsqu'elle est utilisée dans une configuration TMR, les signaux d'entrée à la plaque à bornes sont repartis vers les trois tiroirs R, S et T de la carte VME, chacun contenant une carte VAIC. Les signaux de sortie sont commandés par un circuit propriétaire qui crée le courant requis à l'aide des trois VAIC. Dans le cas d'une défaillance du matériel la carte VAIC défectueuse est enlevée de la sortie et le reste des plaques continuent d'émettre le courant correct. Lorsqu'on utilise une configuration simplex, la plaque à bornes fournit des signaux d'entrée vers une seule carte VAIC. La seule carte VAIC fournit alors l'entier courant pour les sorties.

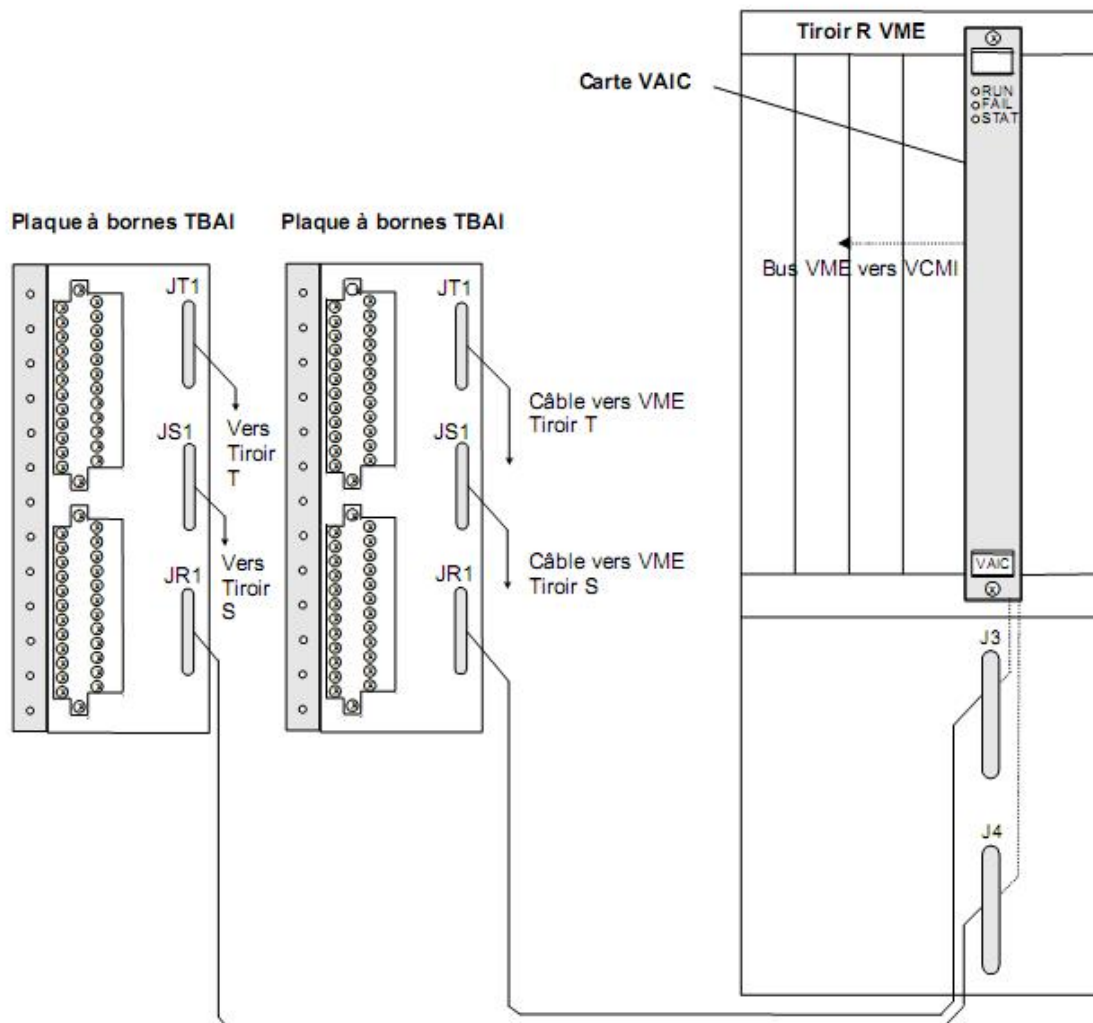


Figure IV-8: Entrée/Sortie analogique VAIC

IV.5.3.1 Exploitation : ?

La carte VAIC accepte 20 entrées analogiques, commande les quatre sorties analogiques et contient le conditionnement de signal, un MUX analogique, le convertisseur Analogique/Numérique et le convertisseur Numérique/Analogique. Le type d'entrée analogique, soit de tension, 4-20 mA ou ± 1 mA, est sélectionné par cavalier sur la plaque à bornes. Deux des quatre circuits de sortie analogiques sont 4-20 mA et les deux autres peuvent être sélectionnés par le cavalier de la plaque à bornes configurés pour 4-20 mA ou 0-200 mA. Les entrées et les sorties ont des circuits de suppression du bruit pour la protection contre le bruit entraînés par les sur tensions transitoires et le bruit de haute fréquence.

IV.5.4 Carte d'entrée de contact VCCC/VCRC :

La carte d'entrée de contact/de sortie du relais (VCCC) avec ses plaques filles associées accepte 48 entrées discrètes et commande 24 sorties du relais à partir de quatre plaques à bornes au total. VCCC est un module à double largeur et est monté dans le tiroir I/O VME. Ce tiroir a deux ensembles de fiches J3/J4 pour les câbles vers les plaques à bornes TBCI et TRLY. La carte VCRC est une carte plus étroite et peut être utilisée au lieu de la carte VCCC.

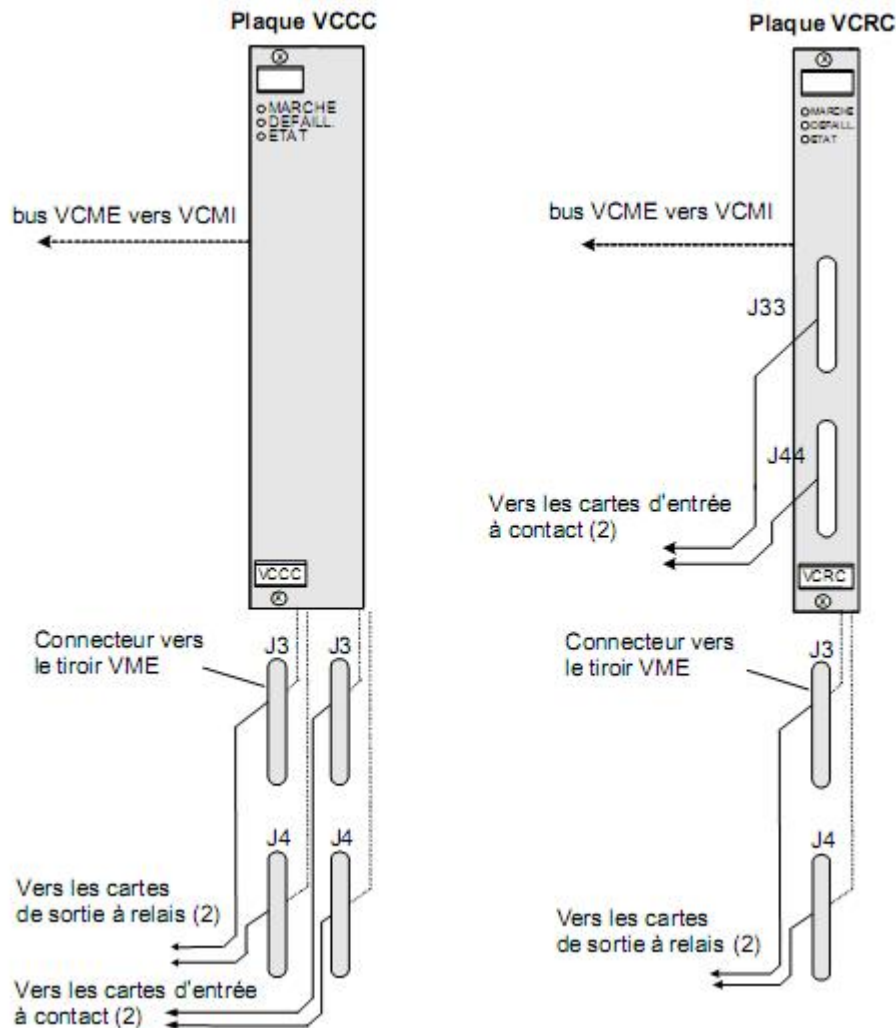


Figure IV-9 : Cartes VCCC et VCRC et connexions de câble

IV.5.5 Carte de surveillance des vibrations VVIB :

Le système Mark VI utilise des détecteurs Bentley Nevada pour la surveillance des vibrations de l'arbre. La carte de surveillance des vibrations VVIB traite les signaux du détecteur de vibrations, qui proviennent de la plaque à bornes TVIB. Jusqu'à 14 détecteurs sont directement connectés à la plaque à bornes et les deux cartes TVIB peuvent être câblées à la carte du processeur VVIB. VVIB numérise les divers signaux de vibration et les envoie par le bus VME au contrôleur. Les détecteurs de vibrations disponibles compatibles avec TVIB comprennent les détecteurs suivants:

- De proximité
- De vitesse
- D'accélération
- Sismique

- De phase

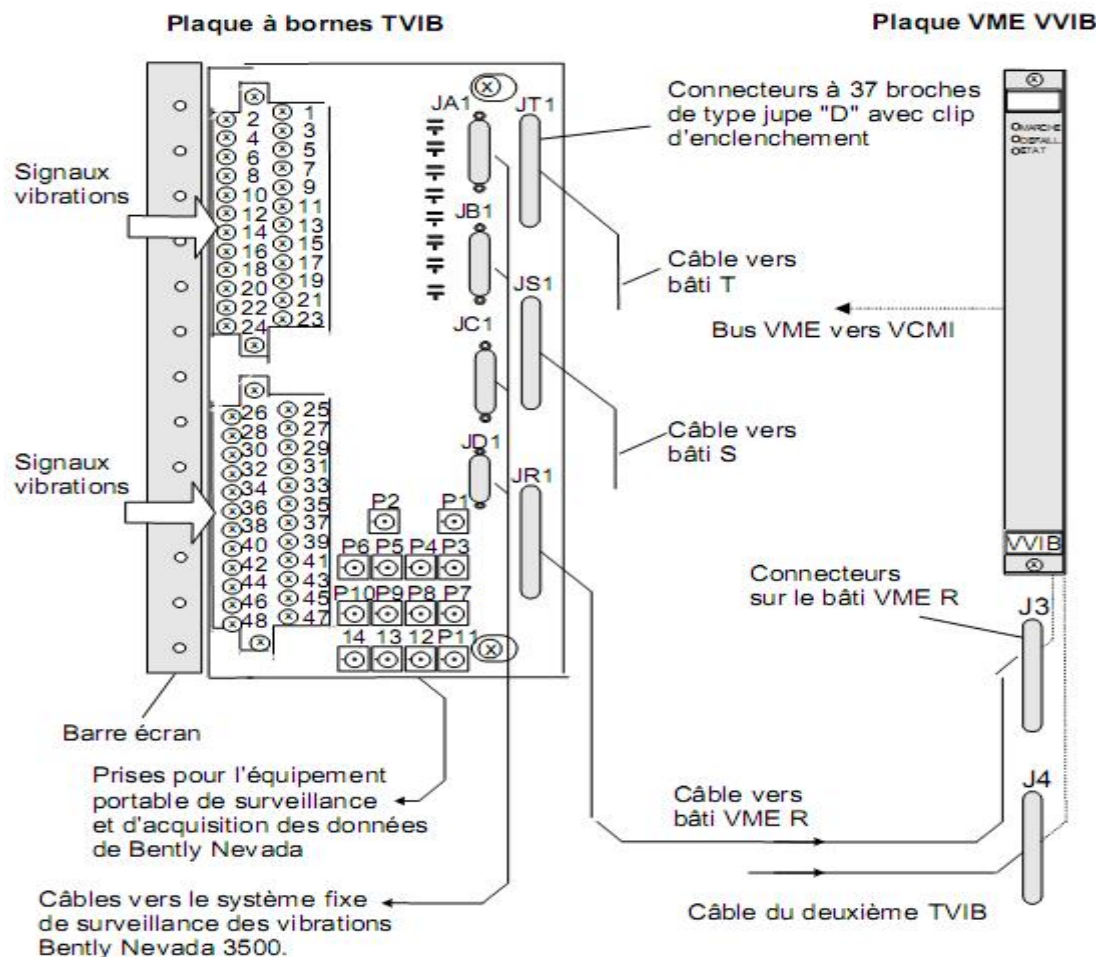


Figure IV-10 : Carte de vibration du processeur, plaques à bornes et câblage

IV.5.6 Entrée RTD de VRTD :

La carte de processeur (VRTD) du dispositif de résistance de température (RTD) accepte 16, entrées de RTD à trois fils. Ces entrées sont câblées à plaque à bornes de RTD (TRTD). La plaque à bornes DRTD de type DIN peut être connectée, aussi. Les câbles avec des raccords moulés connectent la plaque à bornes au bâti VME où la carte du processeur VRTD est montée.

VRTD excite les RTD et les signaux résultants peuvent retourner au VRTD. La carte de processeur I/O convertit les entrées aux entrées de température numérique et les transfère à travers le fond de panier VME au VCMI, et ensuite au contrôleur.

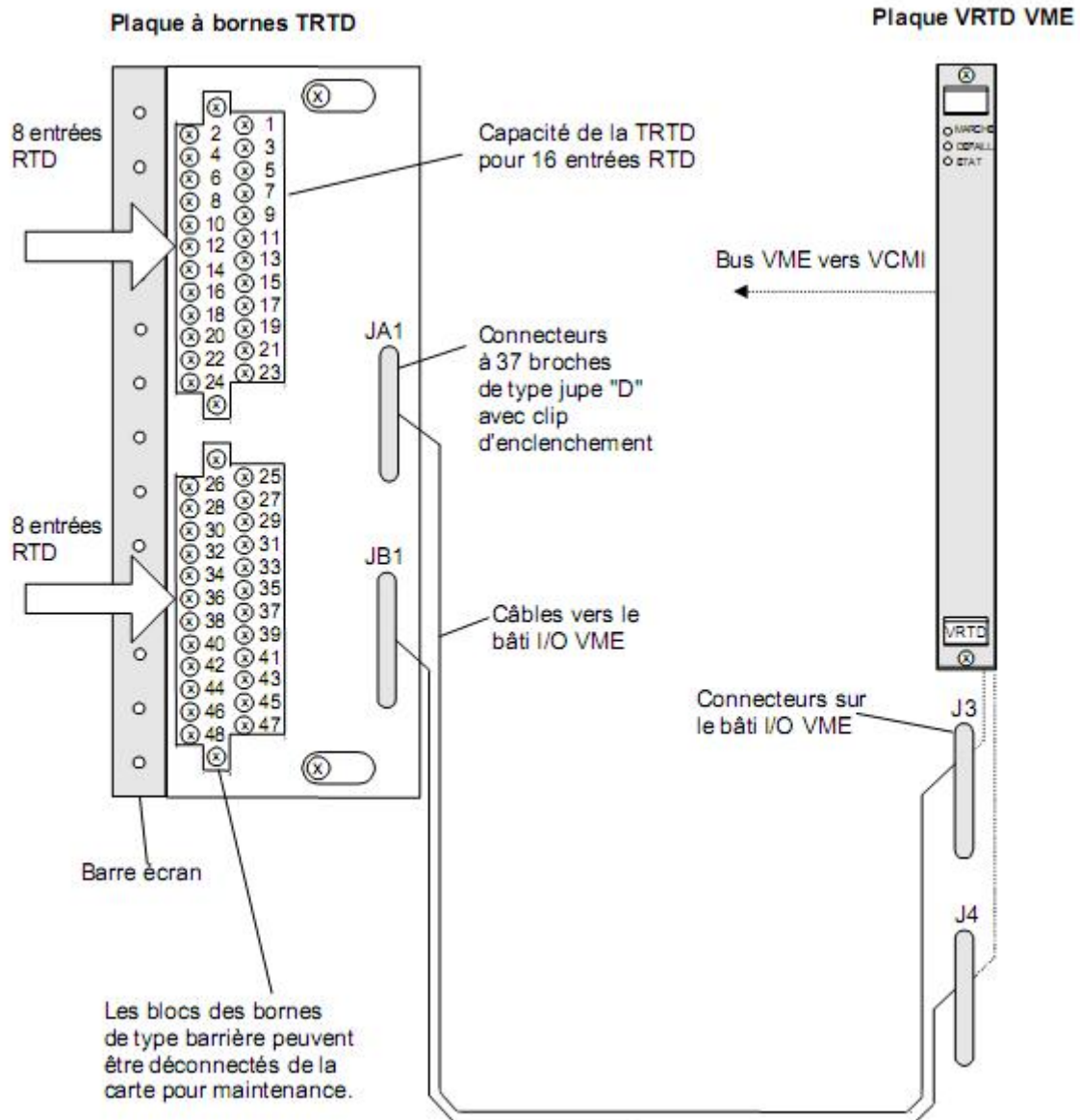


Figure IV-11 : Plaque à bornes d'entrée RTD, Plaque E/S, et câblage

IV.5.6.1 Fonctionnement du RTD : ☐

La VRTD fournit un courant d'excitation multiplexé de 10 mA cc (non continu) à chaque RTD, à travers la plaque à borne. Le signal résultant retourne à la VRTD. Le convertisseur N/A de type VCO de la plaque VRTD utilise de la tension aux convertisseurs de fréquence et aux compteurs d'échantillonnage. Le convertisseur échantillonne chaque signal et le courant d'excitation quatre fois par seconde pour l'exploration en mode normal et 25 fois par seconde pour l'échantillonnage en mode rapide à l'aide d'un intervalle d'échantillonnage de temps lié à la fréquence du système d'alimentation. La linéarisation pour la sélection de 15 types de RTD est effectuée dans le logiciel par le processeur de signaux numériques.

Les circuits ouverts et les courts-circuits du RTD sont détectés d'une plage de valeurs.

Un RTD déterminé qu'il se trouve en dehors des limites du matériel est enlevé des entrées explorées pour empêcher les effets indésirables se produire sur les autres canaux d'entrée. Les canaux dépannés sont réinstallés automatiquement en 20 secondes, ou ils peuvent être réinstallés à la main.

TRTDH1B fournit des entrées de RTD en distribuant les entrées aux trois plaques VRTD dans les bâtis R, S, et T racks. Les entrées satisfont les mêmes demandes concernant le milieu, le codes, la résolution, la suppression, et les fonctions que dans le cas de la plaque à bornes TRTDH1C toutefois l'exploration rapide n'est pas disponible.

Tous les signaux RTD ont un découplage à haute fréquence de la masse à l'adresse d'entrée du signal. Le multiplexage de RTD sur les plaques VRTD est coordonné par des stimulateurs redondants de manière que la perte d'un seul câble ou la perte d'une seule VRTD ne détermine pas la perte d'aucun signal RTD dans la base de données de commande. Les plaques VRTD en R, S, et T lisent les RTD simultanément, mais elles sont biaisées par deux RTD, donc lorsque R lit RTD3, S lit RTD5, et T lit RTD7 et ainsi de suite. Ceci assure que le même RTD n'est pas excité par deux VRTD simultanément, et donc il ne produit pas de mauvaises lectures.

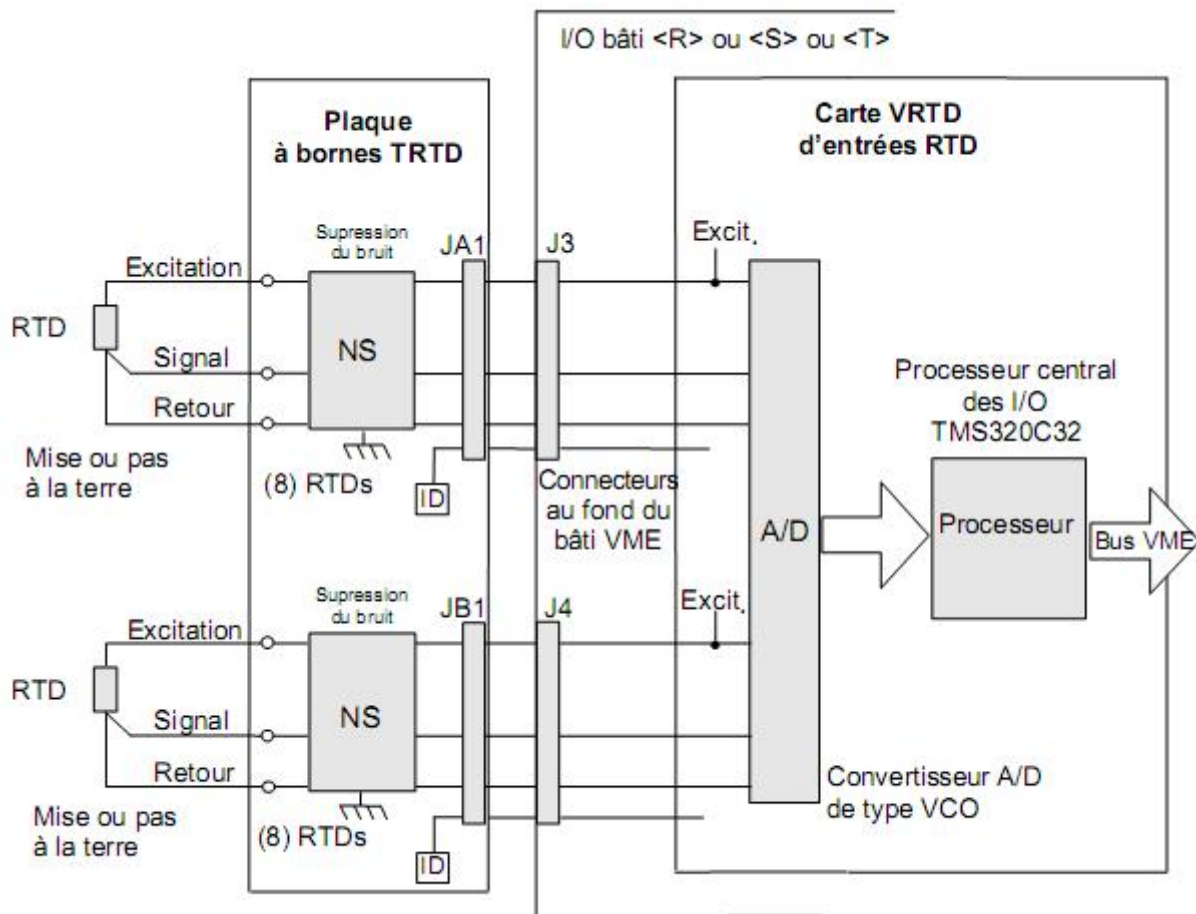


Figure IV-12 : Entrées de RTD et traitements de signal, système Simplex

IV.5.7 Carte VTCC entrées thermocouple :

La carte processeur thermocouple VTCC accepte 24 entrées thermocouple de type E, J, K, S, ou T. Ces entrées sont câblées à deux blocs des bornes sur la plaque à bornes TBTC. Des câbles avec des fiches moulés connectent la plaque à bornes au bâti VME où la carte processeur thermocouple VTCC se trouve. La TBTC peut fournir également un contrôle simplex (TBTCH1C) ou à trois modules redondants (TMR) (TBTCHIB).[5]

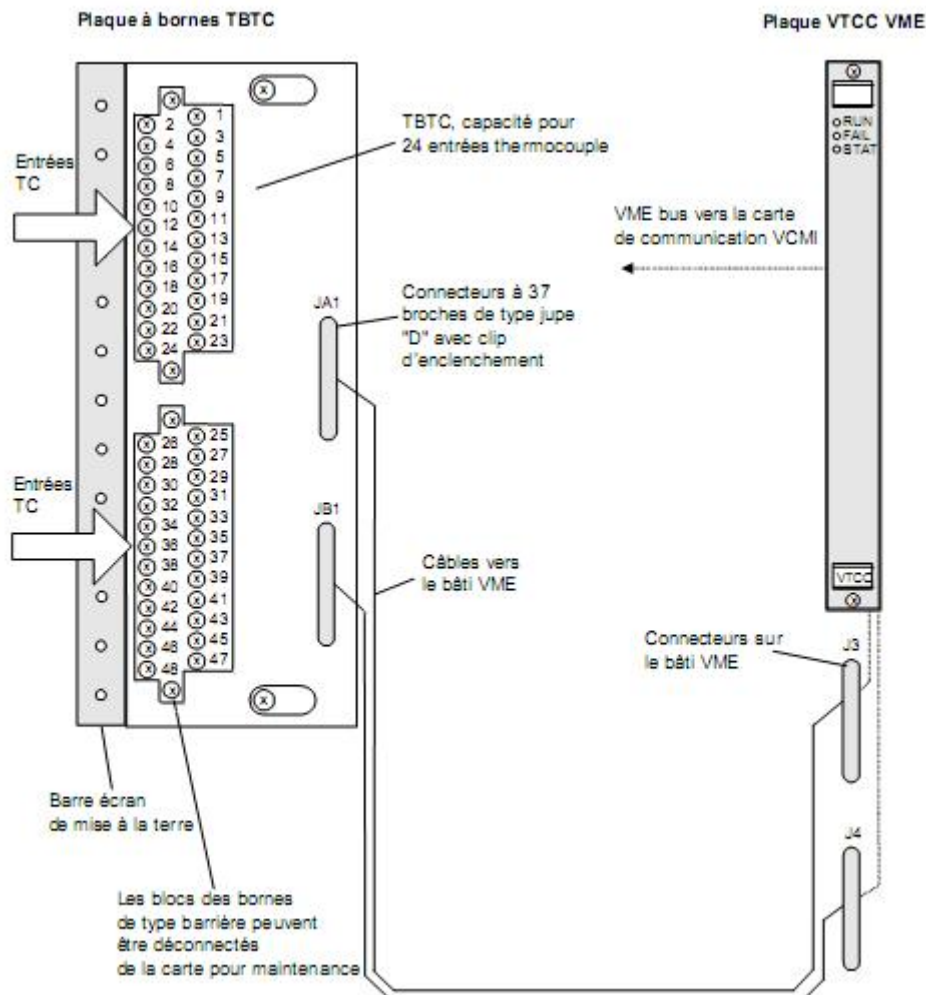


Figure IV-13 : Plaque à bornes des entrées thermocouples, carte I/O et câblage

IV.5.7.1 Fonctionnement :

Les 24 entrées thermocouple sur la TBTC peuvent être mise à la terre ou pas mise à la terre. Elles peuvent être placées jusqu'à 300 m (984 ft) de l'armoire de commande de la turbine avec une résistance maximale de deux sens de 450Ω. La suppression des bruits de hautes fréquences et deux dispositifs de référence à soudures froides sont montés sur la plaque à bornes.

La linéarisation pour les types individuels de thermocouple est réalisée par le logiciel de la VTCC. Un thermocouple qui est trouvé en dehors des limites matériels est enlevé des entrées balayées pour prévenir les effets adverses sur les autres canaux d'entrée.

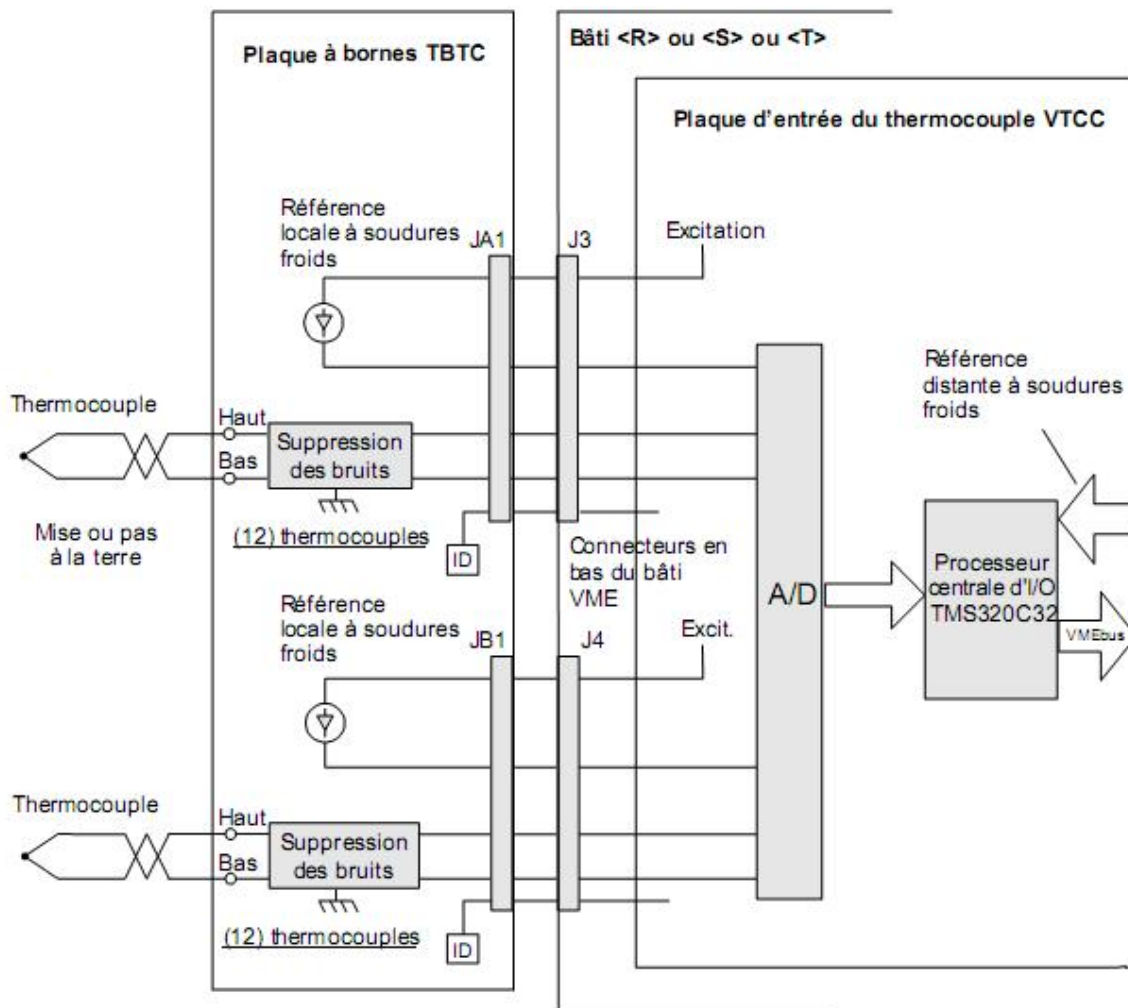


Figure IV-14 : entrées thermocouple Simplex vers la carte processeur VTCC

IV.5.8 Carte VGEN de surveillance et de déclenchement du générateur :

La carte VGEN du générateur et sa plaque à bornes TGEN surveillent la tension et les courants triphasés du générateur et calculent la puissance et le facteur de puissance.

Pour les applications à grandes turbines à gaz, VGEN fournit les fonctions de déséquilibre de la charge de puissance (PLU) et d'actionnement précoce de la soupape (EVA), à l'aide des solénoïdes à actionnement rapide, localisé sur la plaque à bornes TRLY.

VGEN surveille les entrées du transformateur de tension (PT) biphasé, triphasé et les entrées du transformateur de courant (CT) triphasé et monophasé. Sur TGEN il y a quatre entrées analogiques, qui peuvent être configurées pour 4-20 mA ou ± 5 , ± 10 V cc. La conversion du signal et les calculs de la puissance, du facteur de puissance et de la fréquence prennent place sur la carte VGEN.[5]

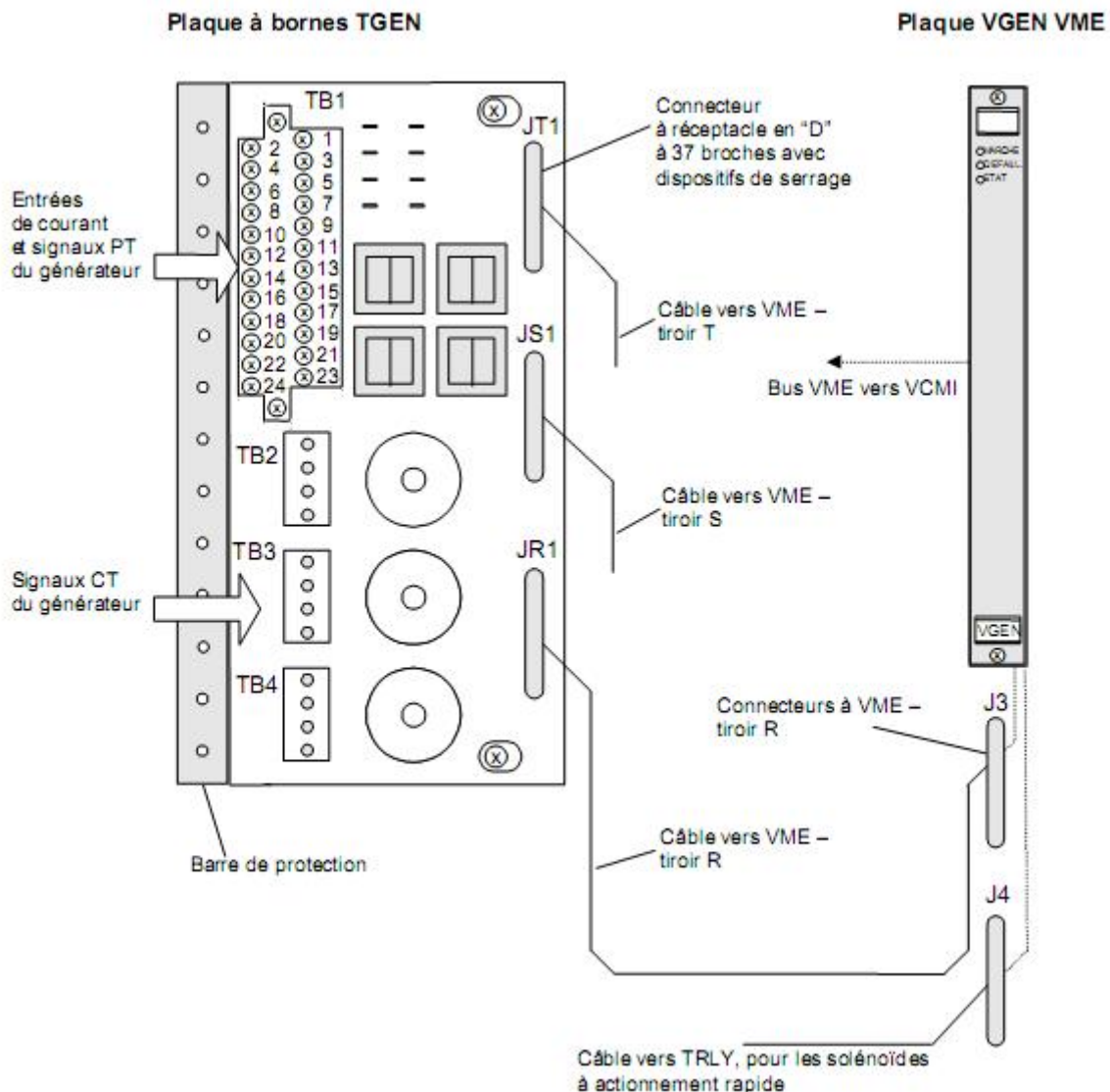


Figure IV-15 : Plaque à bornes du générateur, carte du processeur et câblage

IV.6 Module de protection de la turbine :

Le Module de protection de la turbine (VPRO) et les plaques à bornes associées (TPRO et TREG) fournissent une protection indépendante d'urgence contre les vitesses de pointe pour les turbines qui n'ont pas de boulon de protection contre la vitesse de pointe mécanique.

Le module de protection est séparé du dispositif de commande de la turbine et consiste dans des plaques triples redondantes VPRO, chacune avec sa source d'alimentation électrique montée sur la plaque, comme montré sur la figure suivante. VPRO commande les

électrovalves de déclenchement par les circuits de vote du relais se trouvant sur les plaques TREG.

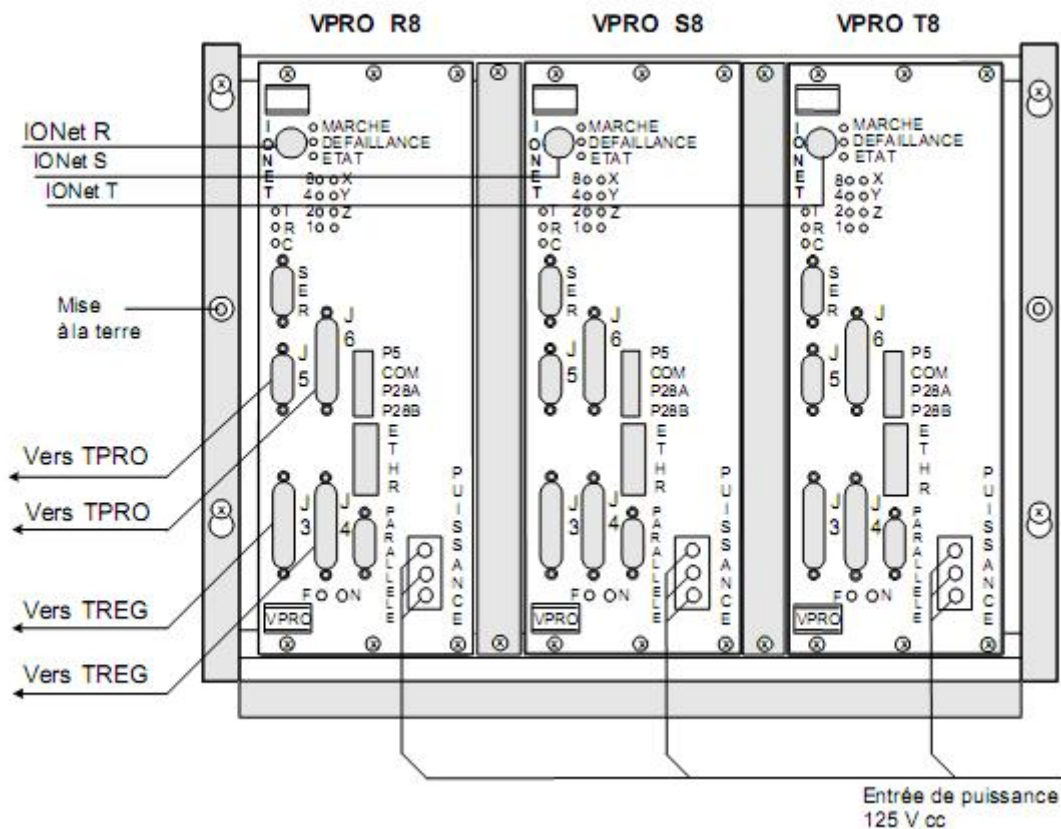


Figure IV-16 : Module de protection de la turbine avec connexions de câblage

La plaque à bornes TPRO fournit des sondes de vitesse indépendantes à chaque VPRO, qui les traite à des hautes vitesses. Ces hautes vitesses réduisent le délai maximal de temps pour calculer un déclenchement et signaler le dispositif de commande du relais ETR à 20 ms. En plus du calcul de la vitesse, VPRO calcule l'accélération qui est une autre entrée au circuit logique de vitesse de pointe.

TPRO répartit les entrées de tension du générateur et de la ligne à chaque VPRO, où une vérification de la synchronisation du générateur indépendant est effectuée. Jusqu'à ce que VPRO ne ferme le relais de permission K25A sur TTUR, la synchronisation du générateur ne peut pas se produire. Pour les applications de turbines à gaz les entrées depuis les sondes de température sont amenées dans le module pour la protection de la température excessive d'évacuation. Les plaques VPRO ne communiquent pas par l'arrière de VME. Les défaillances à TREG sont détectées par VPRO et renvoyées comme réaction au système de

commande par IONet. Chaque VPRO est prévue avec un port de communication IONet équivalent à celui de VCMI.

IV.7 Niveaux de redondance :

La nécessité d’une plus haute fiabilité du système a déterminé les vendeurs à développer divers systèmes de redondance augmentée.

Les systèmes simplex sont les plus simples systèmes à une chaîne et sont ainsi les moins coûteux. Leur fiabilité est moyenne.

Les systèmes TMR ont une fiabilité très haute et puisque le logiciel de vote est simple, les dimensions demandées du logiciel sont raisonnables. Les sondes d’entrées peuvent être triplées, si nécessaire.

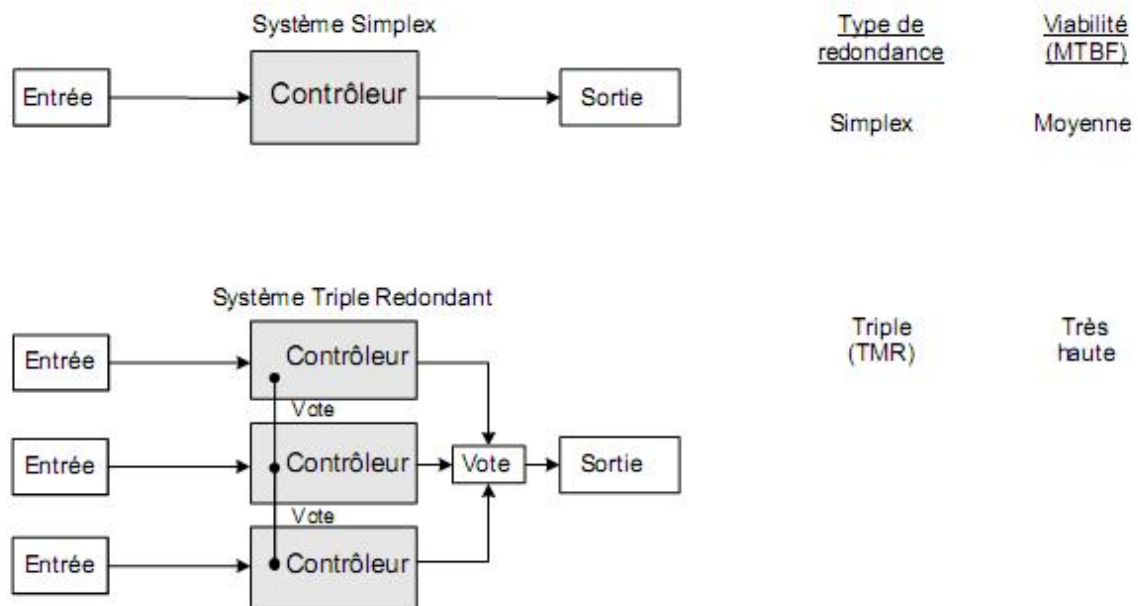


Figure IV-17 : Systèmes simples et triples redondants

CHAPITRE V :

Comparaison entre les deux commandes



V.1. Introduction

L'étude des deux systèmes MARK V et MARK VI a montré l'existence des différences. Ainsi, dans ce chapitre nous ferons une étude comparative des performances des deux systèmes.

V.2. La rapidité de communication des deux systèmes

Le MARK V utilise un réseau externe ARCNET qui assure la communication entre le contrôleur et l'interface à l'opérateur, par contre le MARK VI utilise un autre moyen de communication qui est UDH du type fibre optique Ethernet 10/100baseT qui est plus rapide. Pour ce qui concerne les réseaux internes du MARK V on a deux réseaux de communication qui sont :

- Ø Le CORBUS qui transfère les données entre le contrôleur R et les I/O analogique à l'aide du BMS (système de messagerie de base) qui assure le transfert des données avec une fréquence de 10ms (trame).
- Ø IONET qui est un moyen de communication entre I/O analogique et les I/O numérique.

Par contre le MARK VI utilise la connexion IONET câble BNC qui est l'esclave de la carte de communication VCMI, et le moyen de messagerie utilisé est ADL pour la manipulation des I/O qui fonctionne à une fréquence de 8Mhz bit sa trame est donc de 1ms se qui signifie qu'il est plus rapide que le moyen de communication utilisé dans le MARK V.

Donc on conclue que la rapidité de transfert de données dans le MARK VI est mieux placée que dans le MARK V.

V.3. Comparaison entre les contrôleurs des deux systèmes

Le MARK V a un contrôleur « R » qui contient une CPU486DX qui est un processeur d'INTEL qui se charge d'effectuer tous les calculs en virgule flottante ce qui augmente la vitesse de traitement de données. Sa fréquence est de 40Mhz.

Pour le contrôleur du MARK VI, c'est un ordinateur 6U avec une seule carte SBC utilisant un processeur INTEL à mémoire flash de 16 Mbit et d'une DRAM de 32Mbit avec un port Ethernet 10Base T/100BaseTX .Sa fréquence est de 300Mhz.

Donc l'exécution des programmes est plus rapide dans le contrôleur du MARK VI.

Les deux contrôleurs utilisent le même système d'exploitation qui est le QNX, QNX est un système d'exploitation temps-réel (Real Time Operating System) adapté aux applications critiques. Développé par QNX Software Systems, sa structure est de type Unix et il est compatible POSIX. Il peut exécuter les logiciels Linux grâce à un Wrapper sous forme d'API, et son code source est en partie accessible gratuitement. On le retrouve entre autres dans le développement de logiciels, le contrôle de robots industriels et les ordinateurs embarqués. Son noyau Neutrino confère à QNX des capacités temps-réel, qui se manifestent notamment au niveau du contrôle du temps de réaction (gestion des interruptions). Son temps de réponse est ainsi de 0.55 µsec sur un Pentium III. En comparaison : Windows NT 4.0 et d'autres systèmes à temps partagé réagissent aux événements après un délai d'environ 10 ms. L'interface graphique nommée Photon est pour la première fois introduite dans la version 4.x de QNX. Les gestionnaires de fenêtres des versions précédentes sont "QNX Windows" et "X Windows". Parmi les améliorations figure une meilleure réactivité de l'interface. La tolérance aux pannes, le multitâches préemptif et la protection dynamique de la mémoire (Runtime Memory protection) en font une base de développement stable pour de nombreux usages. L'accès à internet depuis une carte Numéris (ISDN) ou un modem logiciel n'est pas supporté pour l'instant. Son interface est ergonomique et il est peu gourmand en ressources, ce qui élargit d'autant son champ d'action. [7]

V.4. La partie protection

Le module de protection du MARK VI est séparé des différents modules I/O et il est relié au contrôleur par l'IONET par contre le MARK V à un protecteur « P1 » qui est intégré dans le panneau de commande et qui est relié au noyau « R1 » par IONET à travers CORBUS, ce qui signifie que le transfert des signaux de protection est plus rapide dans le MARK VI que dans le MARK V.

V.5. La partie des I/O

Dans le MARK V il existe 4 noyaux I/ O analogique et deux numérique tandis que le MARK VI contient un module numérique VCCC (carte des relais) et d'autres modules analogique qui ont des convertisseurs A/N à l'intérieur sa d'une part, et d'autre part on trouve dans le MARK VI des modules spécifiques ; on prend pour exemple le module des thermocouples VTCC et le module VRTD pour les capteurs RTD par contre dans le MARK V il ya une seule carte pour les RTD et les thermocouples dans le noyau « R5 » qui est la TCCA.

V.6. maintenance

Les cartes des noyaux du MARK V sont montées sous une forme superposé ,se qui rend la maintenance des cartes en cas de défaillance très compliqué par exemple si une panne

survient dans la 4^{ème} carte il faut enlevée les 3 cartes superposés ,tandis que le panneau de commande du MARK VI sont organisées dans un système modulaire facile a remplacer en cas d'une panne en niveau d'un module.

V.7. Configuration logiciel et matériel

La configuration matériel dans le MARK V utilise plusieurs cavaliers par contre dans le MARK VI le nombre de cavaliers est minimisé, le logiciel intégré des I/O est contenue dans l'EPROM et les constantes de configuration sont stockées dans la RAM, chaque I/O reçoit les valeurs du moteur R qui les télécharge de l'interface à l'opérateur.

La boite à outils (Toolbox) du système de commande est un produit de GE, c'est un logiciel à base de microprocesseurs utilisé pour configurer et maintenir l'équipement de commande. L'application Toolbox est une application à base de Windows® qui est exécutée sur un Pentium® 166 ou sur un ordinateur personnel plus avancé (pc). Les fonctions primaires de l'application Toolbox comprennent :

- Editeur graphique pour la configuration du code d'application
- Support pour blocs, macros et librairie de modules.
- Organigramme bloc de données en ligne.
- Modification du code en ligne
- Fichier d'aide en ligne
- Configuration et surveillance des E/S
- Gestion et tendance des signaux
- Gestion des fichiers multi utilisateurs
- Génération des rapports.

V.8. Interface homme-machine « HMI »

L'Interface homme-machine (HMI) pour la commande de la turbine SPEEDTRONIC est une interface conviviale d'opérateur pour commande en temps réel des processus et équipements des centrales électriques. Elle passe sur une station de travail informatisée à base d'ordinateurs individuels utilisant une architecture client - serveur Microsoft®Windows®.HMI fournit un écran et la commande d'opérateur pour les unités de commande de turbine Mark IV, Mark V, Mark V LM et Mark VI.

V.8.1.Les fonctions du « HMI »

La HMI est utilisée pour les fonctions suivantes de commande de la turbine:

- Surveiller une ou plusieurs turbines à l'aide des affichages graphiques (par exemple, alarmes, températures de l'espace des roues, et réaction à vibrations).
- Lancer des commandes pour la turbine sélectionnée ou le dispositif de commande (par exemple, En marche, Arrêt, Refroidir, Auto, et Augmenter la vitesse/charge).

V.8.2. Composants de HMI

La HMI de la commande de turbine comprend les composants fonctionnels suivants :

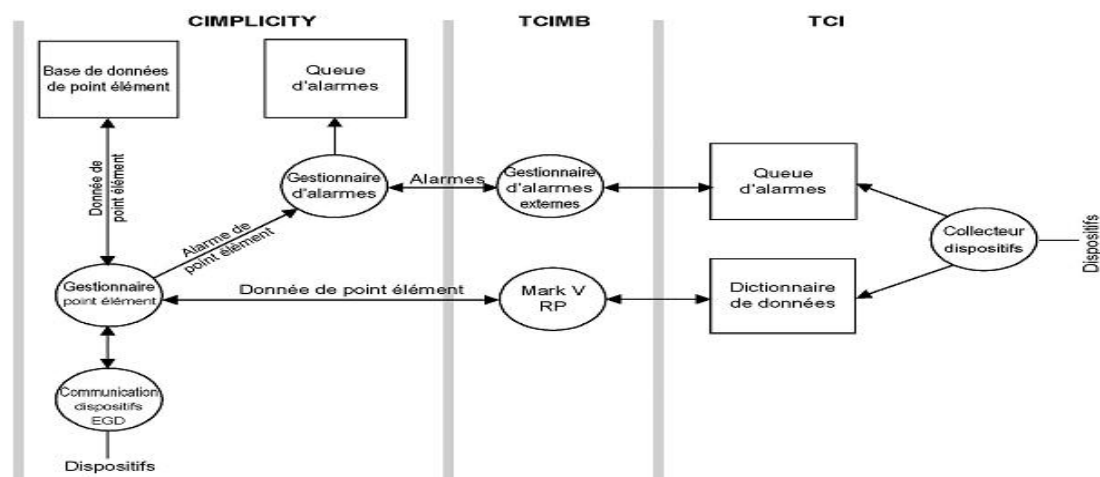


Figure V-1 : Composants HMI

- **CIMPLICITY HMI** est employé principalement pour montrer les écrans avec l'état de la turbine, qui permettent à un opérateur de surveiller l'unité. La fréquence de rafraîchissement est en général 1 seconde. CIMPLICITY ne peut pas configurer la commande de turbine.

- Serveur - HMI Server est le nœud concentrateur du système, en canalisant les données entre l'autoroute informatique de données d'unité et l'autoroute informatique de données d'usine (pour Mark VI seulement) et fournissant le support de données et la gestion de système.
- Visionneur d'infos - HMI Viewer fournit les fonctions visuelles et est le client du serveur. Il contient le logiciel d'interface opérateur qui permet à l'opérateur ou au personnel d'entretien de voir les graphiques de l'affichage, les valeurs de données, les alarmes et les tendances, ainsi que d'initier des commandes, éditer des valeurs des coefficients de commande et d'obtenir des fichiers journaux de bord et des rapports de système.
- Interface de commande de turbine (TCI) est utilisée pour afficher les données à vitesse plus haute (plus rapides d'une révision par seconde) et pour configurer et commander l'unité de turbine. TCI permet l'accès distant aux données de turbine et commande les suivantes fonctions de données:
 - Fournir des communications de dispositif en temps réel à la commande de turbine (MarkV).
 - Fournir la capacité de configuration de la commande de la turbine (Mark V).
 - Rassembler les données, les alarmes et réacheminer les commandes à la commande de turbine (Mark VI).
 - maintenir un dictionnaire de données (Mark V).
- TCIMB (Pont TCI/CIMPLICITY, précédemment dénommé CIMB ou CIMBridge) est une interface entre CIMPLICITY et CTI, comme suit:
 - Permet à CIMPLICITY de rassembler des données et des alarmes de l'unité de turbine.
 - Réachemine des points (Mark V LM) et alarmes (toutes) à CIMPLICITY.
- Base de données de système - System data base (pour Mark VI seulement) établit la gestion et la définition de signal pour le système de commande. Elle fournit un dépôt unique pour les messages et les définitions d'alarme de système et définit le mappage entre le logiciel de commande et E/S physique. En plus, elle définit les échanges de réseau de données Ethernet (Ethernet Global Data - EGD). La base de données est utilisée pour la configuration du système mais elle n'est pas requise pour l'exécution du système.

Selon la taille du système, ces éléments peuvent être combinés dans un seul PC ou être distribués dans des multiples unités. La nature modulaire du HMI permet à des unités d'être augmentées au fur et à mesure dont le système a besoin des changements. [4]

V.8.3. Affichage en mode graphique

L'affichage en mode graphique de HMI inclut l'unité centrale, relevés du capteur de vibrations, points de réglages de commande, alarmes, permissives, intensification de la valeur

d'ajustage de logique, afficheur de demande, éditeur séquentiel, affichage d'échelon dynamique, affichage de l'histoire des déclenchements, tendance et beaucoup d'autres selon l'application.

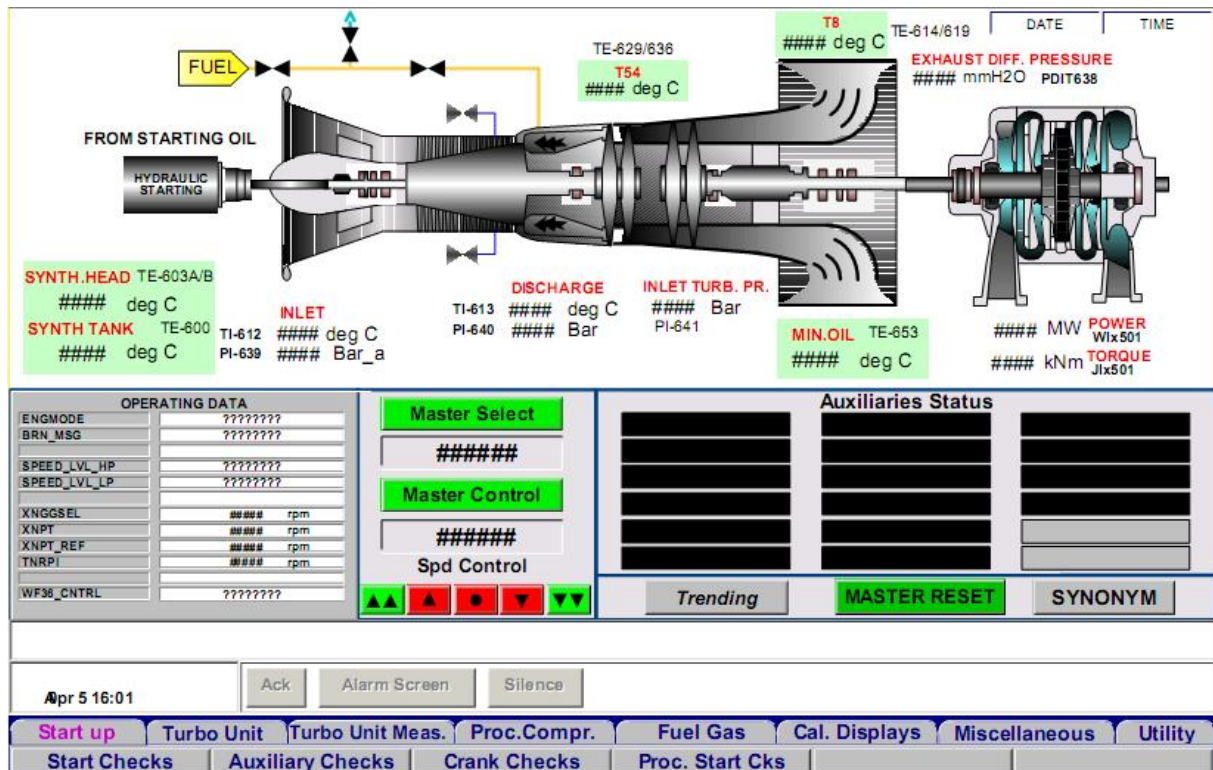


Figure V-2: affichage de HMI montrant les données de la turbine

V.8.4. Les réseaux de communication HMI

Pour la communication de TCP/IP par Ethernet vers l'équipement de tierce partie comme un système de commande distribuée (DCS), la HMI fournit des messages standards de GE Industriel Systems (GSM) et le protocole

Modbus®. Les protocoles de couche d'application GSM supportent quatre classes de message de niveau application: administration, événement - entraînement, données périodiques et messages d'interrogation commune.

Alternativement, la communication vers a l'équipement distant de DCS est disponible par une interface Modbus, ou HMI actionne comme esclave au maître DCS. Un tel système permet à un opérateur d'un lieu éloigné d'initier toute commande d'opérateur et de surveiller les données de turbine.

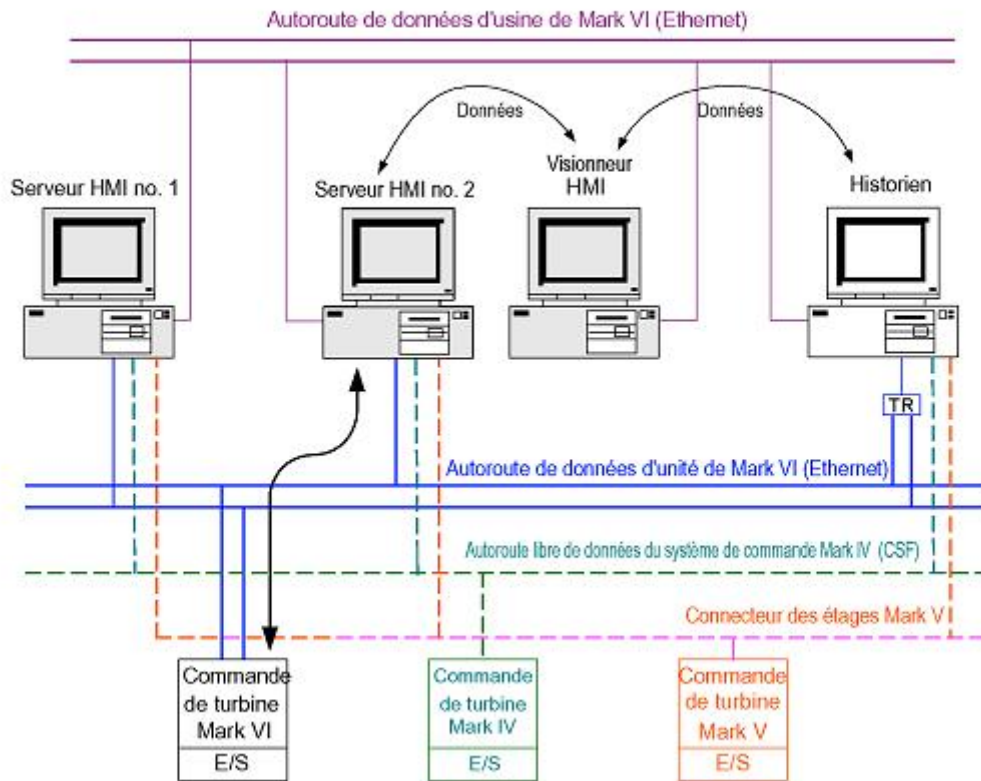


Figure V-3 : un réseau de communication de commande de turbine

V.8.5. Affichages d'alarmes

Le Visionneur d'alarmes est incorporé dans un écran de CIMPLICITY HMI, comme montré en Figure V-4. Il fournit des fonctions de gestion d'alarmes comme tri et filtrage par priorité, unité, temps ou dispositif source. Des affichages locaux d'alarmes configurables sont aussi accueillis.

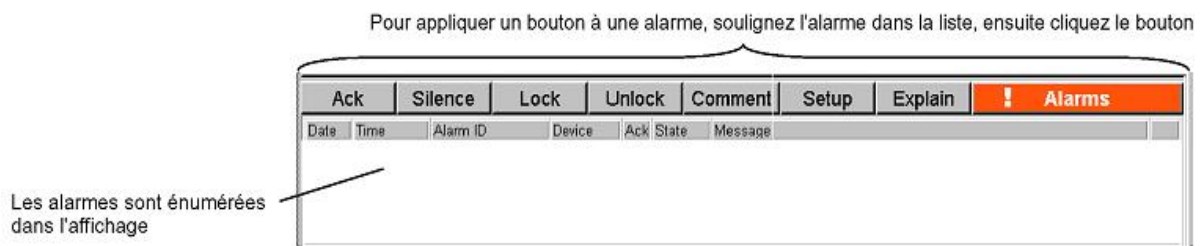


Figure V-4 : Exemple d'affichage graphique d'alarmes

V.8.6. Flux d alarmes de processus

Les alarmes de processus et de retenue sont horodatées et stockées dans une file d'attente locale dans le contrôleur. Les changements représentant des alarmes sont horodatés et envoyés au contrôleur d'alarmes. Les rapports contenant d'information d'alarme sont assemblés et envoyés au-dessus de l'UDH au CIMPLICITY HMI. Ici, les alarmes sont, de nouveau, alignées et préparées pour l'affichage d'opérateur par la Visionneur d'alarmes.

L'opérateur ou le contrôleur peut actionner sur base des alarmes de processus.

Les commandes d'opérateur de la HMI tel qu'Accusé de réception d'alarme, Remise à zéro, Verrouillage et Ouverture, sont renvoyées au-dessus de l'UDH à la file d'attente d'alarmes. Là ils changent le statut des alarmes appropriées. Une entrée d'alarme est enlevée de la file d'attente de contrôleur quand son état est revenu à la normale et elle a été reconnue et remise (figure : v-5).

Les alarmes de retenue sont gestionnées de la même manière mais elles sont stockées sur un fichier d'attente séparé. En plus, les alarmes de retenue ne peuvent pas être verrouillées mais peuvent être annulées.[5]

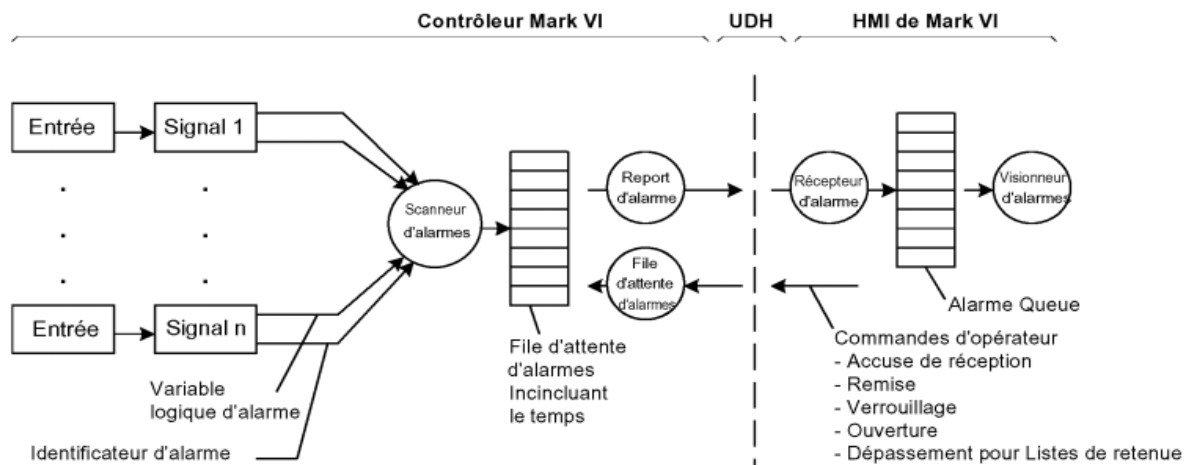


Figure V-5: Produire des alarmes de processus

V.8.7. Affichage d'échelon dynamique

Le programme d'affichage d'échelon dynamique est utilisé par la programmation de commande du contrôleur Mark V. Il affiche les échelons et les blocs de commande dans un segment de séquence de commande pour une unité donnée. (Mark VI utilise l'outil pour cette fonction).

Pour ouvrir l'affichage d'échelon dynamique :

Sur le bureau de Windows, sélectionnez Start (Démarrage), Turbine Control Maintenance Group (Groupe d'entretien de la commande de turbine), Unit T#, puis Dynamic Rung Display (Affichage d'échelon dynamique).

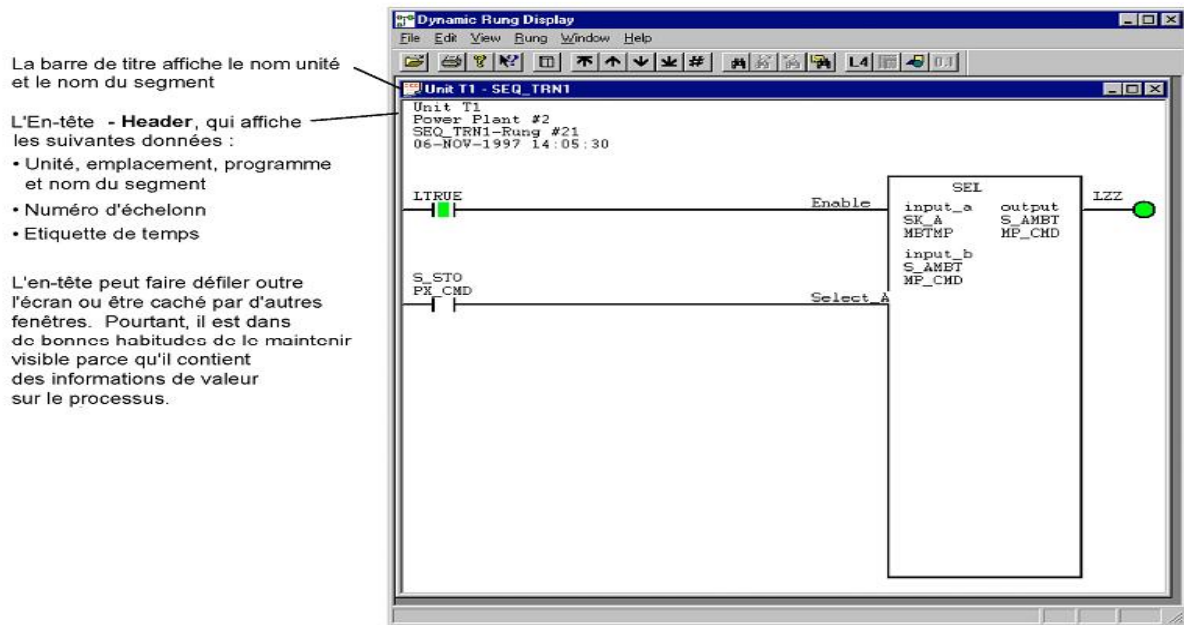


Figure V-6 : Exemple de fenêtre d'affichage d'échelon dynamique

V.8.7.1. types des blocs utilisés (Lader Logic)

Les types des blocs utilisés sont les suivants:

AND : fonction logique AND. Toutes les entrées doivent être "true" (vraies) pour que la sortie soit "true".

COMPARE : compare deux signaux avec la sortie qui est définie par le texte. Par exemple, les paramètres du logiciel sont comparés aux cavaliers du matériel. S'ils ne sont pas identiques, une alarme de diagnostic est générée. Si le logiciel et le matériel sont identiques, les informations de configuration sont envoyées au bloc suivant.

ISO : isole et conditionne des signaux des dispositifs de champ aux niveaux utilisés dans les processeurs.

LATCH : bloque les signaux jusqu'à la remise à l'état initial à la main.

LIMIT : limite l'entrée au domaine des valeurs MAX. et MIN.

RANGE CHECK : limite le domaine de la sortie aux limites définies par les valeurs MAX. et MIN. Si l'entrée se situe dans les limites, la sortie est égale à l'entrée. Si l'entrée ne se situe pas dans le domaine, une alarme de diagnostic sera générée.

OR : fonction logique OR. Toute entrée "true" aura comme résultat une sortie "true".

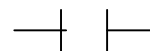
RD : dispositif de commande du relais, convertit les signaux du niveau logique pour commander les relais de 24 V cc.

SCALE : ajuste les pulsions du signal de vitesse à l'aide : des données de configuration pour être un pourcentage de la vitesse dimensionnée.

V.8.7.2. Les différents contacts

Contact normalement ouvert

Contact ouvert



Contact Ferme



Contact normalement fermé

Contact ouvert



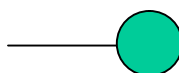
Contact ferme



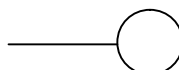
Bobines:

Bobine normale

Bobine excitée



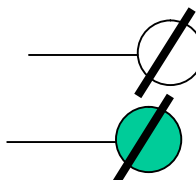
Bobine non excitée



Bobine inversée

Bobine inversée non excitée

Bobine inversée excitée



V.8.7.3. Système de forçage

Le forçage intervient lorsque la condition de démarrage de la turbine par exemple est satisfaite au niveau de l'instrument, mais le détecteur au niveau de Lader n'affiche pas le même constat à cause d'une panne du capteur. Donc on doit forcer le contact pour démarrer la turbine « ready to start ».

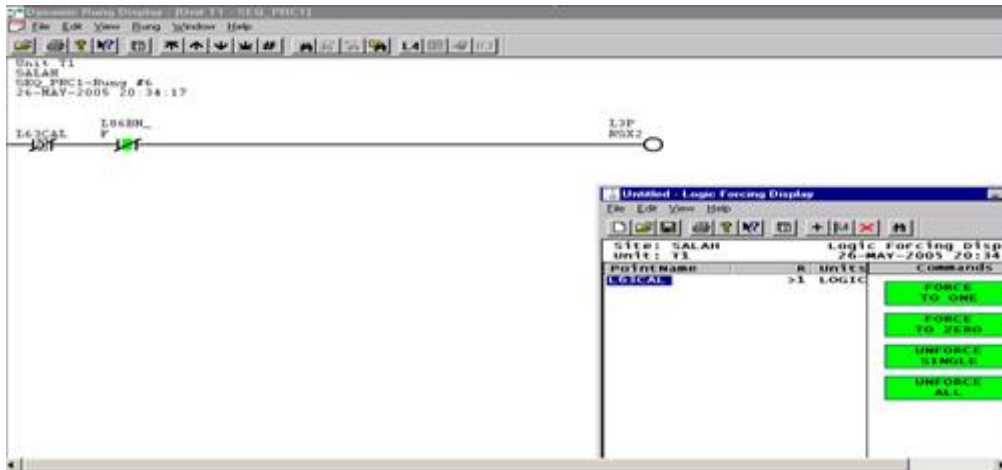


Figure V-7 : système de forçage

Conclusion

Notre projet de fin d'études qui s'est déroulé à Hassi R'el (association SONATRACH / BP / STATOIL) avait pour principal objectif de nous mettre en situation professionnelle et d'acquérir les différentes techniques de l'instrumentation utilisées.

Durant notre stage pratique on a élargi nos connaissances théoriques d'une part, et d'autre part il nous a permis d'obtenir des notions pratiques qui ne figurent pas dans notre cursus universitaire :

- Ø Les procédés utilisés dans l'exploitation du gaz.
- Ø Etude des turbines a gaz.
- Ø Les instruments électroniques utilisés.

Les résultats de l'étude permettent de situer les points en communs des deux systèmes MARK V et MARK VI :

- ◆ Traitement de données en temps réel par le système d'exploitation UNIX.
- ◆ Conversion de données du point fixe en virgule flottante.
- ◆ Gestion des alarmes par priorité (alarmes critiques).
- ◆ L'interface à l'opérateur peut être reliée à huit systèmes de commande.
- ◆ L'existence d'un système de forçage.
- ◆ La possibilité de contrôle a distance et ceci a travers le système de DCS.
- ◆ L'utilisation d'un même HMI (Interface Homme Machine).

La comparaison de la performance des deux systèmes nous permet de situer les avantages du MARK VI :

- ◆ L'architecture du MARK VI sous forme modulaires, nous permet une maintenance rapide et un faible cout de maintenance.
- ◆ La rapidité de transfert des données à travers les réseaux de communication.
- ◆ L'exécution de données rapide au niveau du contrôleur.

- ◆ le transfert des signaux de protection est plus rapide.

En perspective, le système MARK V peut être amélioré en intégrant un système de redondance TMR qui peut induire à plus de précision, de fiabilité et de rapidité dans l'acquisition de mesures.

Pour cela, GE (General Electric) est entrain de développer le MARK VI e.

Annexe

Procédure de démarrage de la turbine par HMI :

1-Alarme

2-Turbo unit : → Mineral lube oil system

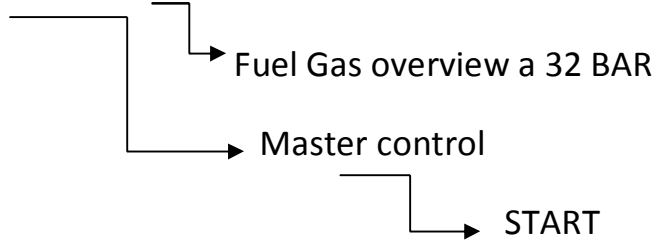
3-Turbine encl.Ventilator → Moteur (M) → Bouton « start »

4-Start up → Start checks:verifecation → Ready to start

5-Master select →

- OFF
- Crinck
- Manual
- Ø Auto
- Remote
- Ideal

6-Disposer fuels Gas



Quant la température du gaz 27°C la vanne de la torche se ferme est celle du fuel gaz vers la turbine s'ouvre. Après la satisfaction de tous les paramètres, l'opérateur du DCS donne l'autorisation de démarrage du système.

Unit Control Unit 2

TE-629/636 T54 deg C
 TE-614/619 T8 deg C
 EXHAUST DIFF. PRESSURE PDIT638 mmH2O
 FROM STARTING OIL HYDRAULIC STARTING
 SYNTH.HEAD TE-603A/B deg C
 SYNTH TANK TE-600 deg C
 INLET TI-612 deg C PI-639 Bar_a
 DISCHARGE TI-613 deg C PI-640 Bar
 INLET TURB. PR. PI-641 Bar
 MIN.OIL TE-653 deg C
 POWER Wlx501 MW
 TORQUE Jlx501 kNm

OPERATING DATA
 ENGMODE
 BRN_MSG
 SPEED_LVL_HP
 SPEED_LVL_LP
 XNGGSEL
 XNPT
 XNPT_REF
 TNRFI
 WF3E_CNTRL

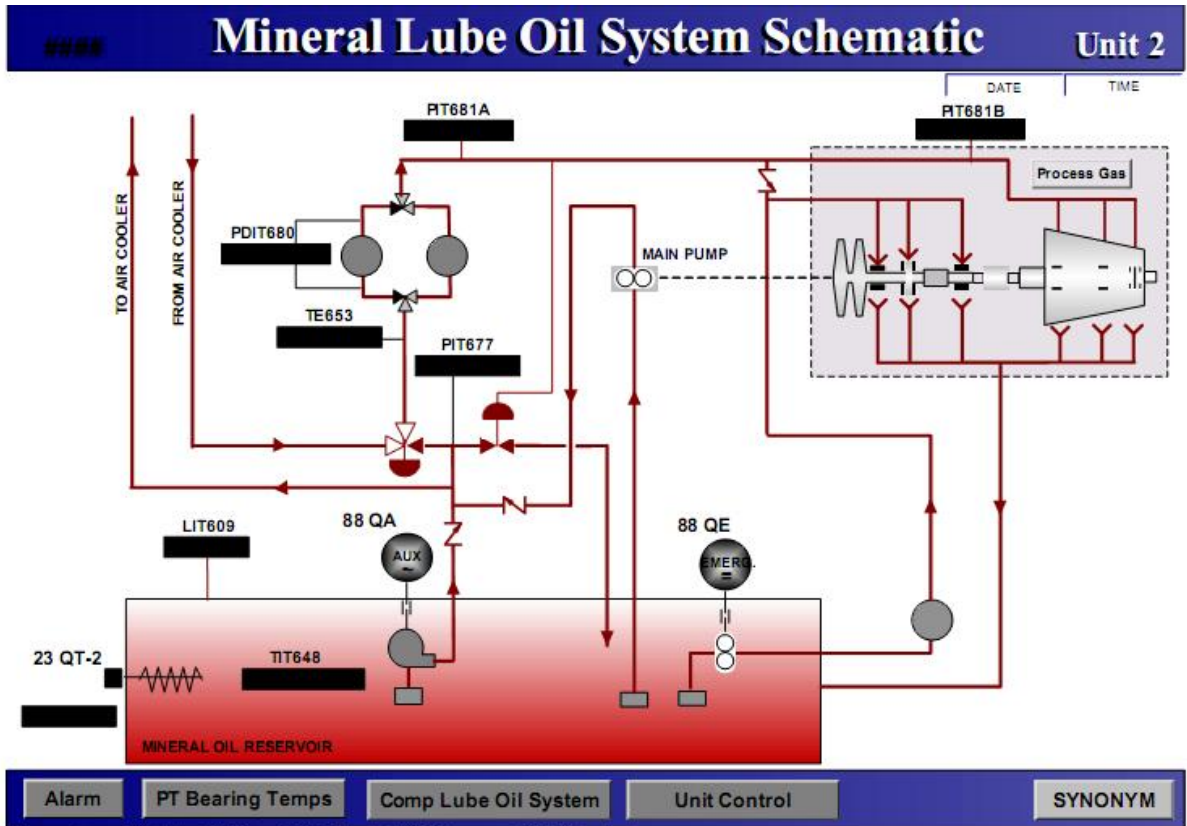
Master Select
 Master Control
 Spd Control

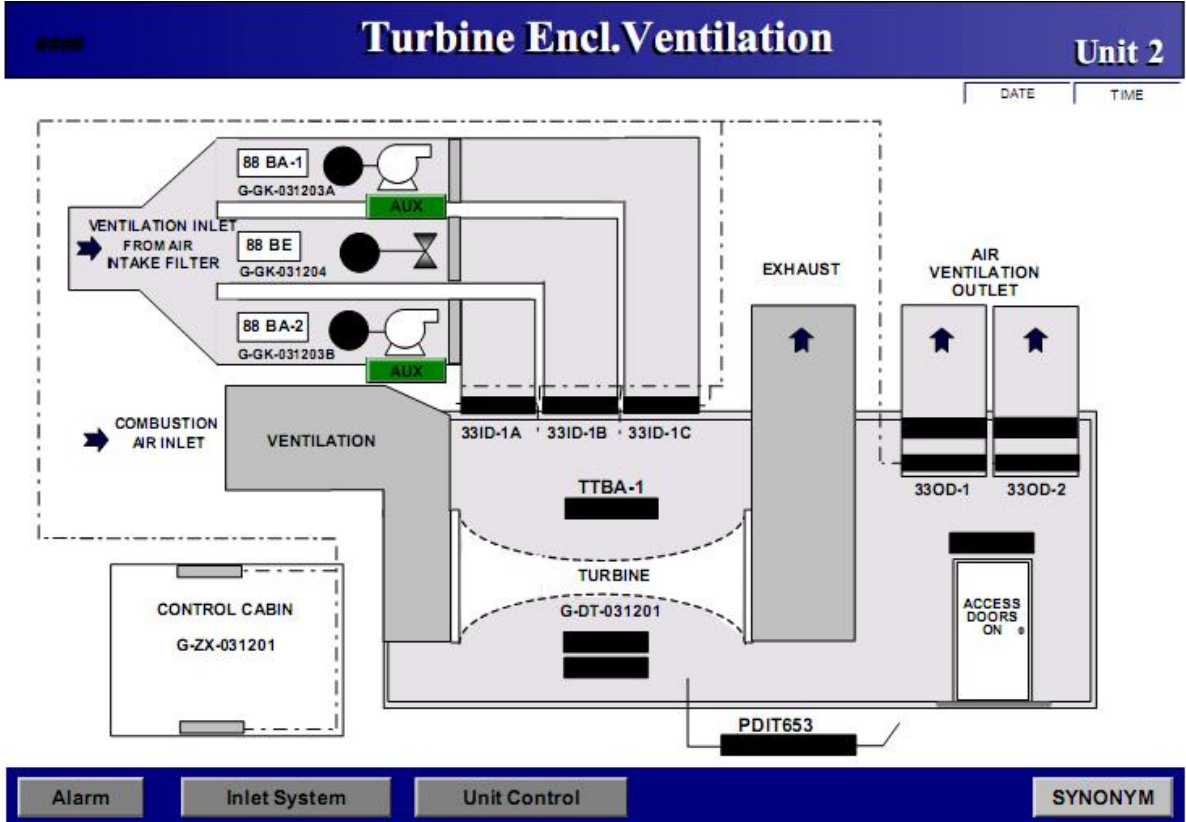
Auxiliaries Status
 Trending
 MASTER RESET
 SYNONYM

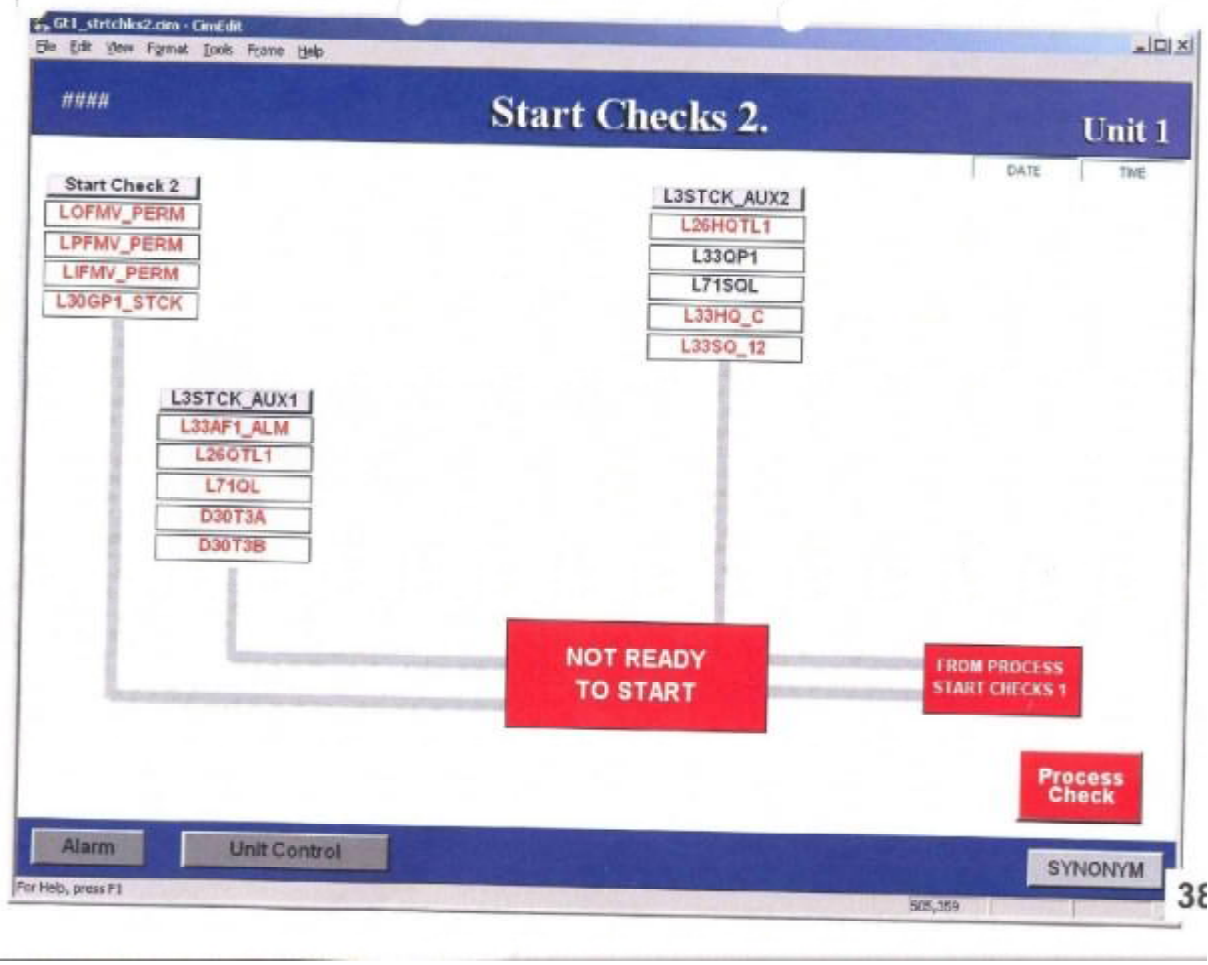
Apr 5 16:01
 Ack Alarm Screen Silence

Start up Turbo Unit Turbo Unit Meas. Proc. Compr. Fuel Gas Cal. Displays Miscellaneous Utility
 Start Checks Auxiliary Checks Crank Checks Proc. Start Cks

4 2 1 5 6
 3







GUI_startchks.cim - CmnEdit

File Edit View Format Tools Frame Help

Start Checks

Unit 1

DATE TIME

Start Check 0

- L1GAS_ISP** GAS PROP. INPUT FAULT WITH NO MAN VALUE
- L14HR** HP NOT ZERO SPEED
- L14LR** LP NOT ZERO SPEED
- L30PS3_FAIL** BOTH P63 SENSORS FAILED -ES
- L3FMV_POS_CB** FUEL METERING VALVE CALIBRATION MODE NOT SELECTED
- L30P2_ALM** P2 SENSOR RANGE FAULT

Start Check 1

- L33FG1C** FUEL SHUTOFF #1 VALVE CLOSED
- L33FG2C** FUEL SHUTOFF #2 VALVE CLOSED
- LMAINT_CAL** FUEL METERING VALVE CALIBRATION NOT ACTIVE
- L4T** MASTER PROTECTIVE STATUS TRIP
- CDPAFAIL** CDP LVDT A FAIL
- CDPBFAIL** CDP LVDT B FAIL

NOT READY TO START

FROM PROCESS START CHECKS 2

Process Check

Alarm

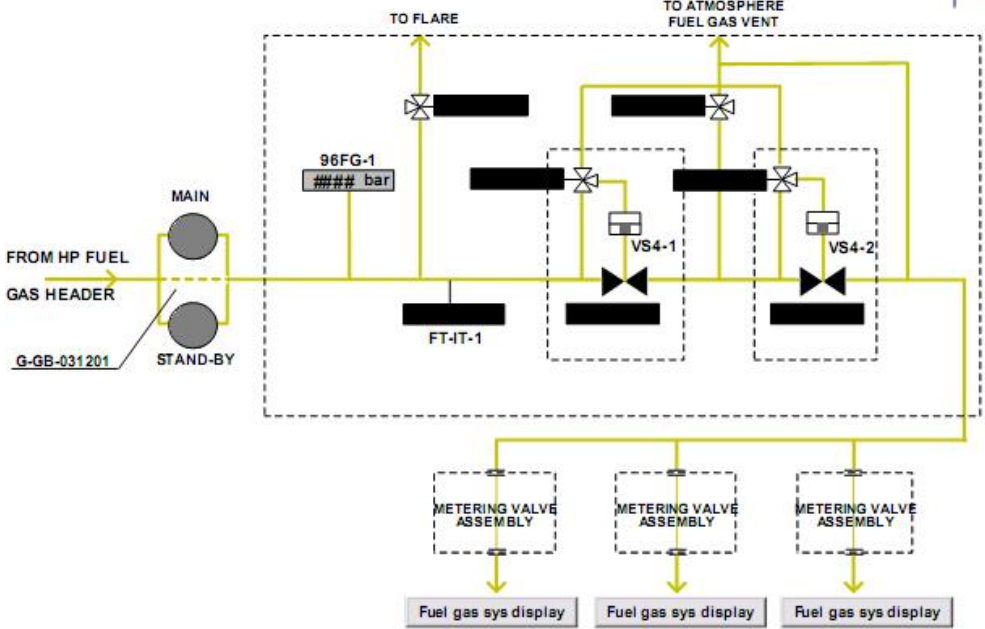
Unit Control

SYNONYM

For Help, press F1

506,047

Fuel Gas Overview



Alarm Fuel Gas Sys Unit Control **SYNONYM**

Site Name Combustion Map **INSALAH** 15:55:22 Mar-02-2010

ENGINE CONTROL MODE WF36_CNTRL MAX FUEL

ENGINE PRESSURE
P2SEL 1 bar
P53SEL 0 bar
P53EST 0 bar
PLUB 0 bar
PSCV 0 bar

TURBINE TEMPERATURES AND VIBR.
T2SEL 115 deg C
T3SEL 93 deg C
T4SEL -18 deg C
T4B_REF 1540 deg C
V5V 0 dga

GAS GEN SHAFT SPEED
XINGGSEL 100 rpm
XINGG_REF 6000 rpm
XINGGR 95 rpm
XIPTSEL 100 rpm

GAS CONSTITUENTS
LHVSEL 20600 BTU/lbm
SGSEL 1 HD
CP_CV_SEL 0 HD
Z_COMP 1 HD

COMBUSTOR PARAMETERS
BRN_MSG B
Status FLD 0
Status FLD 0
TFLAMEPCT -301 pct
TFLMAX 3790 deg C
TFLCYCS 104 deg C
TFLMH 104 deg C
TFLPDFS 93 deg C
TFLDIFS 93 deg C
TFLREF 3164 deg C
TFLORF 3900 deg C

FUEL SYSTEM PARAMETERS
WFMAX 0 pph
WF36DMD 0 pph
WF36DT 0 pph
WFLBO 56 pph
WFPLTDMD 0 pph
WFMVP_FB 0 pph
WFFLM 0 pph
WFHOZPLF 0 HD
WFOTRDMD -100 pph
WFMVO_FB 0 pph
WFOTRM 0 pph
WFHOZOTRF 0 HD
WFHRDMD -100 pph
WFMVI_FB 0 pph
WFHRM 0 pph
WFHZBRF 0 HD
GP10SEL 1 bar
GP1PSEL 1 bar
GP1ISEL 1 bar
GP26SEL 1 bar
GP2PSEL 1 bar
GP2ISEL 1 bar
TFUELSEL 29 deg C
PLTSEL -50 pct
HRSSEL 74 pct
OTRSEL 158 pct

AIR-FLOW PARAMETERS
DWB36PCT 0 pct
DWB36 0 pps
DWB36MAX 0 pps
CDPSEL 71 pct
ST8SEL 0 pct
WB3 0 pps
WB26 0 pps
DWB36PCT 0.0

TFLAMEPCT 100
66
33
0
-801.3

ADJUSTERS
TFLAME ADJ
TFLMAX 3790 deg C
ABAL 0 deg C
BIAS 0 deg C
TFLDMD ADJ
TFLCYCS 104 deg C
BIAS 0 deg C
TFLMH ADJ
TFLMIN 2900 deg C
ABAL 0 deg C
BIAS 0 deg C
TFLSCH ADJ
TFLREF 2900 deg C
ABAL 0 deg C
BIAS 0 deg C
TFLSCH ADJ
TFLORF 2900 deg C
ABAL 0 deg C
BIAS 0 deg C
DWB36 ADJ
DWB36 0 pps
GAIN 0 HD

CONTROL PANEL
Spike Det: ON
Backout: ON
Mapping: OFF
ABAL Reset: OFF
DWB36 Adj: OFF

ALARMS
Ack Lock Unlock Comment Setup Alarms

Date	Time	Act	Alarm ID	Rezoj	Message
Mar 02	09:44:11	N	P93	T2	ENCLOSURE ACCESS DOOR OPEN ALARM (2SL-813)
Mar 02	09:12:13	N	P266	T2	FUEL GAS SCRIBBER LEVEL SENSOR FAULT
Mar 02	09:12:13	N	P271	T2	FUEL GAS SCRIBBER LEVEL SENSOR FAULT

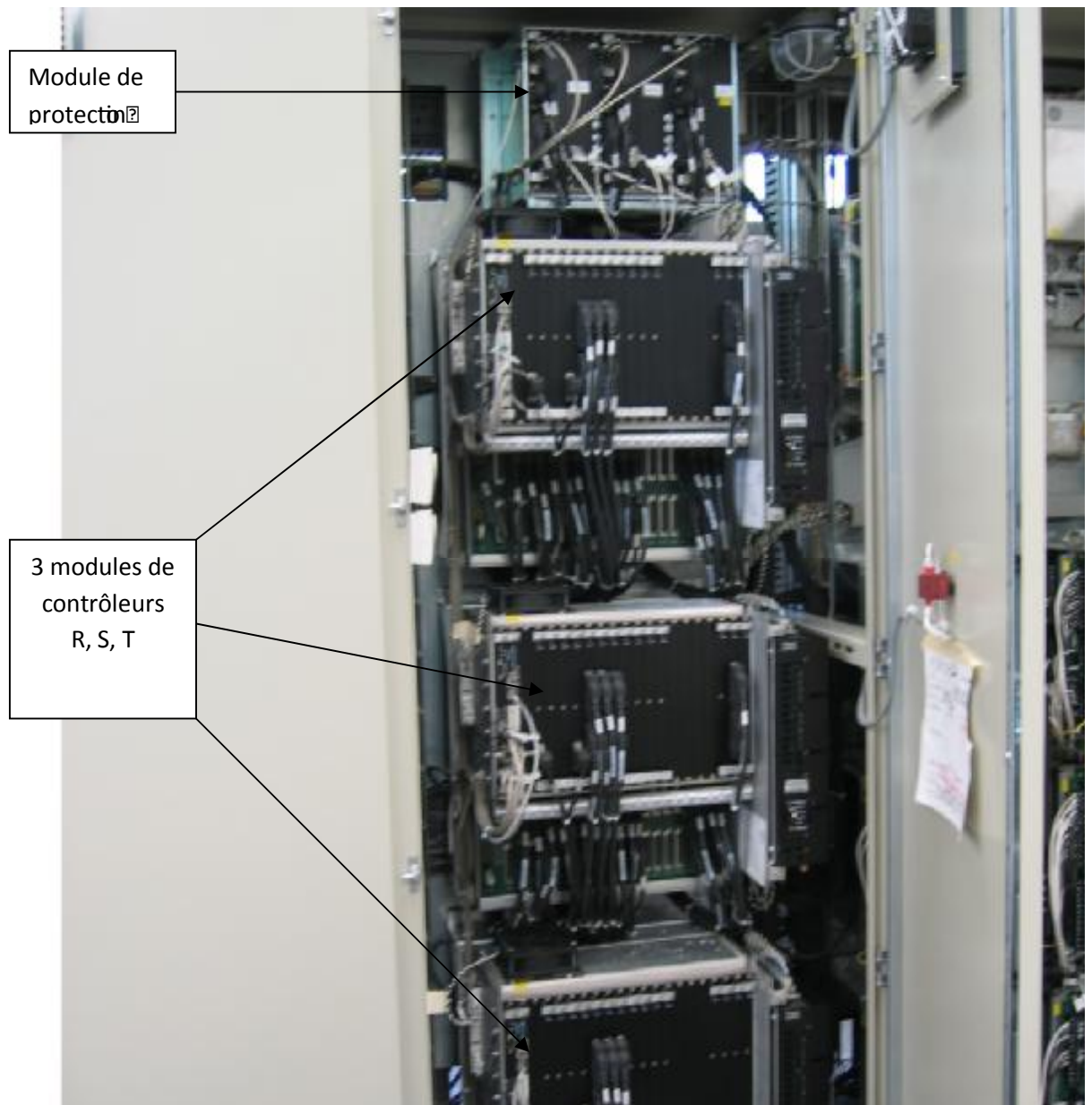
Navigation: Previous Screen, Gas Turbine, GT1, GT2, Control, Monitor, Aux, Exhaust, Wheelspace, Vibration, Gear & Comp, Start Check, Crank Check, Fire Check, Load Check, Trip Diagram, Comb. Map, F&G Display, F&G Mon, Timers, Customer Tag, Startup Trend

Panneau de commande MARK V

Cette photo montre les différents rayaux



Panneau de commande de MARK VI



L'emplacement des cartes à bornes



Entrées de thermocouples



Entrées des RTDs



Distributeur de puissance dans le MARK VI



Bibliographie :

- [1] MANUEL DE SERVICE POUR TURBINE A GAZ, Volume I :
installation –description et fonctionnement (Nuovo Pignone), novembre 1996.
- [2] Turbine de gaz PGT 25 DLE pour la conduite et l'entretien (Nuovo Pignone
de General Electric), Novembre 1991.
- [3] MARK V LM speedtronic dispositif de la commande la turbine (GE Nuovo
Pignone), 25 février 1998
- [4] Interface Homme Machine pour la commande de la turbine speedtronic
(guide d'application volume II) General Electric Company ,2002
- [5] Speedtronic MARK VI (training manual operation), 2002
- [6] Jean-Marie FONTAINE - PE/EMF (1998-99)
- [7] Site internet :

▼ www.qnx.com