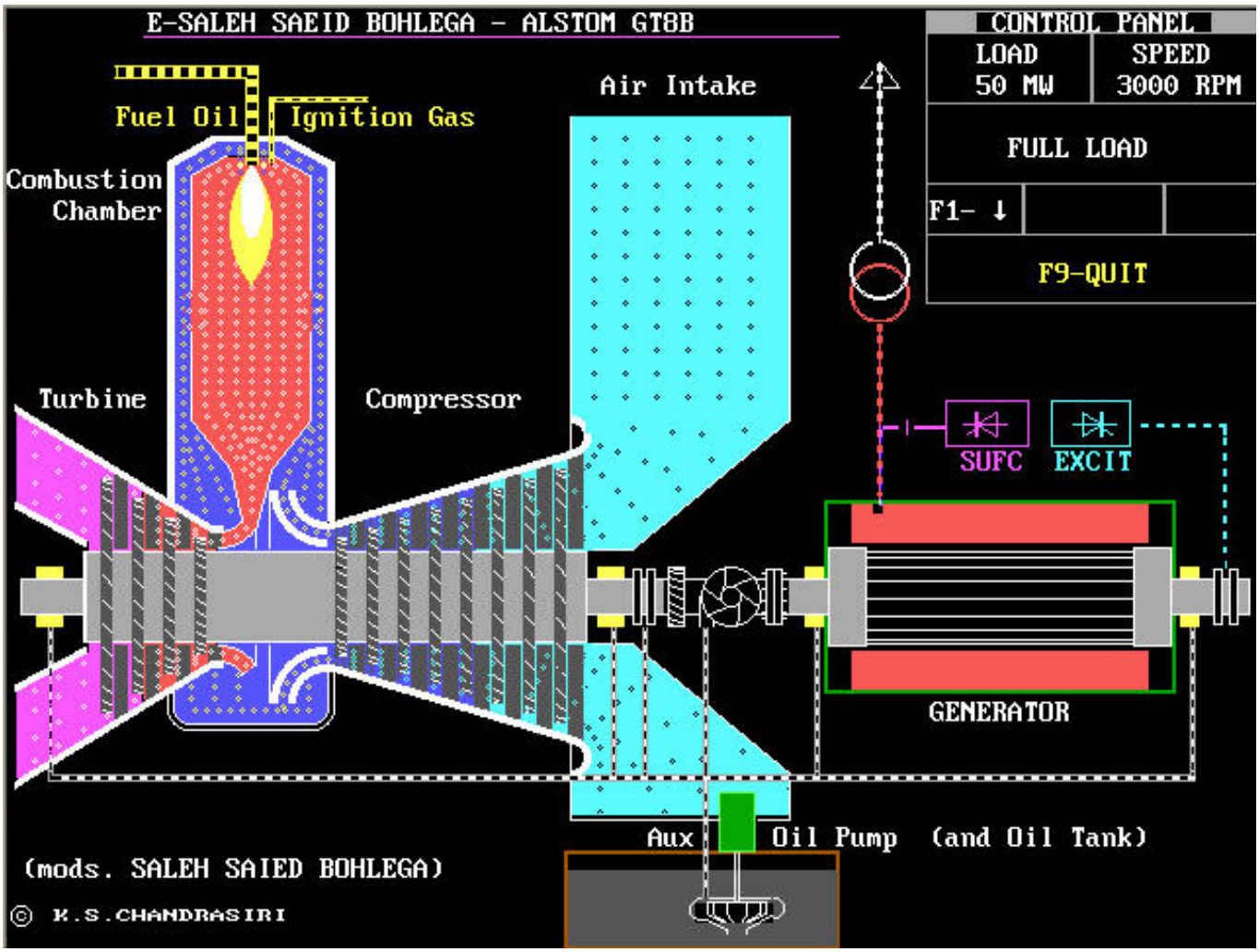
بسم الله الرحمن الرحيم

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

مهندس صالح سعيد بوحليقة
Email zwuitina@yahoo.com

اعداد / صالح سعيد بوحليقة



التربينة الغازية Gas Turbine

تتميز المحطات الغازية بسرعة تشغيلها حيث يقدر زمن تشغيل التربينات الغازية من 9.5 إلى 15 دقيقة لذلك تستخدم المحطات الغازية عادتا كمحطات تشغيل اضطراري ونظرا لتدنى كفاءة التربينات الغازية التي تقدر ب32 إلى 35% وأيضا نظرا لارتفاع درجة حرارة العادم يتم تصميم التربينات الغازية في أغلاب الأحيان بدورات مركبة حيث يتم تمرير عادم التربينات الغازية إلى غلاية لإنتاج البخار و تشغيل تر بينة بخارية وتعتبر الدورة المركبة رفع كفاءة التربينة الغازية حيث تعتبر محطات الدورة المركبة من اكبر المحطات كفاءة وتقدر ب 43-52 %

أجزاء التربينة الغازية

- نظام مدخل الهواء
- ضاغط الهواء
- غرفة الاحتراق
- التربينة العازية
- صندوق التروس
- المولد

اعداد / صالح سعيد بوحليقة

نظام مدخل الهواء

ويحتوى على عدد كبير من المصفيات لتنقية الهواء الداخل إلى الضاغط من الشوائب وعادتا تتكون المصفيات من ورق ترشيح او قماش مغمور فى الزيت

ضاغط الهواء المحوري

ووظيفتة توفير الهواء ألازم لعملية الاحتراق وهواء تبريد أجزاء التربينة ويتكون الضاغط من عدة مراحل من الريش الثابتة والمتحركة والغطاء العلوي والغطاء السفلى 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 الأنضغاط لضاغط الهواء على عدد مراحل الريش وزاوية ميل الريشة المتحركة والثابتة ويتم التحكم في قيمة ضغط الضاغط عن طريق تغيير زاوية ريش التوجيه المتحركة

حيث تعمل ريش التوجيه على الحد من كمية الهواء الداخلة للضاغط

ويحتوى الضاغط على صمامات نزف الهواء ووظيفتها نزف الهواء الداخل إلى الضاغط خلال بداية التشغيل وإثناء إيقاف التشغيل وذلك لتفادى حدوث خلخلة واضطراب لتربينة serge بسبب فرق العزم مابين التربينة والضاغط

غرفة الاحتراق

وتتكون من

الحراقة وتتكون من رشاش الوقود الخفيف ورشاش الوقود الغازي ونظام تذرية الوقود السائل وفتحة تبريد الرشاش وصمام التحكم في كمية الوقود السائل ونظام الاشتعال الأبتدائى

والقميص الداخلي ويصنع من معدن خاص يقاوم درجات الحرارة العالية جدا ويحتوى على فتحات تبريد الغازات الساخنة لتلائم درجة حرارة ريش التربينة

والغلاف الخارجي ووظيفته تثبيت جميع أجزاء غرفة الاحتراق

القراميد الحرارية وهى موجودة عند أعلى غرفة الاحتراق في منطقة ذات درجة حرارة عالية جدا ومن خصائصها تتحمل درجة الحرارة العالية لذلك توضع عند رشاش الوقود ويتم تبريدها بالهواء

ومبينات اللهب توجد ثلاثة مبينات للهب على غرفة الاحتراق الاولى عند رشاش الوقود والثانية في المنتصف عند رشاشات هواء تبريد الغازات الساخنة والثالثة أسفل عرفة الاحتراق بعد تبريد الغازات الساخنة

يتم ضغط الهواء إلى غرفة الاحتراق عن طريق الضاغط فيمر الهواء مابين الغلاف الخارجي والقميص الداخلي لغرفة الاحتراق فيقوم بتبريد القميص الداخلي والقراميد الحرارية ومن ثم المرور داخل الحراقة فيتم تدوير الهواء في دوامة عن طريق نظام تذرية الوقود swirler لتذرية الوقود السائل وذلك لنحصل على أعلى كفاءة للاحتراق فينتج عن ذلك غازات ساخنة ذات درجة حرارة عالية جدا فيتم تبريدها عن طريق فتحات هواء تبريد الغازات الساخنة ومن ثم يتم تمريرها إلى ممر الغازات الساخنة حيث يتم توجيهها إلى ريش التربينة

التربينة العازية

تتكون التربينة الغازية من عدة مراحل من الريش المتحركة والثابتة وعمود الإدارة والغطاء العلوي والسفلى وكراسي التحميل حيث يتم تثبيت الريش المتحركة على العمود ويتم تثبيت الريش الثابتة على الغطاء العلوي والسفلى ويتم تثبيت العمود على كراسي التحميل كما في الشكل

وعادتا تكون المراحل الأولى من الريش المتحركة والثابتة لتربينة الغازية مجوفة من الداخل ليتم تبريدها بالهواء الذي يتم سحبه من الضاغط

اعداد / صالح سعيد بوحليقة

نظرية عمل التربينة الغازية

عند دوران العمود يتم دفع الهواء من الضاغط إلى غرفة الاحتراق بسبب إزاحة الريش المتحركة للهواء عند ضغط 15.2 bar فيمر الهواء مابين الجدار الخارجي لغرفة الاحتراق والقميص الداخلي وذلك لتبريد القميص الداخلي ومن ثم يتم عمل دوامة للهواء بواسطة زعانف توجيه الهواء في الحراقة swirler ليتم تذرية الوقود واختلاطه بالهواء وذلك لنحصل على أعلى كفاءة احتراق وينتج عن ذلك غازات ساخنة ذات درجة حرارة عالية جدا فيتم تبريدها بواسطة رشاشات الهواء عند منتصف غرفة الاحتراق فيتم توجيه الغازات الساخنة عند درجة حرارة 1085C إلى ريش التربينة عن طريق ممر الغازات الساخنة فتمدد الغازات الساخنة على الريش المتحركة ليتم تدوير التربينة بفعل الطاقة الحرارية للغازات الساخنة بحيث تمثل الريش المتحركة طاقة حركة والريش الثابتة طاقة وضع من ثم يتم توجيه الغازات الساخنة إلى العادم عند درجة حرارة 530C .

صندوق التروس

يستخدم في بعض التربينات الغازية صندوق التروس لتخفيض سرعة التربينة لتلائم سرعة تشغيل المولد

المولد genretore

يقوم المولد بتوليد الطاقة الكهربائية ويتكون المولد الكهربائي من قلب حديدي يحتوى على الملفات الثابتة وعضو دوار يحتوى على الملفات المتحركة ونظام التحريض .

نظرية عمل المولد الكهربائي:-

وهى عبارة عن قطع المجال المغناطيسي للملفات الثابتة للمولد حيث تتولد قوة دافعة كهربائي ويكون تركيز المجال المغناطيسي في الثغرة الهوائية التي بين العضو الدوار والملفات الثابتة وبما إن للمجال المغناطيسي قطبين قطب شمالي وقطب جنوبي وان قطع الملفات الثابتة تارتا بالقطب الشمالي وتارتا بالقطب الجنوبي فان القوة الدافعة الكهربائي وكذلك التيار يكون متغير وهو ما يسمى بالتيار المتغير. ووظيفة نظام التحريض هو إمداد ملفات العضو الدوار بالتيار ألازم لإنتاج المجال المغناطيسي .

المساعدات

نظام الزيت التزييت

ووظيفته تزييت كراسي التحميل للمولد والتربينة ويحتوى على مضخة زيت التزييت المساعدة و مضخة زيت التزييت الرئيسية ومصفى زيت التزييت والمبادل الحراري الخاص بزيت التزييت وعادتا يكون ضغط زيت التزييت مابين 3-2 bar حيث يتم سحب الزيت من خزان الزيت وضخة عن طريق مضخة زيت التزييت ليتم تمريره على المصفى لتنقية الزيت من الشوائب ومن ثم تمريره إلى كراسي التحميل ليتم تزييت كراسي التحميل ومن ثم الرجوع إلى الخزان ويوجد صمام ثلاثي لتحكم في حرارة الزيت بحيث إذا ارتفعة درجة حرارة الزيت يتم تمريره إلى المبادل الحراري ليتم التبادل الحراري بين الزيت والماء .

نظام التبريد بالماء

يتكون من مضخة تدوير الماء ومبادل حراري خاص بتبريد الماء بالهواء بواسطة مراوح ومبادل حراري خاص بتبريد زيت التزييت ومبادل حراري خاص بتبريد هواء تبريد ملفات المولد.

اعداد / صالح سعيد بوحليقة

حيث يتم تدويرالماء بواسطة المضخة في دوره مغلقة ليمر على المبادل الحراري الخاص بتبريد زيت التزييت والمبادل الحراري الخاص بتبريد هواء تبريد ملفات المولد ومن ثم تمرير الماء الساخن إلى المبادل الحراري لتبريد الماء والرجوع إلى المضخة مرة اخرى

نظام التبريد بالهواء

وفيه يتم تبريد العمود والريش المتحركة والثابتة للتر بينة وتبريد رشاش الوقود بالهواء الذي يتم سحبة من مخرج الضاغط

نظام الوقود السائل

ويتكون من مضخات الدفع الأمامية لسحب الوقود السائل من الخزان الرئيسي ودفع الوقود إلى الوحدات عند ضغط 5bar وعند كل وحدة يوجد صمام رئيسي و مصفى لتنقية الوقود من الشوائب ومضخة وقود رئيسية لرفع ضغط الوقود إلى 90bar وصمام تصريف الوقود إثناء عملية بدء التشغيل وصمام الحد من كمية الوقود وصمام إيقاف الوقود يقوم بإيقاف الوقود عند حدوث عطل لتر بينة والمولد وصمام تصريف الوقود يقوم بتصريف الوقود عند إيقاف التشغيل وصمام تصريف الوقود الخاص بالرشاش وصمام التحكم في كمية الوقود الداخلة إلى غرفة الاحتراق

وفيه يتم دفع الوقود بواسطة مضخات عند ضغط 5.0bar وعند فتح الصمام الرئيسي للوقود يتم تمرير الوقود على مصفى لتصفية الوقود من الشوائب ومن ثم يتم رفع ضغط الوقود بواسطة مضخة الوقود الرئيسية إلى 90bar ليتم تمريره إلى غرفة الاحتراق فيتم فتح صمام الحد من كمية الوقود وصمام إيقاف الوقود صمام التحكم في كمية الوقود الداخلة إلى غرفة الاحتراق وغلق صمام تصريف الوقود

نظام الوقود الغازي

يتكون من صمام الوقود الرئيسي وصمام إيقاف الوقود يقوم بإيقاف الوقود عند حدوث عطل لتر بينة والمولد وصمام تصريف الوقود يقوم بتصريف الوقود عند إيقاف التشغيل وخانق orifice الخاص بوقود بدء التشغيل
وصمام التحكم في كمية الوقود الداخلة إلى غرفة الاحتراق
وفيها يتم فتح صمام الوقود الرئيسي وغلق صمام تصريف الوقود وفتح صمام إيقاف الوقود وفتح صمام التحكم في كمية الوقود ليمر الغاز إلى رشاش الوقود ويكون ضغط الغاز عند 26 bar

نظام الوقود لبدء التشغيل Gas propane

ووظيفتة بداية الاشتعال في غرفة الاحتراق ويتكون من صمام تحكم ومصفى وشمعة احتراق

نظام زيت القدرة power oil

وظيفته توفير زيت تحت ضغط عالي لفتح صمامات الوقود و صمامات التحكم ويتكون من مضخة زيت القدرة ومصفى لتصفية الزيت وصمامات عزل الزيت حيث إذا حدث عطل لتربينة أو المولد يتم فنح صمامات العزل لتصريف زيت القدرة إلى الخزان وبالتالى غلق جميع صمامات الوقود

نظام الدوران البطئ للعمود

ووظيفته تدوير العمود بعد عملية إيقاف التربينة الغازية ربع لفة لكل دقيقة وذلك لتفادى حدوث انحناء للعمود نتيجة لعدم تساوى درجة حرارته

ويتكون من مضخة الزيت لتوفير زيت تحت ضغط 25bar وترس التدوير ويحتوى على مكبس وذراع التدوير بحيث يتم الضغط على المكبس بواسطة الزيت ليتم تحريك ذراع التدوير إلى الأعلى ليقوم بتدوير الترس وبالتالي العمود

ويحتوى أيضا على صمام تحكم لتمرير وإيقاف الزيت إلى ترس التدوير وأيضا مضخة رفع العمود التي تقوم برفع العمود عن طريق دفع زيت تحت ضغط 900bar إلى فتحات تحت كراسي التحميل للضاغط والتربينة والمولد وذلك لمنع عملية الاحتكاك بين العمود وكراسي التحميل

نظام بدء الحركة لتر بينة الغازية

STATIC FREQUENCY CONVERTER مغير الذبذبة الثابت وهو عبارة عن منظومة متكاملة وضيفتها 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 حتى يتم تعجيل سرعة التربينة تدريجيا

بدء تشغيل التربينة الغازية

عند بدية تشغيل التربينة الغازية يجب تشغيل الأنظمة المساعدة مثل نظام الدوران البطئ للعمود ونظام زيت التزييت ونظام التبريد بالهواء الخاص بحامل كرسي التحميل للتربينة وعند إصدار أمر بدء التشغيل يقوم نظام التحكم في التربينة الغازية بتشغيل التربينة على مراحل وخطوات بحيث كل خطوة يتم فيها تشغيل نظام معين حتى إتمام عملية التشغيل

الخطوة الأولى

يتم تشغيل نظام زيت التزييت وفتح مراوح توجيه الهواء الخاصة بالضاغط وتشغيل نظام الوقود حيث إذا كان اختيار نوع الوقود هو الوقود السائل يتم إصدار أمر تشغيل ليتم تشغيل منظومة دفع الوقود من الخزانات الرئيسية ومن ثم يتم فتح صمام الوقود الرئيسي ويتم تشغيل نظام التنظيف الذاتي لمصفى الوقود ومن ثم يتم تشغيل مضخة الوقود الرئيسية وإذا كان نوع الوقود هو الغازي يتم غلق صمام تصريف الغاز وفتح الصمام الرئيسي وتشغيل مروحة طرد الغازات الخاصة بصندوق نظام الوقود الغازي وتشغيل مضخة تدوير مياه التبريد وتشغيل مروحة تبريد حامل كرسي التحميل

الخطوة الثانية

يتم تشغيل نظام زيت القدرة وتشغيل مراوح تبريد مياه التبريد الخاصة بزيت التزييت والمولد

الخطوة الثالثة

يتم تشغيل نظام بدء الحركة لتربينة SFC حيث يتم غلق مفتاح تغذية محول نظام بدء الحركة ومفتاح تغذية الملفات الثابتة للمولد ومفتاح تغذية ملفات العضو الدوار للمولد ومفتاح تغذية نظام التحكم في بدء الحركة ومن ثم تشغيل المنظومة فيتم تعجيل سرعة التربينة إلى إن تصل السرعة إلى 150 RPM عندها يتم غلق صمام تصريف الوقود الخاص بغرفة الاحتراق إلى إن تصل السرعة إلى 600 RPM عندها يتم تشغيل نظام الاشتعال الأبتدائى لغرفة الاحتراق حيث يتم فتح صمام الغاز PROPAN وتشغيل شمعة الاحتراق

الخطوة الرابعة

عند اختيار الوقود السائل يتم فتح صمام الحد من كمية الوقود وفتح صمام إيقاف الوقود وغلق صمام تصريف الوقود وفتح صمام التحكم في كمية الوقود ليتم اشتعال الوقود داخل غرفة الاحتراق وعند اختيار الوقود الغازي يتم فتح صمام إيقاف الوقود وغلق صمام تصريف الوقود الغازي والسائل عندها يتم تدفق الغاز إلى غرفة الاحتراق عن طريق الخانق الخاص بوقود بدء التشغيل ليتم اشتعال الوقود داخل غرفة الاحتراق وعند استلام إشارة وجود لهب في غرفة الاحتراق يتم إيقاف نظام الاشتعال الأبتدائى وإذا فشلت عملية الاشتعال يتم فصل التربينة.

وتستمر عملية تعجيل التربينة بواسطة احتراق الوقود ونظام بدء الحركة إلى إن تصل السرعة إلى RPM1000 عندها يتم فتح صمام التحكم في كمية الوقود الغازي تدريجيا.

ألخطوه الخامسة

عند سرعة إلى 1980RPM يتم فصل نظام بدء الحركة ويتم اعتماد التربينة على نفسها إلى إن تصل السرعة إلى 2700 RPM عندها يتم إيقاف مضخة زيت التزييت المساعدة وتشغيل نظام تحريض المولد حيث يتم غلق مفتاح تغذية المحرض EXAITER إلى إن تصل السرعة إلى 2800RPM عندها يتم غلق صمامات نزف الهواء الخاصة بالضاغط إلى إن تصل السرعة إلى 3000RPM حيث يتم تشغيل نظام التوافق للمولد مع الشبكة وعند توفر شروط التوافق وهى تساوى جهد المولد مع جهد الشبكة وتساوى تردد المولد مع تردد الشبكة وتطابق الوجهى بين أطوار المولد وأطوار الشبكة عندها يتم غلق مفتاح المولد وبداية عملية تحميل المولد على الشبكة

إيقاف التربينة الغازية

وعند إيقاف التربينة الغازية يتم تخفيض الأحمال ومن ثم أجراء عملية تبريد لتربينة الغازية حوالي 5 دقائق ومن ثم تخفيض السرعة تدريجيا وفتح صمامات نزف الهواء للظاغط إلى إن تصل السرعة RPM1800 عندها يتم إيقاف الاشتعال داخل غرفة الاحتراق وغلق جميع صمامات الوقود وفتح صمام تصريف الوقود إلى إن تصل السرعة 84 RPM عندها يتم فتح صمام تصريف الوقود الخاص بغرفة الاحتراق وعند وصول سرعة العمود إلى الصفر يتم تشغيل نظام الدوران البطئ