

بحث عن

Gas Turbine

التوربين الغازي

ماضي وحاضر ومستقبل

اعداد

ماريا كيوركيس خميس

(بكالوريوس في الهندسة الميكانيكية الجامعة التكنولوجية / قسم المكائن والمعدات)

سنة التخرج / ١٩٩٥

البحث مقدم في تاريخ / / / ٢٠٢١ الى نقابة المهندسين في اقليم

كوردستان / فرع السليمانية

الاهداء

أهدي هذا العمل المتواضع ...

* الى المدينة التي احتضني مع حبي وتقديري وامتناني الي المدينة الجميلة مدينة

السليمانية الحبيبة

* إلى أساتذتي الأفاضل جميعا ... أالذين علموني وأهتموا بتدريسي من مرحلة الإبتدائية

وحتى تخرجي من جامعة التكنولوجيا ا كلية الهندسة ا قسم الهندسة الميكانيكية ... إلى كل

من علمني حرفا ... مني كل التحية والتقدير ...

مقدمة البحث

سنحاول توضيح كيفية تشغيل التوربينات الغازية و الكثير من الجزئيات الغازية التي تحوم حولنا جميعا وانه لشيء رائع أن تشعل المصابيح وتحصل على الإنارة.... ذلك بسبب الهواء مع وفرة الغاز الطبيعي أو أنواع الوقود الأخرى من المكونات ، التي تجمع في توربينات الغاز لتدوير المولد من أجل إنتاج الطاقة الكهربائية المتناوية. إذا تتبعنا الكهرباء التي تستعملها في البيت أو في العمل وذلك من خلال خطوط الكهرباء الخاصة بمحطة الطاقة ، سترى أن العملية على الأرجح تبدأ مع عمل التوربينات الغازية.... إنه عبارة عن قلب محطة توليد الكهرباء.

اهداف البحث

في بحثنا هذا حاولنا الاجابة على عدة اسئلة تتبادر الى ذهن كل من يسمع عن التوربين الغازي او اي نوع ثاني وهي كيف كان شكل التوربين الغازي وكيف اصبح الان والسؤال الاخر لماذا يستخدم هذا النوع بالتحديد في بلدنا وعلاقة ذلك بكوننا دولة منتجة وصدرة للنفط الخام اضافة الى دراسة كفاءة هذا النوع ومقارنته بالنوع الاخر من التوربينات الا وهو التوربين البخاري.

التوربين الغازي

التوربين: هو جهاز ذو عضو دوار، يديره سائل أو غاز متحرك، مثل الماء والبخار والغاز والهواء. تغير العنفة الطاقة الحركية (طاقة الحركة) لسائل إلى نوع خاص من الطاقة الحركية وهي طاقة الدوران التي تستخدم لتحريك الآلات. توصل العنفة الطاقة الميكانيكية إلى الآلات الأخرى عن طريق دوران المحور الدوار.

توفر العنفة الطاقة لآلات مختلفة، منها المولدات الكهربائية ومضخات الماء. وفي الواقع، تنتج المولدات التي تحركها عنفات معظم الكهرباء المستخدمة في إضاءة المنازل وتشغيل المصانع. وتؤدي العنفات التي تشغل مضخات الماء دورا مهما في مشاريع الري في جميع أنحاء العالم. وتستخدم العنفات كذلك لتدوير مراوح السفن، وتعد جزءا مهما في محرك الطائرة النفاثة.

وهو يحرق أنواعا من الوقود مثل الزيت والغاز الطبيعي. فبدلا من استخدام الحرارة لإنتاج البخار. كما في عنفات البخار. فإن عنفات الغاز تستخدم الغازات الساخنة مباشرة. وتستخدم عنفات الغاز لتشغيل المولدات الكهربائية، والسفن، وسيارات السباق، كما تستخدم في محركات الطائرة النفاثة.

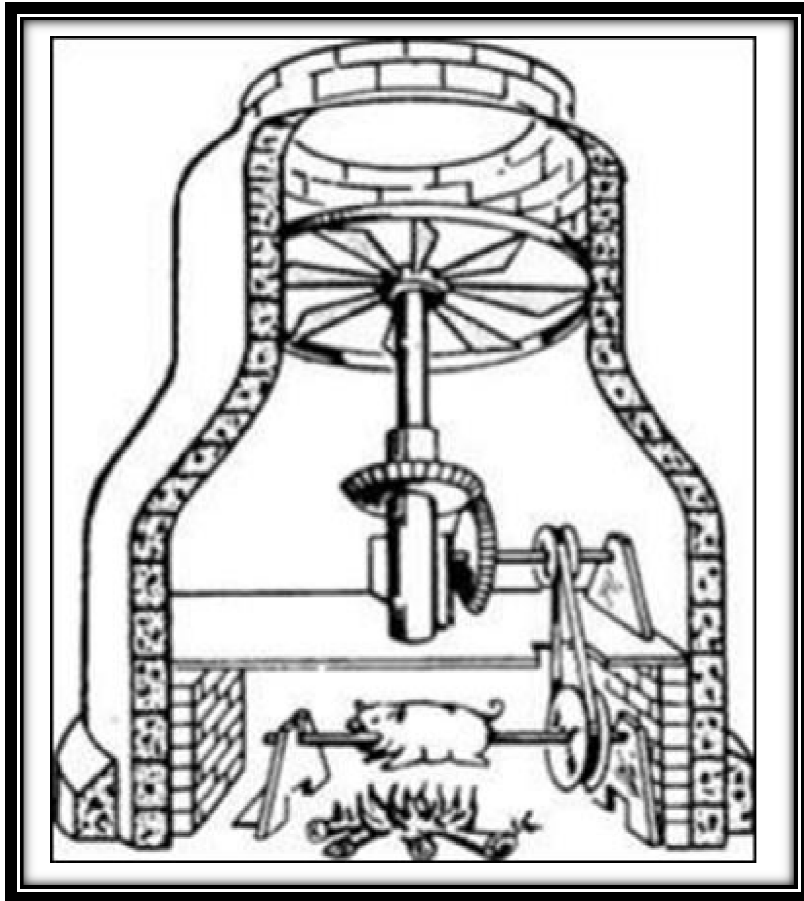
التوربين الغازي عبارة عن محرك احتراق داخلي engine combustion Internal ، وهو مصمم لتسريع Accelerate تدفق الغاز، الذي يستخدم لإنتاج قوة ردفع thrust Reactive لدفع جسم ما ، أو إنتاج طاقة ميكانيكية power Mechanical لإدارة حمل ما ، يمكن توضيح مبدأ عمل التوربين

الغازي في الأمثلة التالية :

المثال الأول :

يدخل الهواء البارد من الفتحة الموجودة في الجزء السفلي من الفرن ، حيث يختلط مع الغازات الساخنة التي تطلق (تتحرر) من الإحتراق Combustion ، ستزداد درجة حرارته وبالتالي ستخفص كثافته Density ، ثم يتحرك بإتجاه الأعلى و سوف يحل هواء بارد آخر محل الهواء الساخن بعملية مستمرة ، وذلك بسبب حركة الهواء الساخن إلى الأعلى ، فإنه سيتم إنشاء تيار هوائي طبيعي يمر عبر سلسلة من الريش Blades التي حركت و أدارت الشواية (شيش الشوي) وهكذا يتم توفير الطاقة لآلية الملحقة .

الشكل (١) توربين غازي من الطراز القديم AD١٥٠٠ Q-BARB ليس لتوليد الطاقة



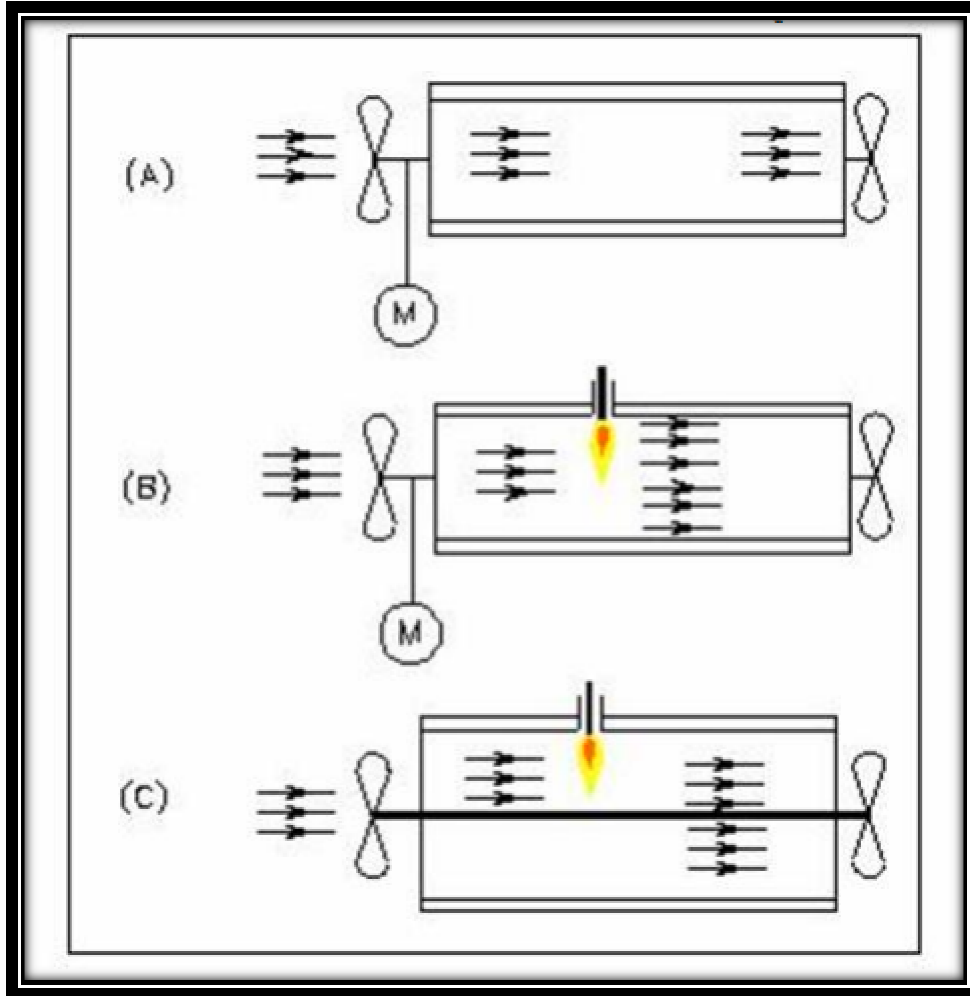
ملاحظة : Q-BARB باركيو أو إختصارا (بي بي كيو BBQ) عبارة عن طريقة طبخ وآلة لتلك

الطريقة . الإختلاف الرئيسي بين الباركيو و الشواء هو أن عملية الباركيو تتم ببطء في درجات حرارة منخفضة وغير مباشرة والطعام يكتسب نكهته من خلال الدخان ، بينما يتم الشواء بسرعة وعلى حرارة مباشرة تتراوح من الدرجات المتوسطة إلى العالية ولا ينتج الكثير من الدخان .

المثال الثاني :

يوضح الشكل (٢) مقطعا جانبيا لإسطوانة مع مروحة على كل طرف ، والآن إذا بدأت المروحة في الطرف الأيسر بالدوران بواسطة محرك كهربائي motor Electric محدود السرعة ، فسوف تسحب الهواء إلى داخل الأسطوانة مما يؤدي إلى تدوير مروحة الطرف الأيمن بنفس سرعة المروحة الأخرى (إذا أهملنا خسائر ضغط الهواء بعد خسائر السرعة داخل الأسطوانة) . إذا قمنا بعمل ثقب في سطح الأسطوانة بين كل من المروحتين وأشعلنا شعلة مستمرة الشكل (٢) فإن درجة حرارة الهواء المار عبر اللهب ستزداد وكذلك حجمه النوعي volume Specific ، وهذا سوف يسبب دوران المروحة اليمنى بشكل أسرع من المروحة اليسرى لأن الهواء شغل مساحة أكبر من ذي قبل بعد تسخينه منذ زيادة حجمه النوعي وبالتالي سوف يزداد معدل التدفق الحجمي rate flow Volumetric . الآن ، إذا قمنا بفصل المحرك الكهربائي الذي يدير المروحة اليسرى وقمنا بتوصيل المروحة اليسرى بالمروحة اليمنى بواسطة عمود مع ضمان وجود شعلة مستمرة الشكل (٢) فإن المروحة اليمنى ستنتج طاقة ميكانيكية كافية لتدوير المروحة اليسرى وحمل تطبيقي آخر .

الشكل (٢) التوربين الغازي المبسط turbine gas Simplified



الآن فكرة التوربين الغازي واضحة :

١ - المروحة اليسرى تمثل الضاغط أو المكبس Compressor

٢ - المروحة اليمنى تمثل التوربين Turbine

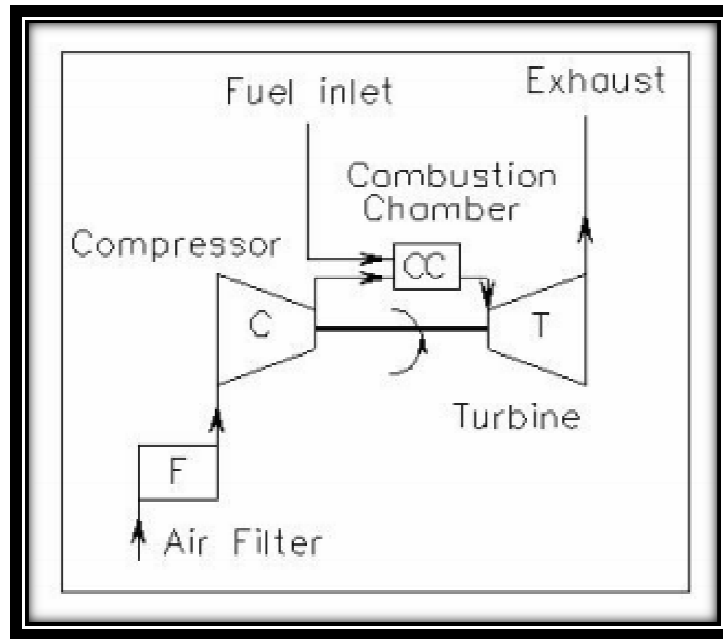
٣ - الشعلة (اللهب) تمثل غرفة الإحتراق Chamber Combustion

٤ - المحرك الكهربائي يمثل وحدة بدء التشغيل للتوربين الغازي Start unit up.

٥ - حمل تطبيقي آخر يمكن أن يكون مولد كهربائي generator Electric ، أو مضخة Pump ، أو قوة دفعية Thrust propulsion كما في الطائرات Aircraft ... الخ .

٦ - يوجد جزء إضافي من التوربين الغازي وهو فلتر أو مرشح الهواء Air filter لضمان دخول الهواء النظيف . الآن إذا نظرنا إلى الشكل (٣) يمكننا أن ندرك التكوين الحقيقي للتوربين الغازي .

الشكل (٣) دورة التوربين الغازي المفتوحة open cycle gas turbine



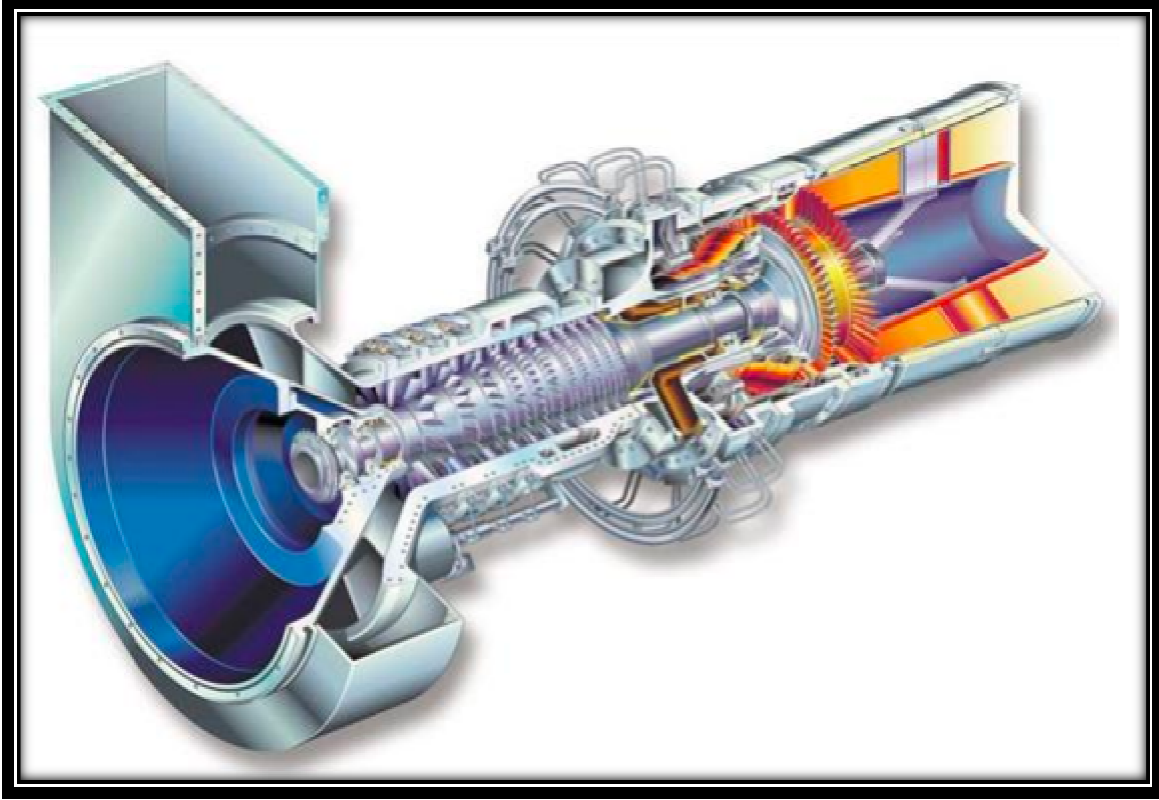
تصنيفات التوربينات الغازية ذات القاعدة الأرضية

١ - التوربينات الغازية ذات الدورة المفتوحة Open gas cycle turbines:

أ - التوربين الغازي أحادي المحور Single shaft gas turbine

أنه أبسط تكوينات (تشكيلات) التوربينات الغازية ذات القاعدة الأرضية حيث يتم توصيل الضاغط والتوربين عن طريق نفس المحور و بالتالي يعملان بنفس السرعة الدورانية .

الشكل (٤) توربين غازي نوع GE ذات قاعدة أرضية

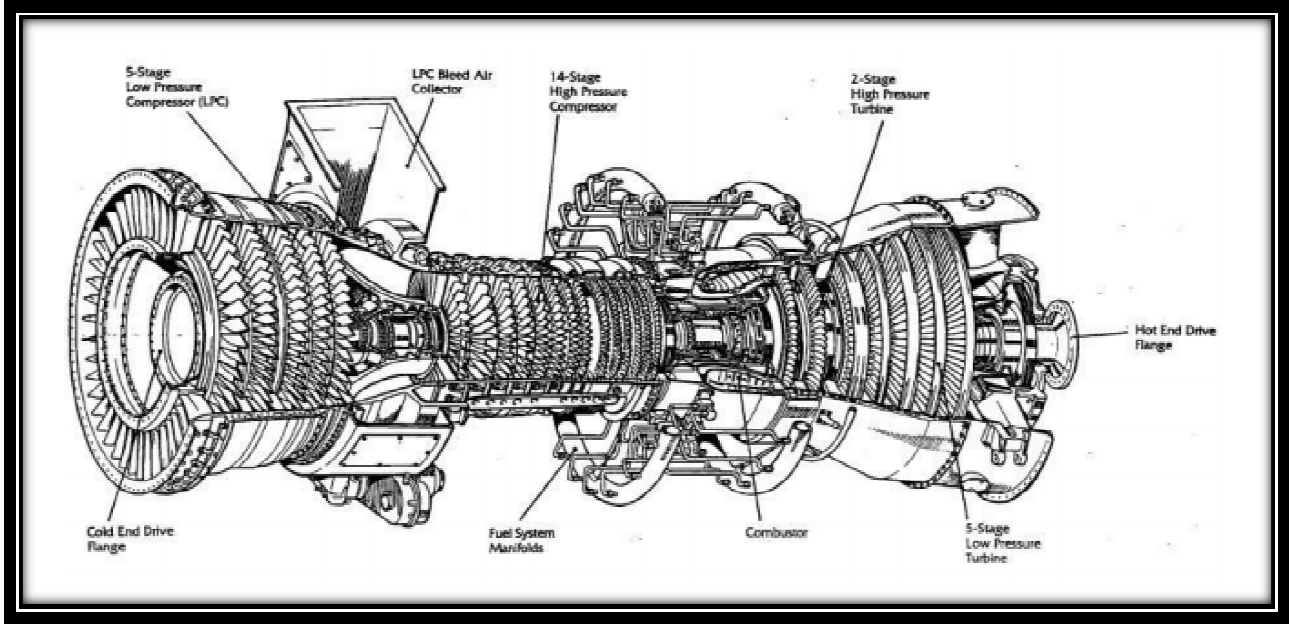


ب - التوربين الغازي مزدوج المحاور turbine gas spool Twin

يعتبر هذا النوع من التكوينات الأكثر تعقيدا في التوربينات الغازية ، في هذا المحرك هناك اثنين من أعمدة الدوران (المحاور) متحدة المركز shafts Concentric ، الأول هو محور الضغط الواطئ والآخر هو محور الضغط العالي وكال المحوران يدوران بسرعتين مختلفتين ، والمزايا الرئيسية لهذا التكوين هو أن عزم بدء التشغيل torque up Start المطلوب لتشغيل وإدارة الماكنة يتم تقليله إلى الحد الأدنى مقارنة بأحادي المحور مع نفس الحمل نظرا لأن فقط عمود الضغط العالي بحاجة إلى الدوران ، وكذلك يتم تقليل إضطراب أو عدم إستقرارية ضغط الضاغط surge Compressor إلى الحد الأدنى في هذا التكوين ، وكذلك يكون أقصر و أصغر وأخف وزنا من المحرك أحادي المحور

وله عدد أقل من خطوط النزف lines off Blow ، العيب الرئيسي لهذا التكوين هو التعقيد الإضافي للتصميم والتكلفة الإضافية .

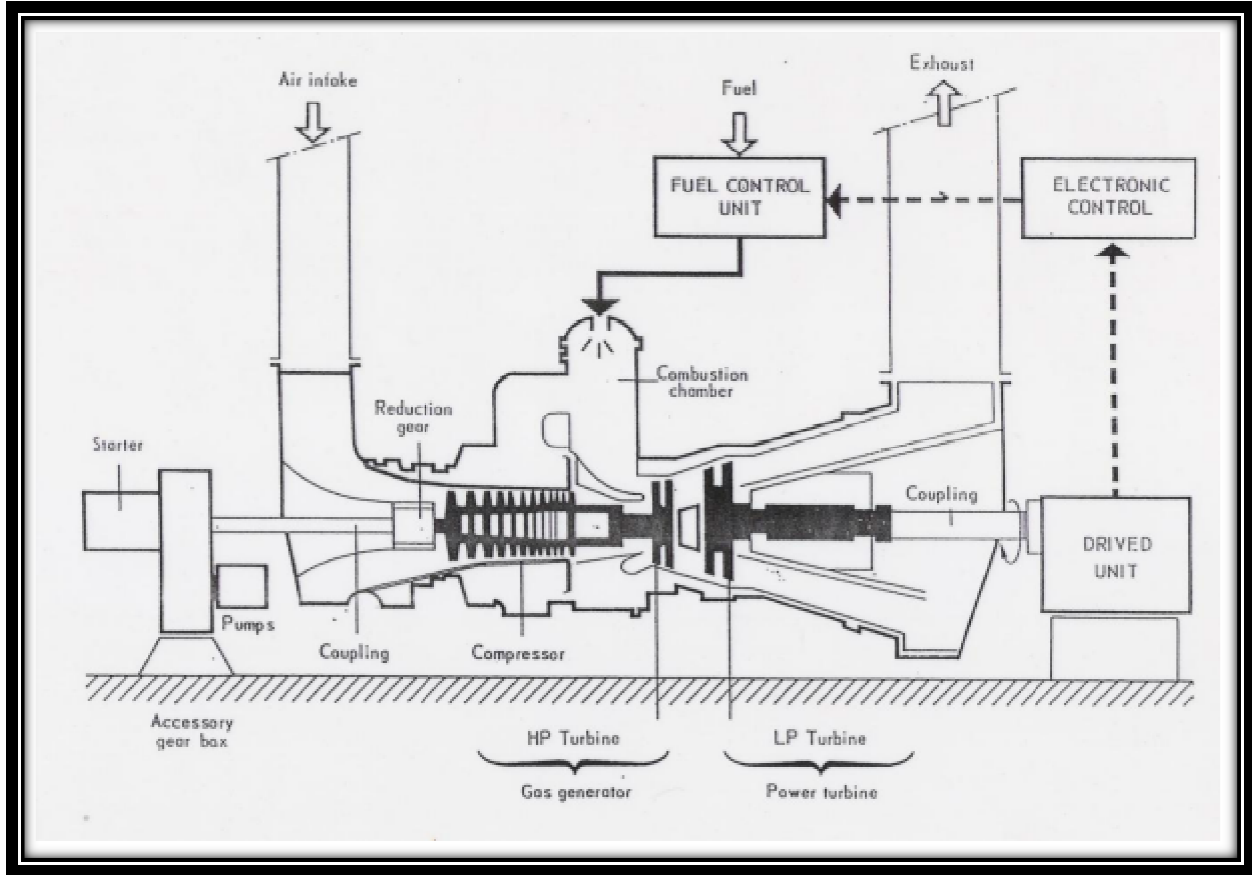
الشكل (٥) التوربين الغازي مزدوج المحاور



٢- القدرة وتوربين الغاز مولد Gas generator & power turbine

في هذا التكوين ، يتم استخدام التوربين الغازي كمولد غاز ، حيث يوفر التوربين الغازي تيارا من الغازات الساخنة التي تدير توربين القدرة والذي بدوره يدير الحمل .

الشكل (٦) تكوين مولد الغاز مع توربين القدرة



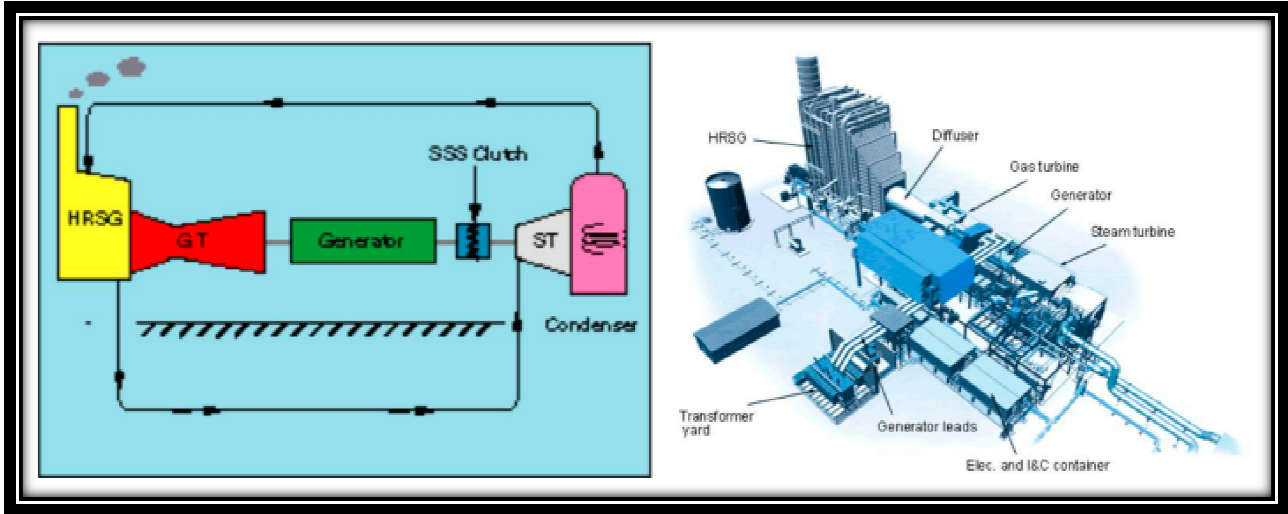
٣ -التوربينات الغازية ذات الدورة المركبة Combined cycle gas turbines

أ - دورة مركبة (مدمجة) أحادية المحور (العمود) توجد التوربينات البخارية steam turbines

والغازية على نفس المحور عبر قابض التحويل الذاتي التزامني Synchrony self-shifting

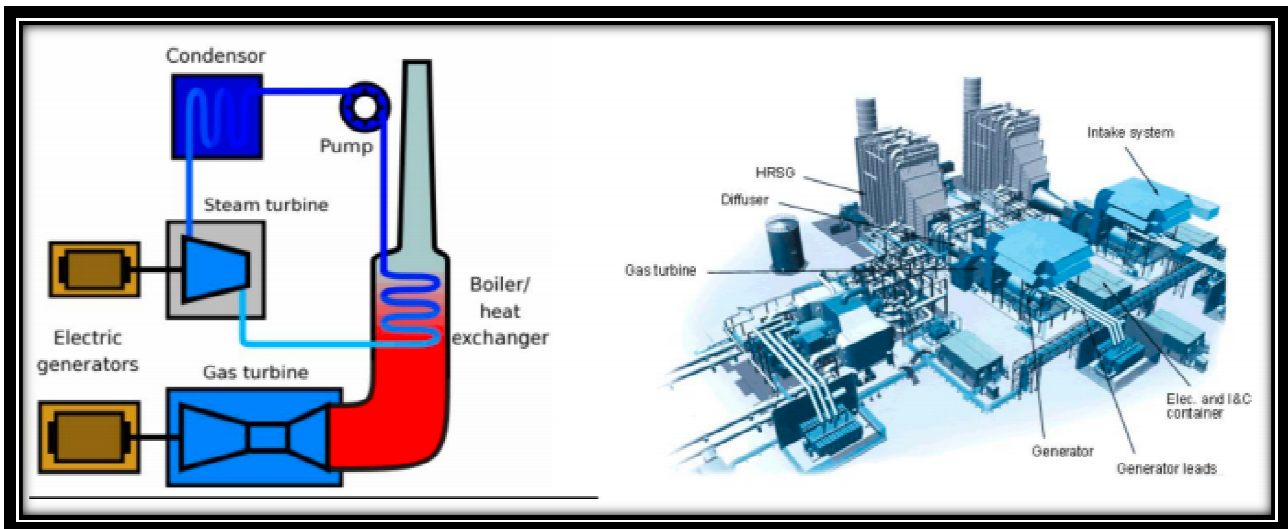
.clutch

الشكل ٧ () دورة مركبة أحادية المحور



ب - دورة مركبة ثنائية المحور Two shaft combined cycle

الشكل (٨) دورة مركبة ثنائية المحور



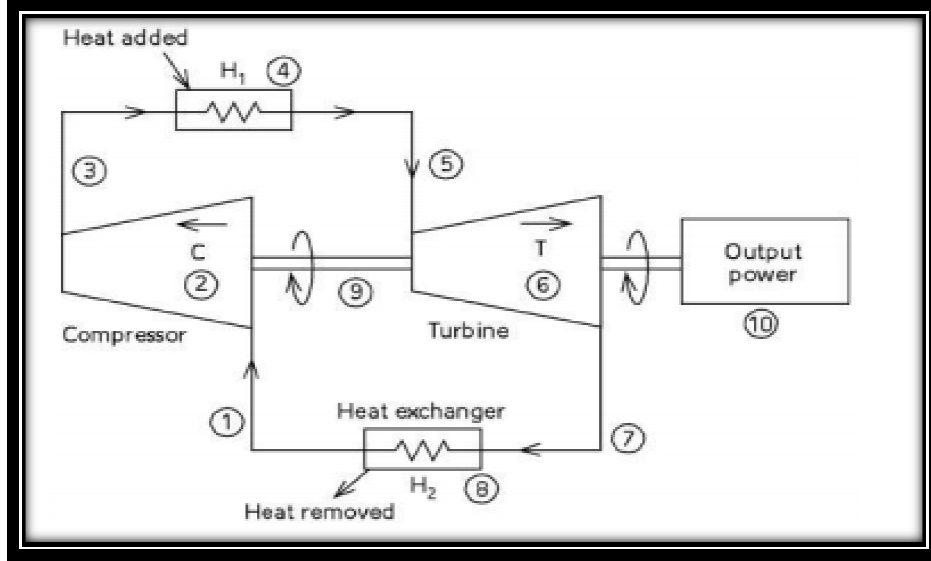
٤ - التوربينات الغازية ذات الدورة المغلقة Closed cycle gas turbines

التوربينات الغازية ذات الدورة المغلقة ليست شائعة مثل الدورات المفتوحة ، في هذه المحركات ، مائع

التشغيل Working fluid الخارج من التوربين يمر عبر عملية طرحرارة Heat rejection

process ثم إعادة تدوير الكسب (الناتج) كمدخل للضاغط Compressor ، ومن أمثلة موائع التشغيل المستخدمة في هذه الدورات هي الهيدروجين Hydrogen والهيليوم Helium.

الشكل (٩) التوربينات الغازية ذات الدورة المغلقة



استخدامات التوربين الغازي

أهم الاستخدامات للتوربين الغازي هو في مجال الطيران؛ لأنه يعطي الدفع والعزم اللازم لإطلاق الطائرة النفاثة، ولكن توجد مجالات أخرى لاستخدام محركات التوربين، ومن هذه المجالات ما يلي:

➤ الطاقة الكهربائية: ينافس التوربين الغازي المحركات الأخرى المستخدمة في مجال توليد الطاقة مثل التوربينات البخارية ومحركات الديزل الموجودة في محطات الطاقة المركزية الكبيرة والمصانع الصغيرة، وذلك لأن كلفة تركيبها الأولية منخفضة، ولا تحتاج مكاناً كبيراً، ويمكن تركيبها على خط العمل خلال عدة دقائق فقط، مقارنة بالمحركات الأخرى التي تتطلب ساعات للتركيب، إلا أن فعاليتها منخفضة مقارنةً بغيرها من المحركات.

- الاستخدامات الصناعية: تبلغ قوة التوربين ما بين الألف والخمسين ألف حصان؛ لذلك باتت تستخدم في الكثير من الصناعات مثل استخدامها لضخ الغاز الطبيعي عبر الأنابيب، وفي عمليات تكرير النفط، وتشغيل المضخات المختلفة.
- النقل البحري: يتميز التوربين الغازي على غيره من محركات البخار والديزل بخفة الوزن، وصغر الحجم؛ لهذا يتم استخدامها في محركات السفن البحرية الأمريكية.
- القطار: أدت عدة عوامل إلى عدم استخدام التوربين الغازي في مجال القطارات، ومن هذه العوامل تكلفة الغاز المرتفعة، وعدم كفاءته عند التحميل الجزئي، وعدم كفاءته أيضاً أثناء تباطئ القطار.
- السيارات: أثبت التجارب بأن التوربين الغازي غير عملي، وغير اقتصادي بسبب تكاليف الصنع المرتفعة، وأدائها الضعيف، وكفاءتها الحرارية قليلة، بالإضافة إلى أن أدائها ضعيف أثناء وجود حمل في السيارة.

الفرق بين التوربينات الغازية والتوربينات البخارية

ت	التوربينات البخارية	التوربينات الغازية
١	محرك إحتراق خارجي	محرك إحتراق داخلي
٢	أكثر تعقيدا & ويتطلب المزيد من الأجهزة والمعدات المساعدة Auxiliaries	بسيطة وتحتوي على ملحقات مساعدة أقل بكثير
٣	بدء التشغيل up Start يستغرق وقتا طويلا	بدء التشغيل يستغرق وقتا أقل بكثير
٤	كفاءة أعلى (معدل حرارة أقل)	كفاءة أدنى (معدل حرارة أكثر)
٥	تكلفة التنصيب و التركيب مكلفة للغاية	تكلفة التنصيب و التركيب رخيصة بالمقارنة
٦	يتطلب مساحة كبيرة (المزيد من الأعمال المدنية)	يمكن بناءها في أي مكان وال يتطلب مساحة كبيرة (أعمال مدنية أقل)
٧	غير قابل للنقل Portable	التوربينات الغازية المتنقلة متوفرة
٨	تعتمد بقوة على المياه	بعض التوربينات لا تستخدم الماء على الإطلاق
٩	حالة الطقس لها تأثير قليل على أداء الوحدة	تتأثر بشدة بحالة الطقس

١٠	يتطلب وقت طويل للتنصيب والتركيب	وقت التنصيب والتركيب أقصر
١١	مستوى ضوضاء أقل	مستوى ضوضاء أعلى
١٢	التوربينات البخارية ليست مرنة بقدر التوربينات الغازية (لا يمكن إضافة دورات إضافية)	أكثر مرونة ولها تكوينات Configurations مختلفة
١٣	حياة طويلة (عمر تشغيلي طويل)	حياة أقصر
١٤	سعة Capacity أكبر بكثير لكل وحدة تصل إلى ١٨٠٠ ميغاواط .MW	سعة أقل لكل وحدة تصل إلى ٣٤٠ ميغاواط في الدورة المفتوحة Open cycle
١٥	إنخفاض تكلفة التشغيل cost Operating بسبب إنخفاض معدل الحرارة	إرتفاع تكلفة التشغيل بسبب إرتفاع معدل الحرارة
١٦	إنخفاض درجة حرارة التشغيل	إرتفاع درجة حرارة التشغيل
١٧	يمكن إستخدام أي نوع من الوقود Fuel	تعتمد في الغالب على الغاز الطبيعي أو الديزل
١٨	تغيير الحمل بطيء بالمقارنة	تغيير الحمل سريع جدا

الخاتمة

تحتاج التوربينات الغازية لتشغيلها بأمان وسلامة إلى بعض المعدات والآلات المساعدة

(Auxiliaries) على النحو التالي:

مصافي الهواء قبل دخوله إلى ضاغطة الهواء (air intake fillters).

مساعد التشغيل الأولي أي (بادئ تشغيل Starter)، وهو إما محرك كهربائي أو محرك ديزل أو

توربين بخاري (starting steam turbine).

وسائل أو منظومة للإشعال.

منظومة تبريد.

منظومة سيطرة ومعدات قياس الحرارة والضغط في كل مرحلة من مراحل العمل ونظام تشغيل متكامل

مثل (mark٤، mark٥، mark٦) يحتوي على معالج أو أكثر .

وقود التوربين الغازي

يعمل التوربين الغازي على أنواع كثيرة من الوقود، فهو يعمل على الغاز الطبيعي (Natural Gas)

وعلى السولار والجازولين وحتى على النفط الخام (مع بعض الإضافات الكيميائية والترتيبات).

عيوب التوربين الغازي

من عيوب التوربين الغازي هو انخفاض كفاءته (Efficiency) حيث تتراوح بين ١٥ و ٢٥% وتتأثر

كثيرا بدرجة حرارة المحيط (درجة حرارة الجو)، كما أن عمرها التشغيلي قصير نسبيا وتستهلك كمية

أكبر من الوقود (بالمقارنة مع محطات البخارية). ووظيفة هذه الإضافات الكيميائية هي تكوين طبقة

رقيقة على ريش التريينة حتى تحميها من بعض المواد الموجودة في النفط الخام التي لا تتحول بعد

الاحتراق .

المصادر

١. جلال الحاج عبد، معجم هندسة الميكانيك المصور ، ٢٠١٥
٢. أحمد شفيق الخطيب، معجم المصطلحات العلمية والفنية والهندسية ، ٢٠١٢ .
٣. انتصار عبد الفتاح خطاب، نظرية المحركات التوربينية للطائرات، ٢٠١١.
٤. Aircraft Engines and Gas Turbines, Second Edition" by Jack L. Kerrebrock, .the MIT Press, ١٩٩٢, ISBN ٠-٢٦٢-١١١٦٢-٤
٥. Jadallah, Abdullateef A., and Adil A. Al-Kumait. "A Comparative Study on the Performance Augmentation of a Gas Turbine Power Plant." Tikrit .Journal of Engineering Sciences ٢٣.١ (٢٠١٦): ١-٩
٦. <https://www.gostten.com/٢٠٢٠/٠٤/how-a-gas-turbine-works.html>
٧. https://www.marefa.org/%D8%B9%D9%86%D9%81%D8%A9_%D8%BA%D8%A7%D8%B2%D9%8A%D8%A9