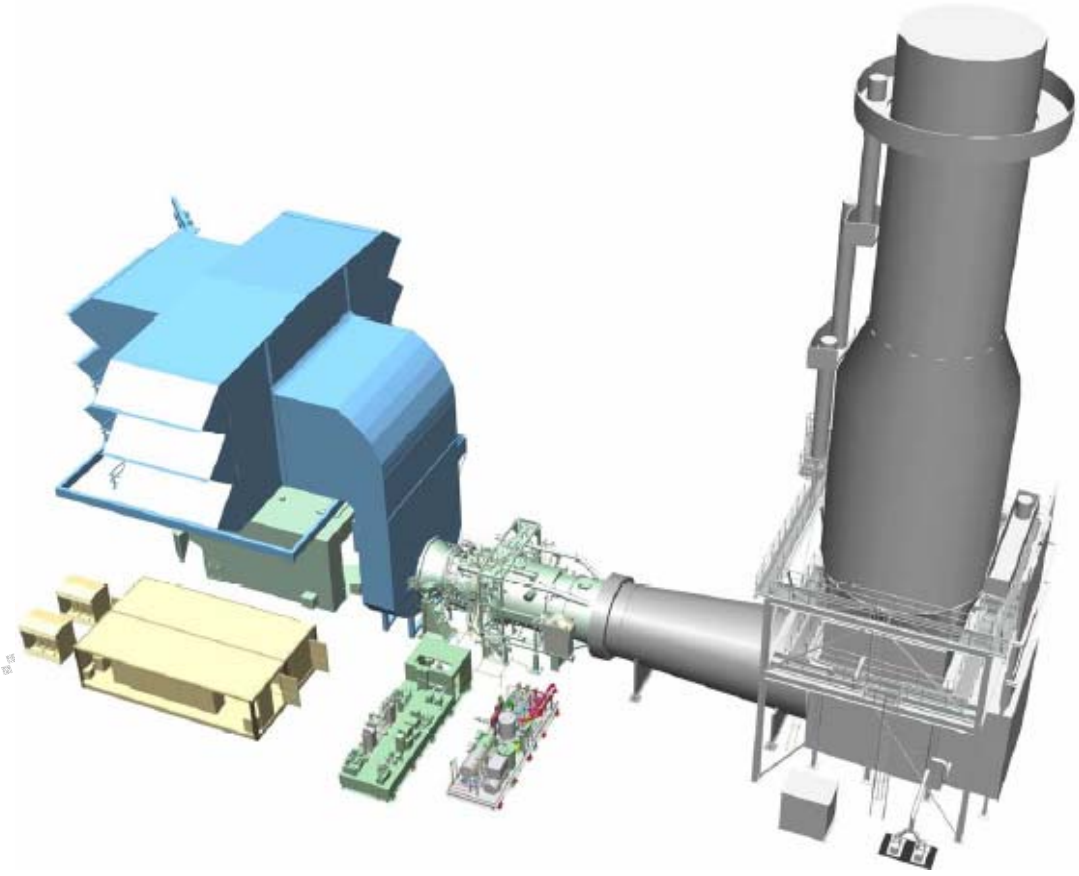
بسم الله الرحمن الرحيم

هذه مقدمة لكتابي مكونات التربينة الغازية نوع SGT5 سائلا المولى عز وجل أن ينفع بها المختصين في شتى المجالات ولا تنسونا من صالح الدعاء

مهندس صالح سعيد بوحليقة
محطة كهرباء الزويتينة الغازية - ليبيا
Email-zwuitina@yahoo.com



التربينة الغازية نوع SGT5-PAC-4000F

التربينة نوع SGT5-PAC-4000F مصممة بطريقة تعدد الحراقات وبقدرة إجمالية تصل في أحسن الظروف إلى 290MW وتعمل بنوعين من الوقود الغازي والسائل وتعتبر من اكبر التربينات المصممة من قبل شركة سيمنس الألمانية بعد التربينة من نوع SGT5-8000H وفيما يلي أهم البيانات الخاصة بالتربينة

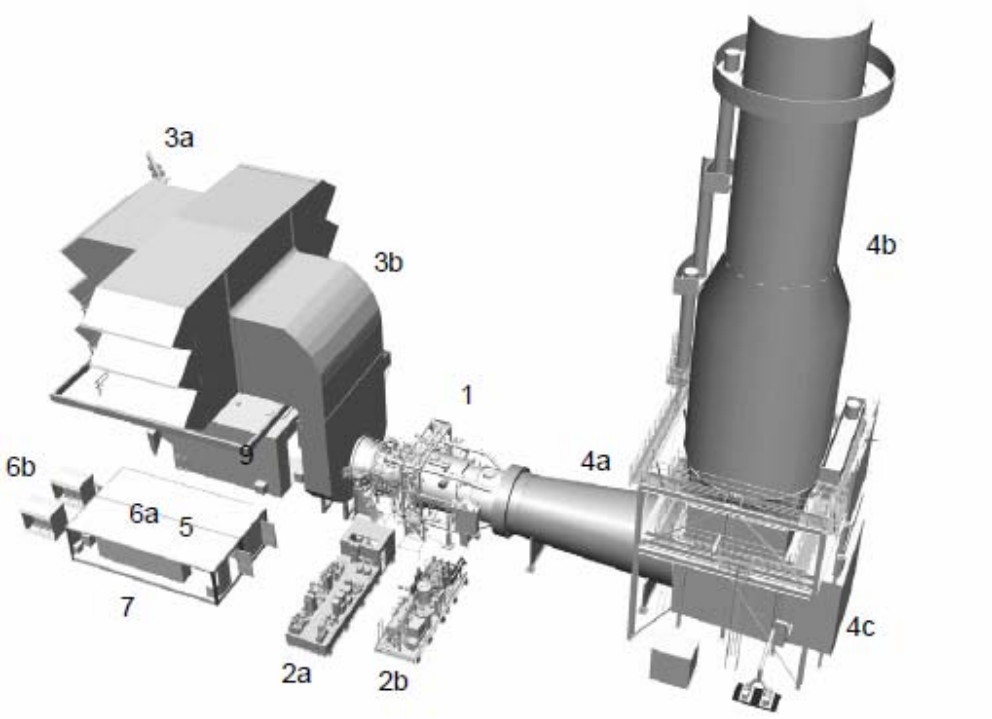
الوصف	البيانات
النوع	SGT5-PAC-4000F
القدرة الظاهرية	310MVA
القدرة الفعالة	280MW
حرارة العادم	620 C
جهد المولد	20 KV
أعلى تيار للمولد	10 KA
جهد التحريض	260 V
تيار التحريض	1493 A
نوع التحريض	تحريض ثابت

ويعتبر الاسم مختصر لهذه الكلمات

Siemens Gas Turbine 50HZ (SGT5)

المجلة التقنية الالكترونية

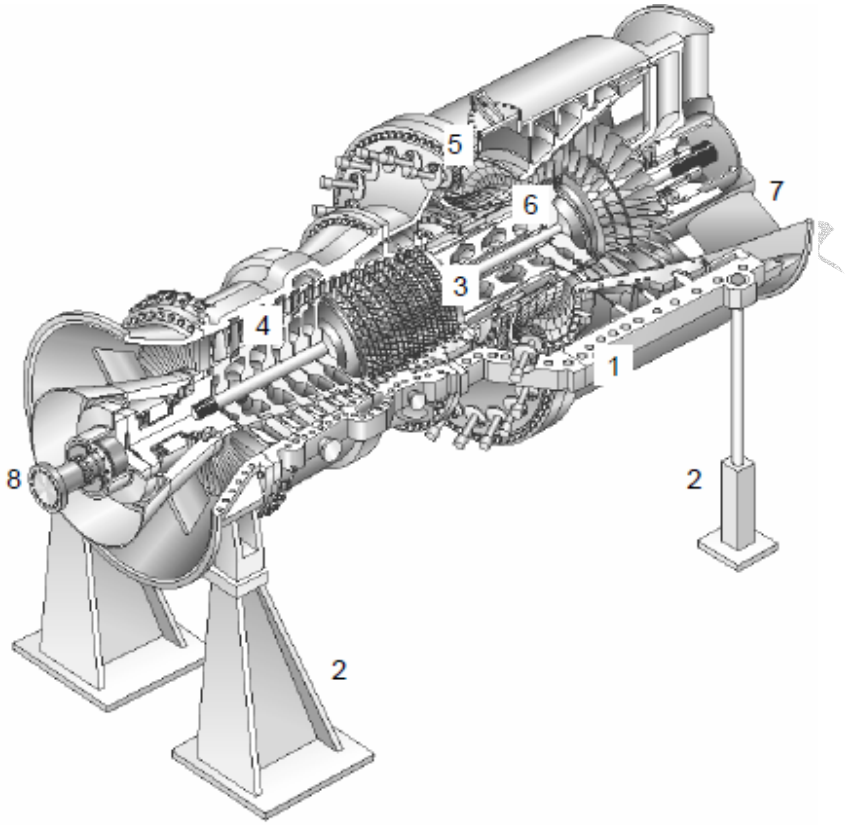
مكونات التربينة



1- التربينة الغازية
2a – منظومة زيت التزييت ومنظومة الوقود الغازي
2b – منظومة الوقود السائل
3a- نظام مصفيات الهواء
3b- ممر الهواء
4a- ممر العادم
4b- المدخنة
4c- نظام توجيه العادم
5- غرفة التحكم
6b- محولات نظام بدء الحركة ونظام تحريض المولد

التقنية الالكترونية

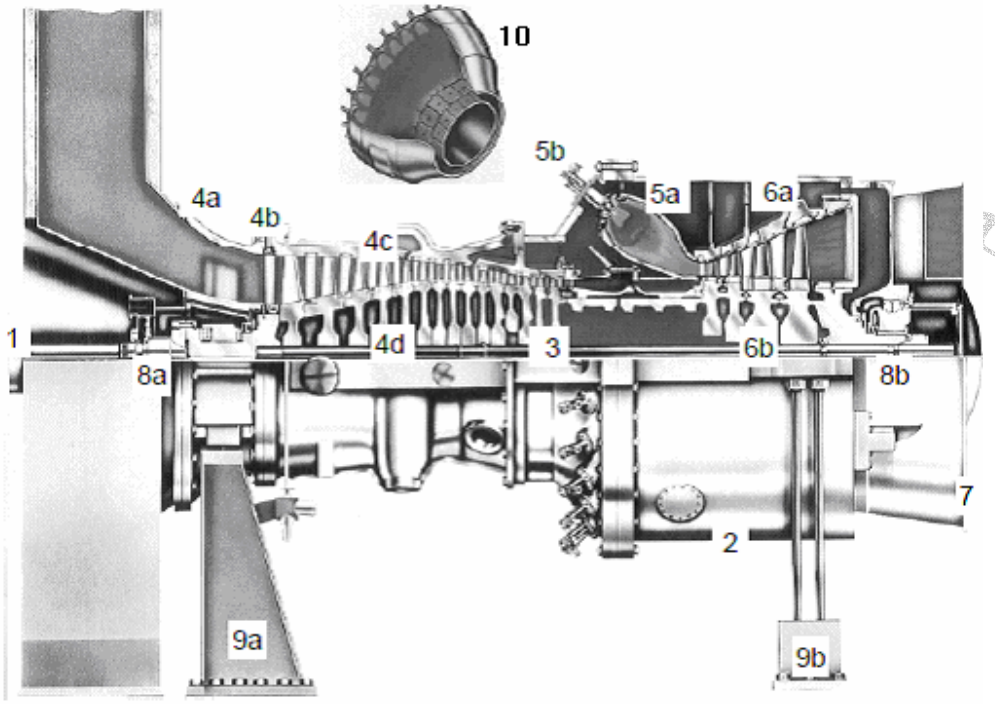
مكونات التربينة الغازية



1- غطاء التربينة الغازية
2- حامل التربينة الغازية
3- عمود التربينة
4- ضاغط الهواء
5- الحراقات
6- التربينة الغازية
7- العادم
8- ربط المولد مع التربينة

التقنية الالكترونية

أجزاء التربينة الغازية



1- ربط المولد مع التربينة
2- غطاء التربينة
3- العمود
4a – غطاء مدخل الضاغط
4b – ريش التوجيه للضاغط
4c- الريش الثابتة للضاغط
4d- الريش المتحركة للضاغط
5a - القميص الداخلي للغرفة الاحتراق
5b- الحراقات
6a- الريش الثابتة للتربينة
6b- الريش المتحركة للتربينة
7- ممر العادم
8a- كرسي التحميل لمنع الإزاحة المحورية وكرسي تحميل الضاغط
8b- كرسي تحميل التربينة
9a- حامل التربينة من جهة الضاغط
9b- حامل التربينة من جهة التربينة
10- غرفة الاحتراق وممر الغازات الساخنة مع الحراقات

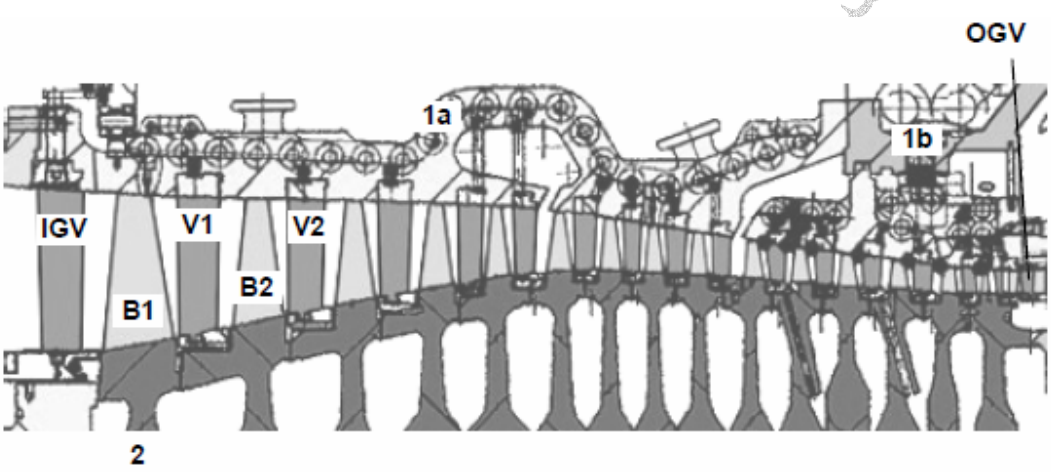
المجلة الفنية الالكترونية

ضاغط الهواء المحوري

ووظيفته توفير الهواء ألازم لعملية الاحتراق وهواء تبريد أجزاء التربينة ويتكون الضاغط من 15 مرحلة من الريش الثابتة والمتحركة والغطاء العلوي والغطاء السفلي وريش توجيه الهواء حيث يتم ضغط الهواء على محور الضاغط عن طريق إزاحة الريشة المتحركة للهواء ليتم توجيه إلى المرحلة التالية عن طريق الريشة الثابتة وهكذا إلى أخر مرحلة من مراحل الضاغط وتعتمد نسبة الانضغاط لضاغط الهواء على عدد مراحل الريش وزاوية ميل الريشة المتحركة والثابتة ودرجة حرارة الجو ويتم التحكم في ضغط الضاغط عن طريق تغيير زاوية ريش التوجيه المتحركة

حيث تعمل ريش التوجيه على الحد من كمية الهواء الداخلة للضاغط وهى ريش يتم تحريكها عن طريق ذراع هيدروليكي وعادتا تكون الريش المتحركة قبل المرحلة الأولى لمراحل الضاغط

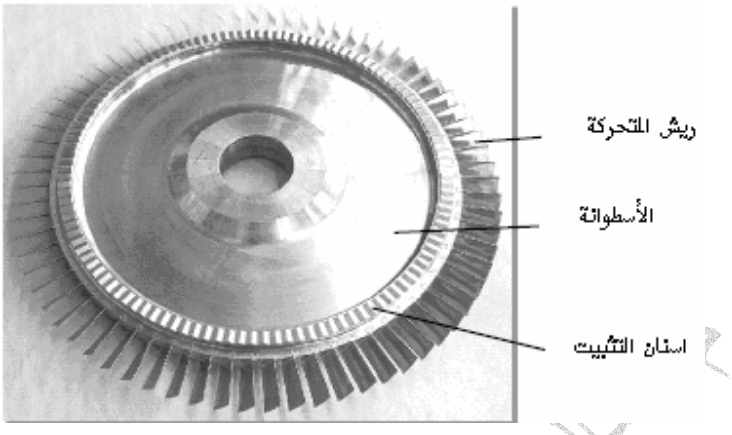
أجزاء الضاغط المحوري



IGV ريش التوجيه
B1,B2 الريش المتحركة للضاغط
V1,V2 الريش الثابتة للضاغط
1a غطاء الضاغط الخارجي
1b غطاء الضاغط الداخلي
2 عمود الضاغط والتربينة
OGV ريش توجيه الهواء الخارج من الضاغط

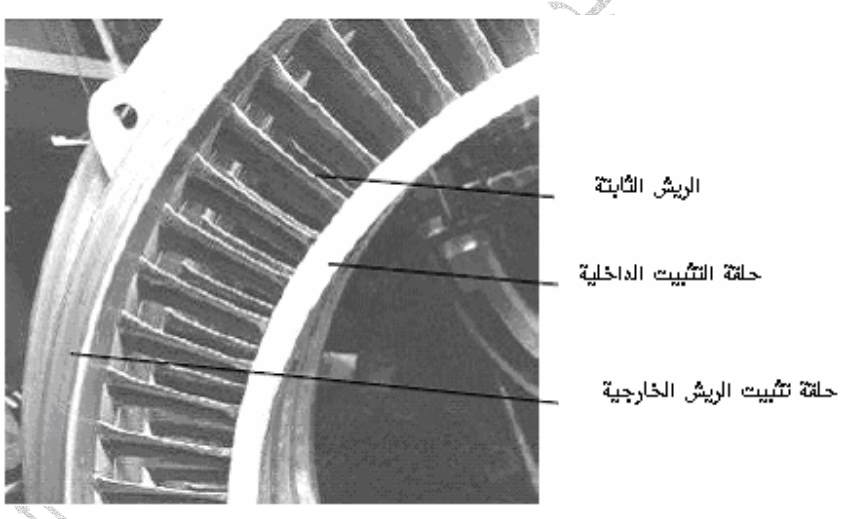
اسطوانات الريش المتحركة للضاغط

حيث يتم تقسيم العمود من جهة الضاغط على شكل اسطوانات وهى تحتوى على تجاويف لتثبيت الريش بها كما تحتوى على أسنان لتثبيت الاسطوانة مع الأسطوانة التالية كما هو موضح في الشكل أدناه



الريش الثابتة للضاغط

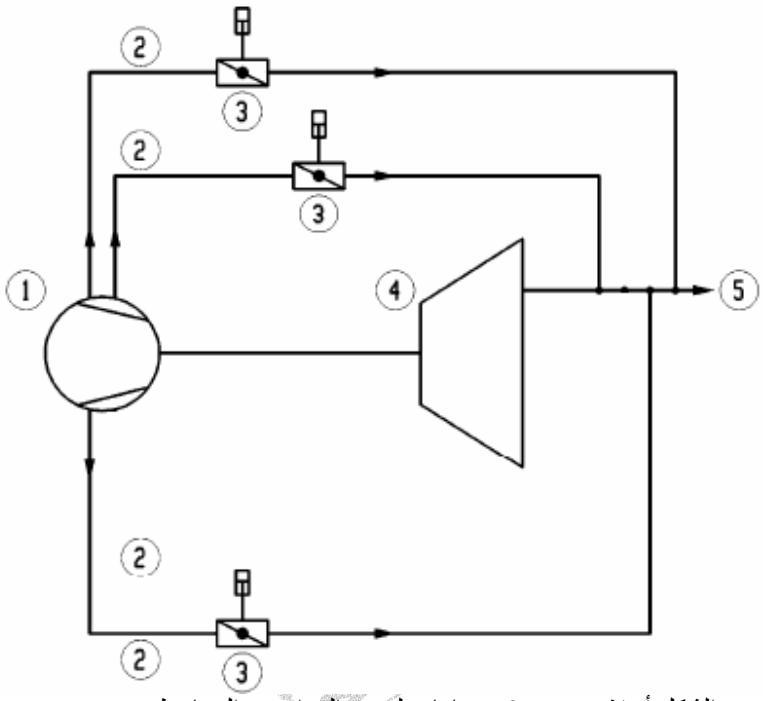
وهى تثبت في غطاء الضاغط عن طريق تجاويف بحيث يتم تركيبها داخل التجويف واحدة تلوا الأخرى ويتم تثبيتها بحلقتين حلقة من الداخل وحلقة من الخارج كما هو موضح في الشكل أدناه



صمامات نزف الهواءBLOW OFF VALVES

لإيقاف الحمل على ضاغط الهواء COMPRESSOR في التربينة الغازية إثناء بدء تشغيل أو إيقاف التربينة يتم فتح صمامات نزف الهواء للضاغط المثبتة في الغالب على المرحلة الخامسة والمرحلة التاسعة لمراحل ضاغط الهواء والتي بدورها تقوم بنزف الهواء إلى خارج الضاغط ليكون حمل الضاغط اقل من 30% وذالك لتفادى حدوث كبح SURGE في الضاغط بسبب اختلاف عزم الضاغط وعزم التربينة ويتم تمرير هواء صمامات النزف إلى مخرج العادم

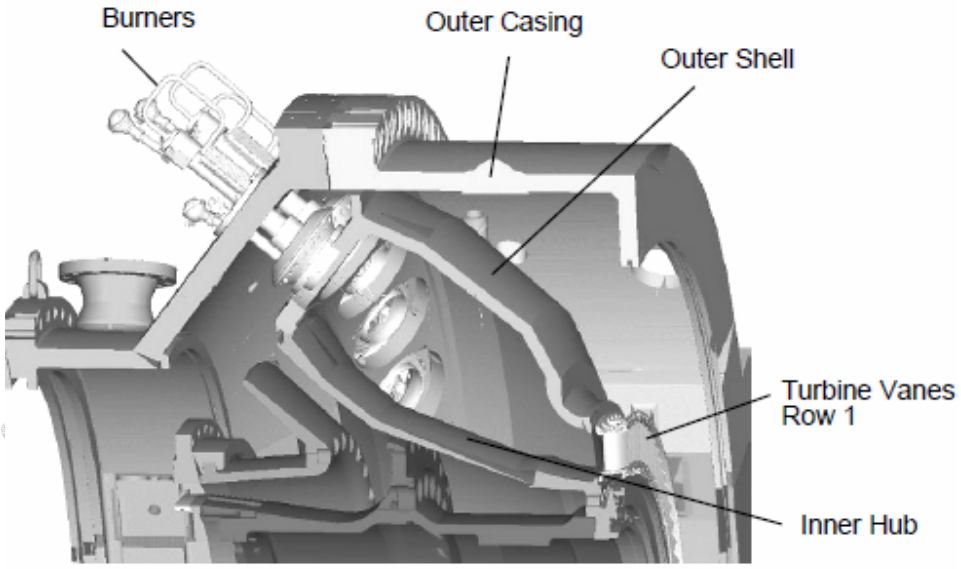
ويتكون الصمام من مكبس ونابض وصمام اسطواني ويتم غلق الصمام عن طريق ضغط ألهواء على المكبس المثبت اعلي الصمام لتتم عملية الغلق وعند فتح الصمام يتم إيقاف ضغط الهواء على المكبس فيتم فتح الصمام بفعل تأثير النابض ويتم التحكم في هواء فتح وغلق الصمامات عن طريق صمام كهرومغناطيسي يقوم بدفع هواء التحكم إلى صمامات النزف



الشكل أعلاه يوضح 3 صمامات لنزف الهواء من الضاغط

غرفة الاحتراق

تتكون غرفة الاحتراق من القميص الداخلي والحراقات ومراقبات اللهب كما هو موضح في الشكل أدناه



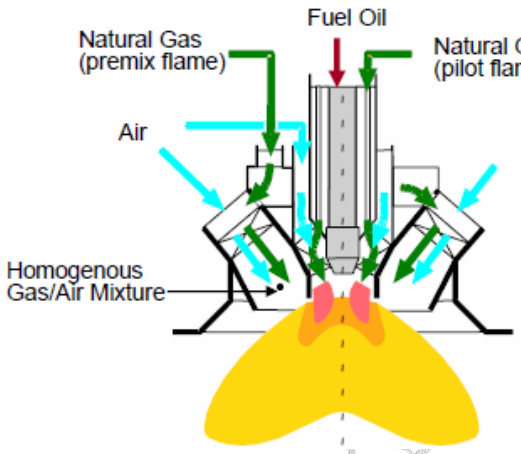
القميص الداخلي

وهو عبارة عن معدن مغطاء بقراميد حرارية لحمايته من الحرارة العالية ويتم تبريدها من الأسفل بواسطة هواء الضاغط ويعتبر القميص الداخلي لغرفة الاحتراق بمثابة ممر توجيه للغازات الساخنة إلى ريش التربينة كما هو موضح في الشكل أعلاه

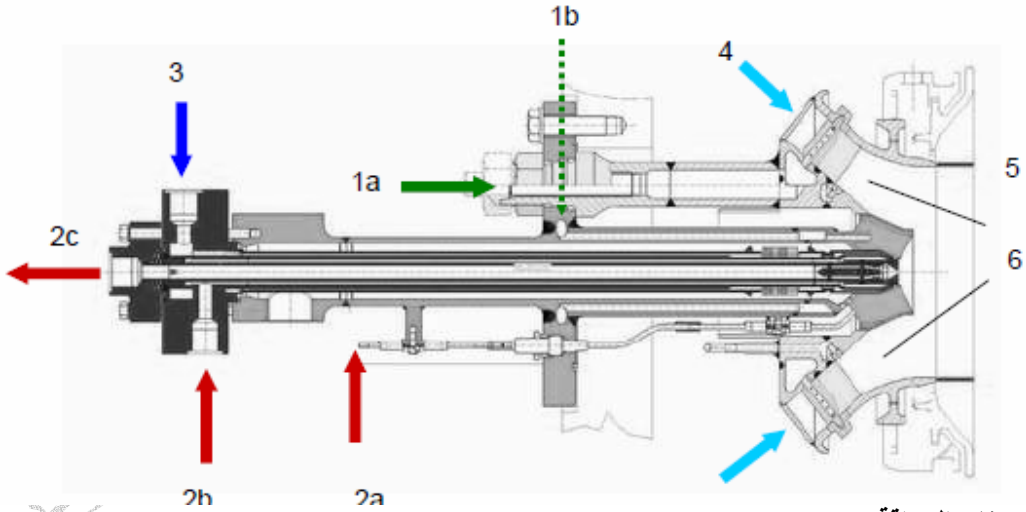
الحراقات

تتكون غرفة الاحتراق من 24 حراقة تقوم بمزج وحرق الوقود مع الهواء المضغوط وهى مثبتة على شكل حلقة لتكوين غرفة احتراق حلقية على محور التربينة

وتتكون كل حراقة من رشاش الوقود الخفيف FUEL OIL NOZZLE ورشاشين للوقود الغازي Pilot flame و Premix flame ونظام تذرية الوقود السائل SWIRLER وهو عبارة عن زعانف توجيه للهواء ثابتة تقوم بتدوير الهواء عند مروره من خلالها وذلك لعمل دوامة يتم من خلالها تجزئة الوقود السائل إلى ذرا صغيرة بسبب قوة الطرد المركزي وتحتوى أيضا على شمعتى احتراق مثبتتين عند فتحة خروج الغاز بجانب رشاش الوقود والشكل أدناه يوضح الشكل العام للحراقة



الشكل أعلاه يبين فتحات دخول الوقود والهواء للحراقة وشكل اللهب بعد الاشتعال



مكونات الحراقة

1a- رشاش مزج الوقود الغازي Premix
1b- رشاش حقن الوقود الغازي Pilot
2a- رشاش مزج الوقود السائل Premix
2b- رشاش نشر الوقود الغازي Diffusion
2c- خط الوقود الراجع
3- خط حقن الماء
4- خط الهواء المضغوط
5- قرص الحراقة
6- مروحة التذرية

مراقبات اللهب FLAME MONITOR

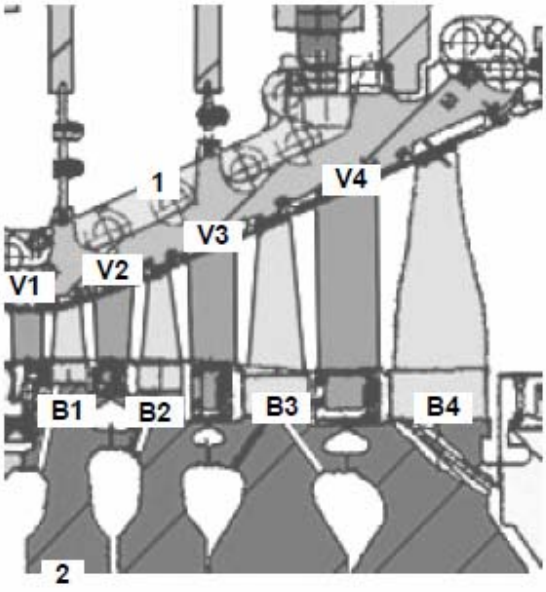
ووظيفتها مراقبة اللهب في غرفة الاحتراق وهى عبارة عن خلية كهر وضوئية حيث تحتوى غرفة الاحتراق على أربع مراقيبات للهب 2 للوقود الغازي و2 للوقود السائل

نظام تصريف الوقود لغرفة الاحتراق

عند فشل الاشتعال في غرفة الاحتراق خلال تشغيل التربينة الغازية يتم تجميع كمية من الوقود السائل أسفل غرفة الاحتراق وهذا قد يتسبب في حدوث انفجار في غرفة الاحتراق عند إعادة تشغيل التربينة وذالك نتيجة لتبخر الوقود السائل بعد تعرضه للحرارة العالية ولتفادى حدوث ذلك يتم تركيب صمام أسفل غرفة الاحتراق يتم فتح الصمام عند كل عملية إيقاف للتربينة الغازية لتصريف الوقود المتجمع أسفل الغرفة وعادتا يتم غلق الصمام خلال تشغيل التربينة قبل تشغيل نظام بدء الحركة

التربينة العازية GAS TURBINE

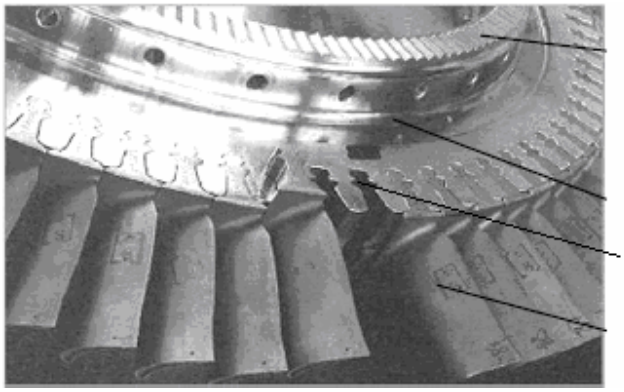
تتكون التربينة الغازية من عدة 4 مراحل من الريش المتحركة والثابتة وعمود الإدارة والغطاء العلوي والسفلى وكراسي التحميل حيث يتم تثبيت الريش المتحركة على العمود على هيئة اسطوانات ويتم تثبيت الريش الثابتة على الغطاء العلوي والسفلى ويتم تثبيت العمود على كراسي التحميل وتكون المراحل الأولى والثانية من الريش المتحركة والثابتة للتربينة الغازية مجوفة من الداخل ليتم تبريدها بالهواء الذي يتم سحبه من الضاغط كما هو مبين في الشكل أدناه



1- غطاء التربينة
2- عمود التربينة
V1,V2,V3,V4- الريش الثابتة للتربينة
B1,B2,B3,B4- الريش المتحركة للتربينة

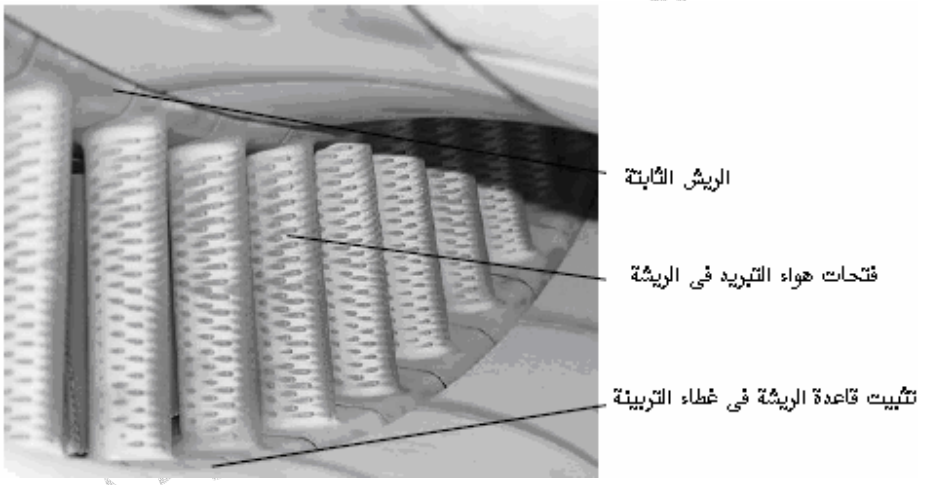
الريش المتحركة للتربينة

يتم تثبيت الريش المتحركة للتربينة في عمود الدوران عن طريق اسطوانات مثبتة بشكل حلقي على محور العمود حيث تكون الريش مجوفة ليتم تبريدها بالهواء الذي يتم سحبه من مخرج الضاغط كما هو موضح في الشكل أدناه



الريش الثابتة للتربينة

يتم تثبيت الريش الثابتة في غطاء التربينة الذي يتكون من جزأين جزء علوي وجزء سفلى وتكون الريش الثابتة مجوفة ليتم تبريدها بالهواء الذي يتم سحبه من مخرج الضاغط حيث تكون الريش المتحركة بعكس اتجاه الريش الثابتة كما هو موضح في الشكل أعلاه

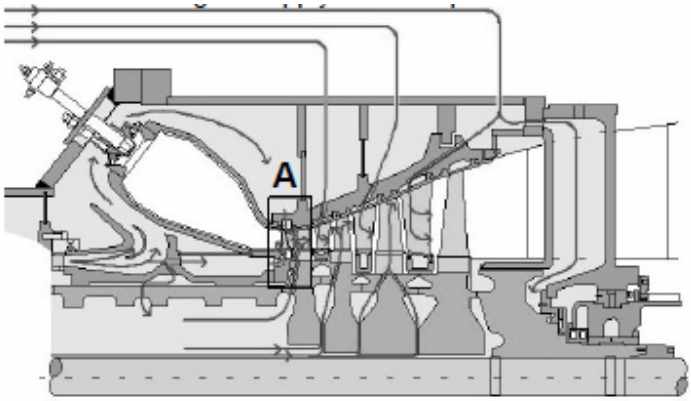


تبريد ريش التربينة

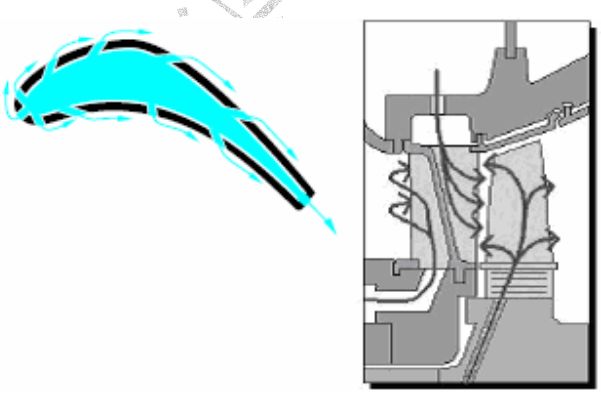
نظرا لتعرض الريش للحرارة العالية الناتجة من مرور الغازات الساخنة يتم تبريد الريش المتحركة والثابتة بالهواء من الداخل الذي يتم سحبه من الضاغط على ثلاثة مراحل

- الصف الأول الثابت يتم تبريده عن طريق خط هواء يتم سحبه من مخرج الضاغط ويتم التحكم فيه عن طريق صمام كهربائي بحيث يكون ضغط هواء التبريد ثابت ويزيد بزيادة الحمل على التربينة
- الصف الأول المتحرك يتم تبريده بواسطة تجويف في عمود الدوران للتربينة يمر من خلاله هواء التبريد إلى الريش ليتم تبريد جذر الريشة ومن ثم يتم تبريد الريشة بالكامل
- الصف الثاني الثابت يتم تبريده عن طريق خط هواء يتم سحبه من المرحلة 12 من مراحل الضاغط ويتم التحكم فيه عن طريق صمام كهربائي بحيث يكون ضغط هواء التبريد ثابت ويزيد بزيادة الحمل على التربينة
- الصف الثاني المتحرك يتم تبريده بواسطة تجويف في عمود الدوران للتربينة يمر من خلاله هواء التبريد الذي يتم سحبه من المرحلة 12 من مراحل الضاغط لدفعه إلى الريش ليتم تبريد جذر الريشة ومن ثم يتم تبريد الريشة بالكامل

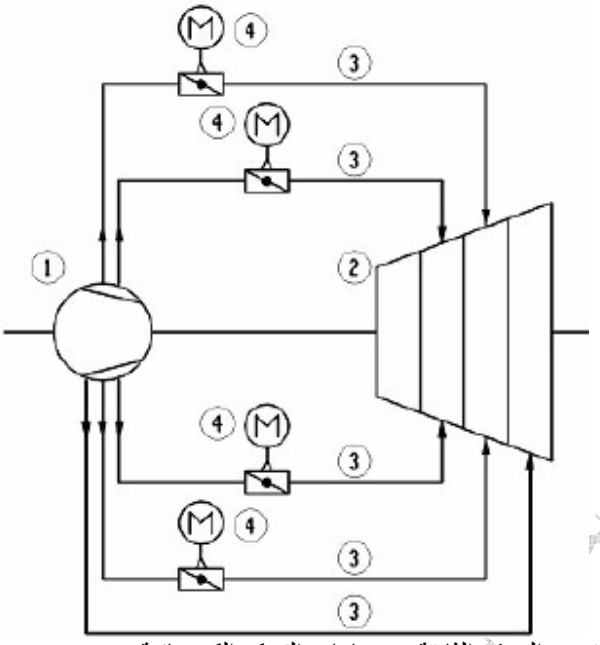
- الصف الثالث الثابت يتم تبريده عن طريق خط هواء يتم سحبه من المرحلة 12 من مراحل الضاغط ويتم التحكم فيه عن طريق صمام كهربائي بحيث يكون ضغط هواء التبريد ثابت ويزيد بزيادة الحمل على التربينة
- الصف الثالث المتحرك يتم تبريده بواسطة تجويف في عمود الدوران للتربينة يمر من خلاله هواء التبريد الذي يتم سحبه من المرحلة 12 من مراحل الضاغط لدفعه إلى الريش ليتم تبريد جذر الريشة ومن ثم يتم تبريد الريشة بالكامل
- الصف الرابع الثابت يتم تبريد جذر الريشة فقط بنفس خط هواء تبريد الصف الثالث
- الصف الرابع المتحركة يتم تبريد جذر الريشة فقط بنفس خط هواء تبريد الصف الثالث



الشكل أعلاه يبين خطوط تبريد الريش الثابتة والمتحركة للتربينة وتبريد القميص الداخلي لغرفة الاحتراق



الشكل أعلاه يبين طريقة تبريد الريشة المتحركة والثابتة من الداخل ويبين توزيع فتحات التبريد على الريشة



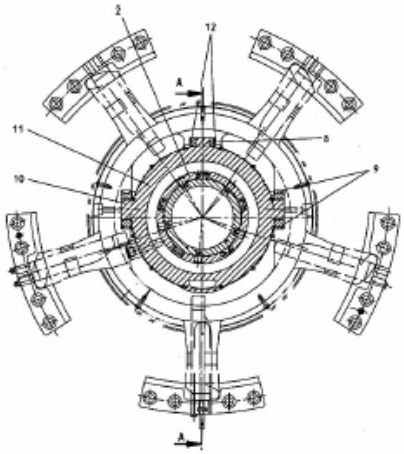
الشكل أعلاه يبين خطوط تبريد الريش الثابتة وصمامات التحكم الكهربائية

العمود

يصنع عمود التربينة من الحديد الصلب على هيئة قطع اسطوانية يتم لحامها مع بعضها لتكون عمود كامل لحمل الريش المتحركة للضاغط والتربينة حيث يتم تثبيتها في تجاويف بشكل حلقي على محور العمود ويحتوى العمود على مانع التسرب من جهة الضاغط والتربينة ليمنع تسرب الهواء المضغوط من جهة الضاغط ويمنع تسرب الغازات الساخنة من جهة التربينة وهو عبارة عن عده مراحل من شفرات اسطوانية تكون ملامسة للغطاء تقوم بتكسير الضغط إلى إن يتم منع تسرب الهواء وعادتا يكون مانع التسرب مكون من 5-6 مراحل ويحتوى العمود على فتحات لوضع أوزان وذالك للوزن العمود ديناميكيا في حالة حدوث اهتزاز على العمود

كراسي التحميل BEARING

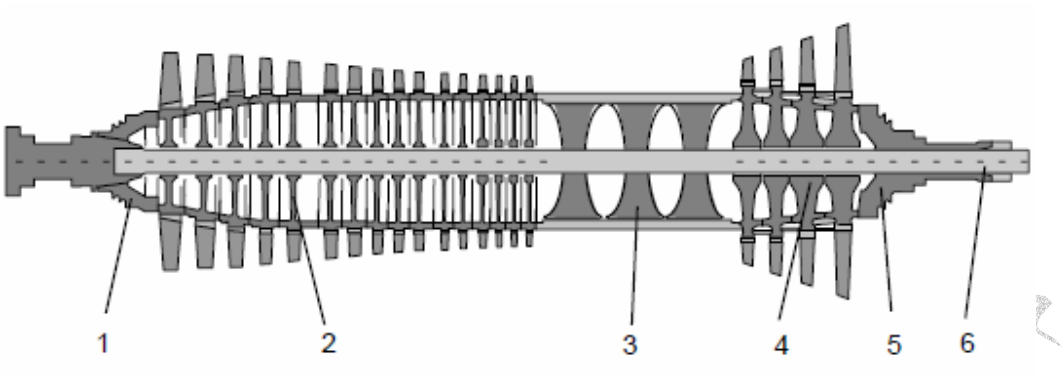
يتم تثبيت عمود التربينة بعدد 2 كرسي تحميل الأول من جهة التربينة والثاني من جهة الضاغط ويتكون كرسي التحميل من جزأين الجزء العلوي والجزء السفلى ومانع تسرب الزيت والغطاء حيث يتم تثبيت الجزء العلوي مع الجزء السفلى بمسامير ربط يتم تغطيتهما بالغطاء الذي يحتوى على فتحة التزييت ومانع تسرب الزيت الذي يتكون عن عدة مراحل من شفرات نحاسية على هيئة قوس تلامس العمود لتمنع تسرب الزيت بين الغطاء والعمود كما يتم تفريغ غطاء كرسي التحميل من الهواء وذلك لتسهيل رجوع الزيت إلى الخزان



الشكل أعلاه يبين الحامل وكرسي التحميل للتربينة

م/صالح ...
...ة الإلكترونية

أجزاء عمود التربينة

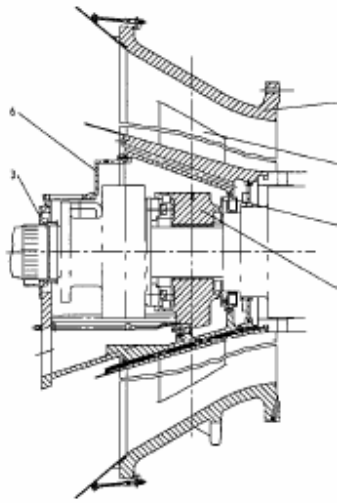


1- فتحات وزن العمود الأمامية
2- اسطوانات ريش الضاغط
3- اسطوانات العمود المجوفة
4- اسطوانات ريش التربينة
5- فتحات وزن العمود الخلفية
6- العمود الأوسط الرئيسي

كرسي منع الإزاحة المحورية

يتم تثبيت العمود من الإزاحة المحورية عن طريق كرسي الإزاحة المحورية THRUST BEARING الناتجة عن رد فعل ضغط الضاغط واندفاع الغازات الساخنة للتربينة وهو عبارة عن مساند مكونة من معدن يقاوم درجة الحرارة العالية تثبت بشكل دائري لتقوم بتثبيت العمود محوريا كما يحتوى كرسي الإزاحة المحورية على غطاء ومانع تسرب لزيت التزييت

الشكل أدناه يبين كرسي تحميل ومانع تسرب للزيت



نظام الوقود السائل FUEL OIL SYSTEM

ويتكون من مضخات الدفع الأمامية لسحب الوقود السائل من الخزان الرئيسي ودفع الوقود إلى المنظومة عند ضغط 5bar وتتكون المنظومة من صمام رئيسي MAIN VALVE ومصفى FILTER لتنقية الوقود من الشوائب ومعوضات الضغط Accumulator ومضخة وقود رئيسية FUEL PUMP لرفع ضغط الوقود إلى حوالي 90bar وتتكون أيضا من ثلاثة خطوط للتحكم في الكمية الوقود الداخلة إلى غرفة الاحتراق

- خط نشر الوقود Diffusion line

ويتكون الخط من صمام الإيقاف الأضطراري ESV وصمام التحكم في كمية الوقودCV وصمام مغناطيسي لحقن الماء عند إيقاف المنظومة

- خط مزج الوقود Premix line

ويتكون الخط من صمام الإيقاف الاضطراريESV وصمام التحكم في كمية الوقود CV وصمام مغناطيسي لحقن الماء عند إيقاف المنظومة

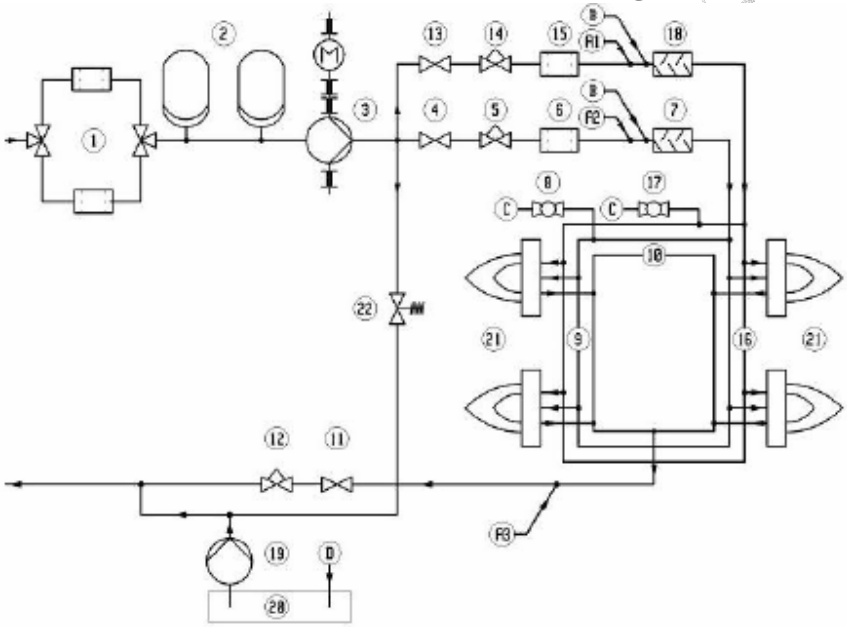
- خط الوقود الراجع Return line

ويتكون الخط من صمام الإيقاف الاضطراريESV وصمام التحكم في كمية الوقود CV الراجعة إلى الخزان وصمام مغناطيسي لحقن الماء عند إيقاف المنظومة

منظومة حقن الماء water injection

عند إيقاف منظومة الوقود السائل فان كمية الوقود المتبقية في الخطوط يمكن إن تسبب في غلق رشاشات الوقود السائل نتيجة لتعرضه للحرارة العالية وبالتالي تفحم الوقود ولتفادى هذه المشكلة يتم حقن ماء في الخطوط ليحل محل الوقود المتبقي

وتحتوى المنظومة على مضخة لحقن الماء وصمامات مغناطيسية وخزان للمياه

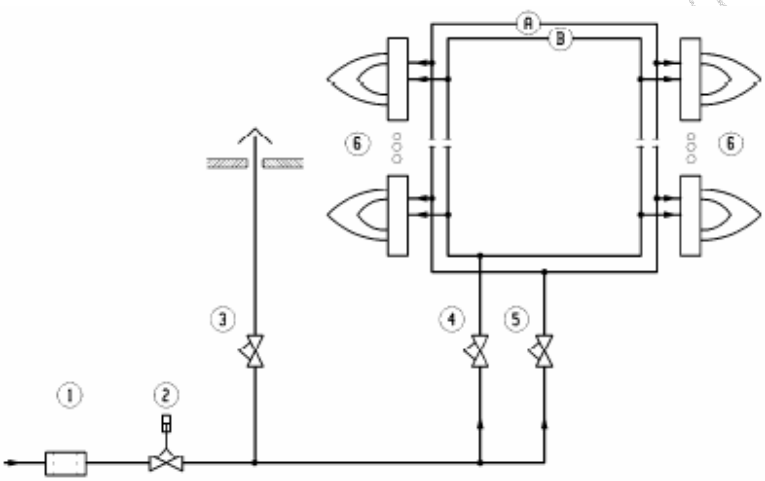


1- مصفيات الوقود
2- معوضات الضغط
3- مضخة الوقود
4- صمام الإيقاف الاضطراري لخط نشر الوقود Diffusion line
5- صمام التحكم في كمية الوقود لخط نشر الوقود Diffusion line
6- المصفى النهائي لخط نشر الوقود Diffusion line
8- خط دفع هواء العزل لخط نشر الوقود Diffusion line
9- حلقة توزيع الوقود على الرشاشات لخط نشر الوقود Diffusion line
10- خط الوقود الراجع Return line
11- صمام الإيقاف الاضطراري لخط الوقود الراجع Return line
12- صمام التحكم في كمية الوقود لخط الراجع Return line
13- صمام الإيقاف الاضطراري لخط مزج الوقود Premix line
14- صمام التحكم في كمية الوقود لخط مزج الوقود Premix line
15- المصفى النهائي لخط مزج الوقود Premix line
16- حلقة توزيع الوقود على الرشاشات لخط مزج الوقود Premix line

17- خط دفع هواء العزل لخط مزج الوقود Premix line
19- مضخة تصريف الوقود
20- خزان تصريف الوقود
21- الحراقات
22- صمام أمان لمنظومة الوقود السائل

نظام الوقود الغازي GAS FUEL SYSTEM

يتكون من صمام الإيقاف الاضطراريESV وخطين من خطوط الوقود الغازي خط الحقن pilot line ويتكون من صمام التحكم في كمية الوقود CV وخط المزج Premix line ويتكون من صمام التحكم في كمية الوقود CV ويحتوى على نظام تصريف المتكاثف لخطوط الوقود وصمام تصريف الوقود الغازي في حالة إيقاف التشغيل



1- خط الوقود الغازي
2- صمام الإيقاف الاضطراري
3- صمام تصريف الوقود
4- صمام التحكم في كمية الوقود لخط مزج الوقود Premix line
5- صمام التحكم في كمية الوقود لخط حقن الوقود Pilot line
6- الحراقات

نظام زيت التزييت LUBE OIL

يعتبر نظام زيت التزييت من أهم الأنظمة المساعدة في التربينة الغازية حيث يتم من خلاله تزييت وتبريد جميع كراسي التحميل للتربينة . ويتكون نظام زيت التزييت من مضختين كهربائيتين الأولى رئيسية والأخرى مساعدة تقوم بسحب الزيت من الخزان ودفعه إلى المصفيات ومن ثم إلى كراسي التحميل وذالك في حالة تشغيل وإيقاف التربينة الغازية كما تحتوى المنظومة على أنظمة مساعدة منها:-

مقياس المستوى LEVEL INDICTOR

وهو عبارة عن مقياس مغناطيسي يقوم بتشغيل إنذار في حالة هبوط مستوى الزيت إلى نقطة التحديد على المقياس

مسخن الزيت OIL HEATER

يقوم بتسخين الزيت في حالة إيقاف التربينة وعادتا يتم تشغيل المسخن عن طريق مفتاح حراري عندما تصل درجة حرارة الزيت إلى اقل من 20 C

مضخة الطوارئ للمنظومة EMERGENCY OIL PUMP

عند انقطاع التيار الكهربائي على التربينة يتم تشغيل مضخة زيت تزييت تعمل بالتيار المستمر حيث يتم عن طريقها تزييت كرسي التحميل للتربينة ودفع زيت إلى مضخة رفع العمود لتامين تشغيل منظومة تدوير العمود وهى تعمل على مصدر من البطاريات بجهد 220VDC

مصفيات الزيت OIL FILTER

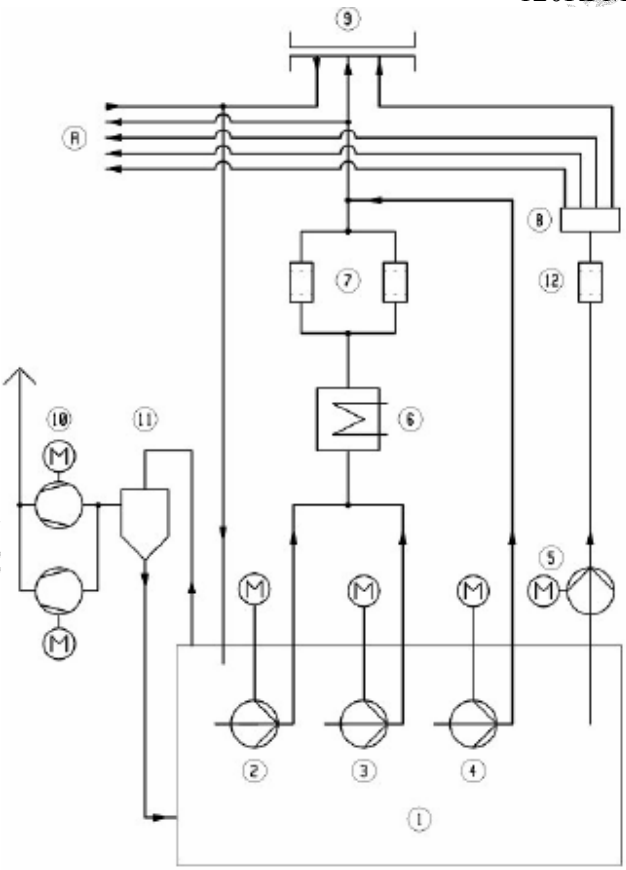
تقوم مصفيات الزيت بتنقية الزيت من الشوائب ويتم تركيب مقياس فرق ضغط لمراقبة الضغط على طرفي المصفى وذالك لتأكد من عدم اتساخ المصفى وهبوط الضغط عند خرج المصفى ويوجد في المنظومة عدد 2 من المصفيات بحيث يمكن التغيير بينهما في حالة اتساخ المصفى اثنا اشتغال المنظومة

منظومة سحب أبخرة الزيت وخلخلة الخزان VACUUM OIL SYSTEM

يتم تثبيت مروحتين أحداهما رئيسية والأخرى احتياطية وذالك لسحب ألأبخرة الناتجة من الارتفاع السريع لدرجة حرارة الزيت وطردها إلى خارج الخزان وأيضا جعل الضغط داخل الخزان اقل من الضغط الجوى لتسهيل عملية رجوع الزيت من كراسي التحميل إلى الخزان ويمكن التحكم في ضغط الخزان عن طريق صمام يدوى مثبت على خط السحب من الخزان كما يوجد مؤشر يقيس مستوى التفريغ داخل الخزان

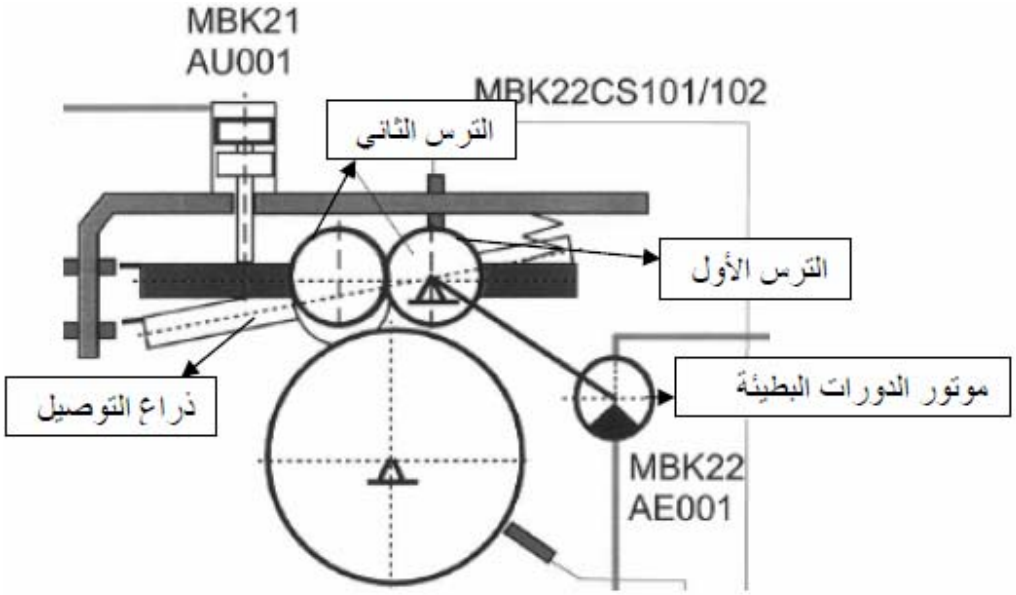
نظام تدوير العمود Rotor Turning Device

ووظيفته تدوير العمود بعد عملية إيقاف التربينة الغازية وذلك لتفادى حدوث انحناء للعمود نتيجة لعدم تساوى درجة حرارته وتتكون المنظومة من ترس تدوير هيدروليكي وترس تدوير عادى وذراع التحكم وصمامين للتحكم في ضغط الزيت ومقياس السرعة حيث عند إيقاف التربينة يتم تشغيل مضخة رفع العمود لتسهيل عملية دوران العمود وعندما تصل السرعة إلى اقل من 110 RPM يتم فتح صمام الزيت الذي يقوم بدفع الزيت القادم إلية من مضخة رفع العمود إلى ترس التدوير ومن ثم يتم فتح صمام الزيت الخاص بذراع التحكم ليقوم بتعشيق الترس الهيدروليكي مع العمود والذي يقوم بتدوير العمود 120RPM



1- خزان الزيت
2- المضخة الرئيسية
3- المضخة المساعدة
4- المضخة الاضطرارية
5- مضخة رفع العمود
6- المبادل الحراري

7- مصفيات الزيت
8- منظومة التحكم في زيت رفع العمود
9- كراسي التحميل
11- نظام عزل الماء من الزيت
12- مصفى الزيت لخط زيت رفع العمود



الشكل أعلاه يبين منظومة تدوير العمود

مضخة رفع العمود LIFTING PUMP

نظرا لثقل عمود الدواران في التربينة الغازية يجب رفع العمود وذالك بتكوين شريط زيت ما بين كرسي التحميل وعمود التربينة عن طريق مضخة زيت لضخ الزيت إلى فتحات تحت كراسي التحميل للعمود فيتكون شريط زيت مابين كرسي التحميل والعمود لمنع الاحتكاك وتسهيل الحركة للعمود وهى مضخة كهربائية تعمل بجهد 380V AC وعند ضغط 250BAR

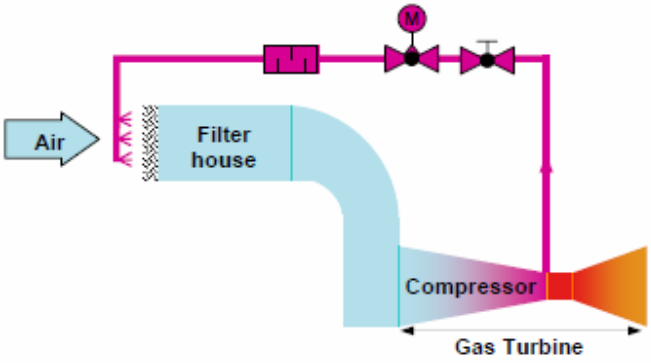
نظام التبريد بالماء WATER COOLING

تحتوى منظومة التبريد بالماء على مبادل حراري لتبريد هواء تبريد ملفات المولد ومبادل حراري أخر لتبريد زيت التزييت لكراسي التحميل للتربينة حيث يكون ضغط المياه في أنابيب التبريد اكبر من 2 BAR ويتم تدوير المياه عن طريق مضخة كهربائية لتضخ المياه إلى المبادل الحراري لتبريد مياه التبريد عن طريق مراوح كهربائية

نظام مدخل الهواء AIR INTAKE SYSTEM

يحتوى نظام مدخل الهواء على عدد كبير من المصفيات لتنقية الهواء الداخل إلى الضاغط من الشوائب ويتم تنظيف مصفيات الهواء من الشوائب عن طريق نظام التنظيف الذاتي حيث يتم دفع هواء مضغوط داخل المصفى بعكس اتجاه سحب الهواء يصل ضغط الهواء إلى أكثر من 8 BAR لتنظيف المصفى من الأتربة العالقة ليتم سحب الأتربة إلى الأسفل عن طريق مراوح سحب كهربائية

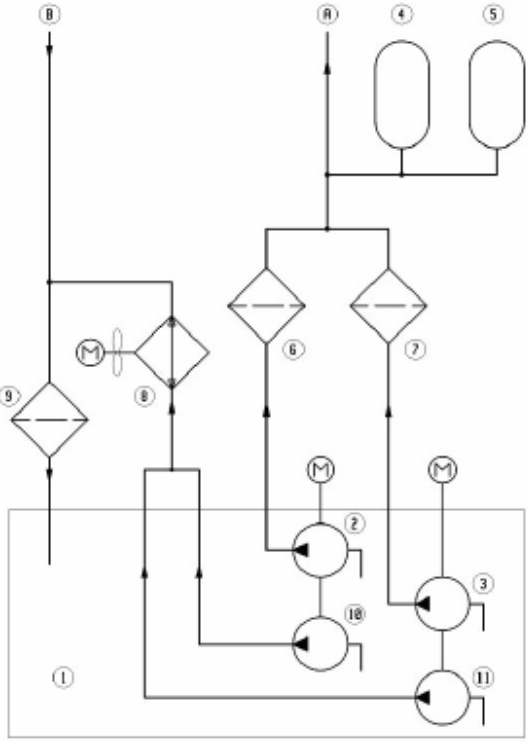
كما تحتوى المنظومة على رشاشات الهواء الساخن والتي تستخدم في مكافحة التثليج على مصفيات المنظومة حيث تعمل المنظومة عندما تصل درجة حرارة الجو إلى اقل من 8C ونسبة الرطوبة أعلى من 70%



الشكل أعلاه يبين نظام مدخل الهواء وممر الهواء إلى الضاغط ونظام مكافحة التثليج

منظومة زيت القدرة HYDRAULIC OIL SYSTEM

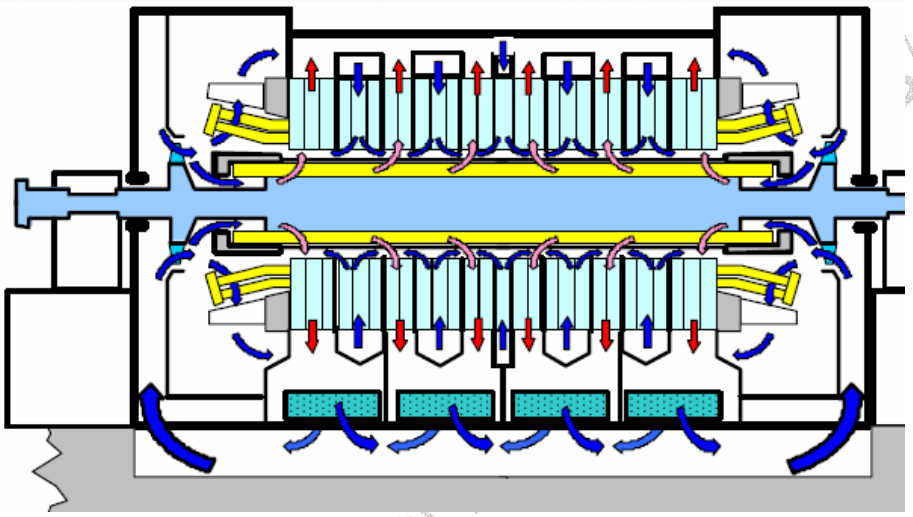
وهى منظومة ذات ضغط عالي تستخدم في فتح وغلق صمامات الوقود الهيدروليكية حيث يتم ضغط الزيت إلى 160 BAR ومرور الزيت على صمامات أمان SAFETY VALVE بالتحكم في ضغط الزيت للمنظومة وتحتوى المنظومة أيضا على عدد 2 مصفى ومسخن ومعوضات للضغط ومبادل حراري لتبريد الزيت في حالة ارتفاع درجة حرارته ويتم مد جميع الصمامات بخط زيت بحيث يتم فتح وغلق الصمامات عن طريق صمام مغناطيسي يقوم بدفع الزيت إلى المكبس PISTON المثبت اعلي الصمام الذي بدوره يقوم بالضغط على النابض SPRING ليتم فتح الصمام وعند عملية الغلق يتم غلق الصمام عن طريق إيقاف ضغط الزيت على المكبس بواسطة الصمام المغناطيسي الذي يستقبل إشارة الفتح والغلق من منظومة التحكم CONTROL SYSTEM



1- خزان الزيت الهيدروليكي
2- المضخة الهيدروليكية لاحتياطية
3- معوضات الضغط
6- مصفيات الزيت
8- المبادل الحراري
9- مصفى زيت

نظام التبريد بالهواء للمولد GENERATOR COOLING

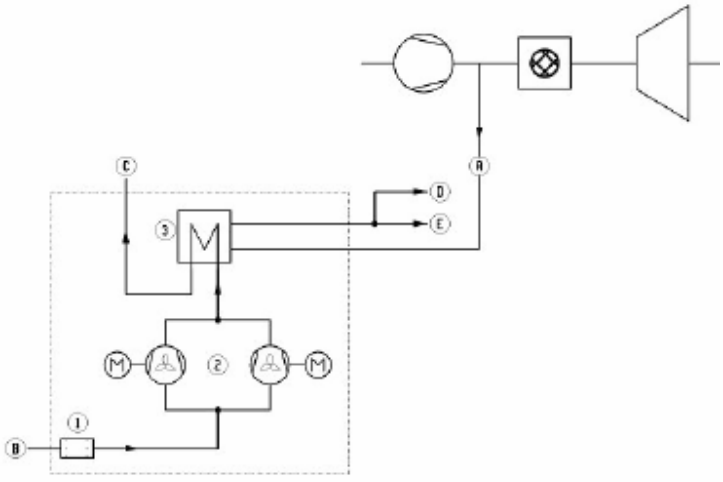
نتيجة لمرور تيار عالي في الملفات إثناء تحميل المولد والذي يتسبب في رفع درجة حرارة الملفات يتم تبريد ملفات المولد بدورة التبريد بالهواء المغلقة وفيها يتم تمرير هواء إلى ملفات المولد الثابتة والمتحركة عن طريق مراوح مثبتة على عمود المولد لتبريد الملفات ومن ثم يمرر الهواء الساخن على مبادل حراري WATER COOLER مثبت في جنبي المولد لتبريد الهواء ومن ثم تمرير الهواء البارد إلى الملفات مرة أخرى وهكذا وتسمى هذه الطريقة بالدورة التبريد المغلقة والمبادل الحراري يحتوى على مياه تبريد يكون عادتا تحت ضغط 2 BAR يتم تدوير المياه عن طريق مضخة WATER COOLING PUMP لتمرير المياه الساخنة إلى مبادل حراري يتم من خلاله تبريد المياه بالهواء عن طريق مراوح كهربائية.



الشكل أعلاه يبين تبريد المولد بالهواء (دورة المغلقة)

هواء العزل لمنظومة الوقود السائل Seal air system

عند تشغيل التربينة بالوقود الغازي يتم حقن هواء داخل خطوط الوقود السائل وذالك لتبريد رشاشات الوقود السائل من الحرارة العالية وأيضا لمنع الغازات الساخنة من الرجوع عبر خطوط الوقود السائل
حيث يتم سحب هواء من الضاغط الرئيسي وتبريده عن طريق مبادل حراري ومراوح لتخفيض درجة حرارته إلى 130 C ومن ثم دفع الهواء داخل خطوط الوقود السائل



1- مصفى الهواء
2- مراوح التبريد بالهواء

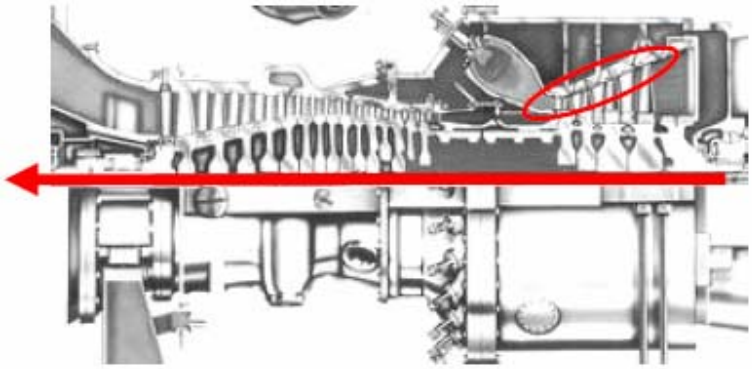
3- مبادل الحراري لهواء العزل
A- مصدر هواء العزل من الضاغط
B- هواء الجوى لتبريد هواء العزل
C- خروج هواء التبريد
D- خط هواء العزل لخط المزج
E- خط هواء العزل اخط النشر

نظام بدء الحركة للتربينه الغازية STATIC FREQUENCY CONVERTER

مغير الذبذبة الثابت وهو عبارة عن منظومة متكاملة وظيفتها تشغيل المولد كمحرك في بداية تشغيل التربينة الغازية وهى تعتمد في نظرية عملها على تحويل التيار المتغير إلى تيار مستمر عن طريق ثايرسترات ومن ثم تحويل التيار المستمر إلى تيار متغير وذلك بفتح وغلق الثايرسترات تدريجيا لكي نحصل على تغير في الذبذبة تدريجيا وبالتالي يتم تغيير السرعة تدريجيا حتى يتم تعجيل سرعة التربينة

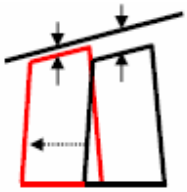
عملية تحسين خلوصات ريش التربينة الغازية

عند تحميل التربينة الغازية ونتيجة لقوة الفعل والرد فعل الناتجة من تمدد الغازات الساخنة على ريش التربينة فان عمود التربينة يتم إزاحته في اتجاه تدفق الغازات الساخنة مما يتسبب في زيادة الثغرة مابين غطاء التربينة والريش وبالتالي زيادة الفقد نتيجة لمرور قدر كبير من الغازات الساخنة عبر هذه الثغرة لذالك تم وضع منظومة تحسين الخلوصات والتي تقوم بتحريك عمود التربينة في عكس اتجاه تدفق الغازات الساخنة كما هو موضح في الشكل أدناه ومبين بالسهم الأحمر

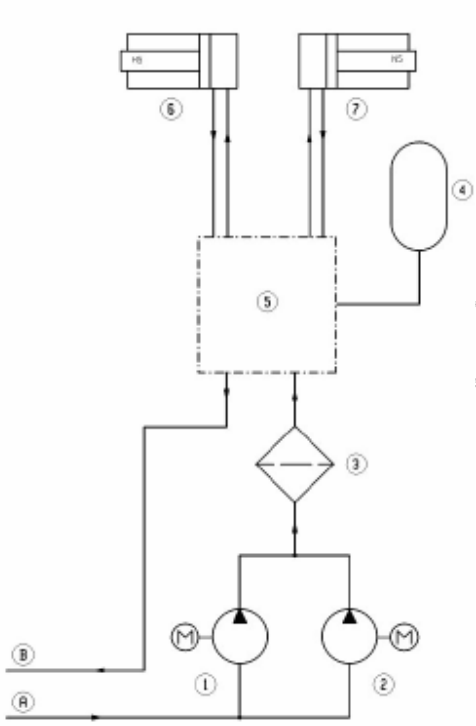


الشكل أدناه يبين الفرق مابين حال الريش قبل تشغيل منظومة تحسين الخلوصات وبعد تشغيل المنظومة حيث نلاحظ إن الثغرة مابين غطاء التربينة والريش تكون كبيرة في حالة عدم تشغيل المنظومة والتي تمثل الريشة باللون الأسود وتكون الثغرة مابين غطاء التربينة والريش صغيرة عند تشغيل المنظومة والتي تمثل الريشة باللون الأحمر

ملاحظة تكون سماحية تحريك العمود مابين 2.5 mm وحتى 4 mm



مكونات المنظومة



1- مضخة الزيت 1
2- مضخة الزيت 2
3- مصفى الزيت
4- معوضات الضغط
5- صندوق التحكم في ضغط الزيت
6- مكبس الضغط في اتجاه تقليل الخلوص
7- مكبس الضغط في اتجاه تكبير الخلوص
A- مصدر الزيت من خط زيت التزييت
B- الزيت الراجع

م/صالح سعيد
الكترونية الالكترونية

تشغيل وإيقاف التربينة الغازية Startup \ Shutdown

تشغيل التربينة Startup

عند بدية تشغيل التربينة الغازية يجب اتخاذ عدة إجراءات وذالك لسلامة المعدة والمشغل حيث يجب التأكد من تشغيل جميع الأنظمة المساعدة للتربينة الغازية مثل منظومة زيت التزييت ومنظومة تبريد المولد ومنظومة تدوير العمود

في بداية تشغيل التربينة الغازية يتم التأكد من تشغيل الأنظمة المساعدة مثل منظومة تبريد الزيت ومنظومة تبريد المولد ثم التأكد من تشغيل منظومة تدوير العمود ومن ثم تشغيل التربينة بواسطة نافذة التحكم في تشغيل وإيقاف التربينة الغازية حيث يمكن تتبع خطوات التشغيل خطوة بخطوة إلى إن يتم ربط المولد على الشبكة وعند تشغيل التربينة يقوم نظام التحكم بالتأكيد على تشغيل جميع المنظومات السابقة ثم التأكد من فتح بوابة دخول الهواء إلى الضاغط وإيقاف منظومة تسخين ملفات المولد ثم تتم الخطوات التالية

- غلق صمام تصريف الوقود الخاص بغرفة الاحتراق ثم إيقاف منظومة تدوير العمود وفتح ريش التوجيه الخاصة بالضاغط بنسبة فتح 11%
- تشغيل نظام بدء الحركة للوحدة SFC
- عندما تصل سرعة التربينة إلى أكثر من 350RPM عندها يتم فتح صمام الإيقاف الاضطراري لمنظومة الوقود الغازي ESV ثم يتم فتح صمام التحكم لخط حقن الوقود Pilot line بنسبة فتح 23% ويتم تشغيل نظام القدح للحراقات ليتم الاشتعال في غرفة الاحتراق
- وعند سرعة 480 RPM يتم إيقاف مضخة رفع العمود
- عندما تصل سرعة إلى 1560 RPM عندها يتم فتح صمام التحكم لخط مزج الوقود Premix line وتشغيل منظومة هواء العزل لخطوط الوقود السائل Seal air
- عندما تصل السرعة إلى 2200 RPM عندها يتم إيقاف منظومة بدء تشغيل الوحدة SFC
- عندما تصل السرعة إلى 2900 RPM عندها يتم إغلاق صمامات نزف الهواء المرحلة 1و2 وتشغيل نظام تحريض المولد SEE
- وعند سرعة 2970RPM يتم إغلاق صمام نزف الهواء المرحلة 3
- وعند سرعة 3000RPM يتم تشغيل نظام التوافق لربط المولد مع الشبكة وتحميل المولد
- بعد ساعة من تحميل المولد يتم تشغيل منظومة HCO تحسين خلوصات التربينة
- وعندما تصل حرارة العادم إلى أكثر من 570C يتم فتح ريش التوجيه تدريجيا إلى إن تصل نسبة فتح ريش التوجيه إلى 100% عندها يتم انتقال متحكم التربينة الغازية من المتحكم في الحمل LOAD CTRL إلى المتحكم في حرارة العادم OTC CTRL

إيقاف التربينة Shutdown

عند إيقاف التربينة يتم إيقاف منظومة HCO ثم تخفيض أحمال المولد تدريجيا إلى إن يتم فتح مفتاح المولد وعزل المولد من الشبكة ثم يتم غلق جميع صمامات التحكم لخطي الوقود Premix line وPilot line وغلق صمام ESV وفتح صمامات نزف الهواء وعند سرعة 480 RPM يتم تشغيل مضخة رفع العمود وعندما تصل السرعة إلى اقل من 120RPM يتم تشغيل منظومة تدوير العمود وبعد 25 دقيقة من فتح قاطع المولد يتم تشغيل منظومة تسخين ملفات المولد