

UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA

Faculté des nouvelles technologies de l'information et de la communication

Département d'Electronique et des Télécommunications



Mémoire

MASTER PROFESSIONNEL

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Electronique

Spécialité : Instrumentation

Présenté par :

KAKI Mohammed

BELAHCENE EL Hadj Ahmed

Thème

# Etude des vannes de gaz de turbine à gaz MS5002C

Soutenu publiquement

le :../../2016

Devant le jury :

M.BENCHABANE Abderezzak

MC (B) Président

UKM Ouargla

M. BOULESBAA Mohammed

MC (B) Encadreur/rapporteur

UKM Ouargla

M. AOUF Anouar Essadate

MA (A) Examineur

UKM Ouargla

M. BENATHMANE Khaled

MA (A) Examineur

UKM Ouargla

Année Universitaire : 2015/2016

# Remerciements

*Louange à **DIEU** le tout puissant, de nous avoir aidé à réaliser ce modeste travail. Nous tenons à exprimer nos profondes gratitude à nos promoteur **M. BOULESBAA Mohammed** pour son suivi durant la période de préparation de notre mémoire, son aide et ses conseils qui nous ont été très précieux.*

*Nos plus vifs remerciements sont également adressés à messieurs les membres du jury d'avoir de participer au jury et d'examiner ce travail, et Nous tenons aussi à remercier profondément tous ceux qui nous ont aidés à bien bénéficier de notre stage au sein de la SONATRACH.*

*Nos remerciements s'adressent également à **M. NEMMICHE Saïd** Chef service par intérim de service instrumentation pour son aide et réaliser ce mémoire, ainsi à tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin à accomplir ce travail.*

*Nous tenons à remercier profondément tous les enseignants du département de électronique et des télécommunication de l'UKMO.*

# **TABLE DES MATIERES**

# TABLE DES MATIERES

## Introduction générale

Introduction générale.....	1, 2
----------------------------	------

### CHAPITRE I

#### Présentation générale de la turbine à gaz MS5002C

1.Introduction.....	3
2.Région d'Ohanet.....	4
3. Plan de développement de la région.....	5
4. Présentation de l'usine d'Ohanet (CPF).....	6
4.1. Description de l'usine de traitement de gaz (CPF) .....	7
4.2. Capacité de production de l'usine.....	7
5. Description générale de la turbine.....	8
6. Systèmes auxiliaires de la turbine a gaz.....	12
6.1. Système de démarrage.....	12
6.2. Système d'huile de lubrification (graissage).....	13
6.3. Système d'huile hydraulique (commande).....	14
6.4. Système d'huile de contrôle (déclenchement).....	16
6.5. Compartiments et le système de ventilation.....	17
6.6. Système de détection de gaz.....	17
6.7. Système de protection contre l'incendie.....	17
6.8. Système de l'air de refroidissement et d'étanchéité.....	18
7. Système de commande Mark V TMR (Triple Moduler Redondant).....	18
7.1.Présentation.....	18
7.2. Architecture du système.....	19
8. Interface homme machine (HMI).....	21
9. Système de déclenchement (ESD).....	22
9.1. Electrovanne 20HD.....	23
9.2. Survitesse mécanique HP/BP.....	23
9.3. Vanne de décharge manuelle.....	23
10. Différents systèmes de protections.....	23
12. Conclusion.....	25

### CHAPITRE II

#### Etude des vannes de gaz SRV et GCV

1.Introduction.....	26
2. Système de combustible a gaz.....	26
2.1.Vanne d'arrêt /rapport vitesse SRV.....	27
2.2. Vanne de réglage de gaz combustible GCV.....	27
2.3. Servosoupape électro-hydraulique 90SR,65GC.....	28
2.4.Quatre transducteurs (LVDT).....	29
2.5. Soupape de déclenchement VH-5.....	30
2.6. Electrovanne de purge 20VG-1.....	30
2.7. Equipements d'instrumentation.....	31
3. Boucles de commande de système en combustible a gaz.....	31
3.1. Circuit de commande de la vanne SRV.....	31
3.2. Circuit de commande de la vanne GCV.....	32

4. Procédure d'étalonnage des vannes SRV et GCV avec Mark V .....	33
5. Procédure de simulation par le logiciel UPS.....	36
6. Tags.....	38
6.1. Aubes directrices IGV (Inlet Guid Valve) .....	38
6.2. SRV (stop/speed ratio valve) et GCV (gas control valve).....	39
6.3. TNH (vitesse haute pression ) et TNL(vitesse basse pression).....	40
6.4. Pression de refoulement .....	40
7. Conclusion.....	41

## **CHAPITRE III**

### **Résultats et interprétation**

1. Introduction.....	42
2. Résultats de simulation.....	42
2.1. Evolution de la position de la vanne SRV en fonction de la vitesse de la roue HP.....	42
A. Cas de démarrage de la turbine à gaz.....	42
B. Cas de déclenchement de la turbine à gaz .....	44
2.2. Evolution de la position de la vanne GCV en fonction de la vitesse de la roue LP.....	44
A. Cas de démarrage de la turbine à gaz.....	44
B. Cas de déclenchement de la turbine à gaz .....	45
2.3. Comparaison des résultats obtenus.....	46
A. Cas de démarrage de la turbine à gaz.....	46
B. Cas de déclenchement de la turbine à gaz.....	47
5. Conclusion .....	48

### **Conclusion générale et perspectives**

Conclusion générale et perspectives.....	49
--	----

# **INTRODUCTION GÉNÉRALE**

## INTRODUCTION GENERALE

La turbine à gaz a connu ces dernières années un développement considérable dans des nombreuses applications dans l'industrie des hydrocarbures et en particulier dans le domaine du transport du gaz et de production d'électricité, elle offre une grande souplesse d'exploitation.

La turbine à gaz est une machine thermique à flux continu, réalisant différentes transformations thermodynamiques, dans une succession d'organes comportant un compresseur et une turbine couplée mécaniquement sur un arbre, et une chambre de combustion intercalée entre ces deux derniers, ce qui permet de produire, de l'énergie contenu dans le combustible, une énergie mécanique utilisable sur l'arbre de la turbine, il aspire donc de l'air ambiant et rejette des gaz brûlés à l'atmosphère.

La demande d'énergie ne cesse de croître, alors que les ressources deviennent chères, il est donc nécessaire d'améliorer les performances techniques des turbines et évoluer leur rendement thermiques de manière à réguler les coûts d'investissement, la pression et le débit sont les paramètres les plus influés sur ces performances et ce rendement et comme la turbine à un seul arbre, tourne à une vitesse constante et entraîne donc une charge stable (générateur) avec un rendement fiable, ne peut pas entraîner des charges variables (compresseur centrifuge). Les derniers développements des alliages entrés dans la fabrication des métaux des turbines n'ont pas pu résister avec la température d'allumage dans la turbine qui peut atteindre 1370°C, d'où vient la conception d'une turbine à deux arbres et avec des aubes variables entre les deux roues de la turbine et devient une solution pour répondre aux charges variables d'une part et contrôler la vitesse de compresseur axial (l'arbre HP) et contrôler la température d'autre part.

On va faire dans ce mémoire une étude des vannes de gaz de turbine à gaz MS5002C pour entraîner un compresseur centrifuge pour chacune dans l'expédition des gaz légers C1 (gaz méthane) et C2 (gaz éthane) dans le CPF au niveau de la région d'Ohanet.

Le présent mémoire est réparti en trois chapitres :

Le premier chapitre porte sur la présentation de la région d'Ohanet, une présentation générale de la turbine à gaz MS5002C et le système de commande et protection MARK V.

Le deuxième chapitre est consacré à l'étude des vannes de gaz SRV et GCV de la turbine MS5002C qui font l'objet de notre étude. Ensuite, le logiciel de simulation que nous allons employer dans notre travail est présenté.

Le troisième chapitre porte sur la présentation et la discussion des résultats de simulation que nous allons trouver dans cette étude.

Enfin, nous terminons ce travail par une conclusion générale et des perspectives.



**CHAPITRE I :**

**PRÉSENTATION  
GÉNÉRALE DE LA  
TURBINE À GAZ MS5002C**

# Présentation générale de la turbine à gaz MS5002C

## 1. INTRODUCTION :

L'énergie occupe une place prépondérante dans la vie de l'être humain. Le gaz naturel est une source d'énergie capable de répondre à l'accroissement des besoins en énergie. Il joue le rôle stratégique aussi longtemps que l'homme n'aura pas trouvé d'autres sources d'énergies, qui pourront remplir leurs rôles avec plus de rentabilité et d'efficacité.

L'Algérie possède des réserves immenses en gaz naturel à savoir le champ de Hessi R'mel, qui est le plus grand à l'échelle mondiale et celui de Ain- Salah. L'Algérie est placée au quatrième rang, en possédant 10% environ des réserves mondiales et le troisième exportateur du gaz naturel à travers le monde avec 80 milliards m<sup>3</sup> de production.

Les turbines à gaz font partie de turbomachines définies comme étant des appareils dans lesquels à lieu un échange d'énergie entre un rotor tournant autour d'un axe à vitesse constante et un combustible, à gaz ou en fluide, en écoulement permanent. La turbine est une machine tournante dont le rôle est de produire de l'énergie mécanique à partir de l'énergie contenu dans un hydrocarbure (fuel, gaz...). Les turbines à gaz demeurent les moyens de production de puissance les plus révolutionnaires et jamais égalées par des moteurs thermiques conventionnels.

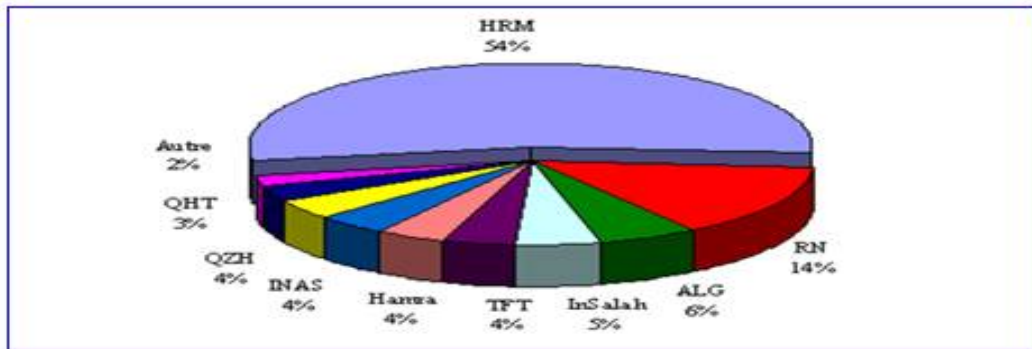
La turbine est munie de plusieurs systèmes de commande et de protection prévus pour assurer la fiabilité et la sécurité du fonctionnement de la machine.

Les systèmes de protection sont prévus afin d'éviter des conditions anormales pouvant endommager la turbine. Le système de protection contrôle les paramètres de fonctionnement critiques température, vitesse, vibration, pression et flamme, etc....

Ce chapitre décrit le système de commande de la turbine **SPEEDTRONIC Mark V** qui est utilisé pour la commande et la protection des turbines à gaz **NP-GE**.

## 2. REGION D'OHANET:

La région d'Ohanet est l'une des dix régions qui constituent actuellement la division production de la branche Amont. Elle a été créée en 1977, suite à la décentralisation de l'ancien district d'In-Amenas. La figure I.1 représente la répartition des réserves gazières de chaque région.

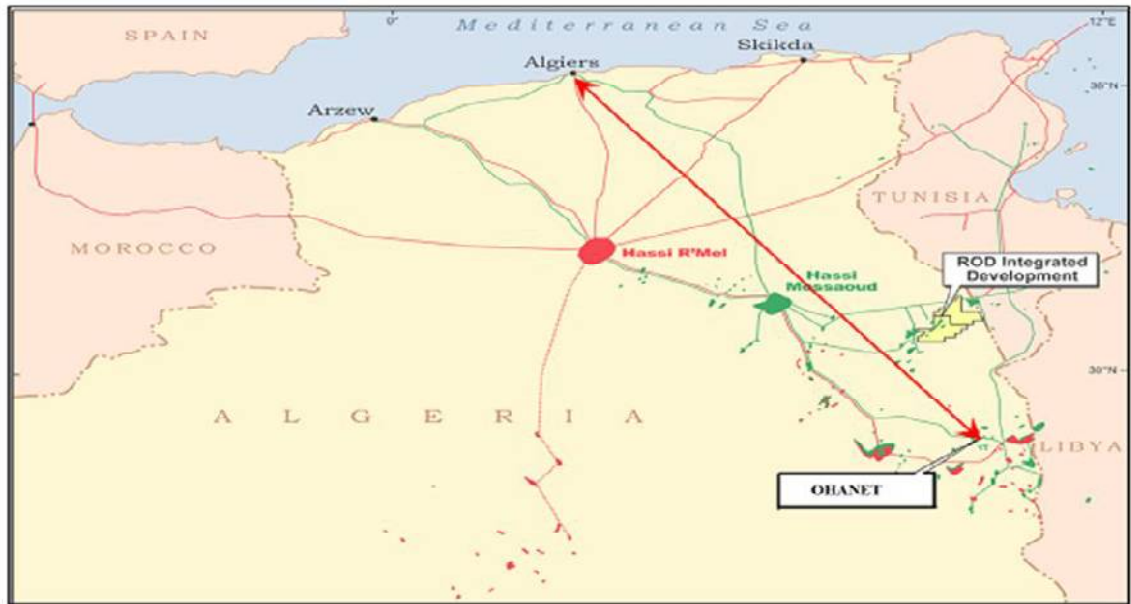


**Fig. I.1 :** Répartition des réserves gazières en Algérie.

### 2.1. Situation géographique :

La région d'OHANET est située dans le Désert du grand Sahara, plus précisément à 1600 km au Sud-est d'Alger, et de 700 km au Sud-est de Ouargla sur le plateau de TINHERT et de 360 km au Nord-est d'Illizi (Chef-lieu de Wilaya), dont elle relève administrativement et elle est à 120 km au Nord-Ouest d'In- Amenas (Chef-lieu de Daïra). Sa structure fait partie d'un ensemble de structure formant le bassin d'illizi, qui est situé dans la partie sud Est du Sahara Algérien et qui est limité au sud par le massif du Hoggar, à l'ouest par le haut fond Amguid-El Biod Hessi Massoud. Le bassin d'illizi s'étend vers le nord jusqu'à la latitude 32°N approximativement et se prolonge à l'Est jusqu'en Libye. [1]

Une grande partie de cette région est recouverte de dunes, notamment dans la partie septentrionale où se trouve le Erg oriental qui est d'accès difficile à cause de hautes dunes qui le recouvrent.



**Fig. I.2 :** *Situation géographique de la région d'Ohanet.*

## 2.2. Climat :

Le climat d'Ohanet se caractérise par de fortes variations de températures. On distingue trois périodes :

- Une période chaude allant de mi-mai à mi-septembre avec des températures de 35° à 50°C.
- Une période froide où le thermomètre peut descendre jusqu'à - 2°C (décembre - janvier).
- Il existe aussi, une période intermédiaire allant de novembre à avril où les températures deviennent plutôt douces de 15 à 25° C.

La pluviométrie y est rare, quelques pluies peuvent être enregistrées de novembre à février et des orages au mois d'avril et mai. Les vents dominants sont de direction Nord Nord-est et Sud Sud-est, soufflent du mois de février à juin et engendrent souvent des tempêtes de sables.

## 3. PLAN DE DEVELOPPEMENT DE LA REGION :

Dans le cadre du plan de développement de la région Ohanet, SONATRACH et le Groupe Australien **Brocken Hill Propriétaire (BHP)** associé aux compagnies JOOG (Japon) et PETROFAC (USA) ont procédé en Juillet 2000, à la signature d'un contrat de

développement, d'exploitation des gisements d'Ohanet par l'installation de surface de l'ouvrage d'Ohanet qui comprend :

- Réalisation d'une usine de traitement de gaz d'une capacité de 20 MSM<sup>3</sup>/J.
- La réalisation d'une unité de décarbonatation du gaz produit.
- La pose d'environ 236 kms de canalisations de collectes et d'exportation des produits finis (Gaz sec, GPL et condensât).
- Le forage de 47 puits de développement.
- L'acquisition sismique 3D sur tout le périmètre contractuel.

Les principaux champs de gaz humide situent dans quatre principaux gisements sont : Ohanet dévonien, Ohanet ordovicien, In Adaoui et Dimeta Ouest.

Les réserves estimés de gaz récupérable de chacun des gisements sont regroupés dans le tableau I.1 :

**Table I.1:** Différents puits de la région d'Ohanet avec leurs réserves en gaz.

Nom du puits	Réserve du gaz en m <sup>3</sup>
Dévonien d'Ohanet	0.15 trillions de m <sup>3</sup> .
Ordovicien d'Ohanet	0.47 trillions de m <sup>3</sup> .
In Adaoui	0.01 trillions de m <sup>3</sup> .
Dimeta Ouest	0.22 trillions de m <sup>3</sup> .

#### 4. Présentation de l'usine d'OHANET (CPF) :

Les installations de CPF (Central Processing Facility) permettent le transport, la séparation, le traitement du gaz humide et des liquides associés produits par le gisement afin de produire le gaz sec, le GPL et le condensât conformément aux spécifications du design (contractuel), ces produits seront exportés aux points de livraison respectifs. L'usine de traitement de gaz est conçue pour traiter environ 20MS m<sup>3</sup>/J de gaz humide de gisement de 47 puits sont prévus pour alimenter le CPF, transporté via de pipelines.

Ce gaz contient de condensat et de l'eau libre produit et condensée. L'usine de traitement du gaz élimine l'eau et CO<sub>2</sub> et divise le flux en trois produits : le gaz de qualité commerciale (C1/C2), GPL mélangé (C3 /C4) et le Condensat (C5+).



**Fig. I.3 :** *Vue globale de l'usine de traitement de gaz d'Ohanet.*

#### **4.1. Description de l'usine de traitement de gaz «CPF» :**

Le CPF comprend:

- Unité de séparation des phases liquides (Eau et condensat) et phases gaz.
- Deux compresseurs boosters, chacun d'une capacité moyenne de  $10\text{MSm}^3/\text{j}$  (le débit varie entre  $15\sim 45\text{MS m}^3/\text{j}$ , en fonction de la  $\Delta P$ ) .
- Une unité de décarbonatation d'une capacité de  $10\text{MSm}^3/\text{j}$ .
- Deux trains de traitement de gaz, chacun d'une capacité de  $10\text{MSm}^3/\text{j}$ . afin de produire  $18\text{MSm}^3/\text{j}$  de gaz sec,  $3500\text{ T/j}$  du condensât et  $2500\text{T/j}$  du GPL .
- Trois compresseurs d'expédition de gaz de vente, chacun d'une capacité de  $10\text{MSm}^3/\text{j}$ .
- Trois bacs de stockage de condensât (2 x  $6000\text{ m}^3$  «on-spec», et 1 x  $2000\text{ m}^3$  «off-spec»).
- Quatre sphères de stockage de GPL (3 x  $500\text{ m}^3$  «on-spec», et 1 x  $500\text{ m}^3$  «off-spec»).
- Un turbogénérateur (Solar) d'une puissance de  $7,2\sim 10\text{ MW}$ . [1]

#### **4.2. Capacité de production de l'usine :**

Le CPF est conçu pour traiter approximativement  $20\text{MSm}^3/\text{J}$  (million de standard mètre cube par jour), mais aujourd'hui la production est diminuée (Pour un débit de gaz brut de **225 Tonnes /h**).

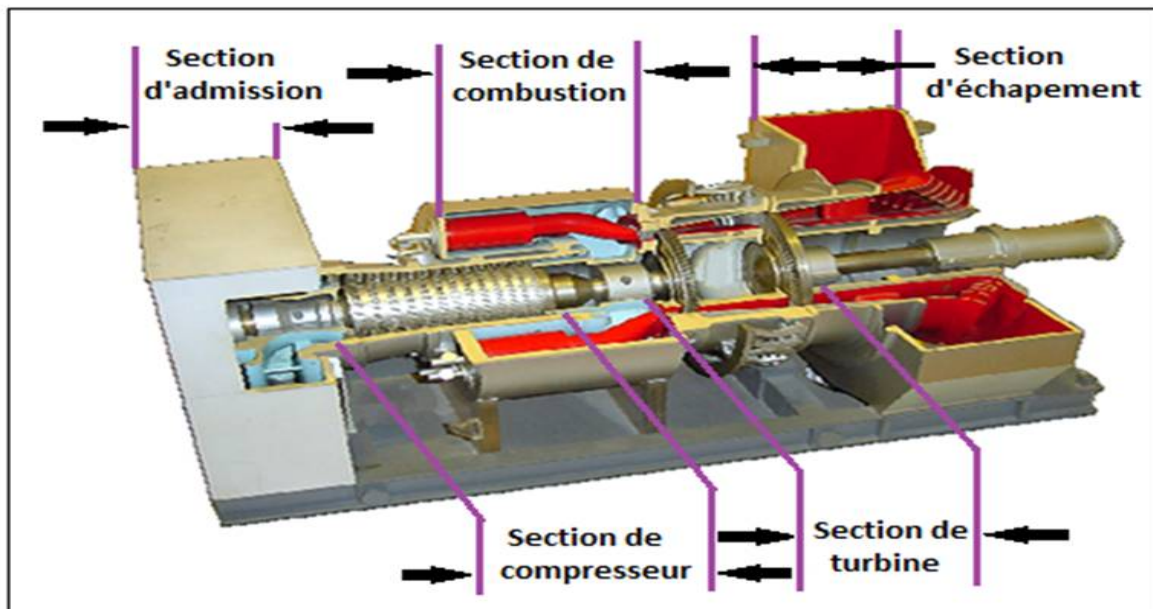
**Table I.2:** Différents produits de la région d'Ohanet avec leurs débits.

Produits	Débits du gaz
Gaz sec	5,6 millions m <sup>3</sup> / jour.
GPL	605 Tonnes /jour
Condensat	600 Tonnes /jour.

## 5. DESCRIPTION GENERALE DE LA TURBINE A GAZ :

### 5.1. Section de turbine à gaz :

La figure (I.6) représente les différents section de la turbine à gaz MS5002C et les différents systèmes de la turbine à gaz.



**Fig. I.6 :** Sections de la turbine à gaz.

#### 5.2.1. Section d'admission :

L'aspiration de la turbine est une enceinte ou compartiment qui abrite les filtres, la conduite, le silencieux, le coude, le caisson d'admission et d'autres accessoires. Ce système regroupe les fonctions de filtrage et de réduction de bruit à celle de direction de l'air dans le compresseur de la turbine. Ce compartiment est muni de portes pour un accès facilement aux filtres pour les besoins de maintenance. [2]

Les filtres minimisent au maximum la quantité de la poussière et d'humidité de l'air, les filtres ont des pompes d'aspiration et protégés contre la surpression par des portes by passe.

### 5.2.2. Section du compresseur axial :

Le compresseur comprime l'air venant des filtres pour combustion et refroidissement par réduction de son volume. Le compresseur de MS5002C est un compresseur axial de 16 étages d'aubes orientables attachés à l'arbre HP de turbine ou son angle et sa forme sont conçus pour une circulation axiale d'air de débit plus élevée nécessaire pour obtenir une grande puissance avec des dimensions réduites.

Le volume des aubes diminue à chaque étage pour réduire le volume d'air afin d'augmenter leur pression. Les aubes de première étage I.G.V (Inlet Guide Vanne) sont commandées pour guider le flux d'air en changeant l'angle des ailettes (ouvrir et fermer les aubes). Le compresseur sert également à fournir une source d'air nécessaire pour refroidir les parois des ailettes de la roue HP et LP et les disques de la turbine, qui sont atteints par l'intermédiaire de canaux à l'intérieur de la turbine, et par la tuyauterie de raccordement extérieur. En plus, le compresseur fournit l'air d'étanchéité aux joints à labyrinthe des quatre paliers de la turbine à gaz.

### 5.2.3. Arbre HP et l'arbre LP :

Le compresseur et la charge de la turbine n'exigent pas la même vitesse ni la même énergie pour une meilleure performance et réduction de problème de pulsation (pompage) de compresseur axial d'une façon acceptable, delà vient l'exigence de diviser l'arbre de turbine à deux arbres tournantes à différentes vitesses, un arbre HP qui entraîne le compresseur et les accessoires et l'arbre LP qui entraîne la charge.



**Fig. I.7 :** Turbines HP & BP.

### 5.2.4. Aubes d'admission d'entrée I.G.V :

La turbine à gaz MS5002C a des aubes directrices variables IGV à l'entrée de compresseur axial commandé par une Servosoupape hydraulique qui change l'angle



l'orientation des aubes selon les exigences de chaque cycle de fonctionnement de turbine (cycle de démarrage, cycle d'arrêt, cycle de fonctionnement normal et en cas de risque de dommage).

### 5.2.5. Section de combustion :

La section de combustion se compose de douze (12) chambres de combustion annulaire, chaque chambre reçoit le gaz et l'air comprimé du compresseur axial pour faire un mélange combustible qui allumer par une bougie et un injecteur en créant une grande énergie de chaleur dans le gaz, ce gaz chaud détend et s'écoule vers la turbine en forçant les roues de la turbine à tourner.

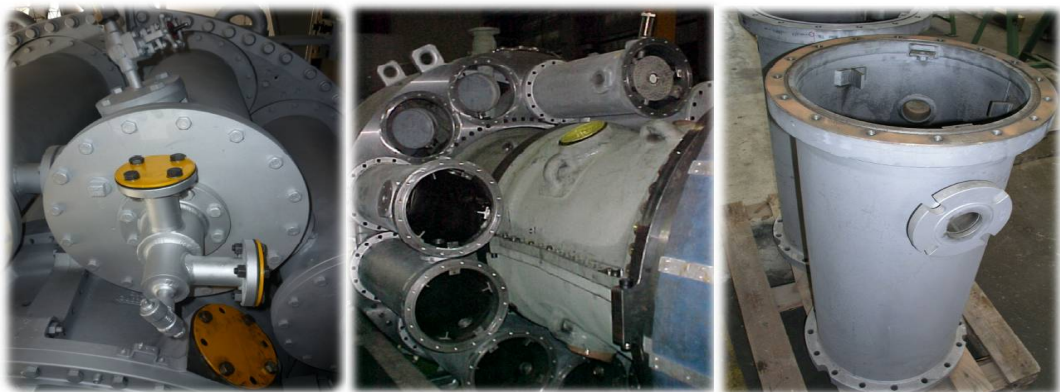
La combustion est initiée par deux bougies et l'allumage dans ces deux chambres s'écoulent par les tubes traversables pour faire l'allumage dans les autres chambres.

La veine du système l'admission de la turbine transforme les écoulements du gaz de chacune des chambres de combustion en un courant annulaire continu adapté à l'admission de l'anneau de la directrice du premier étage de la turbine.

Trois quart d'air entré dans la chambre de combustion est utilisée au refroidissement, une quantité d'air s'écoule entre la chemise et le couvercle pour refroidir le couvercle et une autre quantité entre à l'intérieur de chemise à travers des trous pour refroidir le gaz chaud et l'éloigner des parois de chemise.

La section de combustion de la turbine à gaz se compose de :

- Douze chambres de combustion (couvercle et doublure).
- Douze injecteurs de combustible (pilote).
- Quatre détecteurs de flamme à ultraviolet.
- Deux bougies à électrodes rétractiles.
- Douze tubes transversaux d'interconnexions.



**Fig. I.8 :** *Enveloppe externe de la chambre de combustion.*

### 5.2.6. Section de la turbine :

Le gaz d'échappement de combustion en traversant la section turbine passe sur :

- Une voie d'écoulement de gaz de combustion dans laquelle s'écoule le gaz en se dirigeant vers l'injecteur.

- Injecteur de premier étage (stator) pour guider le gaz d'échappement de combustion vers les ailettes de la roue LP.

- La roue de haute pression mentionnée première étage, attachée à l'arbre HP du compresseur.

- Une voie entre étages à travers laquelle s'écoule le gaz provenant de premier étage.

- Injecteur du deuxième étage constitué des aubes directrices variables (nozzles du deuxième étage NGV) pour guider le gaz sortant de premiers étages de combustion vers les ailettes de la roue LP, l'angle d'ouverture et de fermeture de ces aubes est commandé par le système de contrôle.

Les deux roues de la turbine, la roue du première étage mentionné turbine haute pression HP et qui va entrainer l'arbre de compresseur et la roue du deuxième étage mentionnée turbine basse pression LP qui va entrainer la charge de compresseur centrifuge, les deux roues sont séparées pour se tourner à des vitesses différentes afin de respecter les exigences de charges variables du compresseur centrifuge sans influencer sur le bon fonctionnement du compresseur axial.

### 5.2.7. Section d'échappement :

La section d'échappement se compose essentiellement du plenum ou cadre d'échappement ainsi que le caisson d'échappement.

## 5.3. Principe de fonctionnement :

La turbine à gaz transforme l'énergie de combustion d'un mélange combustible air comprimé (sous forme d'une chaleur) à un mouvement mécanique, les turbines à gaz fonctionnent généralement de cette façon :

La rotation de compresseur axial aspire de l'air du milieu environnant à travers le filtre d'air et le comprime par les séries des étages puis cet air comprimé se mixe avec le gaz chaud dans les chambres de combustion et le mélange combustible air se brûle en augmentant leur température. Le gaz à une pression et une température plus élevée se détend vers les roues de la turbine et force ces roues à tourner et il résulte donc une énergie mécanique à partir d'une énergie thermique et le gaz chaud se dépressurise et se décharge vers l'atmosphère.

Une quantité d'énergie mécanique résultante, généralement 30% environ de l'énergie totale produite, sert à entraîner la charge tandis que la quantité d'énergie restante sert à entraîner le compresseur axial et les accessoires de la turbine. [3]

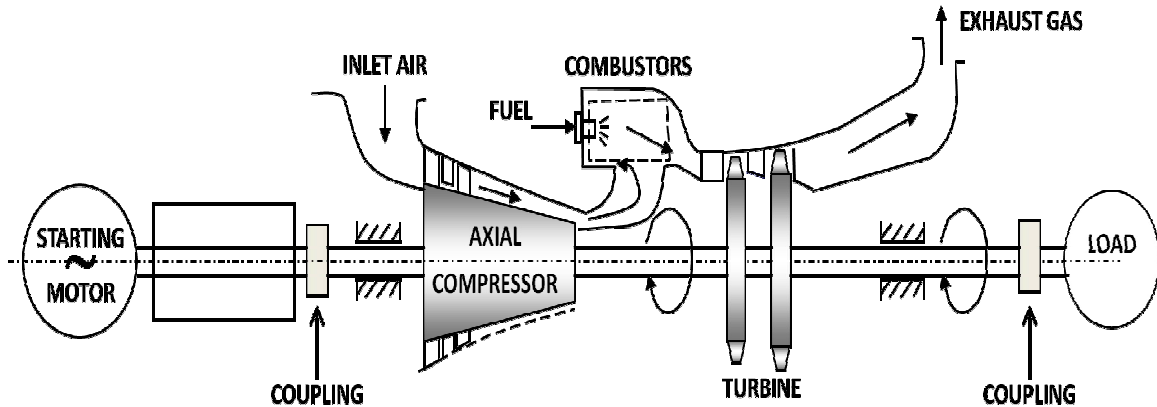


Fig. I.5 : Schémas de la turbine à gaz.

## 6. SYSTEMES AUXILIAIRES DE LA TURBINE A GAZ :

### 6.1. Système de démarrage :

La figure I.9 montre le système de démarrage de la turbine à gaz.

Les composants du système de démarrage incluent: Le moteur électrique d'induction, un convertisseur de couple, mécanisme d'encliquetage hydraulique, l'embrayage de démarrage, l'engrenage des accessoires (réducteur auxiliaire de vitesse). [2]

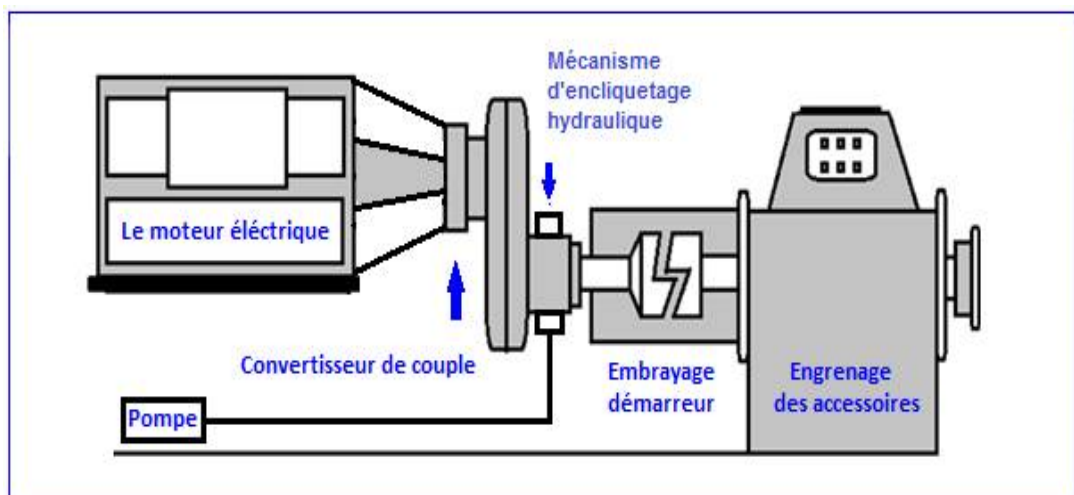


Fig. I.9 : Système de démarrage de la turbine à gaz.

## 6.2. Système d'huile de lubrification (graissage) :

Le système de lubrification utilise une huile sous pression, avec une température adéquate et une propriété et viscosité convenables pour un meilleur fonctionnement de la turbine, des accessoires et des équipements de charge entraînée.

La turbine utilise l'huile sous pression en boucle fermée pour le refroidissement, le nettoyage et la réduction de frottement entre les parties tournantes (les paliers, les dents des pignons, le choc de couplage et l'embrayage), l'huile est également utilisée pour l'étanchéité.

Le système hydraulique d'alimentation, système de contrôle de l'huile et le système des équipements de démarrage sont également enlevés de cette source. [2]

La figure (I.10) suivante illustre le système de lubrification de la turbine à gaz.

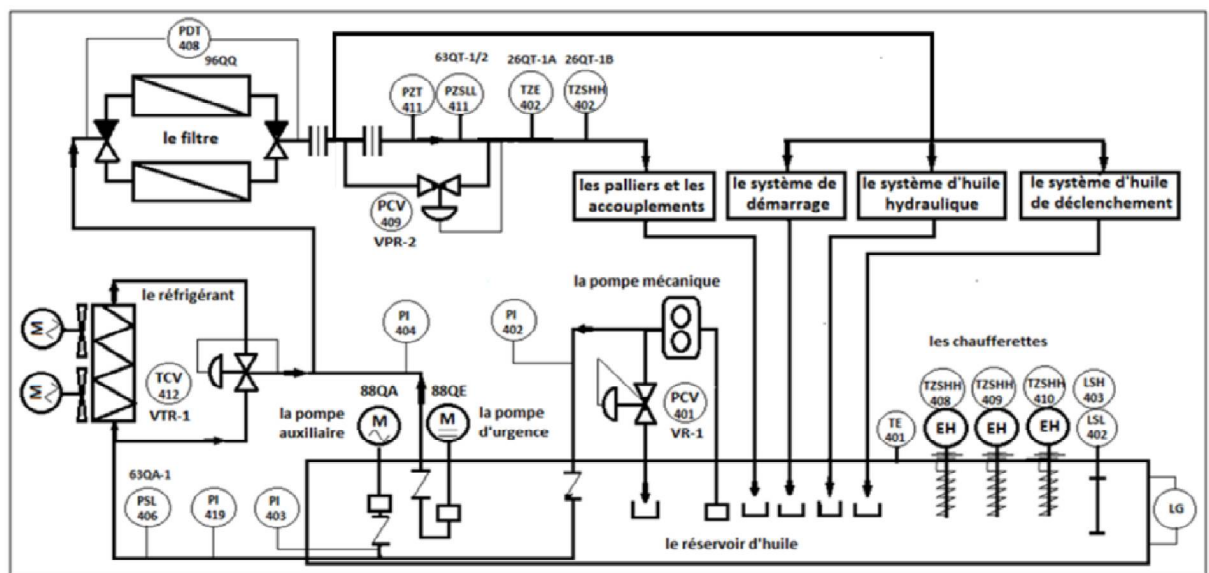


Fig. I.10 : Système d'huile de lubrification.

### 6.2.1. Circuit d'huile :

Une pompe aspire l'huile d'un réservoir sous la partie intégrale des accessoires de la turbine, en le comprimant à une pression de 24,5 PSI et le jet dans un circuit fermé en passant par un réfrigérant qui enlève la chaleur excessive, en passant ensuite par le filtre qui sépare les éléments dépassant 25 microns de grandeur, cet huile s'écoule à la fin dans les parties concernées de lubrification et fait le retour à la caisse d'huile sous force de gravité. Le circuit d'huile muni d'un dispositif de commande et de protection contre une haute température ou une basse pression, ces limites conditions active des alarme et déclenche le système.

### 6.2.2. Réservoir d'huile et tuyauterie :

Il situe sous les parties intégrales des accessoires de la turbine.

### 6.2.3. Pompes d'huile de lubrification :

Trois pompes sont utilisées dans le système de lubrification.

#### A. Pompe auxiliaire (88QA) :

Une Pompe auxiliaire (88 QA) de type centrifuge alimenté par un courant alternatif.

#### B. Pompe d'urgence (88QE) :

C'est une pompe centrifuge, entraînée par un courant CC et commandée par les pressostats 63QT-1, 2. Elle fonctionne pendant la coupure de courant ou en cas où la pompe mécanique ou la pompe auxiliaire sont incapables de maintenir une pression adéquate de l'huile pour le fonctionnement normal de la turbine à cause d'une défaillance quelconque dans la pompe auxiliaire ou la pompe mécanique.

#### D. Pompe mécanique (principale) :

C'est une pompe volumétrique entraînée par l'engrenage des accessoires dans l'engrenage de commande inférieur. Cette pompe prend la place de pompe auxiliaire juste après le désaccouplement de système de démarrage de l'arbre de la turbine HP (à la fin de cycle de démarrage de la turbine à gaz, à environ de 60% de la vitesse de l'arbre HP).

### 6.3. Système d'huile hydraulique (commande) :

L'huile hydraulique, alimentée d'huile de lubrification, pressurisée à haute pression puis utilisée dans la turbine à gaz pour fournir une puissance de fluide de commande aux :

- Soupape des vannes SRV et GCV de système d'alimentation en combustible à gaz.
- Aubes directrices variable d'admission IGV.
- Aubes Directrices variables du deuxième étage NGV (Nozzles).
- l'encliquetage hydraulique et le convertisseur de couple dans le système de lancement.
- Dispositifs de déclenchement hydraulique du système de protection. [4]

Le circuit de système de commande hydraulique de la turbine (montré dans la figure I.11) constitue de :

#### 6.3.1. Pompe hydraulique auxiliaire 88HQ :

C'est une pompe entraînée par un moteur à courant alternatif, elle pressurise l'huile à une pression de 80 bar environ. Elle fonctionne pendant la séquence de démarrage de la turbine ou en cas de chute de pression hydraulique pendant la marche normale, cette pompe est commandée par l'interrupteur 63HQ-1, s'il y a une chute de pression en dessus d'un réglage prédéterminé des transmetteurs redondants de pression 63HQ-2 et 96HQ-3, un arrêt

d'urgence de la turbine sera initié. Toutefois, au moins deux des trois interrupteurs (63HQ-1,-2, 96HQ-3) doivent sentir la basse pression avant que la turbine soit arrêtée d'urgence.

### 6.3.2. Ensemble collecteur hydraulique :

C'est un ensemble huile conçu pour assurer les moyens de l'interconnexion d'une série de petit composants, les sortie des deux pompes hydraulique mécanique et auxiliaire se connectent à l'admission des collecteurs. L'ensemble contient :

- Une soupape de sureté VR-22 contrôle la pression de la sortie de la pompe hydraulique auxiliaire 88HQ.
- Une soupape de sureté VR-21 fait protéger la pompe hydraulique mécanique contre l'endommagement en cas de défaillance de leur compensateur de pression.
- Une soupape d'arrêt à chaque pompe, ces deux soupapes maintiennent les lignes hydrauliques pleines lorsque la turbine est arrêtée.
- Deux soupapes de purge d'air évacuent tout air présent dans les lignes de décharge de la pompe.
- Un manomètre différentiel à travers le collecteur.

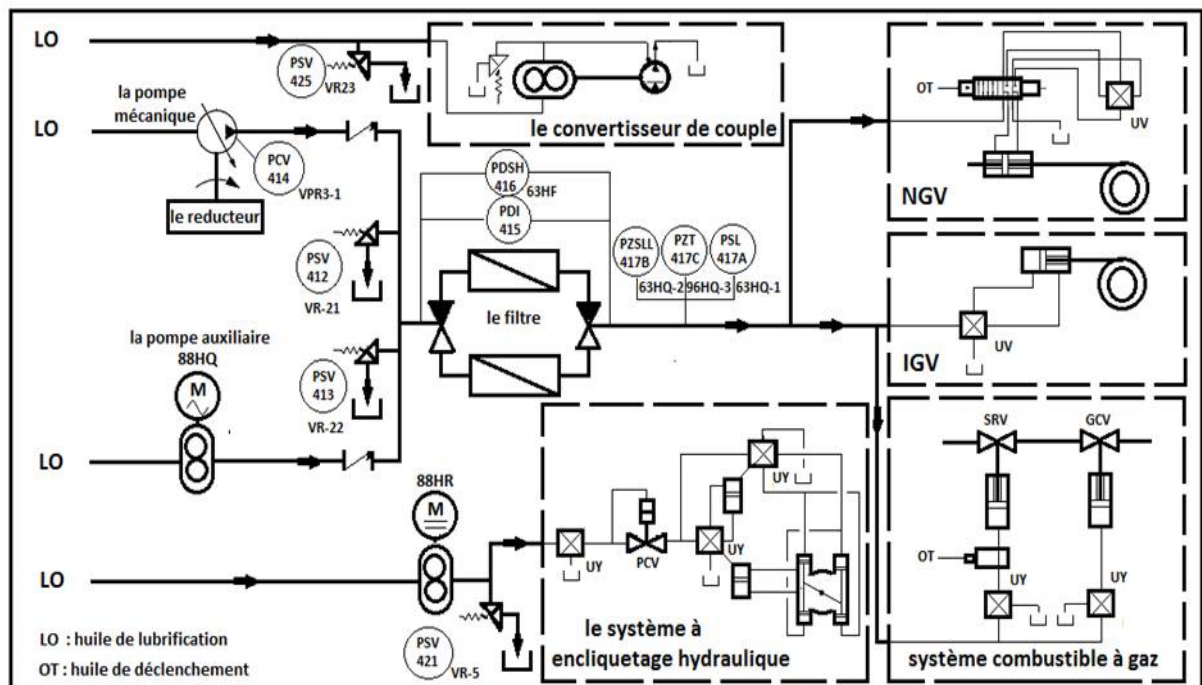


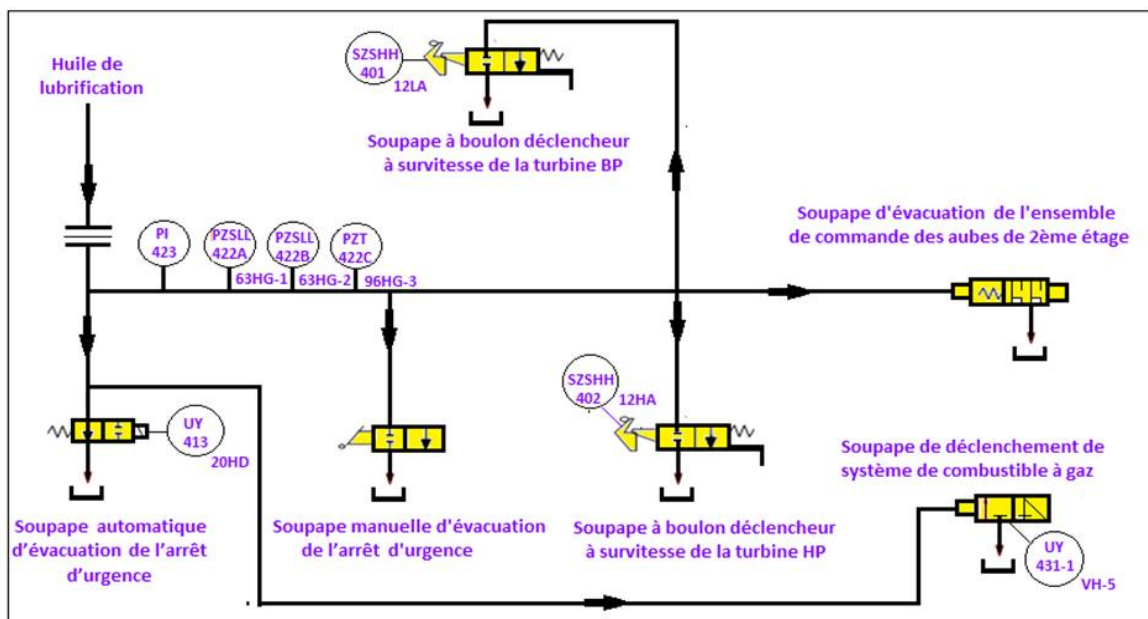
Fig. I.11 : Système d'huile hydraulique.

### 6.3.3. Ensemble accumulateur hydraulique :

L'accumulateur, Connecté à la sortie du collecteur, transporte l'huile à haute pression par des tuyaux au filtre. Cette huile à haute pression commande et fait protéger la turbine et ces composants en assurant un fonctionnement normal ou bien un arrêt d'urgence dans le cas de fonctionnement en risque par l'arrêt d'alimentation en combustible à gaz, l'ensemble d'accumulateur absorbe aussi tout choc sérieux qui pourrait apparaître au démarrage des pompes d'alimentation.

### 6.4. Système d'huile de contrôle (déclenchement) :

Le système d'huile de déclenchement hydraulique est l'interface de protection primaire entre le panneau de commande de la turbine et les composants de la turbine qui fait admettre ou arrêter le combustible à gaz entrant à la turbine par le mécanisme de soupape de déclenchement VH-5 et de prendre également, comme un mesure supplémentaire de sécurité, les aubes de deuxième étage à la position (complètement ouverte).



**Fig. I.12 :** Circuit d'huile de déclenchement.

Le système de déclenchement à basse pression arrête la turbine soit par l'électrovanne 20HD-1 excitée par un signal de déclenchement contre la survitesse ou bien par une soupape de déclenchement d'urgence à la main, ces deux manières de déclenchement font verser l'huile de contrôle (déclenchement) au drainage et cette action à son tour causera l'ouverture de la tuyère du deuxième étage et la fermeture de la soupape d'arrêt du combustible causant l'arrêt de la turbine.

Pour protéger les deux arbres de la turbine à gaz, l'arbre HP et l'arbre BP, contre la survitesse, un système mécanique utilise un boulon déclencheur remplace le système électronique en cas de défaillance de ce dernier.

### **6.5. Compartiments et le système de ventilation :**

Les compartiments protègent la turbine et les accessoires contre des éléments de l'environnement, améliore l'apparence et diminue les bruits. Les compartiments facilitent aussi la protection de la turbine contre le feu et la haute température. La turbine est divisée à trois compartiments séparés par des panneaux et chaque compartiment muni de porte, d'éclairage et des panneaux démontables pour l'inspection et la maintenance.

On emploie des amortisseurs fermant par gravité dans le circuit pour assurer automatiquement une fermeture étanche lorsque le système de protection contre l'incendie à CO<sub>2</sub> est activé.

Les compartiments des accessoires et de la turbine sont pressurisés et refroidis par des ventilateurs installés dans la canalisation après le compartiment du filtre d'admission.

### **6.6. Système de détection de gaz :**

Ce système est conçu pour détecter la présence d'une fuite de gaz combustible dans les compartiments de turbine, le système est constitué de plusieurs détecteurs positionnés dans le compartiment de turbine, le compartiment des accessoires et le compartiment de couplement.

Les détecteurs de gaz combustibles sont étalonnés à deux points de réglage :

- Le point de pré alarme (20% L.E.L l'équivalent de 1% de méthane dans l'air).
- Le point d'alarme (60% L.E.L l'équivalent de 3% de méthane dans l'air).

### **6.7. Système de protection contre l'incendie :**

Le système de protection contre l'incendie utilise les détecteurs de feu pour protéger la turbine et ces accessoires de toute risque de feu ou d'excessive température, il utilise plusieurs genre de détecteurs pour signaler le feu dans la turbine qui cause le déclenchement des séquences de procédures avant le déchargement de CO<sub>2</sub> dans les compartiments de turbine :

#### **6.7.1. Détecteurs de feu :**

- Quatre détecteurs optiques partagés dans le compartiment des accessoires et le compartiment de turbine.

- Huit détecteurs thermiques : partagés dans le compartiment des accessoires, le compartiment de turbine et le compartiment de couplement.



### **6.7.2. Système de protection par injection de CO<sub>2</sub> :**

Le système de protection contre l'incendie par injection de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) est conçu pour éteindre les incendies en réduisant rapidement la teneur en oxygène de l'air dans un compartiment à moins de 15 % (en volume) par rapport à une concentration normale dans l'air ambiant située à environ 21 % ; cette concentration est insuffisante pour éteindre le feu.

### **6.8. Système de l'air de refroidissement et d'étanchéité :**

L'air est retiré de 10<sup>ème</sup> étage de compresseur axial, vers les champs de combustions de la turbine à gaz et aussi de l'air d'étanchéité de gaz haute pression du compresseur centrifuge. Puis utilisés pour refroidir : les surfaces avant et arrière de la roue de la turbine du première et deuxième étage, l'ensemble de tuyère et anneau de retenue du première étage, carcasse du rotor turbine, le cadre d'échappement et des éléments de support sous pression des corps de cylindre interne, les doublures des chambres de combustion, coudes et raccourcies de réduction.

Le passage de l'air de refroidissement dans les différentes parties des turbines est incorporé dans diverses parties et sections de la turbine.

Ces sources d'air sont utilisées aussi pour l'étanchéité dans les joints étanches à l'huile dans les paliers de turbine afin de diminuer les fuites d'huile de graissages dans les paliers.

## **7. SYSTEME DE COMMANDE MARK V TMR (TRIPLE MODULER REDONDANT) :**

### **7.1. Présentation :**

Le système de contrôle **MARK V** représente la 2ème génération des commandes à redondance triple basé sur microprocesseur dont la 1ère génération fut réalisée en 1982 (MARK IV). Ce système de commande est la réalisation numérique des techniques automatiques apprises et affinées au cours des quarante dernières années.

Le système MARK V SPEEDTRONIC est un système de régulation dédié aux turbines à gaz et à vapeur. Il contient un certain nombre de systèmes, de commandes, protections et séquentiel conçus pour assurer un fonctionnement fiable et sûr de la turbine à gaz. Les besoins de la régulation de la turbine sont satisfaits en utilisant de simples organigrammes et des schémas unifilaires des systèmes de séquentiel, de protection et de régulation Mark V SPEEDTRONIC.[9]

Ce système intègre les conceptions mécaniques et électriques des turbines. La protection de la machine contre des conditions néfastes et la signalisation des anomalies sont incorporées dans le système de base.

## 7.2. Architecture du système :

Dans sa configuration la plus commune, le MARK V améliore encore la fiabilité de l'unité grâce à l'utilisation de trois processeurs de commande redondante <R>, <S> et <T>.

Cette conception redondant modulaire trip (TMR) permet d'exploiter, commander et protéger de manière sûre une unité si l'un de ces processeurs de commande ou si l'un des composants du processeur de commande tombe en panne.

Un tableau de commande MARK V (TMR) comprend :

- Trois processeurs de commande identique <R>, <S> et <T> (collectivement appelé <Q>).
- Un processeur de communication <C>.
- Un module de protection <P>.
- Un module de distribution d'alimentation <PD>.
- Un module E/S numérique du processeur de communication <CD>.
- Un module E/S numérique du processeur de commande <QD1>.



**Fig. I.13 :** *Panneau de commande MARK V TMR SPEEDTRONIC.*

### 7.2.1. Différents modules du système :

#### A. Processeur de commande <R>, <S> et <T> :

Tous algorithmes de contrôle critique, séquence de turbine, et les fonctions de protection primaire sont traitées par ces trois contrôleurs. Ces trois processeurs sont identiques et traitent tous les signaux critiques venant des divers capteurs redondants de la turbine.

Un tri de deux sur trois est effectué par chaque contrôleur indépendant, ceci assure que les trois contrôleurs utilisent les mêmes valeurs pour les calculs internes sur des données courantes cette conception redondante modulaire triple (**TMR**) permet d'exploiter, commander et protéger de manière sûre une unité si l'un de ces processeurs de commande ou si l'un des composants du processeur de commande tombe en panne. [11]

#### B. Processeur de communication <C> :

Ce processeur recueille les données pour affichage, maintient les alarmes mémoire. Gère et garde les diagnostics des données et surveille aussi tous les signaux non critiques des entrées/sorties.

#### D. Protective <P> :

Ce contrôleur est conçu par trois cartes à base de microprocesseur 80186 appelés <X>, <Y> et <Z>. Elles fournissent un signal de déclenchement pour arrêter la turbine.

#### 7.2.1.4. Module entrée/sortie logique :

- <CD> : Reçoit les entrées/sorties non critiques qui sont traitées par le processeur de communication <C>.

- <QD1> : Reçoit entrées/sorties critiques qui sont traitées par les contrôleurs <R>, <S> et <T>.

Chacun de ses modules possède quatre rangées de bornes pour le branchement des entrées/sorties logiques. Les deux premières sont réservées aux sorties.

#### E. Module de distribution d'alimentation <PD> :

Le module de distribution d'alimentation assure la distribution du 125VDC vers les cartes d'alimentation des contrôleurs <R>, <S>, <T>, <C> et <P>, il fournit aussi la tension de 125 VAC pour le transformateur d'allumage des bougies. Le <PD> permet d'alimenter

indépendamment chacun des contrôleurs par l'intermédiaire de Switch qui permettent de mettre sous tension le contrôleur désiré ce qui permet de le réparer sans danger.

#### **F. Interface opérateur <I> :**

L'interface opérateur <I> (interface homme machine) est utilisé pour émettre des commandes de mise en marche/arrêt de l'unité, pour mettre sous charge/enlever la charge à l'unité gérer et consigner les alarmes et surveiller le fonctionnement de l'unité.

La communication entre l'interface <I> et les trois processeurs se fait par l'intermédiaire du processeur de communication <C>.

#### **G. Interface auxiliaire <BOI> :**

Le <BOI> est un afficheur de secours monté sur l'armoire de commande et il est directement relié aux trois processeurs, il permet d'assurer la continuité de communication dans le cas d'une défaillance de <I> ou <C>.

### **8. INTERFACE HOMME MACHINE (HMI) :**

L'interface d'opérateur désigné généralement sous le nom de l'interface homme machine(HMI). C'est un PC avec le système d'exploitation Windows, avec pilotes de communication pour les magistrales de données et le logiciel d'affichage graphique CIMPLICITY.

L'opérateur initie les commandes depuis les affichages graphiques en temps réel et peut visualiser les données et les alarmes de la turbine en temps réel sur les affichages graphiques.

Les diagnostics détaillés E/S et la configuration du système sont disponibles à l'aide du logiciel d'outils. Une HMI peut être configurée comme serveur ou visualiser et peut contenir des outils et des logiciels utilitaires.

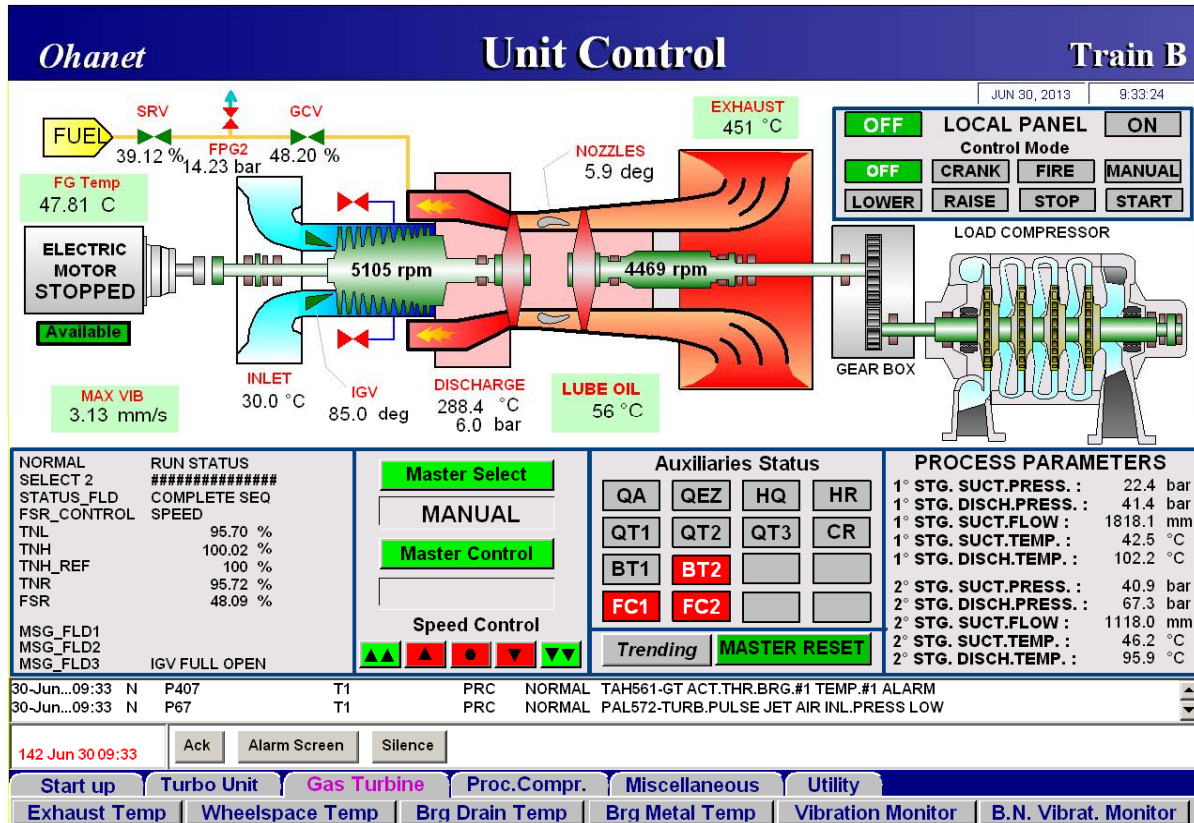


Fig. I.14 : Interface opérateur au niveau de l'HMI.

Les HMI sont connectées à un bus de données ou des cartes d'interface de réseau redondantes peuvent être utilisées pour connecter l'HMI aux deux magistres de données pour une augmentation. L'HMI peut être montée sur un compartiment, sur une console de commande ou sur un support.

Toutes les commandes et protections sont résidentes dans la commande de Mark V, qui permet au HMI d'être un composant non essentiel du système de commande.

## 9. SYSTEME DE DECLENCHEMENT (ESD) :

Tous les signaux de déclenchement (TRIP) de la turbine sont regroupés en un seul signal (contact logique) appelé **L4T**. L'activation de n'importe quel signal de déclenchement va engendrer l'activation du contact **L4T** qui à son tour va donner l'ordre au système de contrôle pour ouvrir l'électrovanne **20HD** qui va couper le fuel gaz à partir de la vanne **SRV** et arrêter la turbine.

Lors d'un déclenchement, l'alimentation en huile d'arrêt est mise à la vidange par l'électrovanne **20HD** ou les survitesse mécaniques **HP** et **BP** ce qui provoque l'ouverture des aubes variables.

Les éléments qui permettent la décharge de l'huile d'arrêt sont :

- Electrovanne de décharge 20HD.
- Survitesse mécanique (HP/BP).
- Vanne de décharge manuelle.

Donc cette huile est la clé de déverrouillage de toutes les protections.

### **9.1. Electrovanne 20HD :**

L'électrovanne 20HD est l'élément le plus important pour la protection électronique de la turbine. En fonctionnement normal la 20HD est fermée, en cas de problème le circuit de protection électronique ouvre la 20HD qui décharge l'huile d'arrêt vers la caisse.

### **9.2. Survitesse mécanique HP/BP :**

Le système mécanique de protection contre la survitesse remplace le système électronique de protection contre la survitesse en cas de défaillance de ce dernier.

### **9.3. Vanne de décharge manuelle :**

La vanne de décharge manuelle est utilisée en cas d'urgence pour arrêt de la turbine.

## **10. Différents systèmes de protections :**

Plusieurs systèmes de protection sont incorporés dans le système global de commande pour couper l'arrivée du combustible de façon à protéger la turbine dans les cas où des états anormaux se présentent.

### **10.1. Protection de survitesse :**

Le système de protection de survitesse consiste en un système primaire et secondaire. Le système primaire est un système de protection électronique et le système de protection secondaire est mécanique, il comprend des masses de survitesse HP et BP. La masse de survitesse HP est assemblée dans l'arbre du réducteur des auxiliaires. La masse de survitesse BP est placée dans l'arbre de la turbine second étage.

### **10.2. Protection d'excès de température :**

Le système protège la turbine contre les dégâts pouvant être provoqués par un excès de combustible. Il s'agit d'un système de sécurité qui agit qu'après défaillance de la boucle de régulation de la température.

La température moyenne à l'échappement est comparée à un seuil d'alarme pour fournir un signal d'alarme, elle est aussi comparée à un seuil de déclenchement pour fournir un signal de déclenchement pour arrêter la turbine à gaz.

### **10.3. Protection contre les vibrations :**

Le système de protection contre les vibrations d'une turbine à gaz utilise quatre capteurs de vibration (deux sur le palier N°1 et les deux autres sur le palier N°4).

Les signaux délivrés par ces capteurs sont traités par le logiciel de contrôle puis comparés à un seuil d'alarme pour fournir un signal d'alarme et un seuil de déclenchement pour l'arrêt de la turbine à gaz en cas de vibrations excessives.

### **10.4. Protection des pressions :**

Le système de protection de pression est conçu pour protéger les paliers de la turbine à gaz contre tout dommage éventuel causé par une basse pression d'huile ce qui peut causer des frottements des arbres contre les paliers.

### **10.5. Protection contre la perte de flamme :**

Les détecteurs de flamme remplissent deux fonctions, l'une dans le système de séquence de lancement et l'autre dans le système de protection.

Pendant le démarrage ils indiquent le moment où la flamme s'est établie dans les chambres de combustion, permettant à la séquence de lancement de se poursuivre.

Pendant fonctionnement normale, si les détecteurs indiquent une perte de flamme alors la turbine est immédiatement arrêtée pour empêcher le combustible non brûlé de pénétrer dans l'échappement.

### **10.6. Protection contre l'incendie :**

Le système de protection incendie par injection de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) est conçu pour éteindre les incendies en réduisant rapidement la teneur en oxygène de l'air dans un compartiment à moins de 15 % (en volume) par rapport à une concentration normale dans l'air ambiant située à environ 21 % ; cette concentration est insuffisante pour permettre le phénomène de combustion.

La décharge initiale ouvre une partie des bouteilles et produit une grande concentration de CO<sub>2</sub> dans le compartiment. Dans le même temps les volets d'entrée et sortie des

ouvertures du compartiment sont fermées par leurs propres vérins grâce au même signal qui a déclenché les bouteilles. [10]

Pour compenser les fuites par les volets et maintenir la pression de CO<sub>2</sub> une décharge graduelle de la deuxième partie des bouteilles est réalisée automatiquement.

### **10.7. Protection contre les pulsations au démarrage et à l'arrêt :**

Les caractéristiques de pression et de débit du compresseur sont telles qu'elles demandent un équipement spécial et une séquentielle des composants de la turbine pour empêcher le pompage du compresseur au cours de l'accélération pour prendre sa vitesse dans la séquence de démarrage. La protection contre le pompage est également nécessaire pendant la séquence d'arrêt et de décélération lorsque la turbine est déclenchée et qu'il n'y a plus de flamme dans le système de combustion.

## **12. Conclusion :**

Nous avons informé que le CPF a les meilleurs procédés de traitement de gaz selon les différents procédés de traitement où : le refroidissement et séparation primaire, la déshydratation jusqu'à l'étape de fractionnement pour assurer la meilleure qualité de GPL, condensat et de gaz sec.

Nous avons présenté dans ce chapitre les différentes sections constituant la turbines à gaz MS5002C, leur principe de fonctionnement, ensuite nous avons abordés les différentes systèmes auxiliaires de la turbine telle que le système de l'huile de lubrification, de commande, le système d'alimentation en combustible à gaz et le système de démarrage.

Nous avons expliqué dans ce chapitre que l'automate programmable **MARK V Speed Tronic** est plus développé et compliqué que les autres, il est conçu spécialement pour la protection et la surveillance de la turbine à gaz.

La sécurité de la turbine est assurée par un certain nombre de dispositifs dont certains sont réservés pour des conditions de marche anormale ou des cas d'urgences demandant l'arrêt immédiat de la turbine pour empêcher tout dommage important aux équipements et composants de la turbine.



**CHAPITRE II :**

**ETUDE DES VANNES DE  
GAZ SRV ET GCV**

# Etude des vannes de gaz SRV et GCV

## 1. INTRODUCTION :

Les turbines à gaz sont conçues pour fonctionner avec une gamme étendue et exacte de combustible liquide ou gazeux. Le gaz passe, avant d'entrer au système du combustible à gaz pour être filtré et comprimé à une pression bien déterminée en répondant aux exigences du système de régulation constitué généralement de deux vannes essentielles, la vanne SRV (stop/speed ratio valve) et la vanne GCV (gaz control valve). Ces deux vannes assurent un gaz sous pression et un flux bien déterminé afin de répondre à toutes les exigences relatives aux cycles de : démarrage, arrêt normal et arrêt d'urgence, accélération et chargement de la turbine à gaz.

## 2. SYSTEME DE COMBUSTIBLE A GAZ :

Le système de gaz est composé de plusieurs composants d'instrumentation tels que les vannes de gaz SRV et GCV qui font l'objet de notre étude (figure II.1).

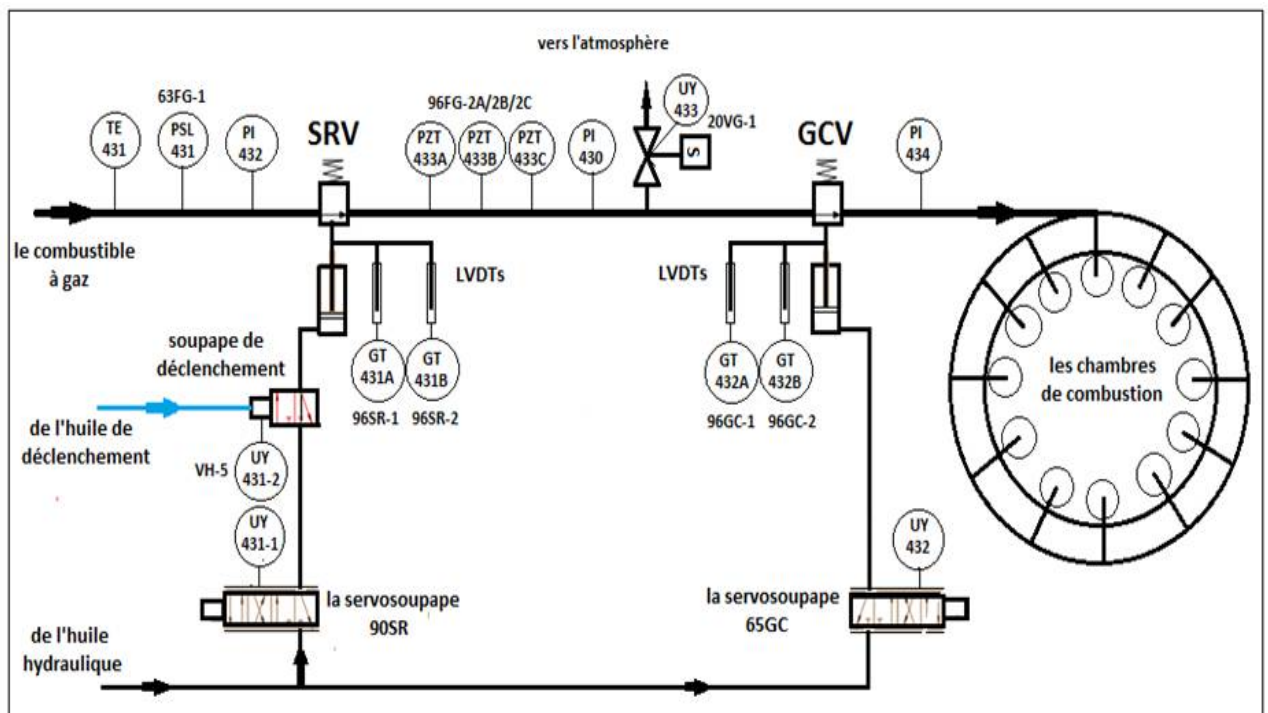


Fig. II.1 : Système de combustible à gaz.

La figure (II.1) montre bien que le système d'alimentation en combustible à gaz est constitué de plusieurs équipements :

- La vanne d'arrêt/rapport du gaz SRV et la vanne de réglage GCV.
- Un pressostat avec alarme de basse pression 63FG-1.
- Des manomètres et transmetteurs de pression 96FG-2A, 2B, 2C.
- Deux Servosoupape de réglage 90SR et 65GC.
- Quatre LVDT (96GC-1/2 ,96SR-1/2) pour les deux vannes SRV et GCV.
- Une vanne d'aération 20VG-1 et une soupape de déclenchement VH-5.

### **2.1. Vanne d'arrêt /rapport vitesse SRV :**

La vanne SRV est faite plusieurs fonctionnements de chaque cas de fonctionnement de notre machine.

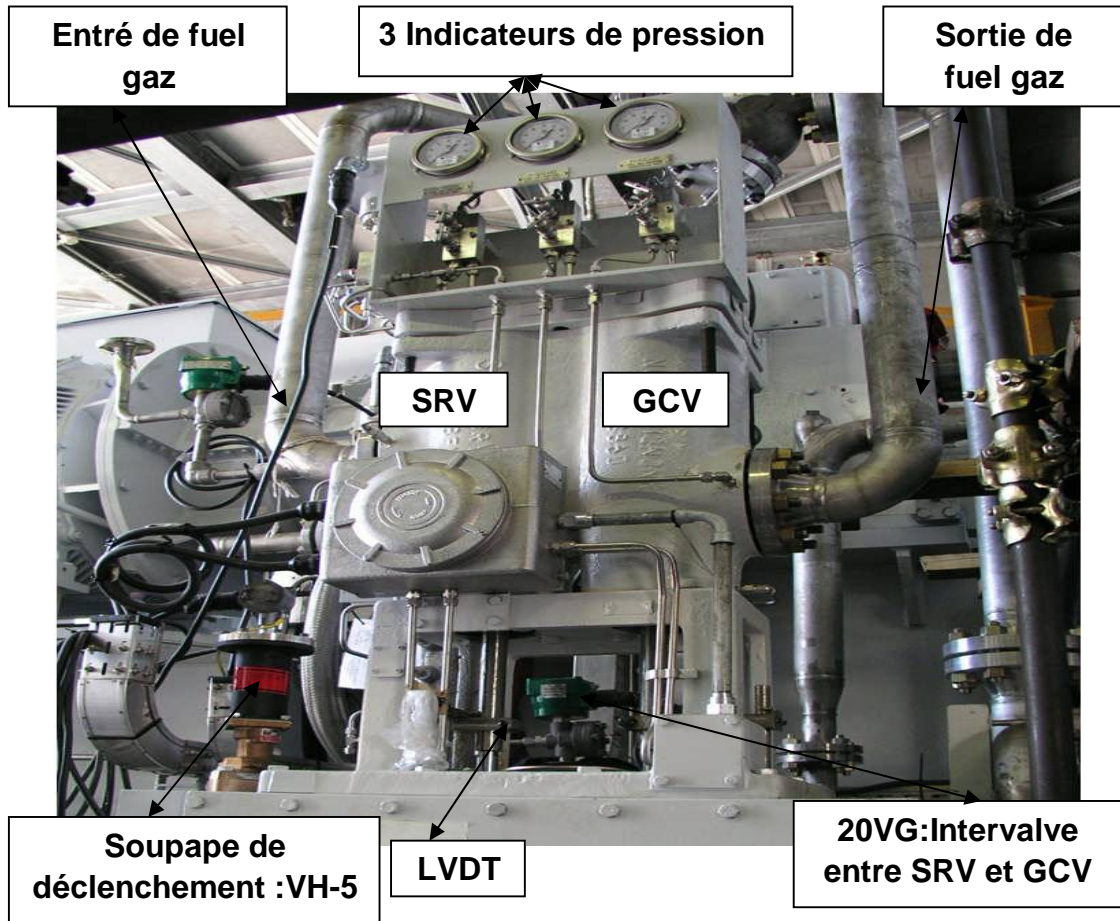
Il a le rôle de fournir un gaz sous pression calculée entre les deux vannes, cette pression est calculée en fonction de la vitesse de l'arbre HP et que la position de la vanne SRV est en fonction linéaire avec la pression  $P_2$  qui est également de son rôle en fonction linéaire avec la vitesse de l'arbre HP, la boucle de réglage de pression (la commande SPEEDTRONIC ) utilise la Servosoupape électro-hydraulique **90SR** pour contrôler le flux d'huile admission(ou dégagement) de l'huile dans le cylindre hydraulique afin de positionner la vanne de façon que la pression de gaz combustible soit celui exigé par la soupape GCV.

La vanne SRV a le rôle aussi d'arrêter la turbine en cas des conditions normale ou d'urgence, cette arrêt de turbine est assuré même en cas de chute de pression de l'huile hydraulique et ça par la soupape de déclenchement VH-5 qui déplace le tambour et remplace la force de pression de huile par un ressort qui force le cylindre hydraulique à fermer la vanne SRV et arrête l'écoulement de gaz combustible vers la turbine en le dégageant à travers la vanne d'aération du gaz combustible.[8]

### **2.2. Vanne de réglage de gaz combustible GCV :**

En série avec SRV, la vanne de contrôle de gaz combustible GCV est faite pour répondre aux valeurs de vitesse et de charge en jouant sur le débit de gaz qui entre dans la section de combustion, la position de la vanne est en fonction linéaire de la tension de référence du déplacement de combustible FSR généré par la commande SPEEDTRONIC. [8]

Le FSR actionne la servovalve électro-hydraulique **90GC (la même que 90SR)** par admission (ou dégagement) de l'huile dans le cylindre hydraulique pour positionner la vanne de façon que l'écoulement de gaz combustible soit celui exigé pour une situation donnée de vitesse et de charge de la turbine.



**Fig. II.2 :** Schéma illustre les vannes SRV et GCV.

### 2.3. Servosoupape électro-hydraulique 90SR, 65GC :

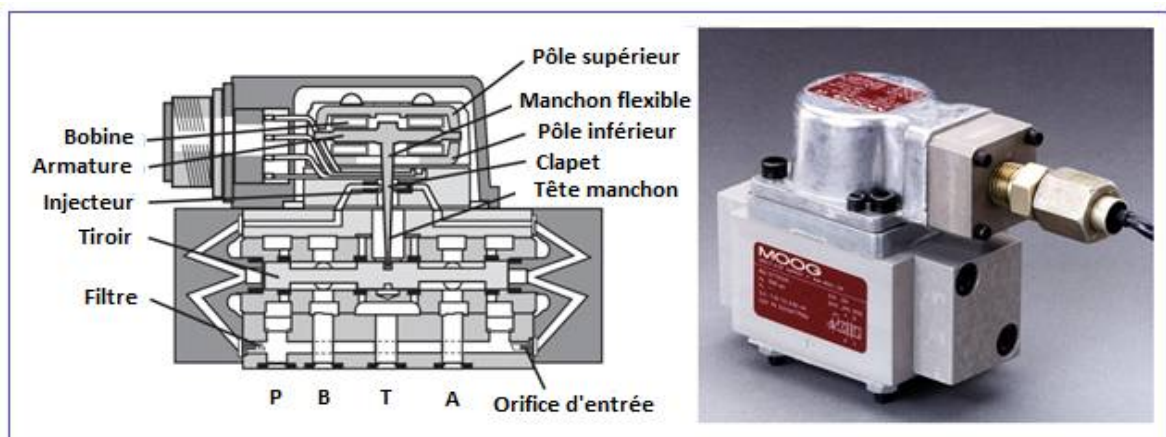
La Servosoupape est l'interface entre le système électrique et le système mécanique.

Le signal de commande électrique appliqué sur un moteur couple de bobine va créer une force magnétique qui agit sur les extrémités du pilote de l'armature. Cette force provoque une déflexion sur l'assemblage armature clapet au niveau de tube flexible. La déflexion du clapet limite l'écoulement de fluide à travers l'injecteur en déplaçant le tiroir avec l'appui sur leur extrémité. Le mouvement du tiroir ouvre l'orifice (P) qui fournit l'huile hydraulique à une porte de commande et ouvre simultanément l'orifice du réservoir (T) vers l'autre port de commande. Le tiroir applique de son rôle une force sur le cantilever du ressort en créant une force de retour sur l'assemblage armature-clapet une fois la force de retour devient égale à la force magnétique de bobine.

L'assemblage armature-clapet retourne à la position neutre et le tiroir se maintient ouvert dans leur position d'équilibre jusqu'à ce qu'il y a un nouveau signal de commande. En résumé, la position de l'actuateur de la soupape est proportionnelle à la position de tiroir et ce dernier est proportionnel de son rôle au signal de courant.

La vanne SRV n'est pas commandé par la Servosoupape 90SR que la soupape de déclenchement VH-5 est actionnée par l'huile de déclenchement qui alimentent la Servosoupape d'huile hydraulique utilisée pour commander la direction et le taux de mouvement de la position de l'actuateur, ce dernier positionne la vanne SRV (GCV). [8]

Le MARK V peut contrôler les deux Servosoupape par trois bobines pour chacune dans le MARK V TMR, chacune des trois modules R, S et T est connectée à une bobine. Les trois courants circulent dans les trois bobines en produisant un champ magnétique, ce champ magnétique fait bouger une vanne qui commande le flux d'huile à haute pression entrant à l'actuateur. Cette conception TMR d'utiliser trois bobines permet de donner trois signal de sortie aux trois modules de contrôle R, S et T afin d'éviter l'arrêt de la turbine en cas d'une défaillance à une bobine, au module de contrôle ou à une connexion physique. Les deux autres modules restants en fonction vont compenser cette défaillance en maintenant la vanne à leur position adéquate.



**Fig. II.3 :** Schéma de description de la Servosoupape hydraulique.

#### 2.4. Quatre transducteurs (LVDT) :

La figure (II.1) illustre que les vannes SRV et GCV sont équipées chacune par deux capteurs de déplacement LVDT (Linéaire Variable Déplacement Transformer) qui indique le degré d'ouverture de la position des vannes de gaz.

Le capteur de déplacement LVDT utilise le principe de transformateur pour faire la mesure de déplacement des vannes SRV et GCV. Le LVDT est constitué de l'enroulement du couplage magnétique faite par un bobinage primaire et deux bobinages secondaires (double position), les deux bobinages secondaires sont placés de chaque côté du bobinage primaire. La tige métallique se déplace au centre de ces bobinages pour permettre de modifier les couplages magnétiques entre le premiers et les deux secondaires. Le déplacement de la tige fait varier l'amplitude de tension alternatives aux bobines secondaires excitées par la tension alternative appliquée à la bobine primaire (le rapport entre les deux amplitudes de tensions des deux bobinages primaire et secondaire dépend de rapport entre le nombre de tours de fils au primaire et le secondaire et dépend aussi du couplage magnétique entre le primaire et le secondaire ainsi que de la distance entre les deux bobines).

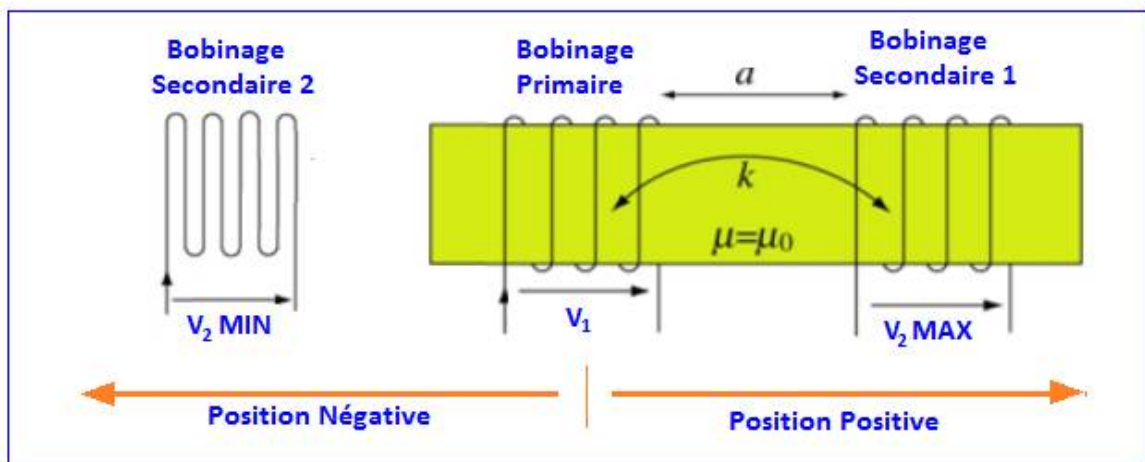


Fig. II.4 : Schéma descriptive de LVDT.

## 2.5. Soupape de déclenchement VH-5 :

Cette soupape (ayant deux passages d'huile) est un mécanisme de sécurité pour admettre ou interdire la commande de SRV par la Servosoupape 90SR, dans le cas normale, la soupape VH-5 (actionnée par l'huile de déclenchement) permet à l'huile de commande de passer au cylindre à travers le premier passage et dans ce cas, SRV est sous la commande de la Servosoupape 90SR. Le deuxième passage fait évacuer l'huile de cylindre vers la caisse qui fait positionner SRV à leur position de repos (complètement fermée) et dans ce cas, SRV est hors commande de Servosoupape 90SR.

## 2.6. Electrovanne de purge 20VG-1 :

Elle a le rôle de dégager le gaz entre SRV et GCV pendant l'arrêt de la turbine. Elle prend la position fermée pendant le fonctionnement de la turbine .

## 2.7. Equipements d'instrumentation :

Ils mesurent les différents paramètres utilisés dans la commande :

- Quatre LVDT (96SR-1,2/ 96GC-1,2) pour capter la position de SRV et GCV.
- Trois transmetteurs de pression (96FG-2A,2B,2C) pour capter la pression entre SRV et GCV.
- Trois manomètres (PI-8,9,10) pour lire la pression localement.
- Une pressostat (63FG-1) pour signaler la chute de pression au système de contrôle.
- Un capteur de température (FG-1) pour capter la température de gaz .

## 3. BOUCLES DE COMMANDE DE SYSTEME EN COMBUSTIBLE A GAZ :

La commande de chaque vanne de système combustible de gaz (SRV et GCV) se fait par une Servosoupape excitée par trois bobines redondantes reliées chacune à un des trois contrôleurs RST.

La Servosoupape est l'interface entre le signal électrique d'excitation et le système mécanique qui change la position des vannes, le taux de mouvement d'un actionneur hydraulique de la soupape est en fonction du courant entrant à la Servosoupape.

Un mécanisme de sécurité par un ressort positionne la soupape SRV «la position fermée» en cas d'une défaillance à la commande de la Servosoupape.

Les deux soupapes SRV et GCV sont munies de deux capteurs de positionnement d'actionneur de soupape LVDT chacune et comme mesure de sécurité, mal fonctionnement d'un LVDT à une des deux vanne n'influe pas sur le fonctionnement de soupape. Une tension AC est créée par LVDT comme un signal de retour (rétroaction) indiquant au contrôleur le positionnement de la soupape.

### 3.1. Circuit de commande de la vanne SRV :

Le système MARKV utilise deux boucles de régulation en cascade pour contrôler la pression FPG, une boucle de positionnement et une boucle de commande de pression (FPG). La boucle de positionnement fait la comparaison entre la position de SRV (signal de retour LVDT) et la sortie de la boucle de commande de pression (l'erreur entre la pression réelle FPG (signal de retour) et la pression FPRG (pression de consigne) multiplié par le gain) et le

résultat de comparaison repositionne la vanne SRV (via la Servosoupape ) linéairement avec cet erreur. Le signal de référence FPRG est calculé à partir de la vitesse TNH.

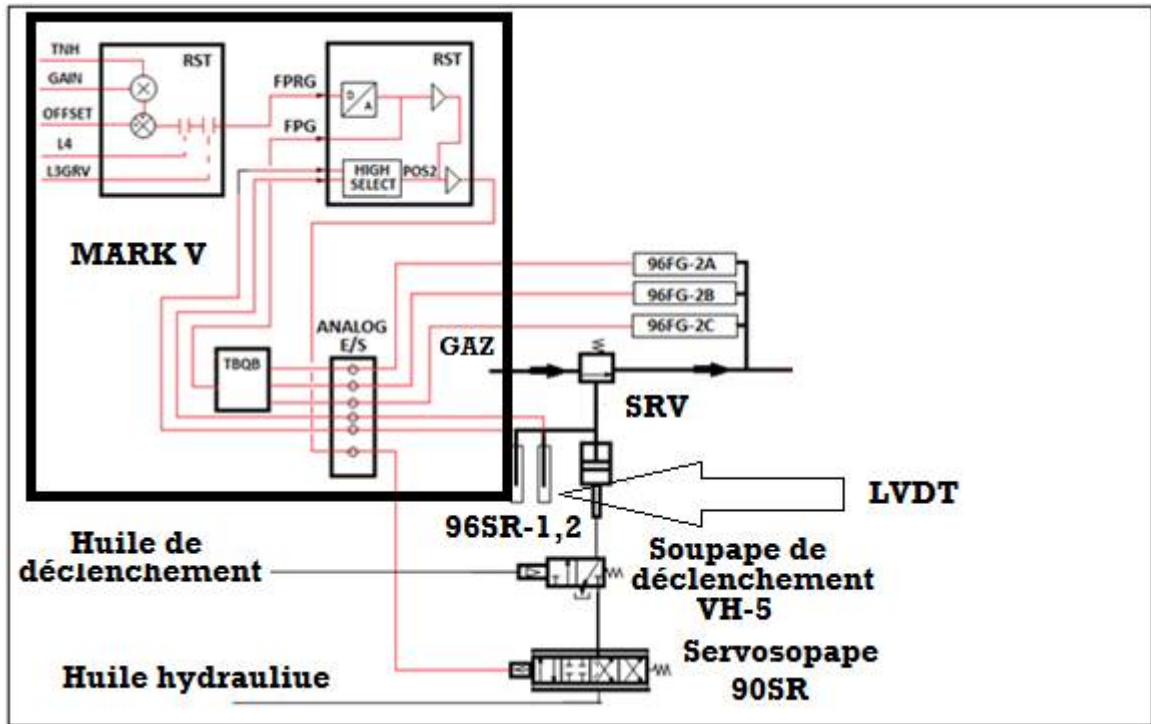


Fig. II.5 : Schéma descriptive de la vanne SRV.

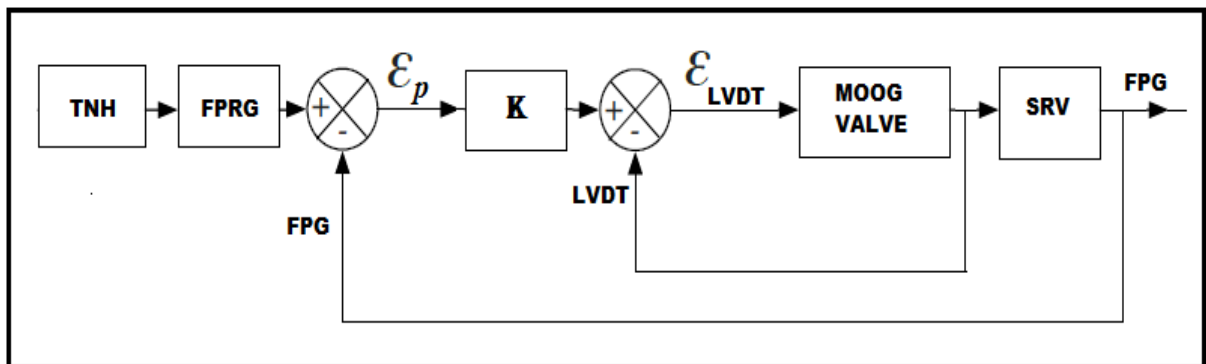


Fig. II.6 : Schéma descriptive de boucle de régulation de la vanne SRV.

### 3.2. Circuit de commande de la vanne GCV :

Le système MARKV utilise une boucle de positionnement pour contrôler la vanne GCV (FSR). La boucle de positionnement fait la comparaison entre la position de GCV (signal de retour LVDT) et FSRROUT (signal de consigne) et le résultat de comparaison repositionne la vanne GCV (via la Servosoupape) linéairement avec cet erreur. Le signal de référence FSRROUT est calculé à partir de la vitesse TNL.



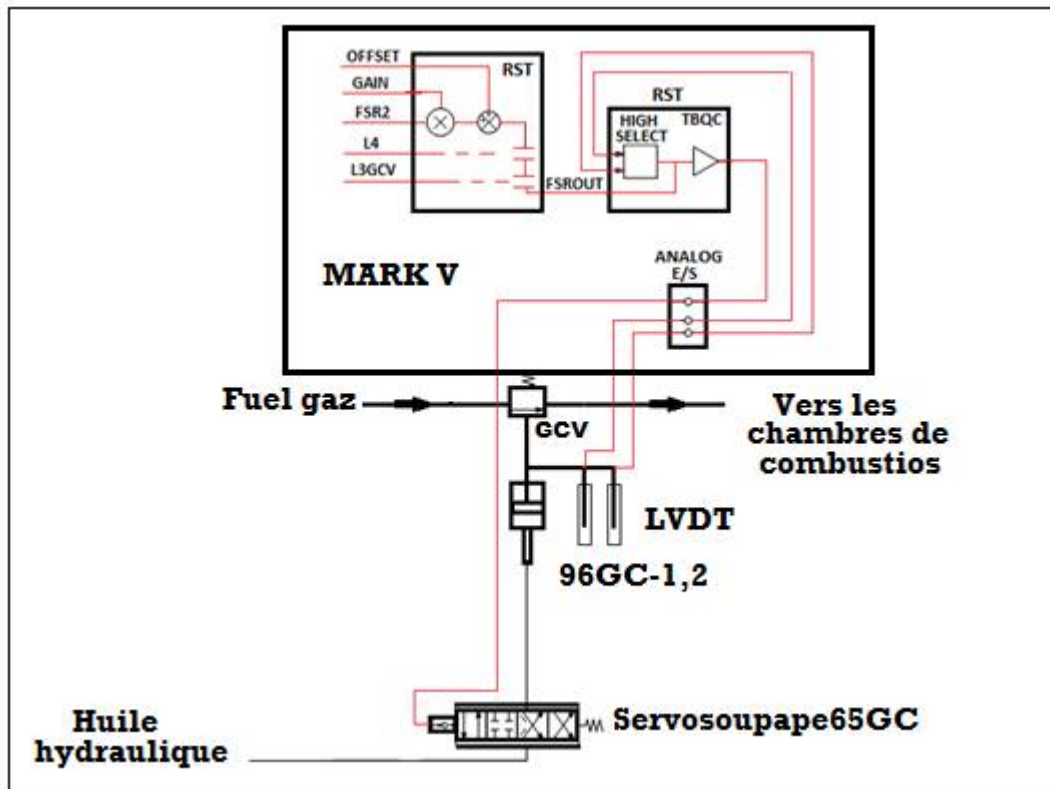


Fig. II.7 : Schéma descriptive de la vanne GCV.

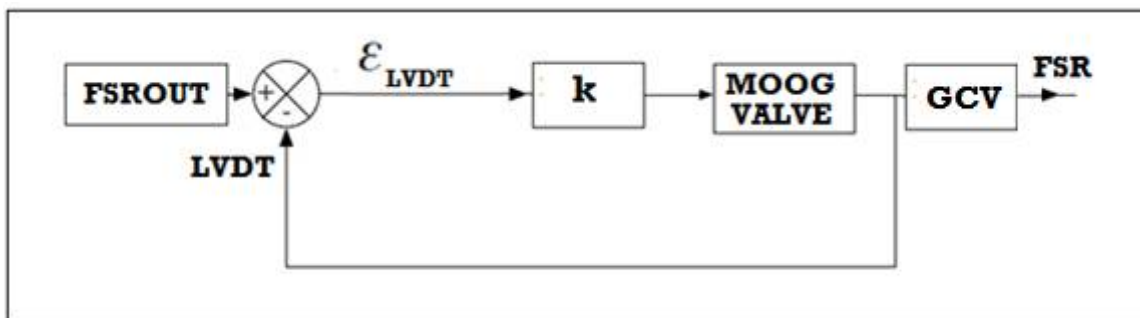


Fig. II.8 : Schéma descriptive de la régulation de la vanne GCV.

#### 4. PROCEDURE D'ETALONNAGE DES VANNES SRV ET GCV AVEC MARK V :

Pour calibrer les vannes de gaz de turbine à gaz SRV et GCV sur site, on va suivre les étapes ci-dessous.

##### 4.1. Régalage le zéro mécanique des vannes de gaz SRV et GCV sur site :

Premièrement en séparer le barrière zener dans le MARK V pour couper l'alimentation de la machine et la condition normal et ensuite on va mettre la condition pour que la machine est dans le cas d'arrêt.

Puis, on va ouvrir la boîte de jonction et connecté les fils des quatre capteurs de déplacement LVDT (96GC-1/2 ,90SR-1/2) pour indiquer les positions des deux vannes SRV et GCV.

Enfin, on va connecter le voltmètre aux bornes des fils de LVDT (fils rouge et noir) pour vérifier l'alimentation de quatre LVDT (96GC-1/2 ,90SR-1/2) des vannes SRV et GCV.

#### **A. Réglage des LVDT (Linéaire Variable Déplacement Transformer) 90-1/2 de la vanne SRV :**

Nous avons connecter le voltmètre aux bornes de fil de signal de retour (fil jeune et blanche) et en utilise un bras métallique pour fermer la vanne SRV en moment de travail (complète et fermé), Selon l'indication du voltmètre, en règle le zéro mécanique pour maintenir la position les deux LVDT (90SR-1/2) en doit serrer l'écran jusque en l'indication de voltmètre est 0.7V donc nous avons assuré que la position est ferme 100%.

#### **B. Réglage des LVDT (Linéaire Variable Déplacement Transformer) 96GC-1/2 de la vanne GCV :**

Premièrement, on connecte le voltmètre aux bornes de fil de signal de retour (fils jeune et blanche) et nous avons utilisé un bras métallique pour fermer les vannes SRV et GCV en moment (complètement fermé). Selon l'indication du voltmètre, en règle le zéro mécanique pour maintenir la position de capteurs de déplacement LVDT(96GC-1/2 ) et en doit serrer l'écran jusque à l'indication de voltmètre est 0.7V car que maintenue la vanne GCV est ferme complètement.

### **4.2. Station de contrôle :**

#### **A. Forçage des signaux :**

Nous avons cliqué sur utility et la fonction **logique forcing** apparaît et en cliquer sur logique forcing pour ajouter une ligne cliqué sur (+).

On réalisera double clique sur la **case sélectionnée** pour écrire le signal à forcer et ensuite en va choisir le **mode de forçage** force en zéro(0) ou force en one (1).

Dans ce cas on doit forcer les 5 signaux suivants :

- L4CR force au zéro (pour ne pas démarrer le moteur de lancement).
- L4QAZ force au zéro (pour démarrer la 88QA).
- L4HQZ force au zéro (pour démarrer la 88HQ).

- L4\_XTP force au zéro(alimentation électrique).
- L20 FG1X force au un (20 HD ou 20 FG).[12]

## B. Cas des autres équipements :

La figure (II.9) présente l'espace de travail Auto calibration sur le HMI.

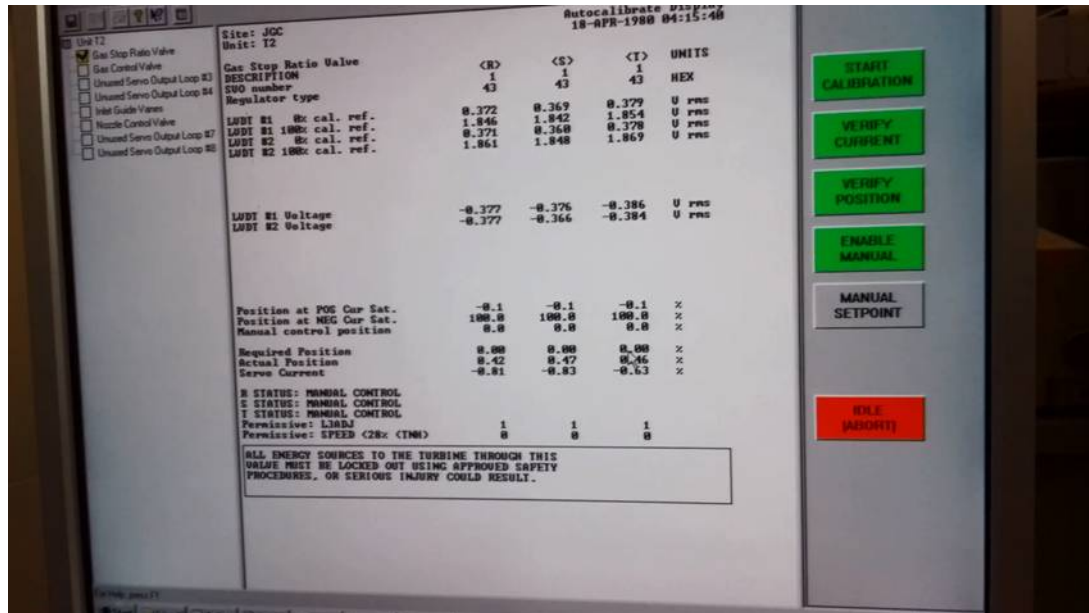


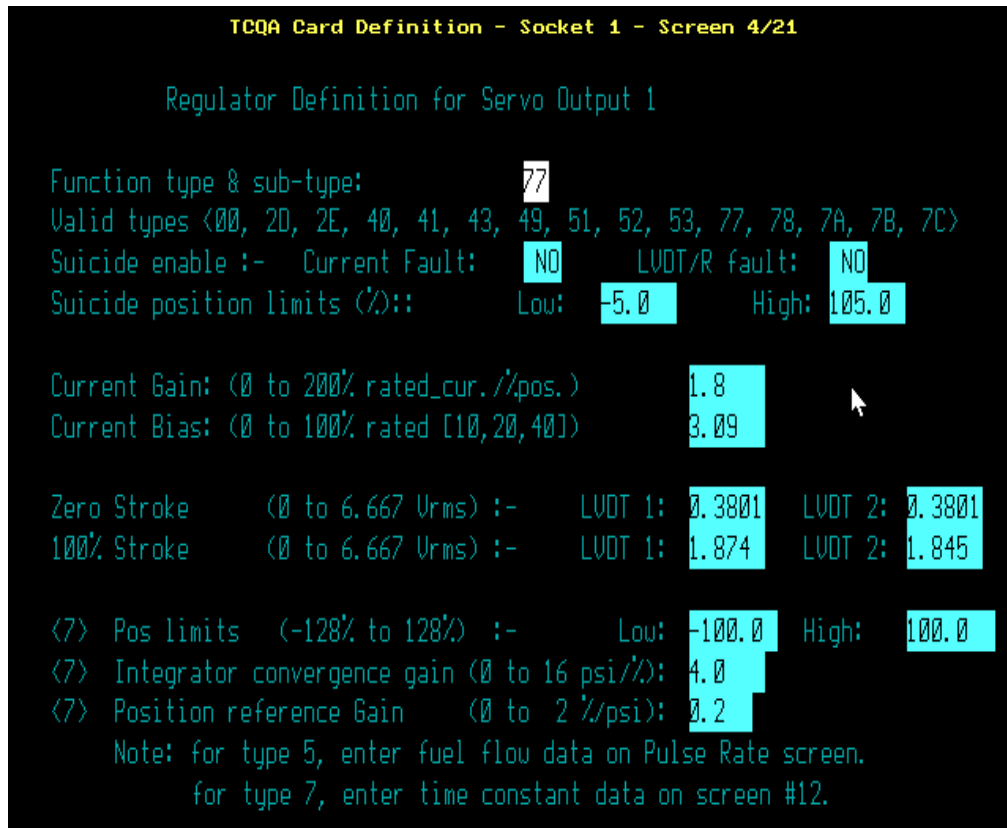
Fig. II.9 : Espace de travail Auto calibration.

Sur le bureau du PC session administrateur cliquer sur unité 1 ou 2 puis on cherche le fichier **autocal.exe** on double clique dessus une fenêtre s'ouvrira et on doit sélectionner le dispositif pour faire l'étalonnage par exemple (IGV, SRV, GCV et les Nozzles). Nous allons cocher sur la case appropriée et se cliquer sur **IDEL** pour saturer le régulateur.

Appuyer sur **enable manuel** pour libérer le régulateur de mode saturation et permet de donner de position de LVDT.

On clique sur le **manuel set point** on envoi de valeur pour faire la simulation de LVDT et voir la position actuelle (signale de retour) si la commande et le signal de routeur sont proches donc les LVDT et calibré.

On vérifie la polarité du servovalve et débranché cet sur les panneaux des module R, S et T si le régulateur saturer, donc la polarité inverse et la même procédure pour les module R, S et T et enfin on clique sur **Start calibration** Puis on vérifie sur site la valeur de position est juste.[12]



**Fig. II.10 :** Schéma descriptive de la Régulateur de commande de débit écran de Configurateur d'E/S.

Enfin, on intègre les valeurs de référence zéro stroke et 100% stroke de LVDT (96SR-1,2/ 96GC-1,2) à la fenêtre **Io. Configurator** sur la carte TCQA pour les LVDT est calibre.

## 5. Procédure de simulation par le logiciel UPS :

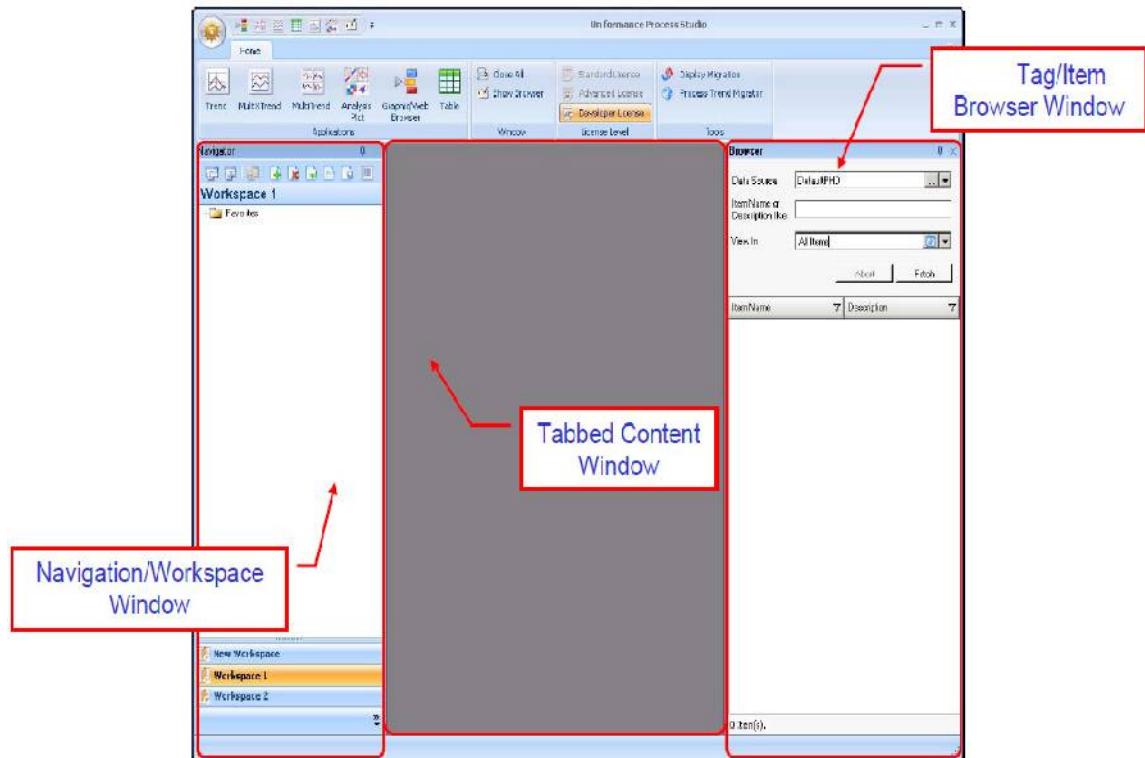
Le logiciel UPS (**U**niformance **P**rocess **S**tudio) est un ensemble d'applications logicielles faciles à utiliser qui aident les ingénieurs à visualiser et analyser la performance des processus.

On a utilisé ce logiciel pour afficher l'évolution des paramètres de la turbine. Par exemple, la température de chambres de combustion et la pression et le débit de gaz entre les chambres de combustion durant le démarrage jusqu'à la stabilité de notre turbine.

### 5.1. Principe de fonctionnement :

Ce logiciel UPS est constitué d'un ensemble d'applications pour analyser les données pour la connaissance de l'état de composante de notre machine et pour faciliter le travail de dans le processus : Trend, Table, Graphiques. Par exemple, l'application sélectionné (Trend) sera affichée dans la zone TCW ( Tabbed Content Window). [5]

La fenêtre TB (Tag Browser) sera utilisée pour chercher et sélectionner des tags souhaités. Ces tags sont équipés par un filtre pour faciliter la recherche.



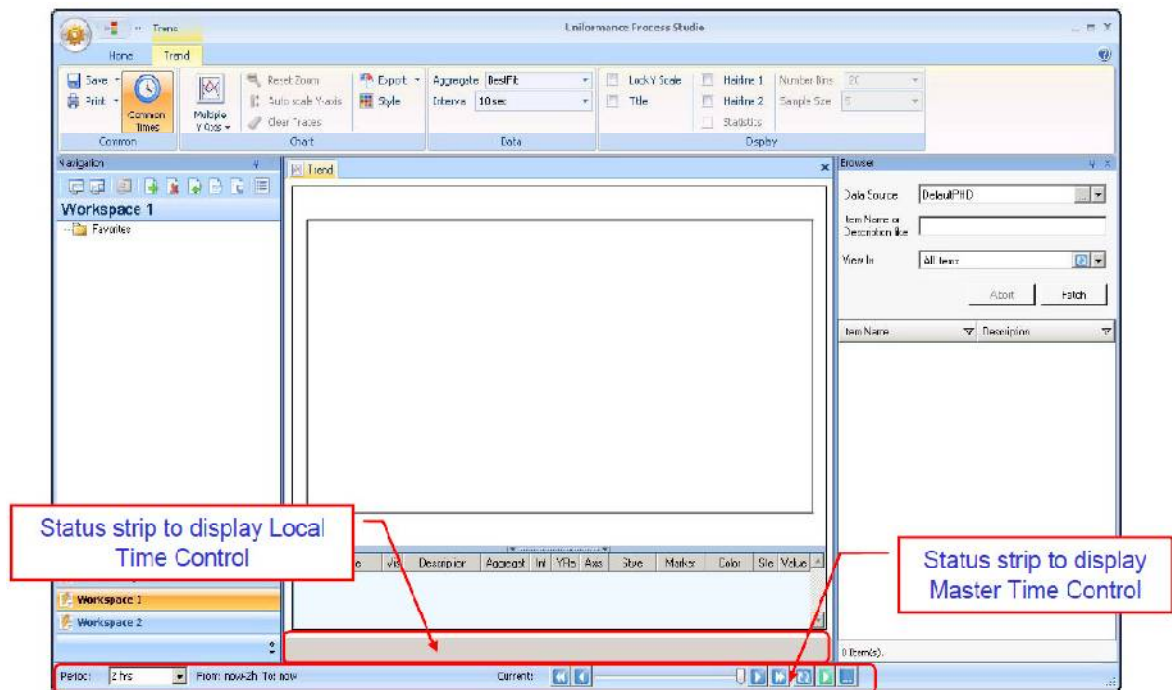
**Fig. II.9** : Interface du programme UPS.

Les tags et les applications utilisées peuvent être régulièrement sauvegardés dans la fenêtre de travail par simple interpolation de la distance.

Pour visualiser les données PHD, la période de temps peut être spécifiée en utilisant le (Time Control) sinon la période par défaut est de 2 Heures.

Si plusieurs applications (trends, tables, graphiques...) sont ouvertes sur UPS et on désire utiliser la même période de temps pour l'analyse de données, le bouton « Common Time » doit être sélectionné sur la fenêtre. Dans ce cas, la fenêtre « Master Time Control » est affichée. [6]

Pour passer à l'affichage en temps réel, en cliquant sur la flèche verte sur la fenêtre (Time Control).



**Fig. II.10 :** Description générale de l'interface UPS.

Pour obtenir les graphes de n'importe quel instrument il suffit juste de déclarer le tag de l'instrument et fixer l' intervalle de temps que nous voulons visualiser de notre mesure.

## 6. Tags :

### 6.1. Aubes directrices IGV (Inlet Guid Valve) :

La figure (II.11) représente le tag des aubes directrices qui met en évidence le rôle de l'admission de l'air environnement de la compresseur axial pour chaque d'état de notre machine, et pour travailler par le logiciel UPS peut être relève le nombre de tags dans le schéma PID et montre la place de notre équipement. [7]

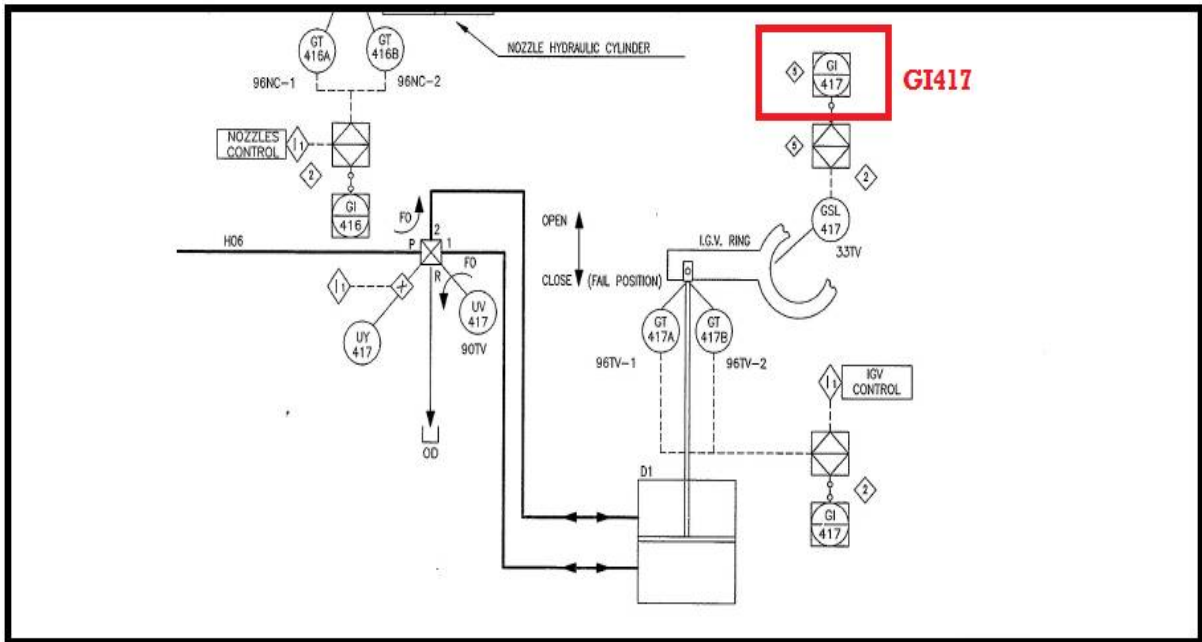


Fig. II.11: Schéma de prélèvement de tag de IGV.

6.2. SRV (stop/speed ratio valve) et GCV (gas control valve) :

La figure (II.12) représente le schéma des vannes SRV et GCV, ces vannes pour commandé de système de l'écoulement de gaz entre les chambres de combustion, pour relève le tags de notre schéma, on va recherche sur le schéma PID et montre la place de notre équipement pour travail de notre système. [7]

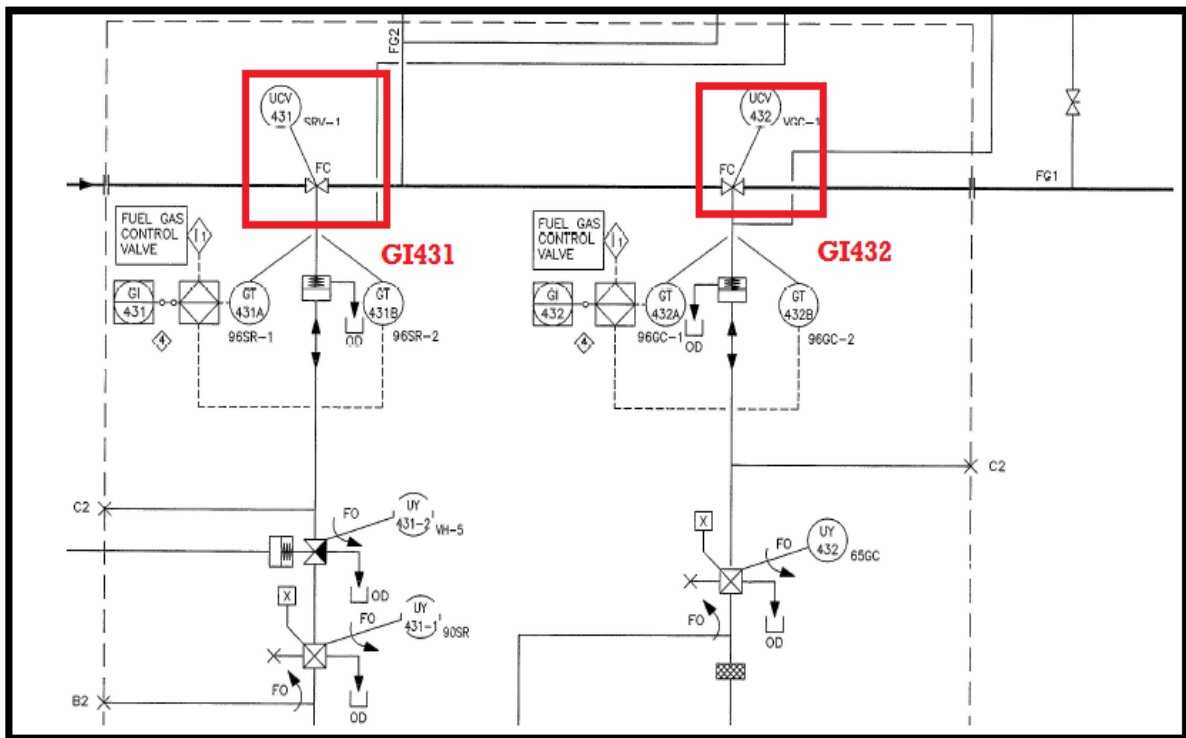
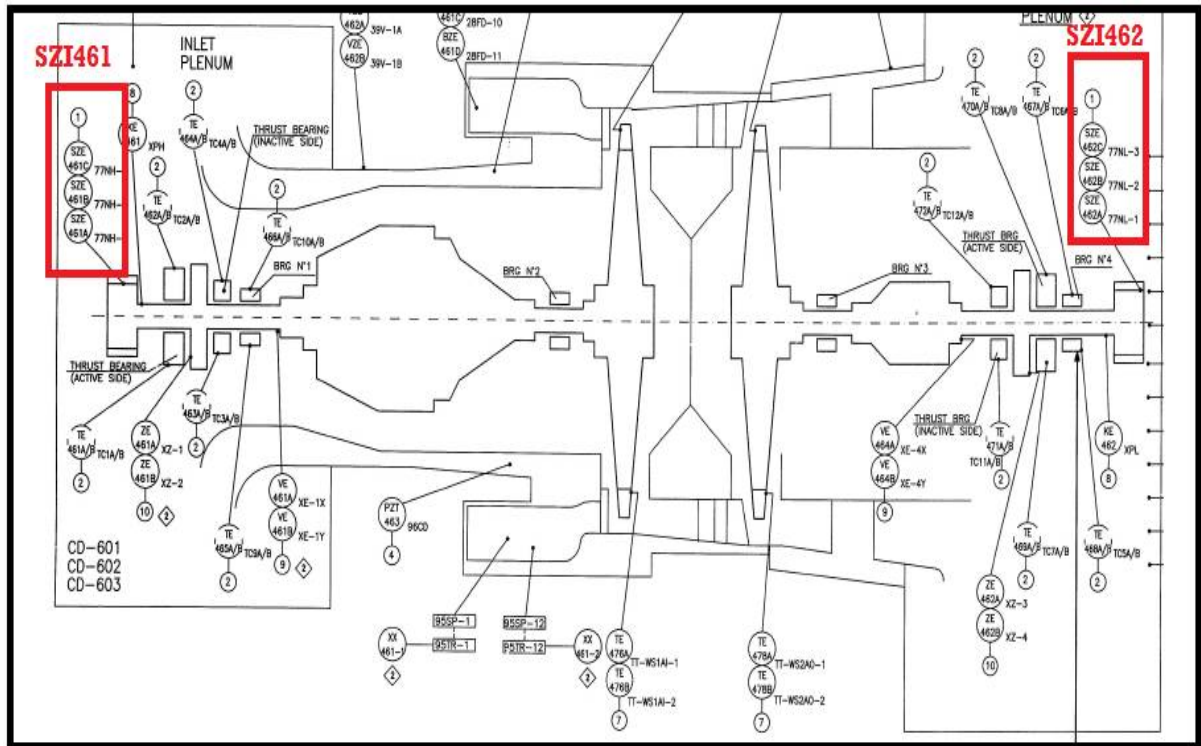


Fig. II.12 : Schéma de prélèvement des tags des vannes SRV et GCV.

**6.3. TNH (vitesse haute pression ) et TNL (vitesse basse pression) :**

La figure (II. 13) représente le schéma de vitesse de la roue HP et BP, et se compose de 3 capteurs de vitesse de la roue HP et BP. Le travail de notre logiciel de Honeywell nécessite prendre de tags de ces capteurs de vitesse de schéma de PID pour dessine la figure de notre temps restrictif . [7]



**Fig. II.13:** Schéma de prélèvement des tags de la vitesse de TNH et TNL.

**6.4. Pression de refoulement :**

La figure (II. 14) représente le schéma de pression de refoulement de compresseur centrifuge qui entrainé par l'arbre LP, pour la connaissance de l'influence de notre machine et le but par l'expédition de gaz commercial on va faire le travail sur le (UPS) pour voir ce l'influence. Pour montrer les tags de capteurs de pression en va lire le schéma de PID pour faire le tags de notre équipement. [7]



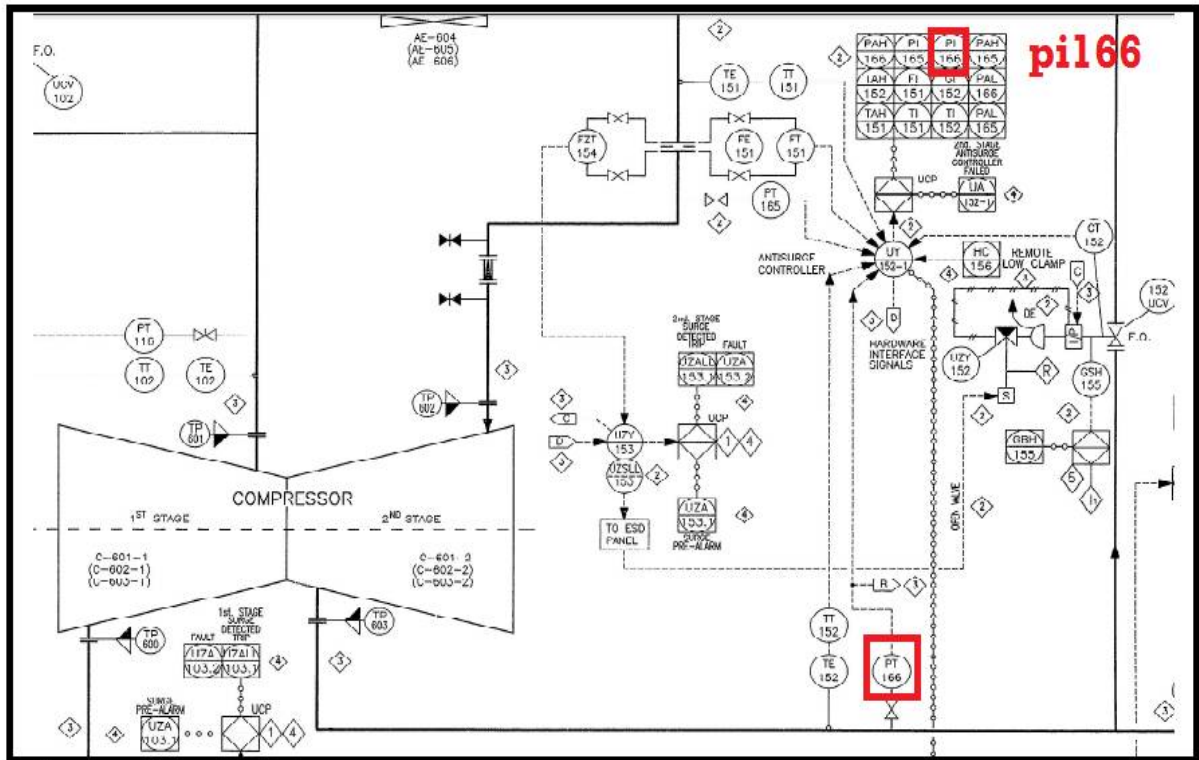


Fig. II.14 : Schéma de prélèvement de tag de pression de refoulement ( $P_r$ ).

### 7. CONCLUSION :

Dans ce chapitre, nous avons présenté une description détaillée des vannes de gaz SRV et GCV qui font l'objet de notre étude. La procédure d'étalonnage des ces vannes a été également exposée.

Enfin, nous avons décrit les étapes de simulation par le logiciel UPS.

**CHAPITRE III :**

**RESULTATS ET  
INTERPRITATION**

# Résultats et Interprétation

## 1. Introduction :

Nous allons présenter dans ce chapitre, les résultats de simulation que nous allons trouver par le logiciel UPS. Le but de la simulation est d'étudier l'influence de la position des vannes de gaz SRV et GCV sur les paramètres physiques tels que la pression et le débit du fuel gaz et ainsi sur la charge de la turbine à gaz. Nous allons exposer également l'effet de la position des vannes SRV et GCV sur la vitesse des roues (HP et LP) de la turbine à gaz.

## 2. Résultats de simulation :

Dans cette partie, on va illustrer l'évolution des paramètres principaux qui sont influencés par les pourcentages d'ouverture et de fermeture des vannes SRV et GCV de la turbine MS5002C. Pour bien maîtriser la partie commande et de comprendre les différentes séquences de fonctionnement de la turbine on va donner des interprétations pour les effets des paramètres à régler.

Pour cela, le logiciel de simulation UPS a été utilisé pour faire étudier l'évolution des différents paramètres de la turbine en fonction de la position des vannes SRV et GCV. Pour obtenir les graphes de n'importe quel instrument, il suffit juste de déclarer le tag de l'instrument et de fixer l'intervalle de temps que nous voulons visualiser dans notre travail.

### 2.1. Evolution de la vitesse de la roue HP en fonction de la position de la vanne SRV :

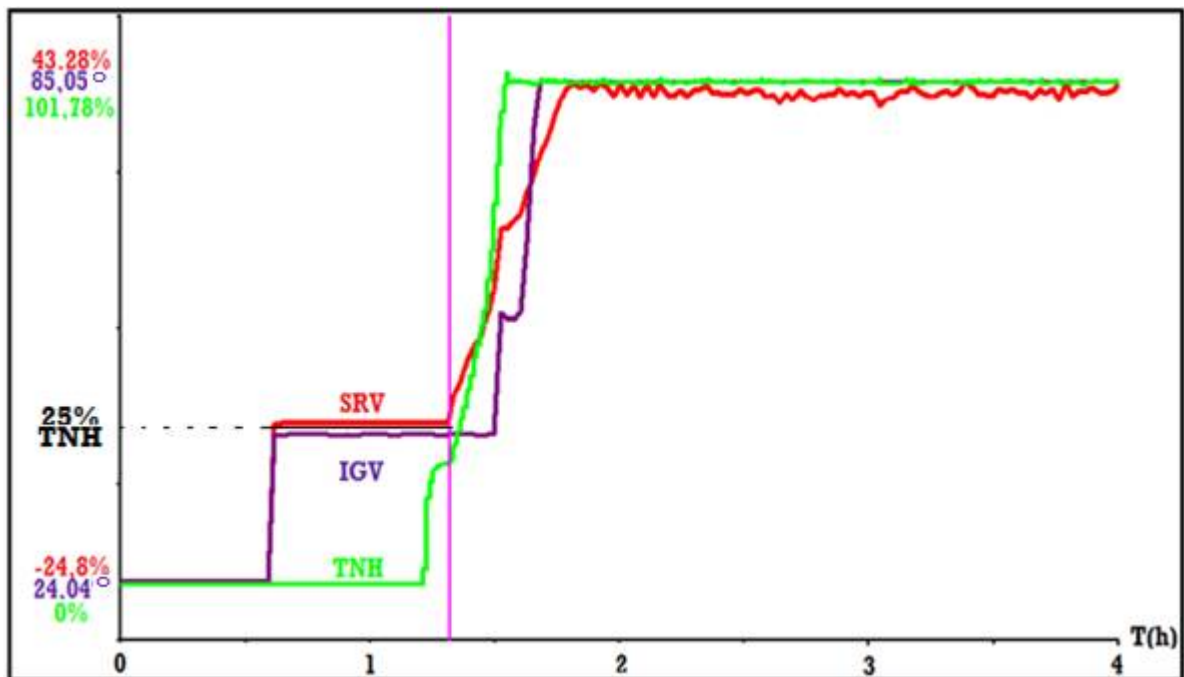
#### A. Cas de démarrage de la turbine :

La figure (III.1) représente l'évolution de la vitesse de la roue HP et la section d'admission d'air du compresseur axial en fonction de la position de la vanne SRV (cas de démarrage de la turbine). Cette figure montre bien que la vitesse de la roue HP est fortement dépend du degré d'ouverture et de fermeture de la vanne SRV. Il est important de noter que la position de la vanne SRV avant le démarrage est totalement fermée, cependant, le logiciel MARK V indique un degré de fermeture de -24.8 % parce que les contrôleurs de MARK V de la position de la vanne SRV sont saturés dans le cas où le DCS (Centrale Système

Distribué) est envoyé un signal électrique vers le MARK V pour mettre l'indication de la position de la vanne à 0%.

D'après la figure (III.1), nous remarquons que à partir de 25% de rotation de la roue HP (TNH), le capteur de gaz détecte la flamme dans les chambres de combustion de la turbine. Dans ce cas, la vanne SRV se ouvrir pour augmenter la vitesse de rotation de l'arbre HP.

La figure (III.1) illustre également que l'ouverture des aubes directrices du premier étage I.G.V (Inlet Guide Valve) du compresseur axial augmente progressivement lorsque le degré d'ouverture de la vanne SRV croit. On peut expliquer ceci par les signaux de commande délivrés par le MARK V qui permet de contrôler l'angle d'orientation des aubes par une Servosoupape hydraulique, selon les exigences de chaque cycle de fonctionnement de la turbine (cycle de démarrage, cycle d'arrêt, cycle de fonctionnement normal et en cas de risque de dommage).



**Fig. III.1:** Vitesse de la roue HP et IGV en fonction de la position de la vanne SRV (cas de démarrage de la turbine).

Notons que les aubes directrices I.G.V sont fermées à une position de 24,04° dans le cas où la vanne SRV est dans l'état de repos. Cette position est bien déterminée pour éviter le pompage à des basses vitesses de rotation de la compresseur axial dans le cycle de démarrage. Lorsque la vitesse de TNH atteint un pourcentage de 101,78% l'ouverture des aubes directrices est de 85,05° pour stabiliser la charge de l'arbre HP.

## B. Cas de déclenchement de la turbine à gaz :

La figure (III.2) représente l'évolution de la vitesse de la roue HP en fonction de la position de la vanne SRV, pour le cas de déclenchement de la turbine. Cette figure montre que dans le cas d'arrêt normal ou bien d'un arrêt d'urgence, la vanne SRV est immédiatement se ferme et prend la position 0%.

Dans le cas d'un arrêt d'urgence, la vanne SRV se ferme immédiatement pour mettre la pression du fuel gaz à une pression nulle afin de réduire les risques liés au dysfonctionnement de la turbine. D'après la figure (III. 2), on remarque aussi une chute progressive de la vitesse de la roue HP (TNH) jusqu'à 0%. Notons que la chute de la vitesse TNH est abouti à une diminution graduelle du degré de fermeture des aubes directrices.

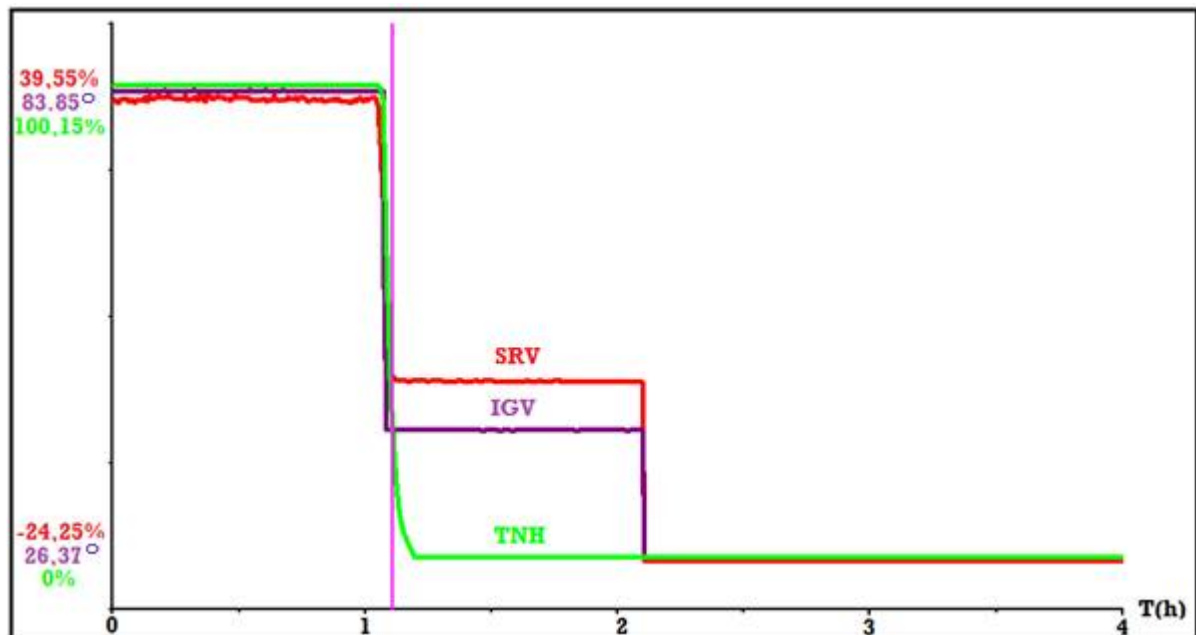


Fig. III.2 : Vitesse de la roue HP et IGVS en fonction de la position de la vanne SRV (cas de déclenchement de la turbine ).

## 2.2. Evolution de la vitesse de la roue LP en fonction de la position de la vanne GCV :

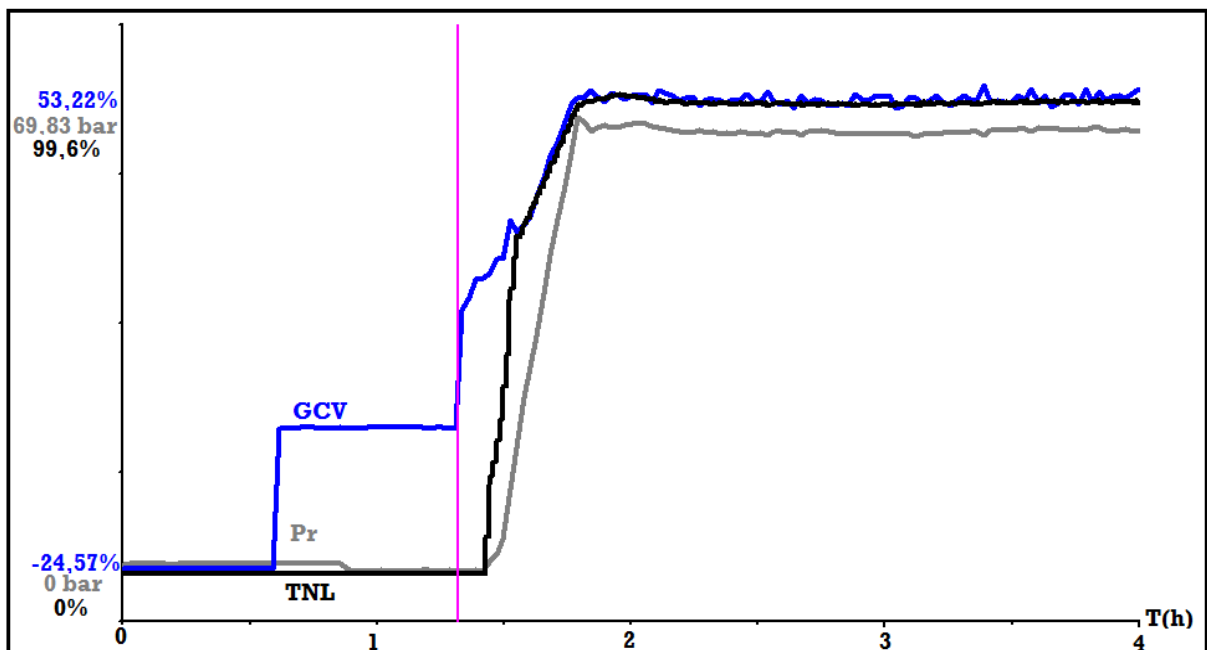
### A. Cas de démarrage de la turbine à gaz :

La figure (III.3) illustre l'évolution de la vitesse de la roue LP (Low Pressure) en fonction de la position de la vanne GCV, dans le cas de déclenchement de la turbine. Nous observons que la vanne GCV prend la position -24,57% parce que les contrôleurs de MARK V de la position de la vanne GCV sont saturés dans le cas où le DCS (Centrale Système

Distribué) est envoyé un signal électrique vers le MARK V pour mettre l'indication de la position de la vanne à 0%.

D'après la figure (III.3), nous remarquons que la vitesse de la roue LP (TNL) est proportionnelle avec le pourcentage de la vanne de gaz GCV. A partir de 70% de rotation de la roue LP (TNL), le compresseur centrifuge démarre pour expédier le gaz commercial vers les stations de pompage qui est ensuite transporté vers les marchés.

On constate également que la pression de refoulement ( $P_r$ ) du compresseur centrifuge augmente d'une manière linéaire lorsque la vitesse de la roue LP (TNL) croit puisque l'arbre LP de la turbine à gaz qui est permet d'entraîner le compresseur centrifuge.



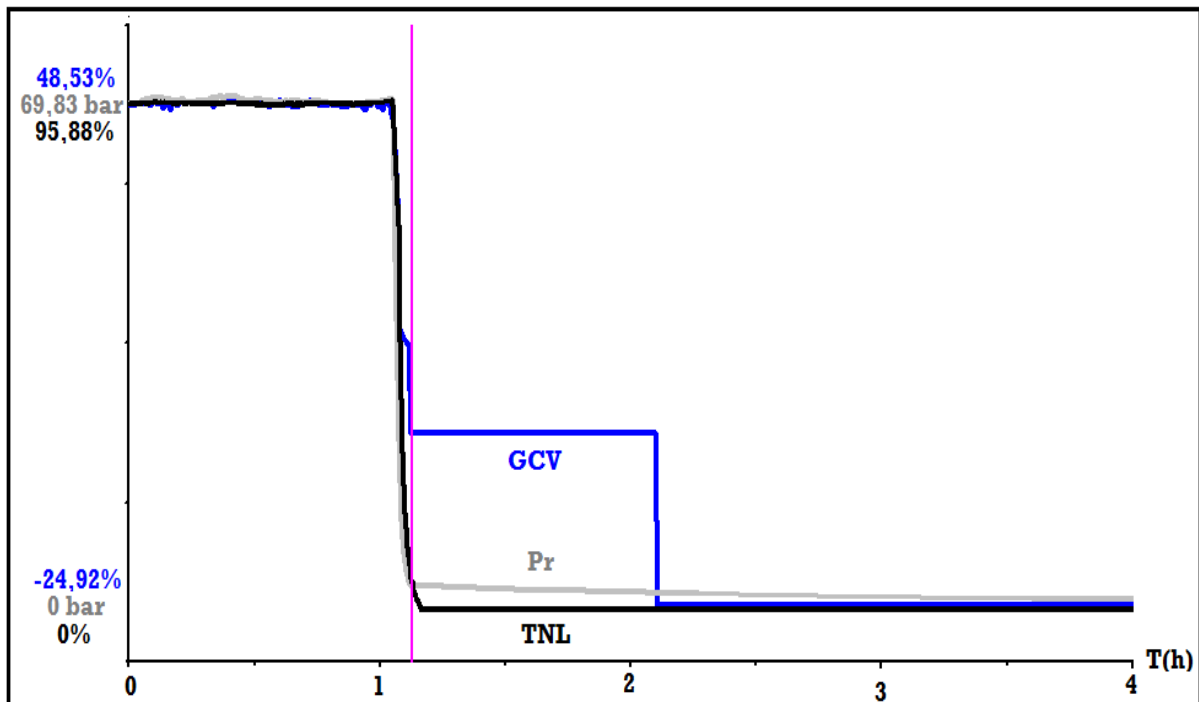
**Fig. III.3 :** Vitesse de la roue LP en fonction de la position de la vanne GCV (cas de démarrage de la turbine).

### B. Cas de déclenchement de la turbine à gaz :

La figure (III.4) représente l'évolution de la vitesse de la roue LP en fonction de la position de la vanne GCV, dans le cas de déclenchement de la turbine. Cette figure montre que dans le cas d'arrêt normal ou bien d'un arrêt d'urgence, la vanne GCV est immédiatement se ferme et prend la position 0%.

Dans le cas d'un arrêt d'urgence la vanne GCV se ferme immédiatement pour mettre la débit du fuel gaz à une débit nulle afin de réduire les risques liés au dysfonctionnement de la turbine. D'après la figure (III. 4), on remarque aussi une chute progressive de la vitesse de la

roue LP (TNL) jusqu'à 0%. Notons que la chute de la vitesse TNL est abouti à une diminution graduelle du la pression de refoulement.



**Fig. III.4 :** Vitesse de la roue LP en fonction de la position de la vanne GCV (cas de déclenchement de la turbine).

### 2.3. Comparaison des résultats obtenus :

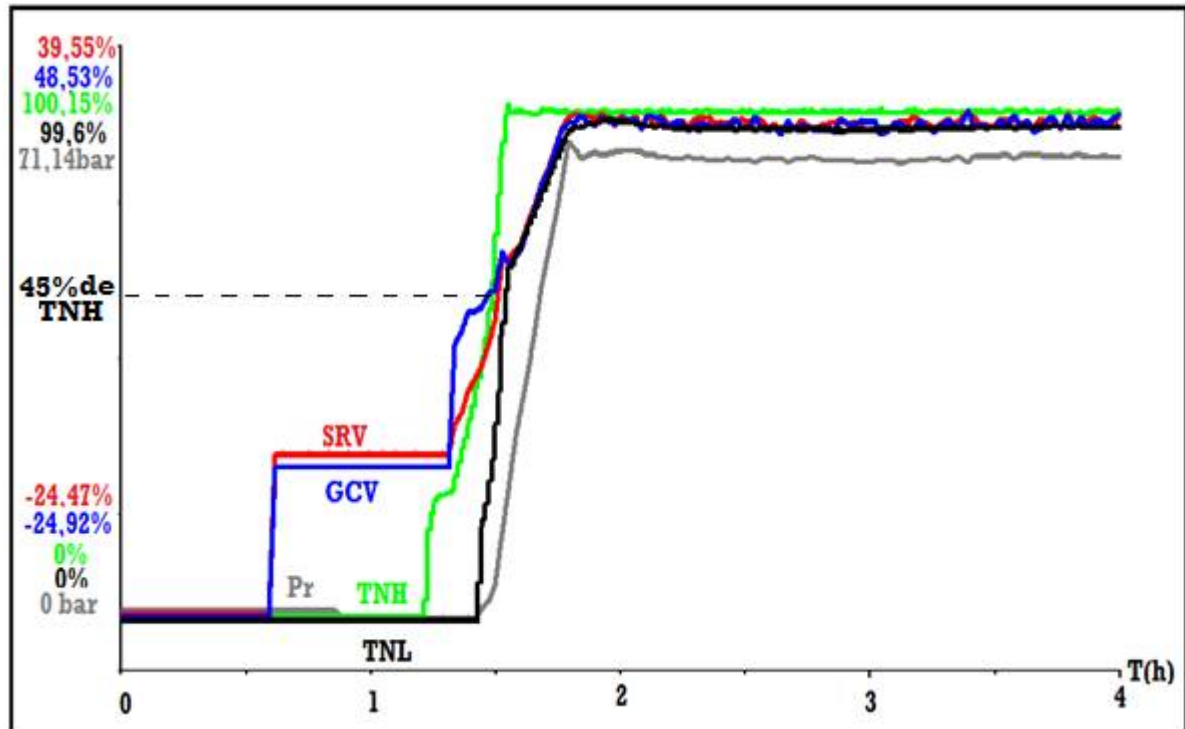
Pour récapituler l'évolution de tous les paramètres qui rentrent dans la boucle du système fuel gaz on a tracé tous les allures dans le même graphe (fig. III.5 et fig. III.6).

#### A. Cas de démarrage de la turbine à gaz :

La figure (III.5) présente l'influence du degré d'ouverture des vannes SRV et GCV sur la vitesse des deux roues HP et LP. Dans le cas de démarrage de la turbine, la vanne SRV est en position d'ouverture pour assurer la pression de fuel gaz presque 18 bar. L'influence de la vanne SRV sur la turbine à gaz pour le but d'augmenter la vitesse de TNH. La vanne GCV assure le débit de fuel gaz pour l'influence sur la roue LP par la commence de charger la vitesse de TNL dans le temps qui embrayer la vitesse de TNH presque 45%. Ensuite, la valeur de commence de démarrer la charge d'expédition de gaz ( $P_r$ ) est 70% de la vitesse de la roue LP (TNL).

Dans ce cas la vitesse de TNL d'influence sur la pression de refoulement de compresseur centrifuge parce que la vitesse de rotation de vitesse de TNL entre milieu 70% et

99,6% de TNH. Ensuite, l'influence de la "déférérence pression" entre la pression d'admission et la pression de refoulement de la compresseur centrifuge.



**Fig.III.5 :** Evolution des paramètres principales (démarrage de la turbine ).

### B. Cas de déclenchement de la turbine à gaz :

La figure (III.6) illustre l'effet de les vanne de gaz sur la turbine à gaz pendant de cas de déclenchement encore l'évolution de les paramètres principaux de la machine en cas de déclenchement. Ensuite, la figure présenté de la vanne SRV qui ferme premièrement parce que cet monté de soupape de déclenchement (VH-5) et en voir la chute de la vitesse de TNH et TNL immédiatement et se retour en cas de repos.

Autant, la pression de refoulement ( $P_r$ ) stable de valeur 70 bar presque de 70% et en cas de déclenchement en va regarder que ferme les vannes de gaz et la vitesse de TNH et TNL se stop directement et nous allons illustrer que la charge ne pas stopper parce que la changement la turbine CD-601 jusque a la turbine CD-602 (la charge constante).



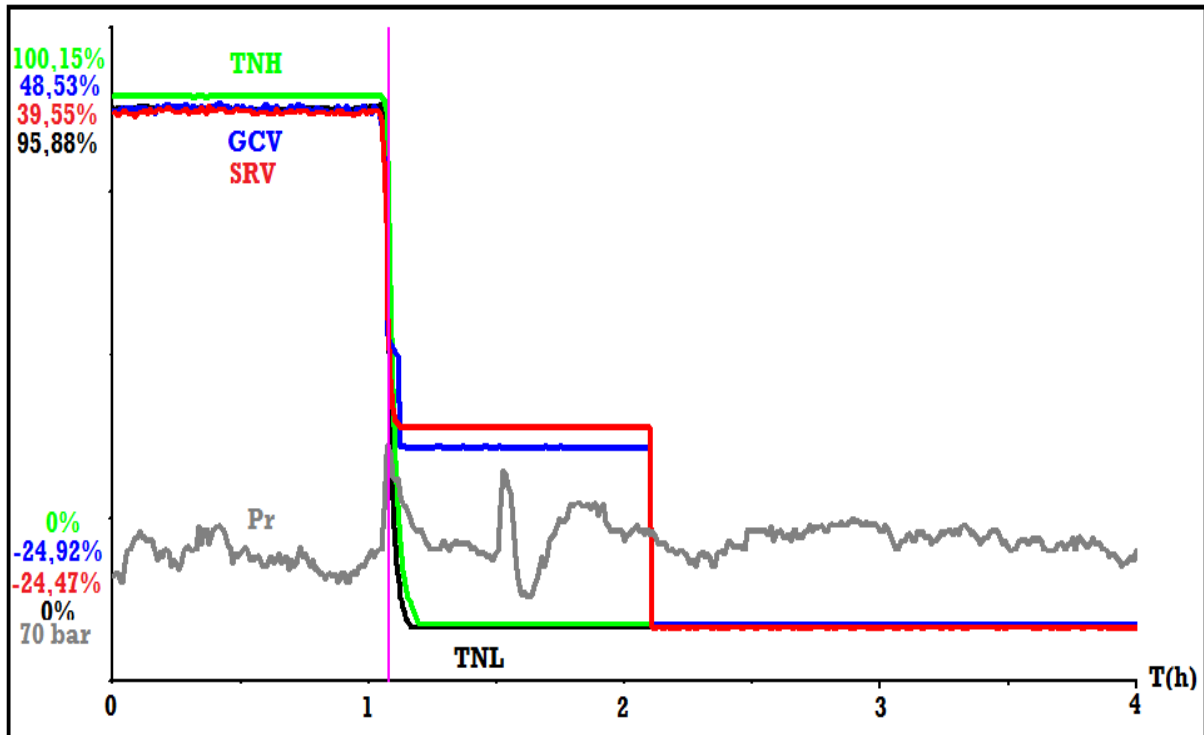


Fig. III.6 : Evolution des paramètres principales (déclenchement de la turbine).

## 5. Conclusion :

Dans ce chapitre, les résultats de simulation que nous avons trouvé par le logiciel UPS ont été présentés. Nous avons étudié l'influence de la position des vannes SRV et GCV sur les paramètres physiques du fuel de gaz qui entre dans les chambres de combustion de la turbine tels que la pression et le débit. On a trouvé que le degré d'ouverture de la vanne SRV a beaucoup influencé la pression du fuel gaz. Cette pression a permis d'augmenter la vitesse de la roue HP (TNH) de la turbine à gaz. Cette étude nous a permis aussi de montrer que le débit de fuel gaz a fortement augmenté lorsque le degré d'ouverture de la vanne GCV croît. Ce débit a affecté la vitesse de la roue LP de la turbine afin d'élever la pression de refoulement de compresseur centrifuge, et par conséquent, d'augmenter le gaz commercialisé.

**CONCLUSION  
GÉNÉRALE ET  
PERSPECTIVES**

## CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

L'objectif de ce mémoire est d'étudier les vannes de gaz de turbine à gaz MS5002C pour la commande de la turbine à gaz et la charge de compresseur centrifuge. Nous avons étudié l'influence de la position des vannes de gaz SRV et GCV sur la rotation de la turbine à gaz.

Dans ce travail, nous avons décrit la turbine à gaz de type MS5002C. Son principe de fonctionnement a été également présenté. Nous avons abordé aussi les différentes sections de notre turbine telles que le système de démarrage, système d'huile de lubrification, système d'huile hydraulique et système d'huile de déclenchement.

Le stage effectué au sein de Sonatrach nous a permis de faire étalonner les vannes de gaz SRV et GCV sur site, et les différentes étapes d'étalonnage de ces vannes ont été présentées dans ce mémoire.

Dans notre travail, nous avons étudié l'influence de la position des vannes SRV et GCV sur les paramètres physiques du fuel gaz qui entre dans les chambres de combustion de la turbine tels que la pression et le débit. On a trouvé que le degré d'ouverture de la vanne SRV a beaucoup influencé la pression du fuel gaz. Cette pression a permis d'augmenter la vitesse de la roue HP (TNH) de la turbine à gaz. Les résultats obtenus ont montré également que le débit de fuel gaz a fortement augmenté lorsque le degré d'ouverture de la vanne GCV croît. Ce débit a beaucoup augmenté la vitesse de rotation de la roue LP de la turbine afin d'élever la pression de refoulement de compresseur centrifuge, et par conséquent, d'augmenter le gaz expédié.

Nous avons aussi montré que le système de contrôle MARK V utilise plusieurs commandes pour contrôler les paramètres de la machine notamment la pression, le débit et la vitesse qui influent directement sur la performance de la machine et si l'un de ces paramètres est mal contrôlé, il peut causer une température excessive, une survitesse ou une perte de flamme qui peut endommager la machine. Le système de commande est muni d'un système de protection qui arrête la turbine comme une dernière mesure de sécurité s'il y aurait un risque.

Il y aura un développement dans le futur pour la conception et la fabrication des vannes de gaz SRV et GCV, pour le but de développer une seule vanne de gaz qui commande le débit et la pression en même temps.

# Bibliographie

- [1] Description de l'usine d' Ohanet SH BHP (CHP I.doc;1) FHC/2008 IGCP/03.
- [2] SONATRACH MARK V Operation \* ENG (622457).Général électrique 2014.
- [3] GE Energy. TURBINE A GAZ MS5002 C LHE. Manuel de formation pour la conduite et l'entretien. AFFAIRE N.P. : SONATRACH SRGA2 LOCALITE':ALGERIE .
- [4] Conduite et l'entretien. **Nuovo Pignone** 2008.
- [5] Guide Utilisation PHD Client. Nadia Azri Lead Engineer HPS - Advanced Solutions. **17 November 2011.**
- [6] PHD Upgrade Report. Nadia Azri Lead Engineer HPS - Advanced Solutions. **17 November 2011.**
- [7] P&ID de TURBINE. **Nuovo Pignone.** 2008.
- [8] SRV Control loop. **Roberto Del Guasta.**2002.
- [9] Documentation SONATRACH MARK V.
- [10] « Fundamentals of gas turbine operations » version 2.0 SYSTRAN,INC.
- [11] GE Oil & Gas « CONTROL SYSTEMS Mark V » janvier 2014.
- [12] GEH\_6195D\_Manuel\_d\_Application « Commande de Turbine SPEEDTRONIC™ MARK V février 1998».

## RÉSUMÉ :

Ce travail traite les turbines à gaz qui sont considérées comme étant des appareils de la production de la puissance. Elles permettent de transformer l'énergie thermique issue de la combustion d'un gaz en énergie mécanique produite par un rotor tournant autour d'un axe à vitesse constante. Les turbines à gaz demeurent les moyens de production de puissance les plus révolutionnaires et jamais égalées par des moteurs thermiques conventionnels.

Les turbines à gaz sont conçues pour fonctionner avec une gamme étendue et exacte de combustible liquide ou gazeux. Le fuel gaz entre des chambres des combustions par les vannes de gaz SRV et GCV. Pour le bien contrôle du pression et du débit. Ces deux vannes assurent un gaz sous pression et un flux bien déterminé afin de répondre à toutes les exigences relatives au cycles (démarrage), arrêt normale et arrêt d'urgence, accélération de la turbine est munie de plusieurs systèmes de commande et de protection prévus pour assurer la fiabilité et la sécurité du fonctionnement de la machine.

**Mots clés :** Turbine à gaz, vannes SRV et GCV, TNH, TNL.

## ABSTRACT:

This work deals with gas turbines that are considered to be devices of the generation of the power. They allow transforming the thermal energy from the combustion of a gas into mechanical energy produced by a rotor rotating about an axis at constant speed. Gas turbines are still the most revolutionary power production facilities and unequaled by conventional internal combustion engines.

The gas turbines are designed to operate with a wide range of accurate and liquid or gaseous fuel. The gas fuel combustions between rooms by gas valves SRV and GCV for pressure control and well exact speed .Both valves provide a pressurized gas and a definite flow to meet all the requirements for cycles (start), normal stop and emergency stop, acceleration of the turbine is equipped with several control and protection systems intended to ensure reliability and safe operation of the machine.

**Key words :** gas turbine, SRV and GCV valves, TNH, TNL.

## المخلص :

يتناول هذا العمل مع توربينات الغاز التي تعتبر الأجهزة من توليد الطاقة. أنها تسمح لتحويل الطاقة الحرارية الناتجة عن احتراق الغاز إلى طاقة ميكانيكية تنتجها الدوار الدورية حول محور في سرعة ثابتة. توربينات الغاز لا تزال معظم مرافق إنتاج الطاقة الثورية ولا تضارحها محركات الاحتراق الداخلي التقليدية.

تم تصميم توربينات الغاز لتشغيل مع مجموعة واسعة من وقود دقيق والسائل أو الغازي. والاحتراق ووقود الغاز بين الغرف بواسطة صمامات الغاز SRV و GCV للسيطرة على ضغط وسرعة الدقيق جيدا. توفر كل من صمامات الغاز المضغوط وتدفق واضح لتلبية جميع الاحتياجات اللازمة لدورات (بداية)، توقف طبيعية والتوقف في حالات الطوارئ، وقد تم تجهيز التسارع من التوربينات مع العديد من أنظمة المراقبة والحماية المقصود لضمان موثوقية وسلامة تشغيل الجهاز.

**الكلمات المفتاحية :** توربينات الغاز، SRV و GCV والصمامات، TNH، TNL.

# Dédicace

*KAKI Mohammed*

*Je dédie ce modeste travail à:*

*Ma très chère mère,*

*Mon cher père que Dieu bénisse son*

*âme,*

*Mes très chers frères et sœurs,*

*Toute ma famille,*

*et à ma chère sœur petite Amira et à*

*tous mes amis*

*Abdelmadjid, Younes et toute la*

*promotion de l'instrumentation*

*(2015/2016).*