

مرکز آموزش



آموزش پایه توربین گاز  
SGT 600

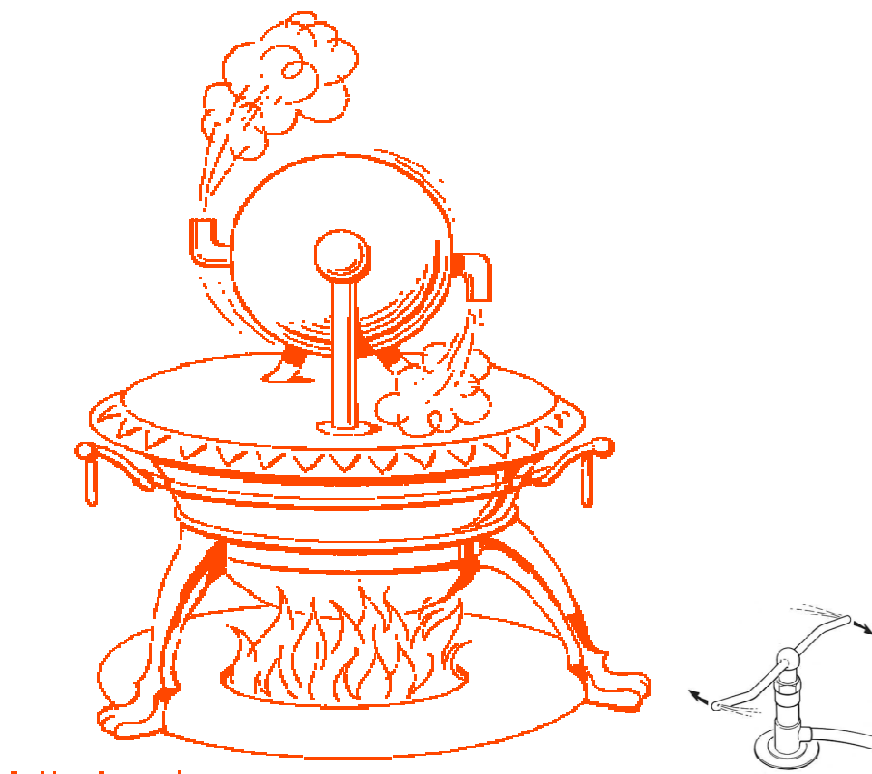
## فهرست مطالب

| صفحه | عنوان مطلب                           |
|------|--------------------------------------|
| ۱    | بخش اول: تاریخچه توربین              |
| ۱۴   | بخش دوم: اصول بنیادی توربین گاز      |
| ۳۷   | بخش سوم: سیستم تولید گاز             |
| ۵۵   | بخش چهارم: سیستم تولید قدرت          |
| ۶۷   | بخش پنجم: سیستم موتور استارت         |
| ۷۴   | بخش ششم: سیستم هوای خنک کن و آب بندی |
| ۸۳   | بخش هفتم: سیستم هواگیری              |
| ۹۲   | بخش هشتم: سیستم سوخت                 |
| ۱۰۶  | بخش نهم: سیستم جرقه زن               |
| ۱۱۸  | بخش دهم: سیستم روغن کاری             |
| ۱۳۶  | بخش یازدهم: سیستم تهویه              |
| ۱۴۴  | بخش دوازدهم: سیستم آشکارسازی گاز     |
| ۱۵۰  | بخش سیزدهم: سیستم اطفاء حریق         |
| ۱۶۲  | بخش چهاردهم: سیستم شستشو             |
| ۱۶۷  | بخش پانزدهم: معرفی سیستم کدگذاری KKS |
| ۱۸۴  | پیوست: P&ID ها                       |



# بخش اول

## تاریخچه توربین



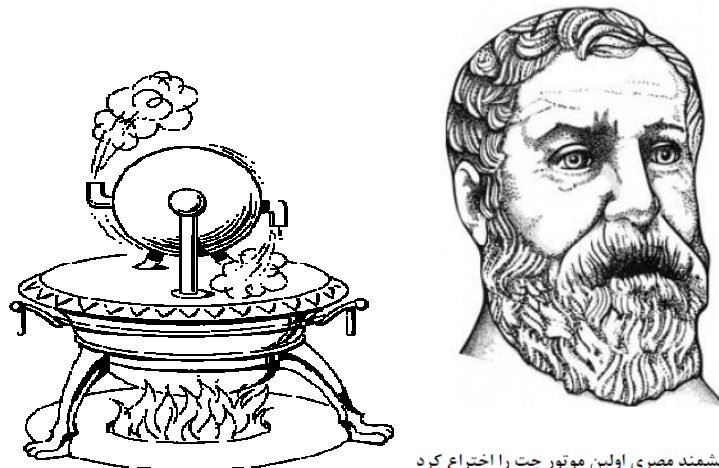
مرکز آموزش OTC

گردآوری: محمدجواد رضایی

## بنام آنکه جان را فکرت آموخت

### بخش اول: تاریخچه توربین

حدود یکصد و پنجاه سال قبل از میلاد مسیح (300-150 BC) یک دانشمند مصری اهل اسکندریه بنام هیرو (Hero-Heron) اولین موتور جت را اختراع کرد. این دستگاه شامل یک ظرف آب، دو لوله تو خالی متصل به یک گوی و گوی با دو بازوی خمیده سوراخدار بود هنگامیکه آب به جوش می‌آمد بخار از طریق دو لوله تو خالی داخل گوی شده و از سوراخ‌های دو بازوی گوی با شدت خارج می‌شد و طبق قانون کنش و واکنش گوی شروع به چرخیدن می‌نمود این وسیله ((گوی گردان یا فرفره)) Aeolipile یا Aeolipile نامیده شد. هیرون میخواست با این وسیله در معبد را باز و بسته کند ولی عملاً این وسیله در حد یک اسباب بازی باقی ماند ( شکل ۱).



شکل ۱

هیرون دانشمند مصری اولین موتور جت را اختراع کرد

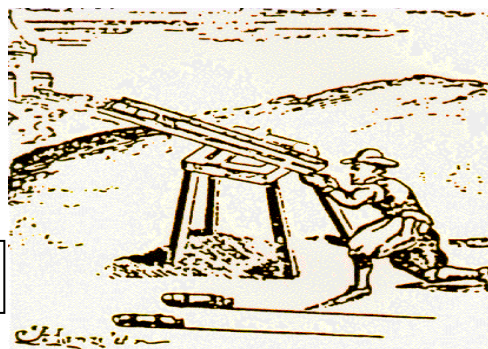
در قرون بعد از میلاد چینی‌ها با پرکردن چوب نی بامبو با موادی مانند نیترات پتاسیم، گوگرد و خاکه ذغال و انداختن آنها در آتش در جشن‌های خود از این وسیله به عنوان آتش بازی و سرگرمی استفاده نمودند بعدها با مشاهده اینکه بعضی از این ترقه‌ها به بیرون پرتاب می‌شدند فکر ساختن اسلحه بوجود آمد. در ابتدا این ترقه‌ها را روی تیر بسته و با کمان رها می‌کردند تا دشمن را بترسانند بعدها تجربه کردند که با آتش زدن این ترقه‌ها تیر خود پرواز خواهد کرد بنابراین لوله پر از مواد منفجره را به تیر می‌بستند و با آتش زدن فیتیله آن، آنرا به سمت دشمن می‌فرستادند. این تجارب باعث شد که در سال ۱۲۳۲ اولین راکت‌های واقعی توسط چینی‌ها در جنگ با مغول‌ها استفاده شود (شکل ۲ و ۳). بعدها مغول‌ها این راکت را تکمیل و استفاده نمودند.



شکل ۲



Chinese Fire-Arrows



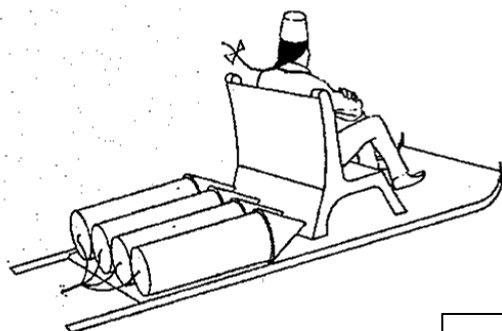
شکل ۳



شکل ۴

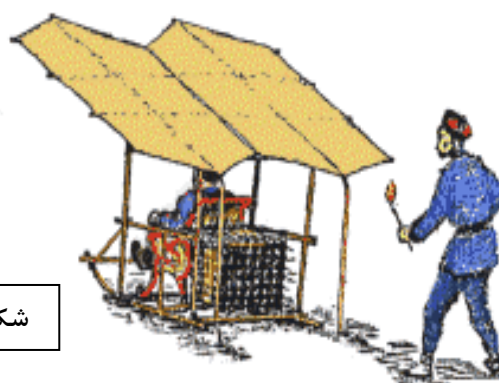
Chinese soldier launches fire-arrow

اما اولین کسی که در دنیا با ایده گرفتن از پرتاب نیزه توسط راکت لوله ای با مواد منفجره به فکر پرواز افتاد یک پژوهشگر چینی بنام وان هو (Wan-Hu) بود که با نصب حدود پنجاه راکت به صندلی خود اقدام به پرواز کرد. او دستور داد که فیتله راکت ها را آتش بزنند تا با نیروی جلو برنده آنها مانند یک تیر یا نیزه به پرواز در آید لیکن بعد از آتش زدن راکت ها و خروج گاز ها یک دود غلیظ ایجاد شد که بعد از اتمام دود او و صندلیش رفته بودند ولی از سرنوشت آنها کسی خبری نیاورد (شکل ۵).



شکل ۵

Chinese rocket sled.



احتمال می رود که این اختراع در چین باعث نشر دانش ساخت راکت و تفنگ در اروپا شده باشد. در قرن های ۱۳ و ۱۴ دانش ساخت راکت و تفنگ بر اساس این توربین یا موشک ساده رواج پیدا کرد و حتی نوعی اژدر افکن جهت هدف گیری کشتی ها توسط ایتالیایی ها (Fontana) ساخته شد (شکل ۶).



Surface-Running Torpedo

شکل ۶

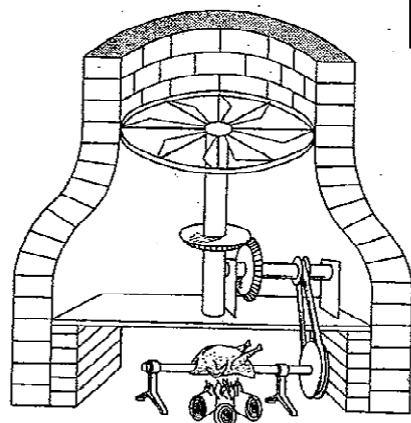
در قرن ۱۶ آلمانی‌ها راکت چند طبقه را ساختند که بنای ساخت موشک‌ها و راکت‌های فضاپیما شد. در جنگ‌های ناپلئون و جنگ‌های ۱۸۱۲ این موشک‌ها مورد استفاده قرار گرفتند. آلمانی‌ها در جنگ جهانی دوم موشک‌های V-2 را مورد استفاده قرار دادند.

در سال ۱۵۰۰ نقاش و متفکر ایتالیایی لئوناردو داوینچی با بهره‌گیری از قوه تخیل خود در کنار دیگر طرح‌هایش مانند زیر دریایی و هواپیما طرحی از یک توربین گاز را ترسیم کرد که با خروج دود و هوای گرم اجاق از دودکش یک توربین گاز به چرخش در می‌آورد ولی این طرح ساخته نشد. این طرح اساس کارتوربین گاز با جریان محوری می‌باشد (شکل ۷).

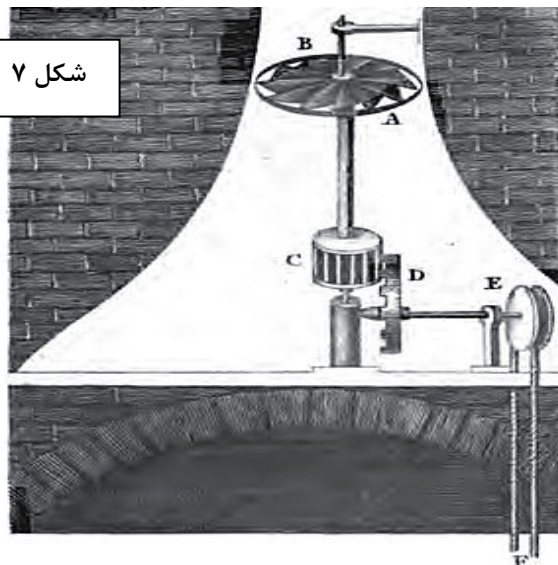


لئوناردو داوینچی نقاش ایتالیایی اولین طرح توربین گاز با جریان محوری را نقاشی کرد.



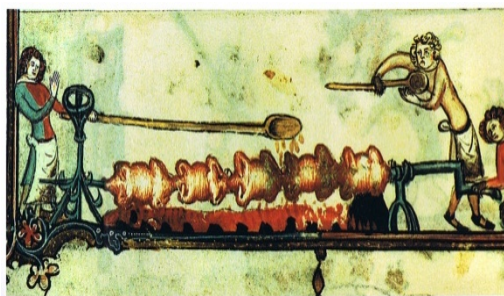


شکل ۷



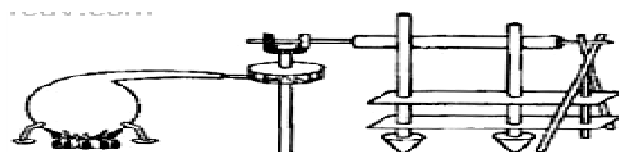
Da Vinci's chimney jack.

در سال ۱۵۵۱ یک دانشمند سوری بنام تقی الدین شامی با استفاده از توربین بخار یک سیخ گردان کباب ساخت که مورد استفاده قرار گرفت.



تقی الدین شامی با استفاده از توربین بخار یک سیخ گردان کباب ساخت.

در سال ۱۶۲۹ یک دانشمند ایتالیایی بنام برونکا Giovanni Branca با استفاده از نیروی توربین بخار آسیاب ساخت (شکل ۸).



Branca's Jet Turbine



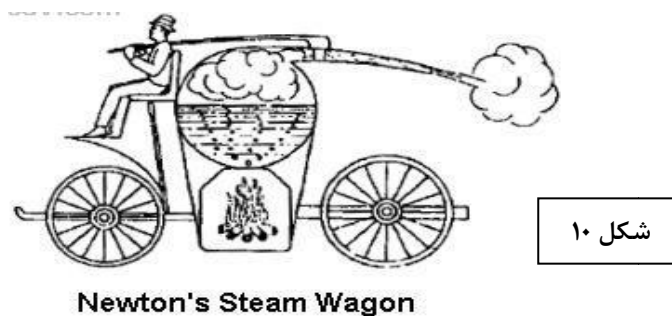
شکل ۸

در سال ۱۶۷۸ یک مبلغ مذهبی فنلاندی-بلژیکی به نام ورست Ferdinand Verbiest که در چین به عنوان مأمور فعالیت می‌نمود، چندین وسیله که بعدها تکمیل شد در چین اختراع کرد که یکی از آنها کالسکه کوچکی بود که با نیروی توربین بخار حرکت می‌کرد و بیشتر برای سرگرمی امپراتور ساخته بود (شکل ۹).



شکل ۹

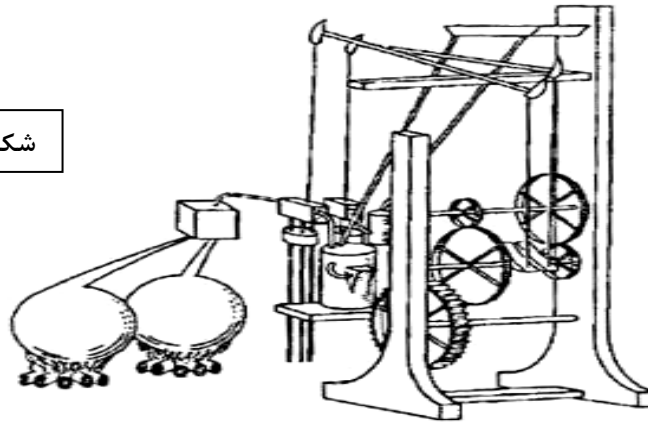
در سال ۱۶۸۷ نیوتن (Isaac Newton) انگلیسی با استفاده از فرمول خود واگن بخار را ساخت لیکن به علت قدرت پایین این واگن کار نکرد (شکل ۱۰).



شکل ۱۰

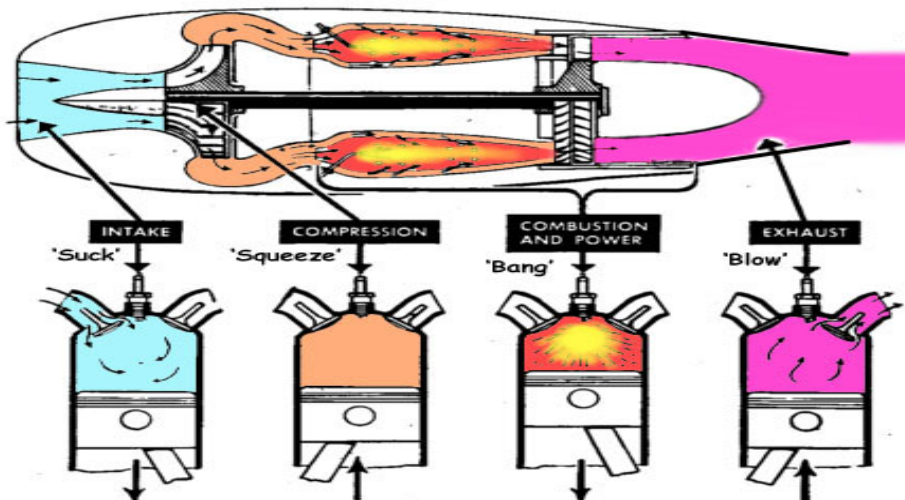
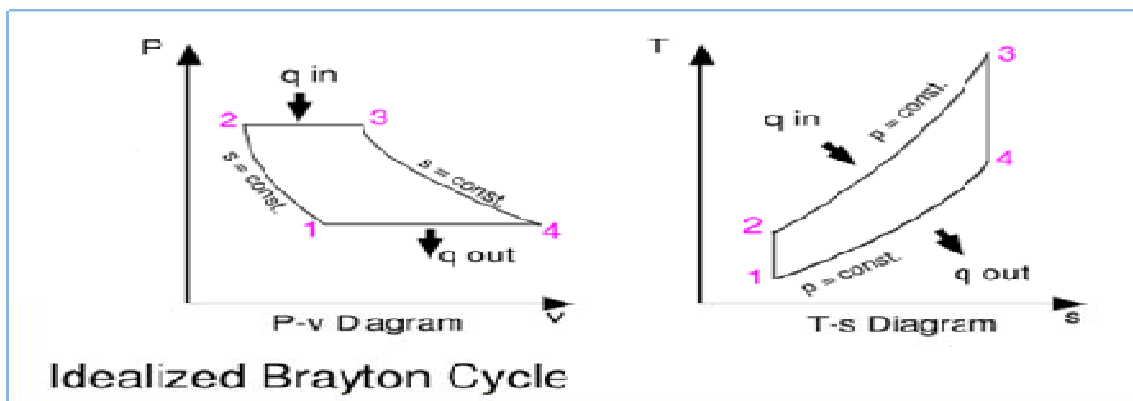
در سال ۱۷۹۱ باربر (John Barber) انگلیسی اولین طرح (Patent) خود را که توربین گاز بر اساس سیکل ترمودینامیکی بوده و دارای کمپرسور، محفظه احتراق و توربین بود به ثبت رساند (شکل ۱۱).

شکل ۱۱



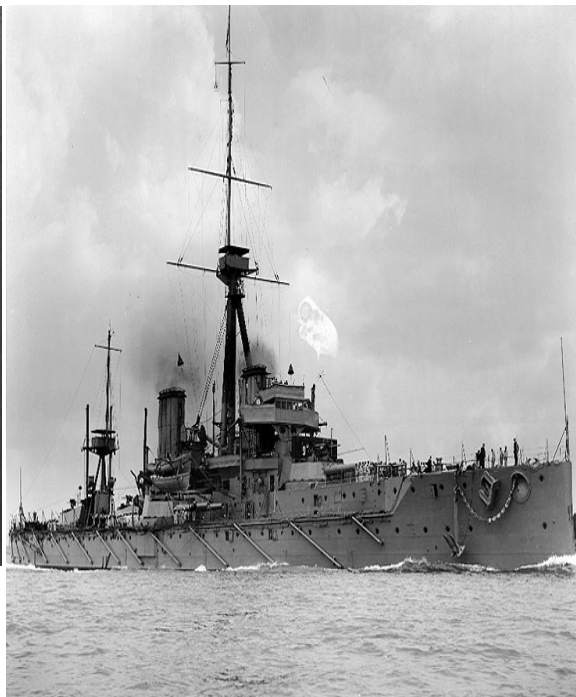
در سال ۱۸۷۲ دکتر استولز (Dr.F.Stolze) آلمانی اولین توربین گاز را طراحی کرد ولی کار نکرد بعدها این طرح تکمیل و نمونه آن ساخته شد.

در دهه ۱۸۷۰ جرج برایتون (George Brayton) آمریکایی موتور گازی خود را ساخت و سیکل برایتون را تعریف کرد.



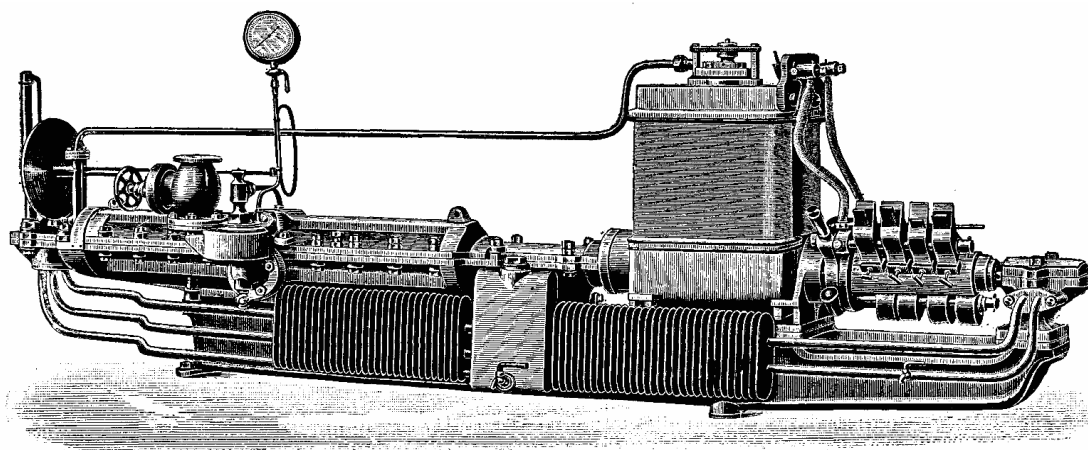


در سال ۱۸۹۴ پارسون (Sir Charles Parsons) انگلیسی ایده خود را در خصوص استفاده از توربین بخار در کشتی به ثبت رساند و نیز اولین توربو ژنراتور هزار کیلو واتی خود را نصب و راه اندازی کرد (شکل ۱۲).



پارسون در سال ۱۸۹۴ ایده خود را در خصوص استفاده از توربین بخار در کشتی به ثبت رساند و اولین توربوژنراتور هزار کیلوواتی خود را نصب و راه اندازی کرد.

شکل ۱۲



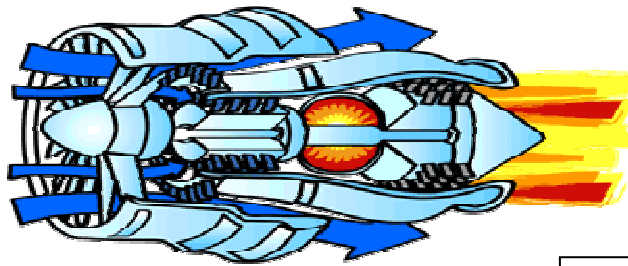
در سال ۱۸۹۹ کورتس (Charles Gordon Curtis) اولین توربین گاز در آمریکا را به نام خودش ثبت کرد.

در سال ۱۹۰۰ توربوشارژر توسط دکتر موس (Dr. San Ford Moss) به ثبت رسید.

در سال ۱۹۰۳ اولین توربین گاز موفق با کمپرسور و توربین گردان توسط الینگ (Aegidius Elling)

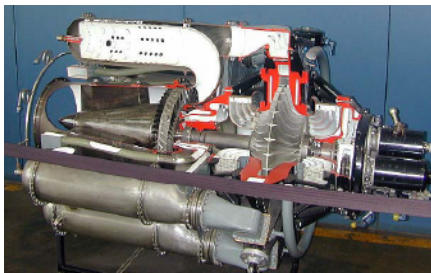
نروژی با نیروی خروجی اضافی ساخته شد که قدرت آن ۱۲ اسب بخار بود در سال ۱۹۰۴ توربین با قدرت ۴۴ اسب را ساخت (شکل ۱۳).





شکل ۱۳

در سال ۱۹۰۶ توربین با خنک کن آب جهت محفظه احتراق توسط لی میل (Lemale) فرانسوی ساخته شد.  
در سال ۱۹۱۰ توربین ضربه ای توسط هلزوارتس (Holzwarth) با قدرت ۱۵۰ کیلووات ساخته شد.  
در سال ۱۹۱۳ نیکولاتسلا (Nikola Tesla) توربین تسلا را به نام خود ثبت کرد.  
در سال ۱۹۱۸ ویتل (Sir Frank Whittle) انگلیسی طرح توربین گاز خود را به ثبت رساند که در سال ۱۹۳۷ این طرح با موفقیت مورد استفاده قرار گرفت (شکل ۱۴).



توربین گاز ویتل W1, W2B



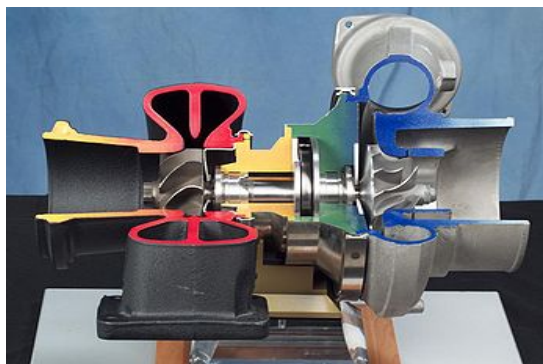
در سال ۱۹۱۸ ویتل طرح توربین گاز خود را ثبت رساند.



شکل ۱۴

### Whittle W-1 (1941)

در سال ۱۹۳۲ شرکت BBC سوئد شروع به عرضه توربوشارژر کرد که عبارت بود از یک توربین گاز و یک کمپرسور هوا برای موتورهای احتراق داخلی (شکل ۱۵).



شکل ۱۵

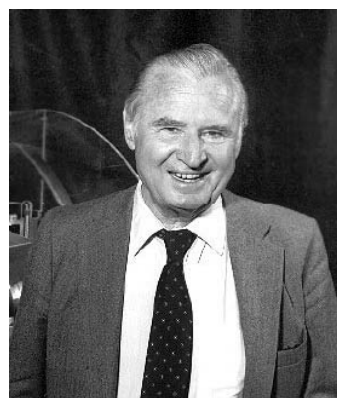
در سال ۱۹۳۶ دو دانشجوی آلمانی به نام اوهین (Hans Von Ohian) و هان (Max Hahn) همزمان با Whittle انگلیسی توربین گاز خود را به ثبت رساندند.

در سال ۱۹۳۹ شرکت هنکل (Ernst Heinkel) آلمانی اولین هواپیما با استفاده از توربین گاز را به نام HE178 با طرح دو دانشجوی فوق با قدرت ۵۰۰ kgf و سرعت ۶۴۰ Km/h که بعداً در مدل بعدی سرعت به ۸۰۰ Km/h افزایش یافت به پرواز در آورد و در واقع آلمانیها اولین هواپیمای عکس العملی با توربین گاز را در سال ۱۹۴۲ به پرواز درآوردند (شکل ۱۶).



نمونه آزمایشی با مدل موتور توربوجت در سال ۱۹۳۹ آزمایش شد و

نمونه اصلی در سال ۱۹۴۲ به پرواز درآمد



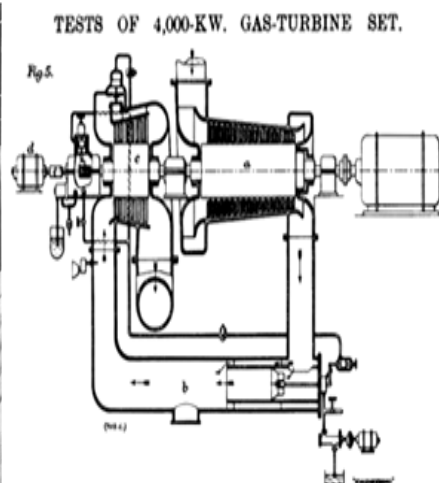
اوهین و هان همزمان با ویتل در سال ۱۹۳۶ توربین گاز خود را به ثبت رساندند.

شکل ۱۶

در همین سال ۱۹۳۹ اولین نیروگاه توربین گاز با قدرت ۴۰۰۰ کیلووات در سویس توسط BBC نصب و راهاندازی شد (شکل ۱۷).



Prof. Aurel Stodola (1859-1942)  
تئوری آیرودینامیک و مشعل گردابی را  
بیان کرد او تست بار اولین نیروگاه ۴  
مگاواتی در سویس را ارائه نمود



شکل ۱۷

در سال ۱۹۴۰ ویتل Whittle اولین توربوجت هواپیما را به نام W1 با قدرت ۴۵۰ کیلوگرم و سرعت ۵۹۰ Km/h طراحی کرد و در سال ۱۹۴۲ نمونه ساخته شده را از انگلیس به جنرال الکتریک آمریکا برد و سال بعد هواپیمای جت با توربین گاز در آمریکا به نام XP-59A ساخته شد با قدرت ۲×۵۹۰ کیلوگرم (شکل ۱۸).

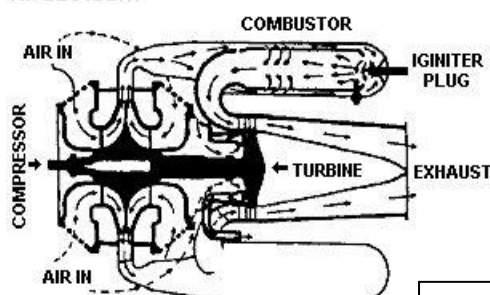


هواپیمای انگلیسی Gloster E28/29 اولین هواپیمایی که با موتورجت به پرواز درآمد مدل توربین ویتل W1

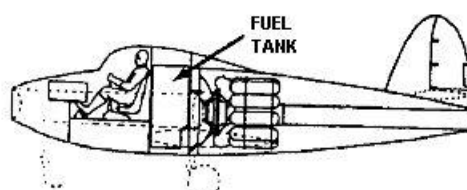


مجسمه یادبود فرانک ویتل در انگلستان

Aircav.com



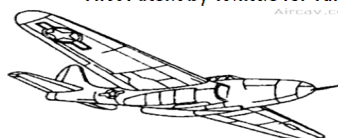
Whittle's Reverse-Flow Combustion Chamber



Fuselage Arrangement of the E28/39 Experimental

شکل ۱۸

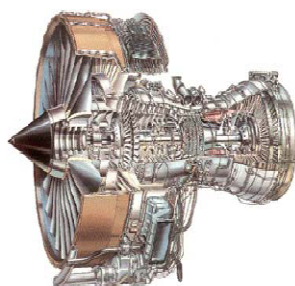
First Patent by Whittle for Turbojet Engine in 1930



The Bell XP-59A Airacomet



Whittle W-1 (1941)

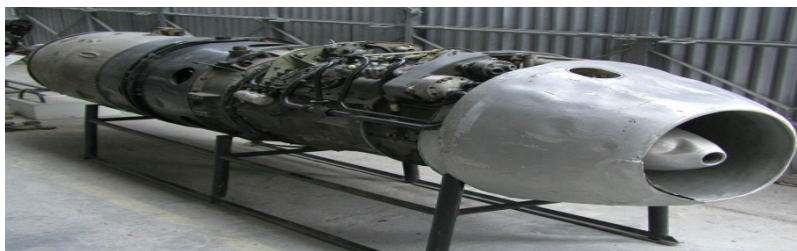


Rolls-Royce Trent



Frank Whittle and Hans von Ohain



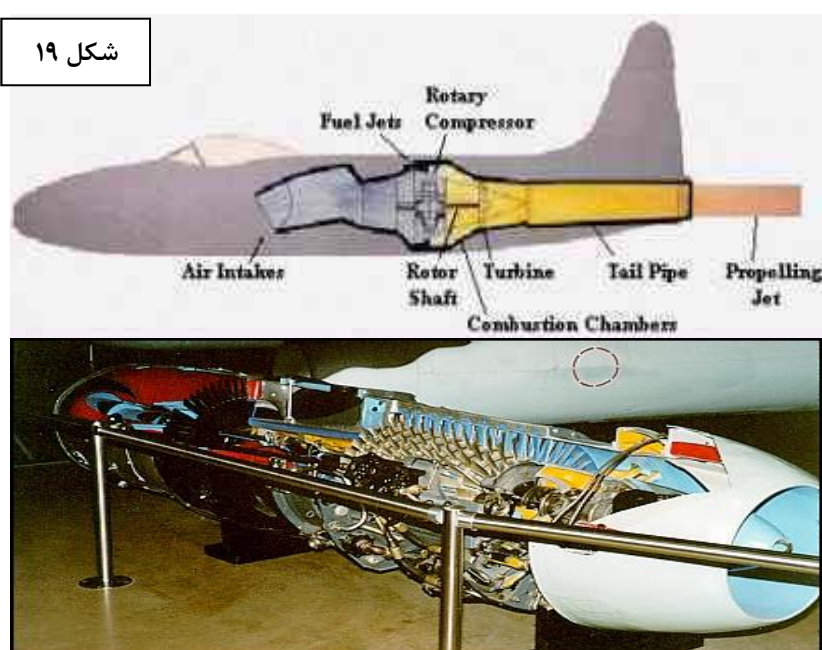


در سال ۱۹۴۲ انسلم (Dr. Franz Anslem) اتریشی اولین هواپیمای جت جنگی عملیاتی با توربین گاز را عرضه نمود (شکل ۱۹).

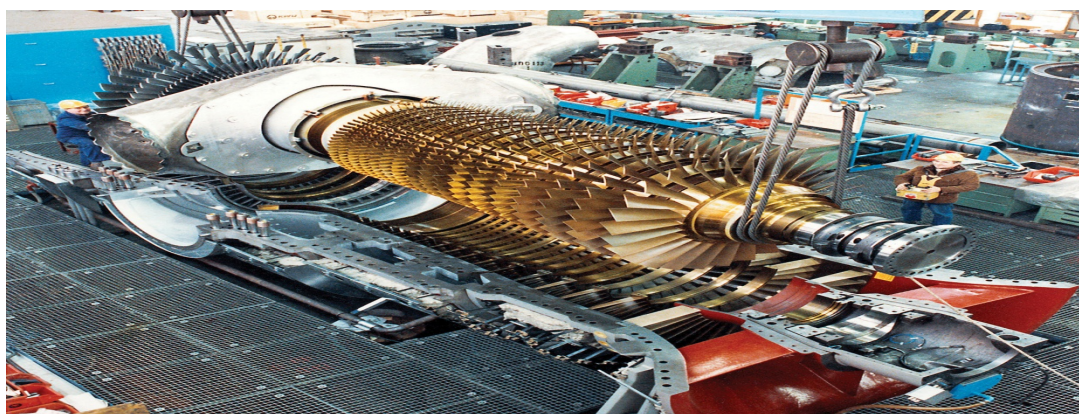


انسلم دانشمند اتریشی اولین هواپیمای جت جنگی عملیاتی با توربین گاز را در سال ۱۹۴۲ عرضه نمود.

شکل ۱۹



در همین سال BBC موتور توربین گاز ۲۲۰۰ اسب بخار خود را روی قطار در سوئیس نصب کرد. بعد از جنگ جهانی دوم تکنولوژی و ساخت موتور جت توسط حدود ۴۳ شرکت تکمیل و موتورهای توربین گاز صنعتی نیز توسعه پیدا کرد.



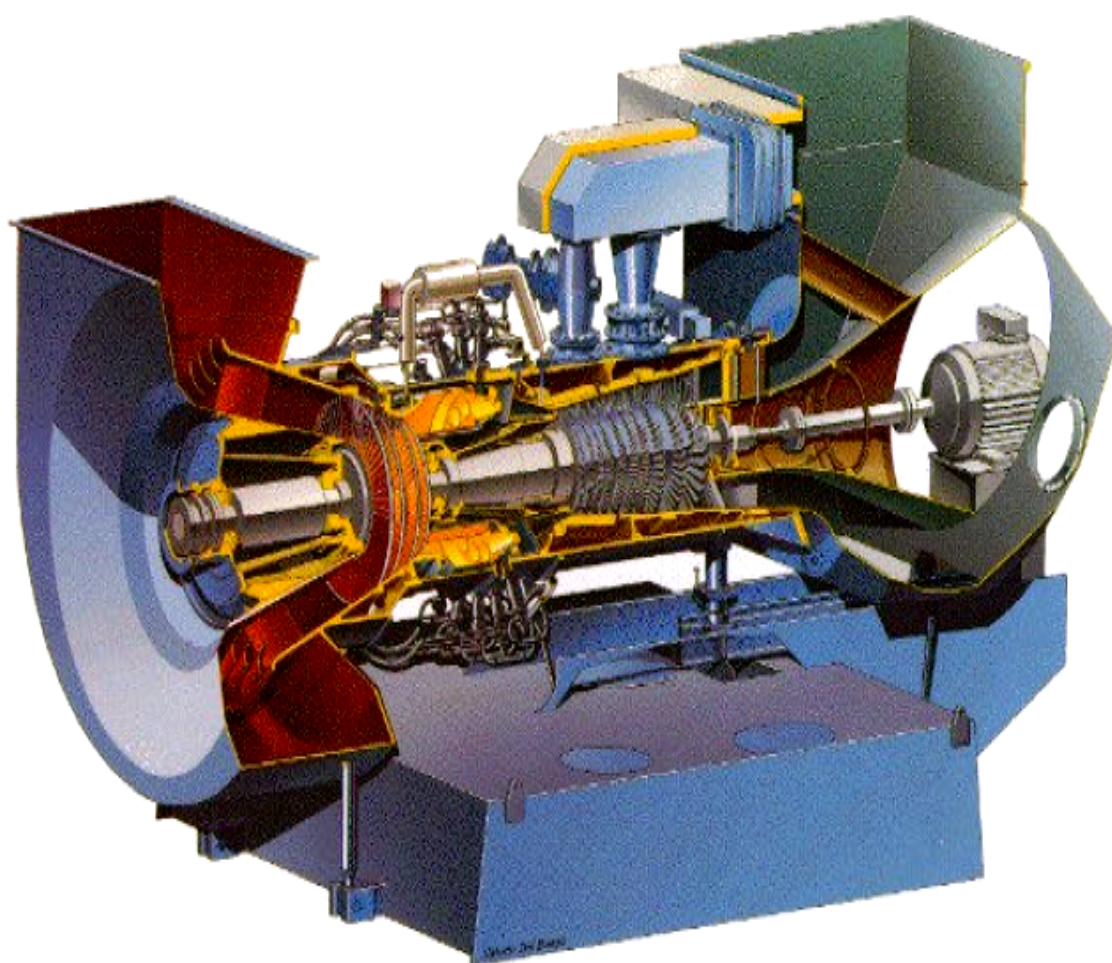


و اما توربین ساخت شرکت OTC: پروژه ساخت این توربین در سال ۱۹۷۷ در شرکت سولزر Sultzer سوئد به نام توربین GT10A شروع شد با توان نامی ۲۲ مگاوات این توربین در سال ۱۹۸۸ با توان ۲۲ مگاوات برای اولین بار نصب و آماده بهره برداری شد.

در سال ۱۹۹۰ این طرح به شرکت ABB-Stal (BBC سابق) سوئد واگذار شد شرکت ABB باتغییر محفظه احتراق و مشعل های جدید آلودگی آن را به حد پایینی رساند که به توربین سازگار با محیط زیست معروف شد.

در سال ۱۹۹۲ شرکت آلستوم Alstom با افزایش دمای گاز داغ به میزان ۵۰ درجه توان این توربین را به ۲۴/۵ مگاوات رساند و به نام GT10B نام گذاری کرد و پره های ثابت و متحرک را با پوششی مخصوص مقاوم نمود.

در سال ۱۹۹۷ توان توربین به ۲۵ مگاوات رسید و بعد از خرید این طرح توسط شرکت زیمنس این توربین به نام SGT600 نامگذاری شد.



## بخش دوم

# اصول بنیادی توربین گاز



مرکز آموزش OTC

مرجع: Gas Turbine SGT600

Basic Training Siemens

ترجمه: محمدجواد رضایی

## آموزش پایه توربین گاز SGT600

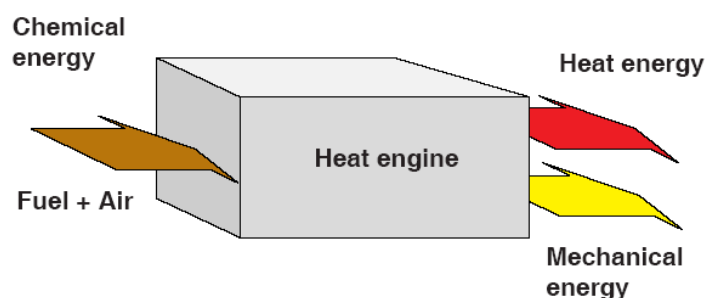
### بخش دوم : مبادی اولیه توربین گاز

#### مقدمه:

هدف از این بحث معرفی و آشناسازی فراگیران، با اصول اولیه و بنیادی توربین گاز می‌باشد و اثرات تغییر شرایط محل نصب و ایستگاه نیز روی عملکرد توربین مورد بررسی قرار می‌گیرد.

توربین‌های GT35 ، GT10 و GT100 برای نشان دادن جزئیات روشن‌تر توربین گاز جهت مصارف تجاری مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

توربین گاز یک ماشین حرارتی است، مانند یک ماشینی که انرژی حرارتی را به انرژی مکانیکی تبدیل می‌کند. انرژی حرارتی معمولاً بوسیله سوختن یک ماده سوختنی با اکسیژن هوا تولید می‌شود. در این راستا، ماشین ابتدا انرژی شیمیایی سوخت را به انرژی حرارتی و سپس به انرژی مکانیکی تبدیل می‌کند. بنابراین، در یک توربین گاز، مانند تمام ماشین‌های حرارتی، فقط بخشی از انرژی حرارتی تولیدشده می‌تواند به انرژی مکانیکی تبدیل شود. بقیه انرژی به محیط منتقل خواهد شد.



بازده تبدیل انرژی، گویای بخشی از انرژی ورودی به انرژی مفید می‌باشد و معمولاً با  $\eta$  نشان داده می‌شود. در یک توربین گاز بین ۲۵٪ تا ۴۵٪ انرژی ورودی به انرژی مکانیکی تبدیل می‌شود. مقدار باقی‌مانده (۵۵٪ الی ۷۵٪) به صورت انرژی تلف‌شده به محیط منتقل می‌گردد (تلفات از راه اگزوز). در نتیجه بازده بین ۲۵٪ تا ۴۵٪ می‌باشد.

یک بخش از تلفات حرارتی می‌تواند بازیافت شود، مثلاً در یک دیگ بخار که بازده به همان نسبت افزایش خواهد یافت:

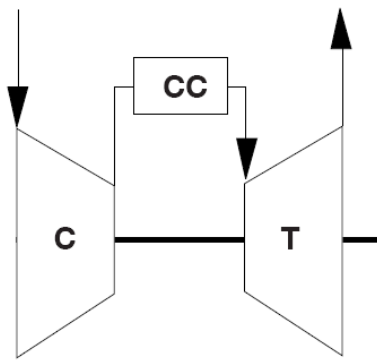
$$\eta = \frac{\text{انرژی خروجی}}{\text{انرژی ورودی}} = \text{بازده}$$

### دوره کاری بخش‌های اصلی:

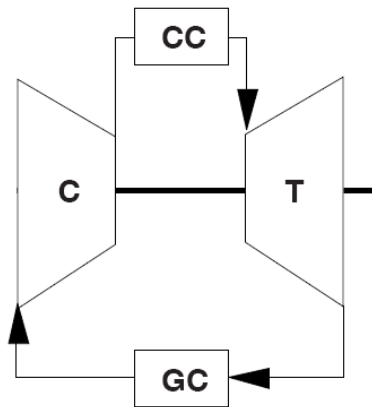
در یک توربین گاز، وسیله انجام کار عملیاتی هوا و گاز می‌باشند و سه مرحله تراکم، سوختن و انبساط را طی می‌کنند.

در یک توربین گاز با سیکل باز، هوای محیط مکیده می‌شود، در کمپرسور متراکم می‌گردد، در محفظه احتراق به وسیله تزریق و سوزاندن سوخت داغ می‌شود و بالاخره در توربین منبسط گشته و به محیط برمی‌گردد. در نتیجه وسیله کار عملیاتی در توربین گاز با سیکل باز هوا و یک مخلوطی از هوا و گازهای سوختنی می‌باشد. در یک توربین گاز با سیکل بسته، یک گاز محبوس، که نباید هوا باشد، همانند سیکل باز همان مراحل را طی می‌کند.

عمل حرارت دادن در یک مبدل حرارتی انجام می‌شود و گذشته از آن، گاز منبسط شده در توربین باید قبل از ورود به کمپرسور خنک شود.



Open gas turbine cycle



Closed gas turbine cycle

در عمل توربین گاز با سیکل باز، کاملاً ارجحیت دارد و بعد از این آنچه که گفته می‌شود، براساس و متمرکز بر توربین با سیکل باز خواهد بود.

### اصول کار:

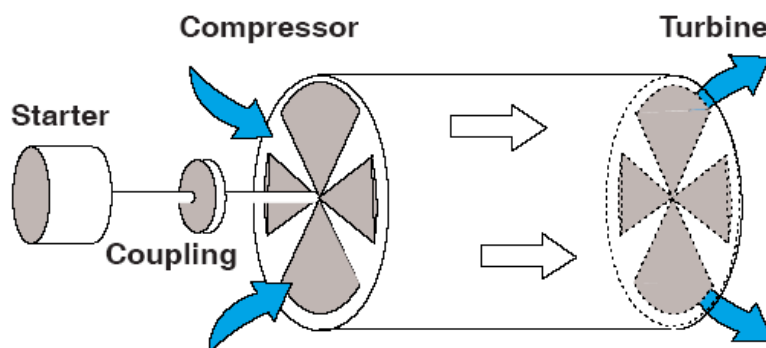
همانطور که در بخش قبلی اشاره شد، توربین گاز از سه بخش اصلی تشکیل شده است:

- کمپرسور
- محفظه احتراق
- توربین

چگونگی تبدیل انرژی به وسیله عوامل عملیاتی و نقش سه بخش اصلی در این فرآیند می‌تواند به وسیله مدل ساده زیر نشان داده می‌شود.



یک لوله دارای دو فن یا پروانه ساده در دو طرف می‌باشد. یکی از فن‌ها، کمپرسور و دیگری توربین نام‌گذاری می‌شود. یک منبع قدرت یا استارت (راه‌انداز) به وسیله یک اتصال (کوپلینگ) به فن کمپرسور وصل شده است (مانند شکل زیر).



The compressor is speeded up by the starter

با روشن کردن راه‌انداز، فن کمپرسور شروع به چرخیدن می‌کند. راه‌انداز می‌تواند یک موتور بوده و از انرژی خارجی استفاده نماید (مثلاً موتور الکتریکی) و به وسیله یک کوپلینگ به فن کمپرسور وصل شود. با چرخیدن فن کمپرسور، هوا در لوله به جریان می‌افتد، وقتی جریان هوا از فن توربین عبور کند، آن را به گردش درآورده و بنابراین تولید انرژی مکانیکی می‌نماید.

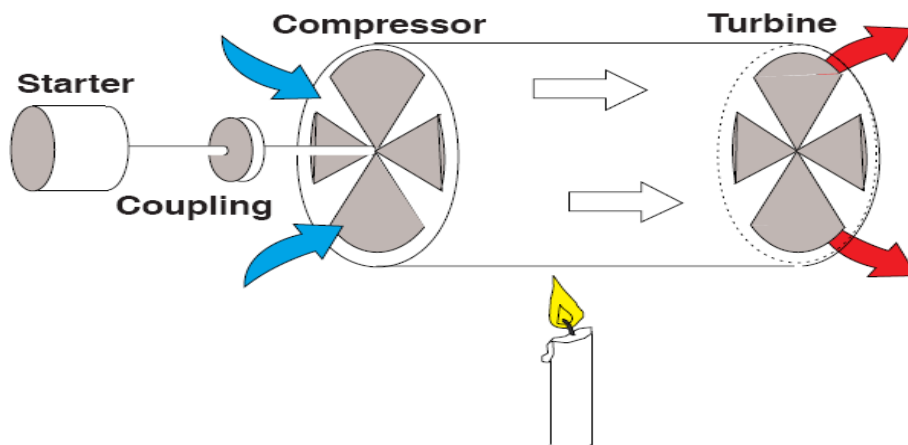
میزان انرژی تولیدشده را می‌توان از سرعت فن کمپرسور متوجه شد، افزایش سرعت و فشار جریان هوا، سرعت فن توربین را سبب می‌گردد. اگر فرآیند بدون تلفات باشد (از نظر عملی غیرممکن است، اما جهت فهم بهتر در تئوری فرض می‌شود)، انرژی خروجی توربین مساوی انرژی مصرف‌شده برای چرخاندن فن کمپرسور می‌باشد.

### جریان هوا گرم می‌شود

حرارت دادن، دمای هوا را بالا می‌برد.

تا زمانی که فشار هوای داخلی لوله به وسیله کمپرسور به وجود می‌آید، گرم کردن هوا، فشار هوا را بالاتر نمی‌برد. در عوض حجم هوا بیشتر شده و سرعت هوای عبوری از توربین افزایش می‌یابد و انرژی بیشتری به توربین منتقل می‌شود که خروجی مکانیکی بیشتری می‌دهد.

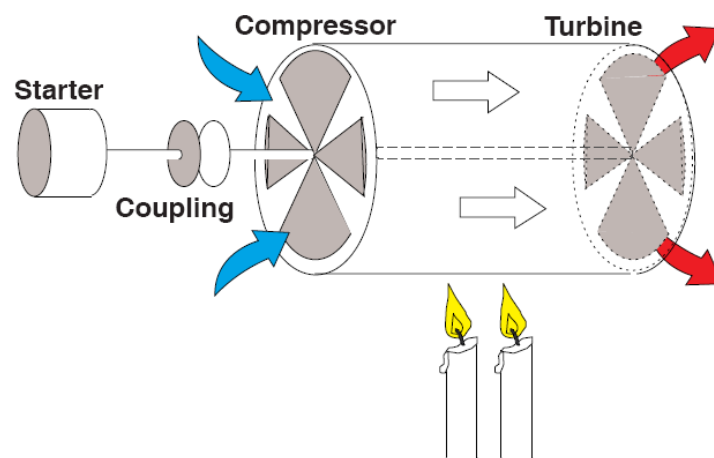
اگر فرآیند بدون تلفات انجام شود، خروجی مکانیکی توربین، با فرآیند انرژی مکانیکی داده شده به کمپرسور و انرژی گرمایی داده شده به جریان هوا برابر می‌باشد.



### خودنگهداری دور:

افزایش حرارت، به این معنی است که خروجی مکانیکی برای چرخاندن کمپرسور نیز کفایت می‌کند. اگر کمپرسور و توربین به یک محور وصل شده باشند، بعد از راه‌اندازی، می‌توان راه‌انداز را حذف نمود و به حالت خودنگهداری رسید.

راه‌انداز در ابتدای کار برای تولید جریان هوا مورد نیاز می‌باشد. جریان هوا ادامه کار را باتوجه به خاصیت مقدار حرکت ممکن می‌سازد. اگر فن کمپرسور نباشد، حرارت دادن هوای ساکن لوله فقط به این معنی است که دما افزایش یافته و هوای منبسط شده به سمت جلو و توربین و نیز به سمت عقب و کمپرسور برود.

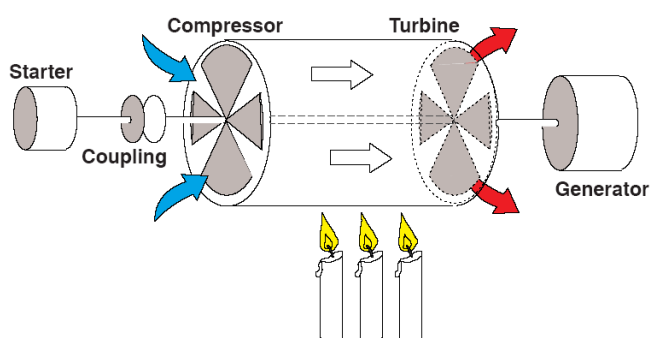


در شرایط خودنگهداری، خروجی مکانیکی تولیدشده به وسیله توربین فقط جهت چرخاندن کمپرسور کفایت می‌کند. تمام مقدار انرژی تولیدشده به وسیله گرم‌کردن تلف خواهد شد. در عمل این تلفات از راه اگزوز، آشفته‌گی و تابش دفع خواهد شد.

به دلیل قوانین ترمودینامیکی، دمای گاز خروجی باید از دمای هوای ورودی بیشتر باشد و این به معنی تلفات است. از آن گذشته گاز خروجی باید با سرعت معینی توربین را ترک کند.

### تولید قدرت:

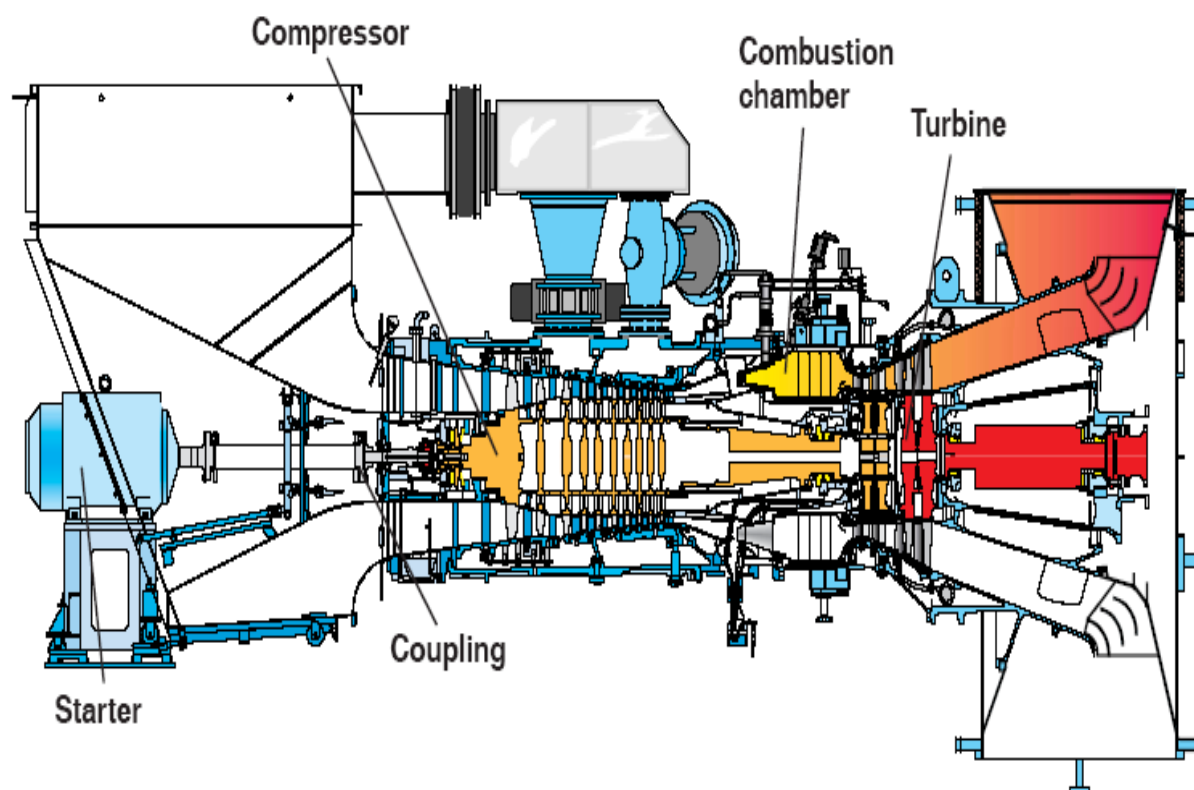
برای داشتن انرژی مکانیکی خروجی مفید از توربین باید منبع گرم کردن به قدری افزایش یابد که سرعت ماشین یا دستگاه بیشتر از سرعت خود نگهداری شود یعنی انرژی حرارتی بیشتری باید به دستگاه داد.



برای بالا بردن بازده توربین گاز تا حد ممکن به وسیله تبدیل انرژی حرارتی به انرژی مکانیکی، طراحی آن باید خیلی جامع تر و پیچیده تر از مدلی که شرح داده شد، باشد.

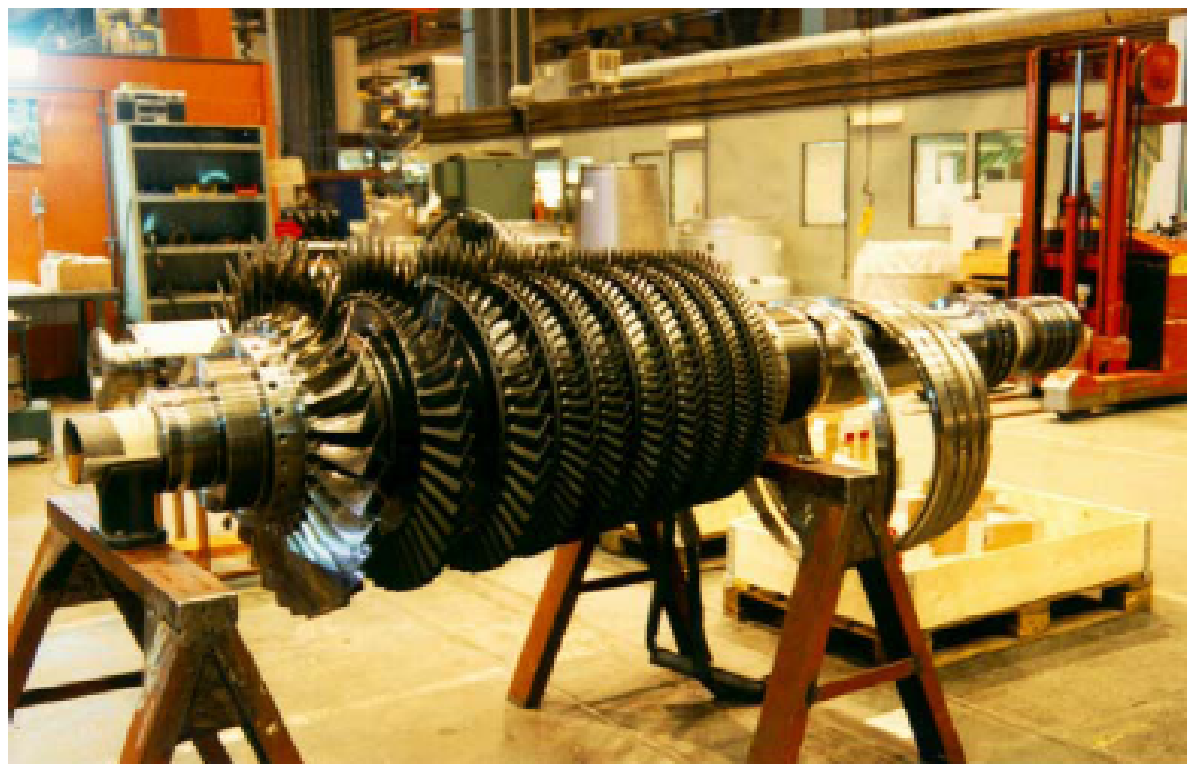
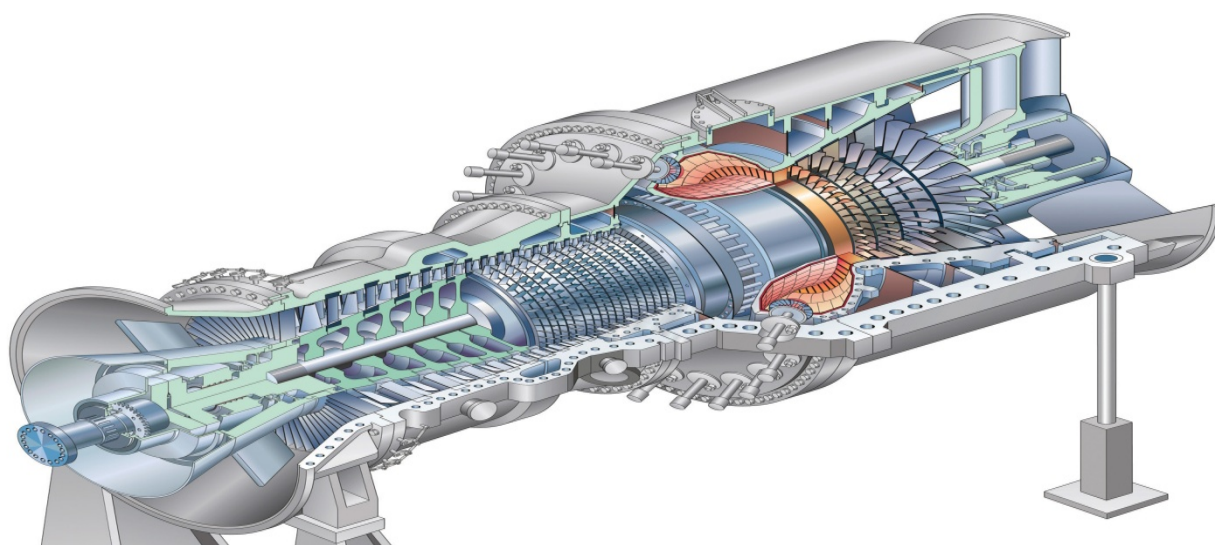
بنابراین مزیت اصلی بدنه لوله‌ای شامل کمپرسور، محفظه احتراق و توربین این است که

هوا یا گاز در طول توربین به صورت مستقیم عبور کند. شکل زیر نمونه‌ای از توربین گاز می‌باشد.



## کمپرسور:

در عمل کمپرسور یک فن ساده نیست، بلکه یک طرح پیچیده ای است که به صورت پیوسته جریان هوا را در فشار دلخواهی متراکم می کند. یکی از دو نوع اصلی کمپرسور که یکی جریان شعاعی می دهد و دیگری جریان محوری، معمولاً در توربین گاز مورد استفاده قرار می گیرند. کمپرسور با جریان محوری برای نسبت فشار بالا می تواند آسان تر طراحی شود، بازده بیشتری دارد و بنابراین در واحدهای عملیاتی متداول است. در این مباحث فقط درباره کمپرسور با جریان محوری صحبت خواهد شد.

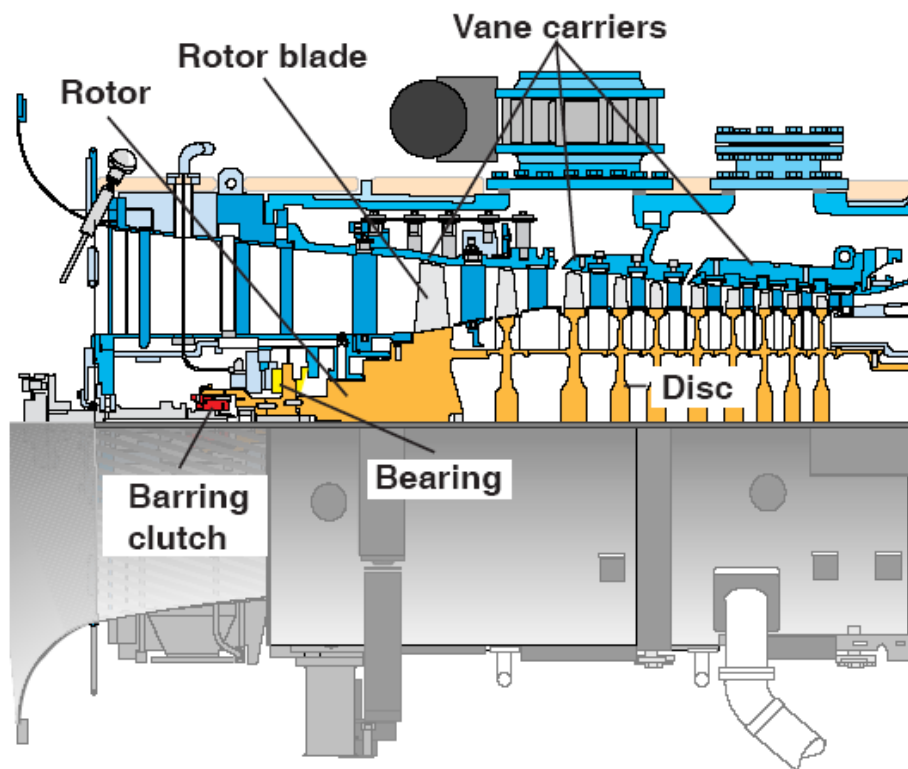




### طرح کمپرسور با جریان محوری:

یک کمپرسور با جریان محوری، متشکل از یک یا چند محور چرخان است که پره‌های با مقطع آیرودینامیکی را با خود می‌چرخاند و در بدنه به وسیلهٔ یاتاقان‌ها نگهداشته شده است. در بدنه پره‌های ثابت قرار دارند که آنها نیز مقاطع آیرودینامیکی دارند. کمپرسور یک واحد چندمرحله‌ای است، بنابراین افزایش فشار در هر مرحله مقدار کوچکی است (مثلاً نسبت فشار ۱.۱۵ تا ۱.۳۰).

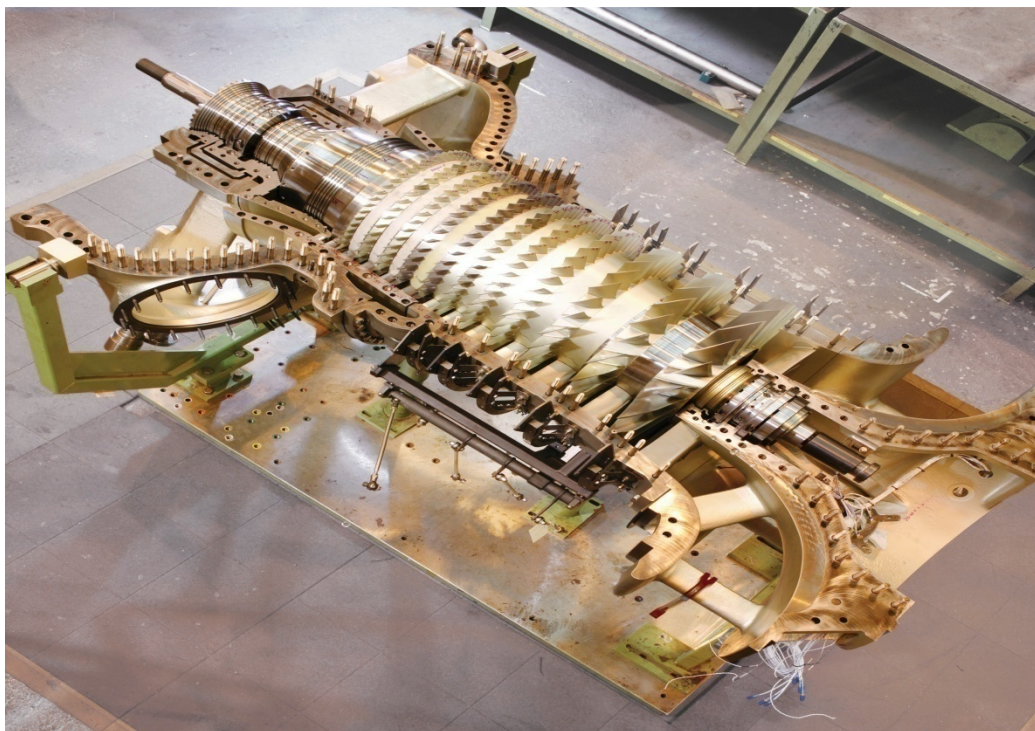
هر مرحله کمپرسور دارای ردیفی از پره‌های چرخان و نیز پره‌های ثابت می‌باشد. پره‌های ثابت کمپرسور می‌توانند یک پره تکی و یا از قطعاتی تشکیل شده باشند. وقتی لازم باشد یک ردیف پره ثابت به عنوان پره‌های راهنما به کار برده می‌شوند تا هوا را به اولین سری پره‌های گردان هدایت نمایند. از ابتدا تا انتهای کمپرسور یا از بخش فشار پائین تا آخر فشار بالا، یک کاهش تدریجی در سطح مقطع عبور هوا وجود دارد. این کاهش مقطع به این دلیل است که سرعت محوری هوا با توجه به کاهش حجم هوا بر اثر تراکم ثابت بماند. برای جلوگیری از فرار هوا، بین مراحل تراکم و نیز در ابتدا و انتهای کمپرسور آب‌بندی می‌شود.



### اصول کار:

هنگام کار، کمپرسور به وسیلهٔ توربین با سرعت بالا می‌چرخد. هوا به صورت پیوسته داخل کمپرسور شده، به وسیلهٔ پره‌ها سرعت می‌گیرد و به جلو رانده می‌شود. در آخر عبوری پره‌های ثابت به شکل پخش‌کننده

بوده و سرعت هوا کاهش یافته و در نتیجه فشار آن افزایش می‌یابد. یک فرآیند مشابه در عبوری پره‌های چرخان نیز اتفاق می‌افتد. پره‌های ثابت، اصلاح انحراف جریان هوا که به وسیله پره‌های چرخان به وجود آمده را نیز برعهده دارند و هوا را با یک زاویه صحیح به مرحله بعدی تراکم می‌فرستند. آخرین ردیف پره‌های ثابت معمولاً به عنوان مستقیم‌کننده هوا عمل می‌کنند تا اینکه هوای ورودی به پخش‌کننده خروجی و در ادامه محفظه احتراق دارای سرعت یکنواخت و محوری باشد.



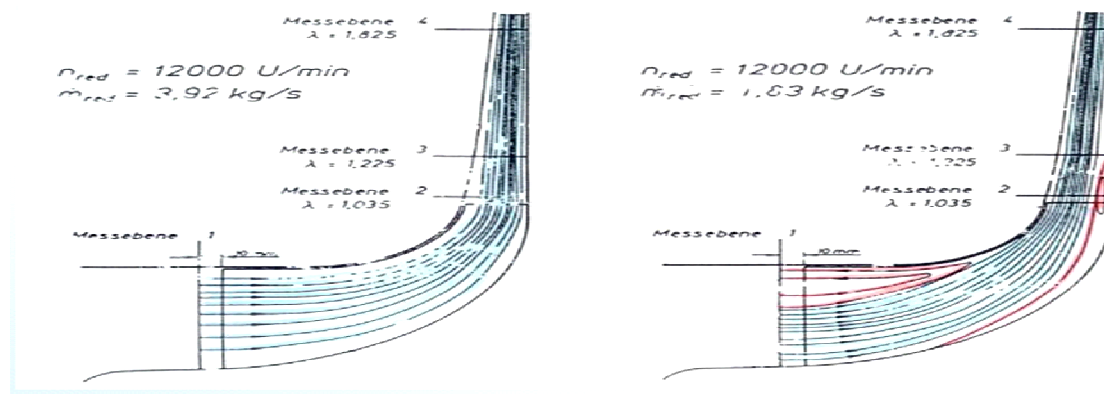
### توقف و سرچ کمپرسور:

مقاطع ایرودینامیکی، زاویه پره‌های چرخان و کاهش تدریجی مقطع عبور هوا (فضای حلقوی) طوری طراحی شده‌اند که بهترین عملکرد را در بار نامی و کامل بدهند، مثلاً برای رابطه معین بین جریان هوا و سرعت پره‌ها و برای یک نسبت تراکم معین.

اگر سرعت جریان هوا در رابطه با سرعت پره‌ها خیلی خیلی کم باشد (این اتفاق وقتی می‌افتد که روتور کمپرسور با سرعت شتاب بگیرد و یا فیلترهای هوای ورودی گرفته شوند)، جریان هوا از پره‌های چرخان جدائی پیدا کرده، گسیختگی جریان به وجود خواهد آمد.

این پدیده، وقتی که در چند مرحله از تراکم اتفاق می‌افتد بنام ماندن یا توقف (Stall) و هنگامی که در کل کمپرسور اتفاق افتد، بنام سرچ (Surge) خوانده می‌شود. استال و سرچ یک مشکل جدی به حساب می‌آیند، زیرا با بوجود آمدن یک نیروی نوسانی یک تنش ناخواسته به وجود می‌آورند.

کمپرسور طوری طراحی شده است که زیر محدوده سرچ کار کند، اما اگر مقاطع آیرودینامیکی به وسیله آلودگی زیاد دچار دگرگونی شوند، محدوده سرچ پائین آمده به طوریکه استال و سرچ می‌توانند در شرایط کاری نامی نیز ظاهر شوند، بنابراین شستن منظم کمپرسور یک الزام است.

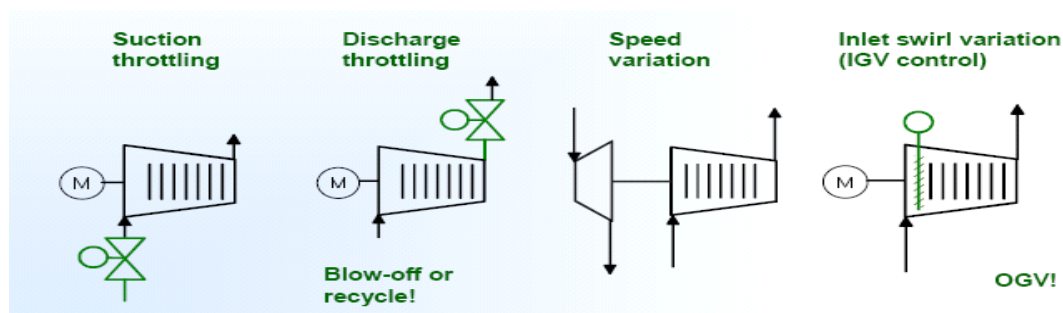


### کنترل جریان هوا:

در سرعت پائین کمپرسور مثلاً در هنگام استارت، کمپرسور یک نسبت تبدیل فشار پائین‌تر می‌دهد و آن حاکی از درجه کمتر همگرایی مسیر حلقوی است. این پدیده به این معنی است که در سرعت پایین، مرحله‌های جلوئی کمپرسور (ورودی هوا) متمایل به توقف (Stall) و مرحله‌های عقبی (انتها) کمپرسور متمایل به خفگی (Choke) هستند.

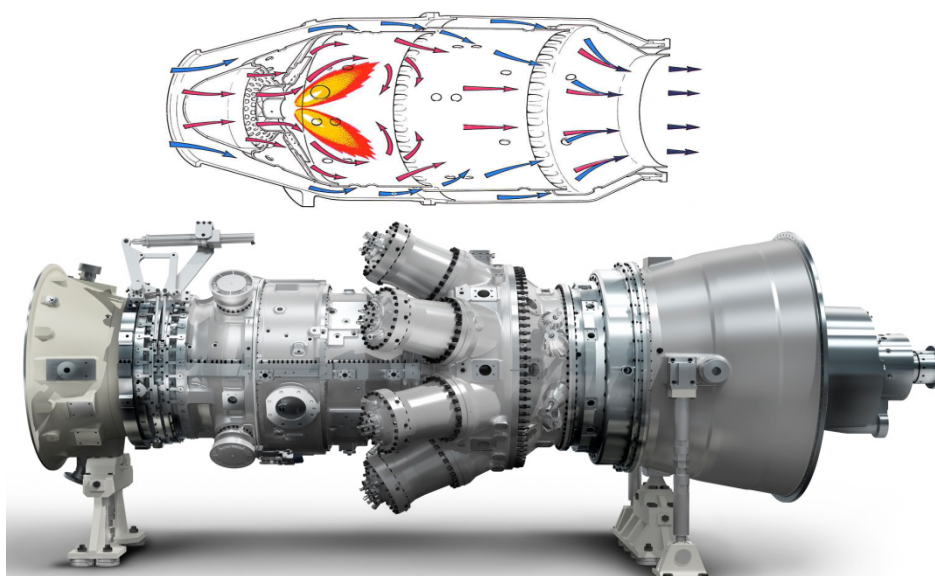
این مشکل با افزایش تعداد مراحل و نسبت تبدیل فشار افزایش می‌یابد ولی می‌توان بوسیله شیرهای تخلیه (Bleed – off) یا پره‌های متحرک استاتور (Variable Guide Vane) آن را حل کرد. این دو روش برحسب نیاز می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. به صورت ساده، شیرهای تخلیه (Bleed – off) مقداری از هوای بخش میانی را به قسمتی از ورودی تخلیه می‌کنند، پره‌های متحرک جریان هوا را به وسیله تنظیم زاویه پره‌های مرحله اول کاهش می‌دهند.

یک کمپرسور دو قلو (هرکدام از دو قسمت کمپرسور چرخانده شده به وسیله توربین خودش) رابطه بین سرعت و تغییر ظرفیت دو قسمت کمپرسور را ممکن می‌سازد.



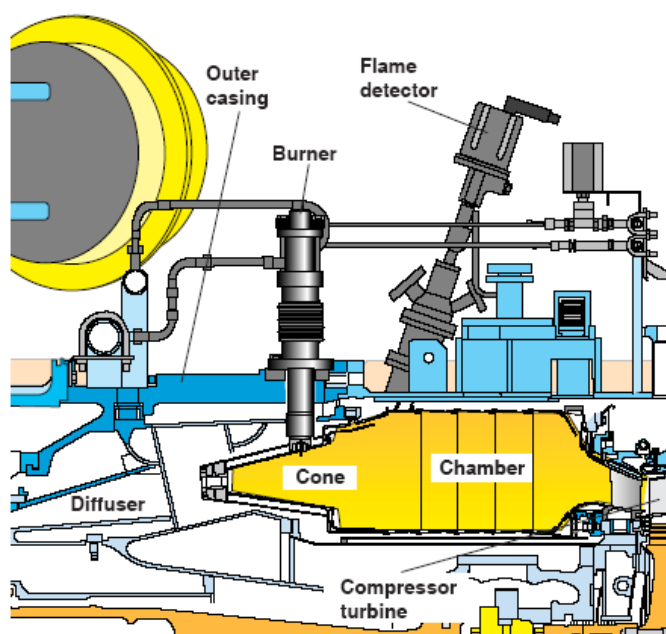
## محفظه احتراق:

در محفظه احتراق، سوخت به صورت مستمر به مشعل تزریق شده با هوای تهیه شده توسط کمپرسور، سوخته می‌شود. حرارت به قسمی آزاد می‌شود که گاز منبسط شده سرعت می‌گیرد تا یک جریان یکنواخت و هموار و همگن گاز داغ موردنیاز به توربین داده شود. این گاز باید با کمترین افت فشار و بیشترین انرژی آزاد شده در فضای محدود در دسترس مورد استفاده قرار گیرد. سوختن مؤثر برای دستیابی به بازده بالای حرارتی و به حداقل رساندن گازهای خروجی از آگزوز ضروری می‌باشد.



## طراحی:

محفظه‌های احتراق به چندین روش می‌توانند طراحی شوند. شرح زیر مربوط به نوع حلقوی آن می‌باشد.



چندین مشعل داخل یک بدنه حلقوی در جلوی آن نصب می‌شوند که به صفحه یا قاب جلوئی معروف است (Front Panel). خروجی کمپرسور از طریق یک پخش‌کننده به قسمت جلوئی بدنه حلقوی محفظه وصل شده و هر مشعل از طریق قاب جلوئی و عبوری‌ها به بخش ورودی توربین متصل می‌گردند. هنگام روشن کردن، احتراق به وسیله یک یا چند جرقه زن الکتریکی یا آتش‌زنه که به محفظه احتراق وصل شده‌اند، شروع می‌شود.



## اصول کار:

هوای خروجی، کمپرسور را با سرعتی معادل یکصد متر در ثانیه (100 m/s) ترک می‌کند، اما سرعت ماده سوختنی در نسبت مخلوط معمولی و عادی فقط چند متر بر ثانیه است. بنابراین، برای اینکه شعله بریده نشود، باید از سرعت جریان هوا کاسته شود.

یک ناحیه سرعت محوری پایین و چرخش جریان درون محفظه احتراق به وجود می‌آید، بنابراین شعله در شرایط کاری ماشین روشن می‌ماند. برای حفظ بازده احتراق دمای شعله باید در حدود ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ درجه سانتی‌گراد نگهداشته شود.

تا وقتی که مواد امروزی که می‌توانند در مقابل دما ایستادگی کنند، شناخته نشده بود دیواره‌های خروجی محفظه احتراق باید با هوای زیادی خنک می‌شدند. مقداری از هوا نیز برای رقیق کردن گاز داغ به دمای مناسب که جنس توربین می‌توانست تحمل کند، بکار می‌رفت.

سوختن در ناحیه احتراق نزدیک قاب جلویی اتفاق می‌افتد. در آن ناحیه مخلوط کردن هوا و سوخت به وسیله جریان گردابی (چرخشی) در مشعل انجام می‌شود. مخلوط سوخت و هوای تهیه شده، یک جریان گردشی گاز تولید می‌کنند که مشابه حلقه‌های دود به شکل جریان گردابی مارپیچ می‌باشد تا شعله در مرکز ناحیه احتراق پایدار و ثابت بماند.

گازهای داغ سیار گذشته از شعله‌ور بودن، در پودر کردن سوخت و مخلوط آن با هوای ورودی و در نتیجه پایدار بودن احتراق کمک زیادی می‌کنند.

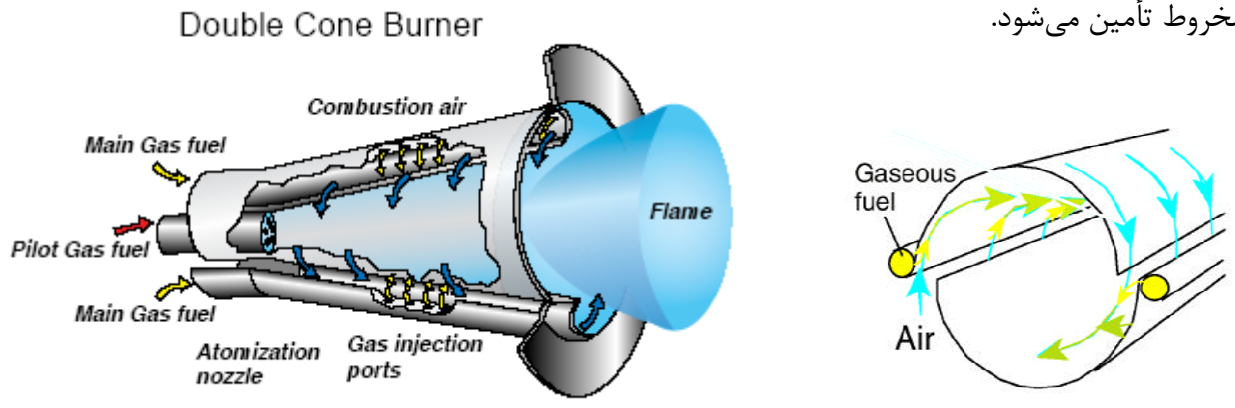
در بار کامل، برحسب نوع توربین گاز فقط حدود ۲۵ درصد کل جریان هوای تهیه شده در کمپرسور وارد ناحیه احتراق می‌شود. این قسمت از هوا برای احتراق کفایت می‌کند. باقی‌مانده جریان هوا، هوای اضافی، جهت خنک کردن دیواره‌های محفظه‌های احتراق و رقیق کردن گاز داغ اگزوز به کار می‌رود.

فیلم هوای خنک طوری تولید می‌شود که جریان هوای نسبتاً خنکی در نزدیکی دیواره پوشش شده به وجود آید. اگر هوای اضافی در دسترس نباشد، دیواره‌های محفظه احتراق به وسیله کمپرسور هوا با استفاده از جابجایی یا برخورد هوا قبل از رسیدن به مشعل‌ها خنک خواهند شد. هوای رقیق شده، از طریق سوراخ‌های بزرگ ورودی تامین می‌شود.

## سیستم احتراق با تابش پایین:

برای به حداقل رساندن انتشار NOx (ترکیبات سمی ازت)، توربین گاز بعنوان یک تجهیز انتخابی می‌تواند به (Dry Low Emission – DLE) مجهز شود.

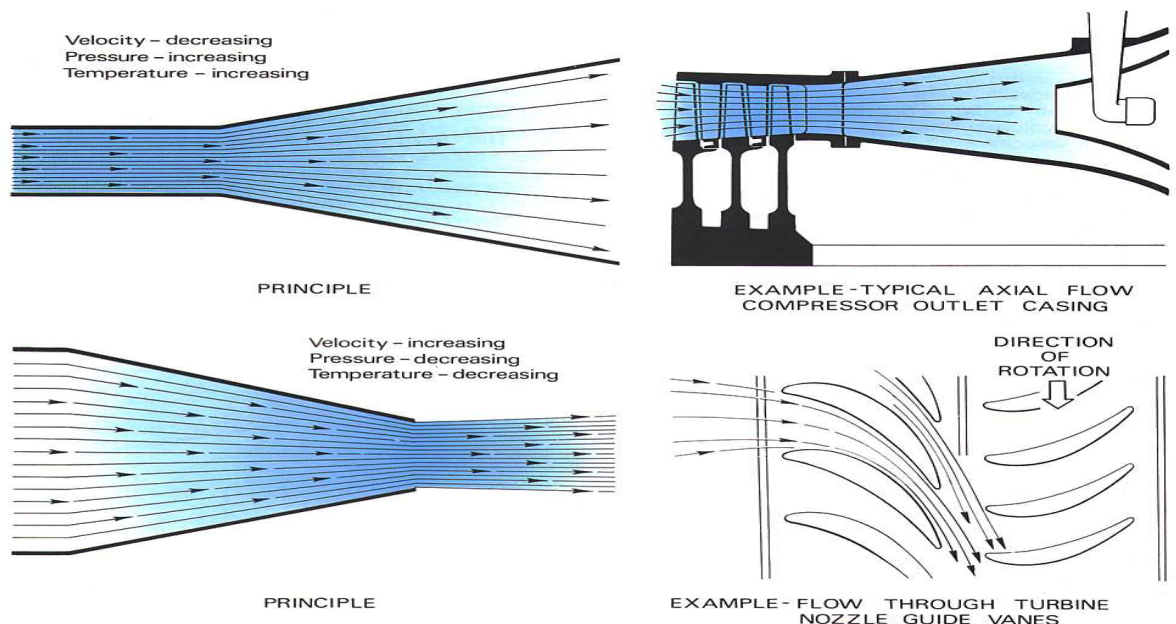
کار براساس پیش مخلوط و رقیق کردن با استفاده از مخروط دو تکه شکست گردابی (Vortex Breakdown) یا مشعل AEV (Advanced Emission Vortex Burners) می‌باشد. برای اطمینان از پایداری کار در یک دامنه وسیع بار، سوخت اصلی در امتداد شکاف هوا به وسیله تزریق سوخت در رأس مخروط تأمین می‌شود.



### توربین:

توربین، قدرت لازم برای چرخاندن کمپرسور و تولید توان مکانیکی مفید خروجی را تأمین می‌کند. این عمل به وسیله اخذ انرژی از گاز داغ خارج شده از محفظه احتراق و انبساط آن در فشار و دمای پائین تر انجام می‌شود. در این فرآیند تنش بالائی وجود دارد، هنگامی که توربین در سرعت بالا کار می‌کند، این پدیده به صورت یک نیروی بزرگ گریز از مرکز و وسیله انجام کار ظاهر می‌شود.

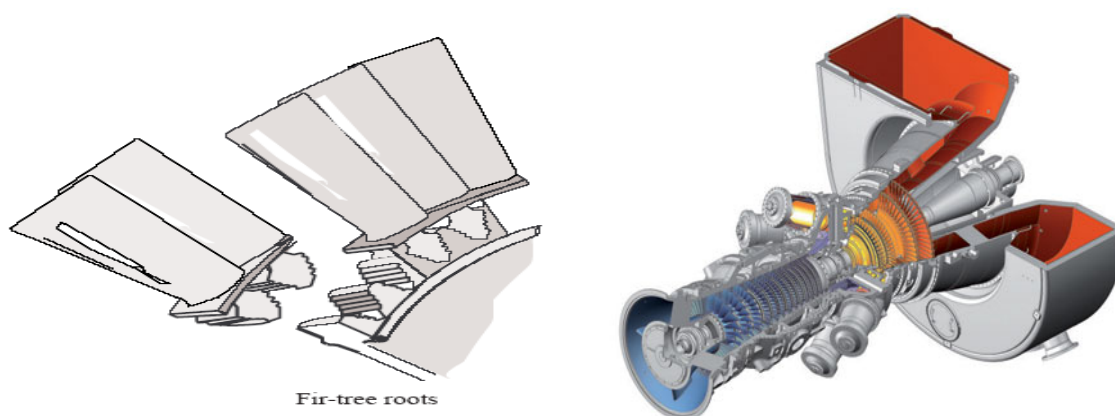
در توربین با جریان شعاعی، گاز در امتداد شعاعی وارد توربین می‌شود و در توربین با جریان محوری، جریان گاز به صورت محوری وارد توربین می‌شود. به جز واحدهای خیلی کوچک توربین با جریان محوری ارجح بوده و مباحث عنوان شده بعد از این روی این نوع توربین تمرکز داده شده است.



## جریان محوری:

توربین به طور کلی شامل چند مرحله می‌باشد. هر مرحله از یک ردیف پره‌های هدایت‌کننده و متعاقب آن یک سری پره‌های متحرک یا تیغه‌های گردنده تشکیل شده است.

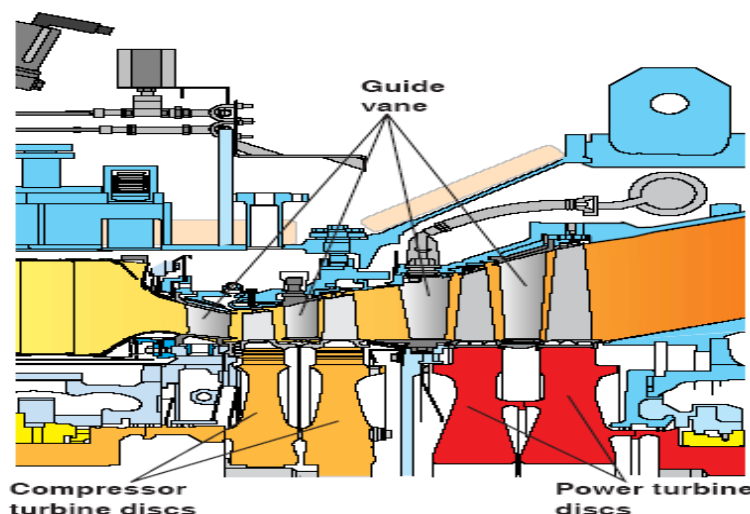
پره‌های هادی روی بدنه توربین نصب شده و پره‌های چرخان روی دیسک روتور و بیشتر به صورت اتصال ریشه صنوبری نصب شده‌اند (Fir tree roots).



پره‌های ثابت توربین معمولاً برای کاهش فرار گاز داغ و نیز حفاظت روتور دارای یک نوع پوشش داخلی می‌باشند. گاهی نوک پره‌های متحرک توربین (پره‌های بلند و گاز با دمای پائین) جهت بهبود رفتار دینامیکی و کاهش فرار گاز دارای پوشش می‌باشند. دیسک‌ها برحسب ساختار و شکل توربین روی یک یا دو محور نصب شده‌اند.

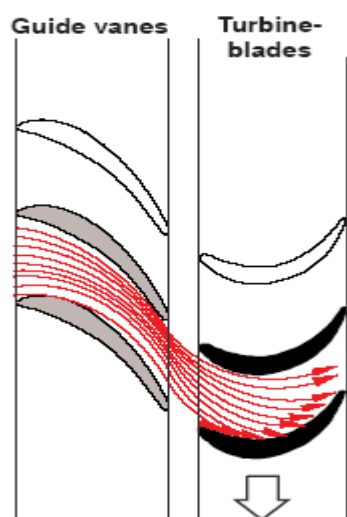
برای جلوگیری از فرار گاز، بین مراحل مختلف آببندی وجود دارد و نیز برای جلوگیری از فرار گاز داغ به طرف محور و یاتاقان‌ها آببندی وجود دارد. این آببندی‌ها اغلب به وسیله گرفتن هوا از مرحله مناسب کمپرسور تأمین می‌شود. این هوا در امتداد دیسک‌های توربین هدایت و آنها را خنک کرده و از انتقال حرارت به محور یاتاقان‌ها

جلوگیری می‌کند.



## اصول کار:

در معبرهای همگرای بین تیغه‌های هادی با مقطع آیرودینامیکی، گاز داغ گسترش پیدا میکند. انرژی فشاری به انرژی جنبشی تبدیل شده و گاز شتاب می‌گیرد. در همین زمان گاز در امتداد چرخش تیغه‌های گردان توربین، حرکت چرخشی می‌گیرد. به وسیله تیغه‌های گردان، گاز مجبور به انحراف شده و چون معبر همگراست سرعت بیشتری پیدا می‌کند.

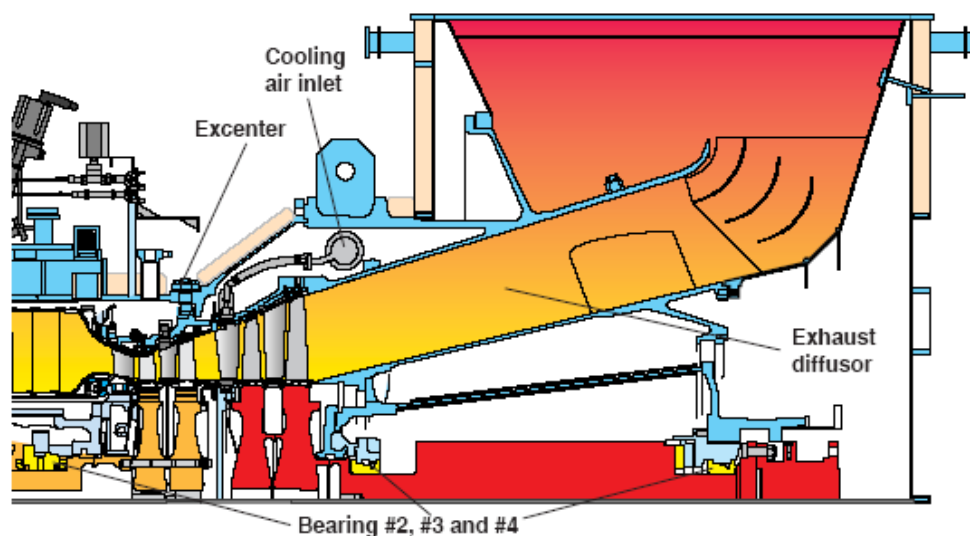


با تأثیرگذاری روی تیغه‌های گردان و در پی برآیند و نتیجه عکس‌العمل عبور از معبرها، انرژی گاز جذب پره‌های متحرک شده و چرخش توربین و تولید قدرت برای چرخاندن محور حاصل می‌شود. به وسیله پره‌های هادی مرحله بعدی، گاز بیشتر گسترش یافته و به سمت ردیف بعدی پره‌های گردان هدایت می‌شود.

تعداد مراحل بستگی به تعداد محورها و نسبت فشار دارد. تراکم هوا در طی چندین مرحله انجام می‌پذیرد، اما در ادامه انبساط گاز طی یک فرآیند خود به خود انجام می‌گیرد. جهت هماهنگی و برابری نیرو و

تراکم، تعداد مراحل کمتری برای انبساط و دادن گاز به محیط بیرون موردلزم است.

اگر جذب انرژی به صورت مؤثری انجام گیرد، حرکت چرخشی گاز هنگام ترک مرحله آخر از گاز گرفته می‌شود، به طوریکه جریان در خروجی توربین برای دادن یک جریان محوری به سیستم اگزوز مستقیم است. برای دستیابی به نسبت تبدیل فشار بیشتر در توربین، کانال حلقوی متصل به توربین به صورت پخش کننده می‌باشد.

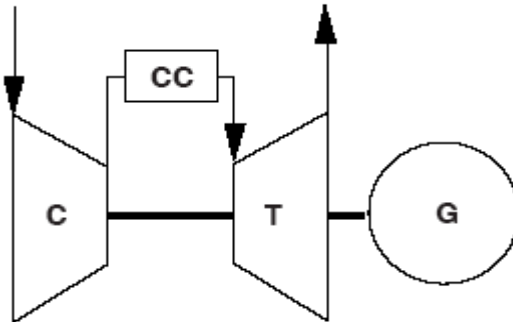




## ترکیب بندی توربین گاز:

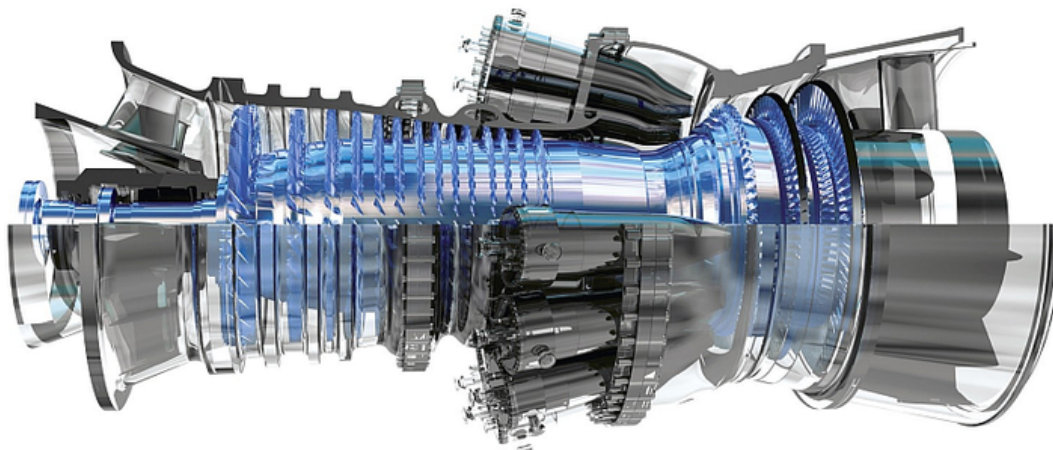
قسمت های اصلی توربین گاز می تواند به صورت های مختلفی چیده شوند و با اجزای دیگری ترکیب گردد. در زیر چند مثال آورده شده است.

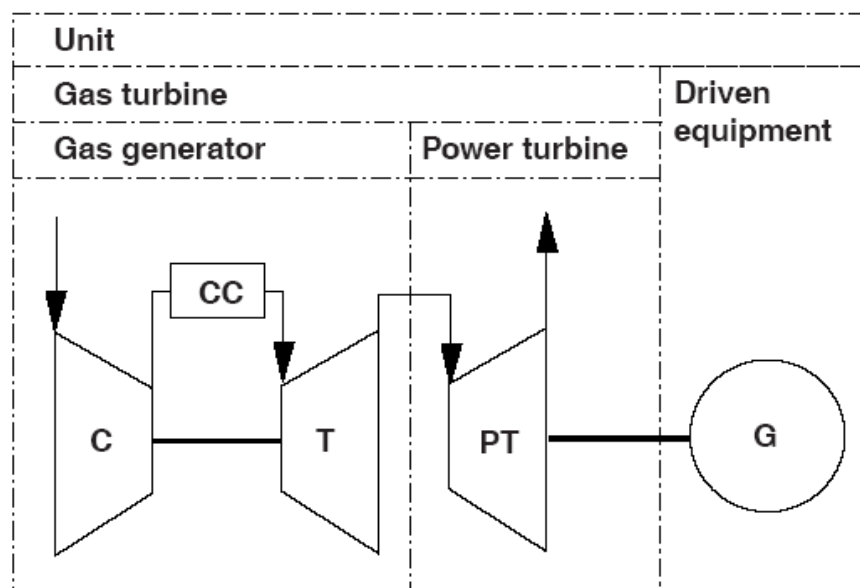
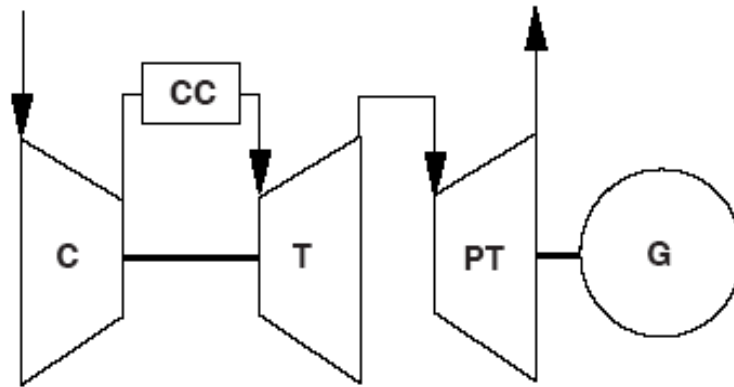
توربین گاز تک محور، ساده ترین است اما فقط برای کاربرد در سرعت ثابت مناسب است.



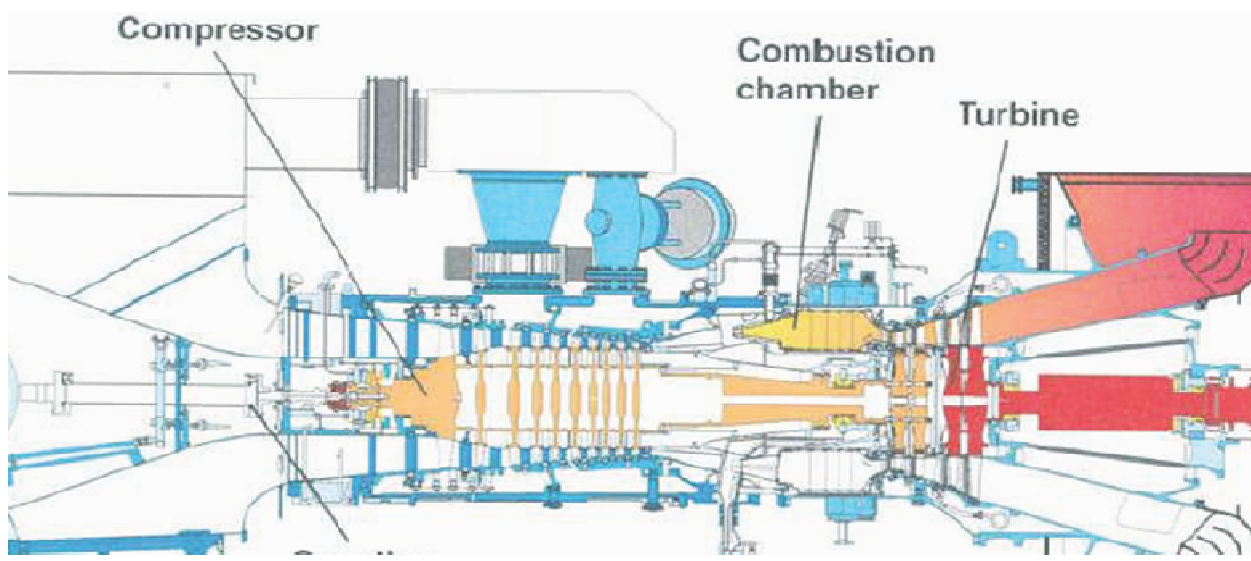
- C کمپرسور
- CC محفظه احتراق
- T توربین
- CT توربین کمپرسور
- PT توربین قدرت
- G ژنراتور برق (مولد)

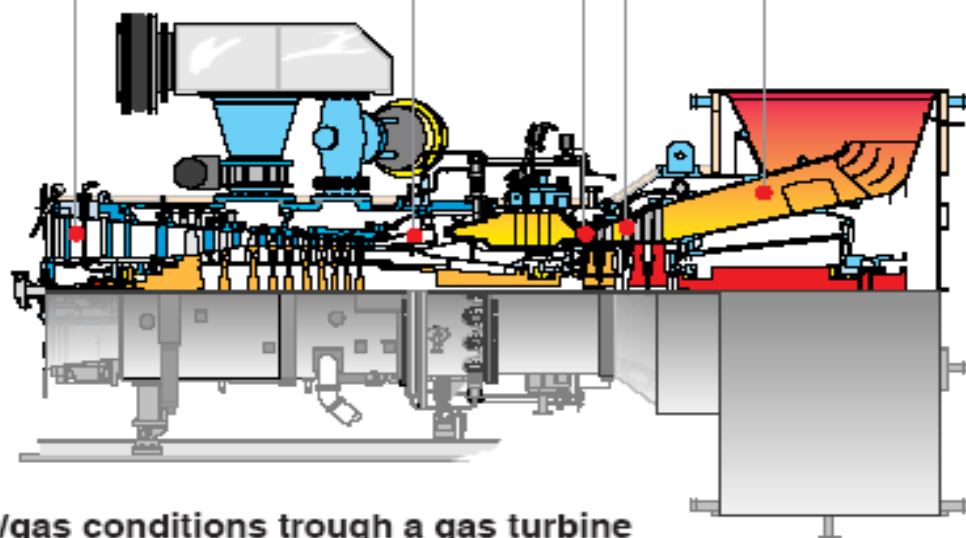
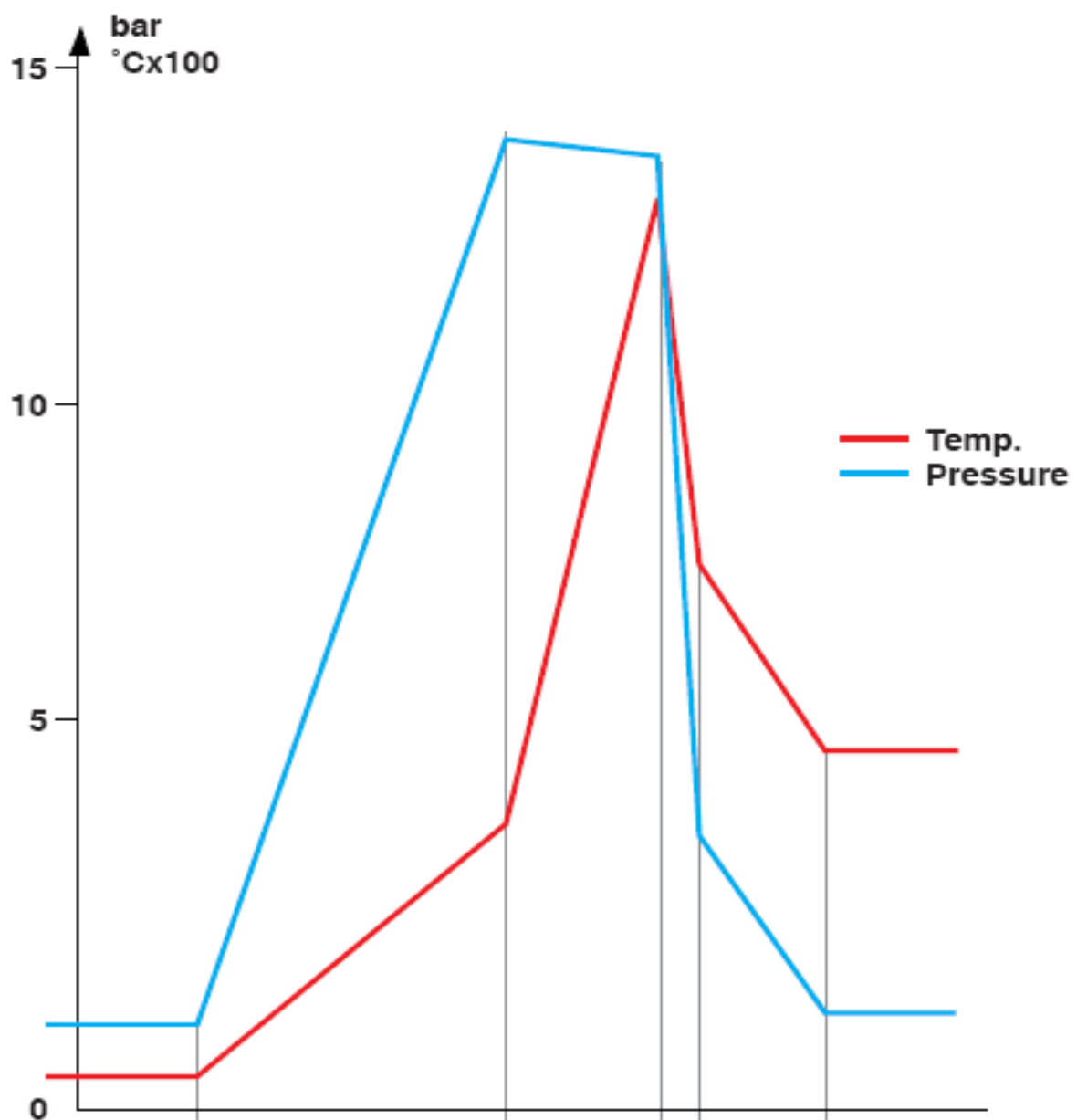
ساختار یا ترکیب توربین با توان آزاد یا توربین با دو محور مجزا (توربینی که محورش از محور کمپرسور جدا است) این امکان را به وجود می آورد که سرعت خروجی در محدوده زیادی تغییر نماید. توربین با توان آزاد موتور بسیار قابل انعطافی است. در کاربری سرعت ثابت سیکل ساده عملکرد (SC) در بارگیری های با شیب پایین تاحدی قابل مقایسه با توربین گاز تک محور می باشد. از طرف دیگر امکان تغییر بار در میزان بارگیری با شیب کمتر به علت این واقعیت که ژنراتور گاز باید برای مکش هوای بیشتر شتاب بگیرد، وجود دارد.





توربین با توان آزاد تشکیل یافته از یک محور گاز ژنراتور دوقلو موتور بسیار قابل انعطافی است. گاز ژنراتور با محور دوقلو نسبت‌های فشار بالا و ارائه عملکردی خوب در بارگیری پایین را بدست می‌دهد.





Air/gas conditions trough a gas turbine

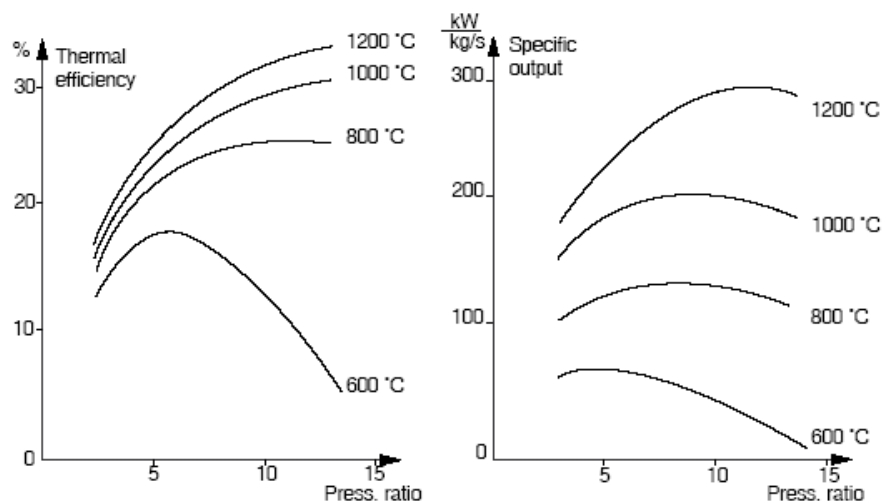
## عملکرد توربین گاز:

فاکتورهای مؤثر در توربین گاز بازده حرارتی و خروجی مخصوص (خروجی مخصوص مساوی خروجی گاز جاری در توربین بر حسب Kg/S است)، می‌توانند به دو گروه فاکتورهای ترمودینامیکی و تأثیر شرایط جوی و محیطی تقسیم شود.

## فاکتورهای ترمودینامیکی:

این فاکتورها که بازده اجزاء هستند، نسبت تبدیل فشار کمپرسور و دمای ورودی توربین عمدتاً به وسیله طراحی موتور محاسبه می‌شوند. بازده اجزاء بستگی به نوع اجرا و طراحی آن دارد. بهبود بازده اجزای توربین بازده بالاتر حرارتی واحد و خروجی بیشتر را به همراه دارد.

به عنوان نمونه، بازده کمپرسور با جریان محوری برابر  $\eta_c = 0.87 - 0.97$  و بازده محفظه احتراق ساده  $\eta_{cc} = 0.98 - 0.997$  و بازده توربین با جریان محوری مساوی  $\eta_t = 0.87 - 0.90$  می‌باشد. نسبت تبدیل فشار کمپرسور و دمای گاز ورودی به توربین تأثیر زیادی در بازده حرارتی و خروجی ویژه دارند. از آن گذشته این دو فاکتور در جهاتی با هم تأثیرگذاری متقابل دارند، یعنی یک نسبت تبدیل فشار برای یک دمای معین ورودی به توربین مناسب و بهینه است. به شکل‌های زیر توجه کنید:



دمای مجاز ورودی توربین بستگی به جنس مصرف‌شده در «بخش داغ» موتور و عمر دلخواه آن دارد. گاهی بیشتر از یک حد دما تعیین می‌گردد تا عملکرد و طول عمرهای متفاوتی در رابطه با آنها تعریف شود. افزایش دما طول عمر کمتری نتیجه می‌دهد، یک افزایش ۳۰ درجه‌ای دما می‌تواند طول عمر دستگاه را تا یک سوم کاهش دهد.



جنس بخش داغ و طول عمر دلخواه این بخش یک دمای مجاز را به دست می‌دهد که در پی آن برای بهینه بودن دستگاه یک نسبت تبدیل فشار معینی محاسبه می‌شود. ترکیب دمای احتراق گاز و نسبت تبدیل فشار یک خروجی یا توان، دمای آگزوز و بازده حرارتی خاصی را می‌دهند که البته بازده بخش‌ها و اجزاء توربین روی آن تأثیر می‌گذارند.

### فشار هوای محیط:

فشار نامی هوای محیط که خروجی نامی توربین گاز به اساس آن تعریف شده  $1.013 \pm 0.05$  بار می‌باشد و فشار واقعی هوا معمولاً در محدوده  $1.013 \pm 0.05$  بار متغیر است.

از آنجا که فشار هوا روی چگالی هوا تأثیر دارد و نیز روی دبی جرمی عبوری از موتور، بنابراین این پارامتر روی خروجی واقعی موتور بر اساس فرمول‌های زیر مؤثر است:

$$P_{e \text{ act}} = P_{e \text{ nom}} \times (P_{\text{oct}}/P_{\text{nom}})$$

$P_{e \text{ nom}}$  = خروجی نامی

$P_{e \text{ cct}}$  = خروجی نامی

$P_{\text{nom}}$  = فشار نامی هوا

$P_{\text{act}}$  = فشار واقعی هوا

در یک توان نامی ثابت (دمای گاز ثابت)، افزایش فشار هوای محیط نتیجه می‌دهد:

- افزایش خروجی
- عدم تغییر در بازده واحد
- عدم تغییر در سرعت گاز ژنراتور
- در یک خروجی ثابت، افزایش فشار هوای محیط نتیجه می‌دهد:
- کاهش دمای گاز
- کاهش بازده واحد
- کاهش سرعت گاز ژنراتور

### دمای هوای محیط:

عملکرد توربین گاز معمولاً در دمای محیط  $+15$  درجه سانتی‌گراد بالای صفر تعریف می‌شود و به طور خاص خروجی مفید بسیار متأثر از دمای محیط است.

درتوان نامی ثابت (دمای ثابت گاز)، افزایش دمای محیط نتیجه می‌دهد.

- کاهش خروجی
- کاهش بازده واحد
- کاهش سرعت گاز ژنراتور در بخش فشار پائین LP
- افزایش سرعت گاز ژنراتور در بخش فشار بالا HP
- در یک خروجی ثابت، افزایش دمای محیط نتیجه می‌دهد:
- افزایش دمای گاز
- کاهش بازده واحد
- افزایش سرعت گاز ژنراتور

### رطوبت نسبی هوای محیط:

عملکرد نامی توربین گاز برپایه رطوبت نسبی هوا ۶۰٪ تعریف شده است. عملکرد توربین گاز متأثر از رطوبت هوا است ولی این تأثیرگذاری فقط در دماهای بالای محیط اهمیت دارد. در یک توان نامی ثابت (دمای گاز ثابت)، افزایش رطوبت نسبی نتیجه می‌دهد:

- افزایش خروجی
- عدم تغییر در بازده واحد
- افزایش سرعت گاز ژنراتور
- در یک خروجی ثابت، افزایش رطوبت نسبی نتیجه می‌دهد:
- کاهش دمای گاز
- عدم تغییر در بازده واحد
- افزایش سرعت گاز ژنراتور

### شرایط کار:

یک مثال از منحنی عملکرد توربین گاز با محور دو قلو (Twin Spool) در شکل دیده می‌شود. منحنی نشان می‌دهد خروجی ژنراتور برق باتوجه به پارامتر بازده حرارتی با دمای محیط رابطه عکس دارد. در دمای پایین محیط، خروجی به وسیله سرعت گاز ژنراتور محدود می‌شود و در دمای محیط بالا خروجی با دمای ورودی توربین و سرعت گاز ژنراتور محدود می‌گردد. البته خروجی نشان داده شده و بازده، از فشار هوای محیط و رطوبت نسبی نیز همانطور که قبلاً گفته شد، تأثیر می‌پذیرند.

همانطور که در منحنی عملکرد نشان داده شده، میزان بارگیری روی بازده واحد تأثیر می‌گذارد. افزایش بار در دمای ثابت هوای محیط با خاصیت افزایش فشار هوای تحریکی کمپرسور و افزایش دمای ورودی توربین بازده بالاتری را بدست می‌دهد.

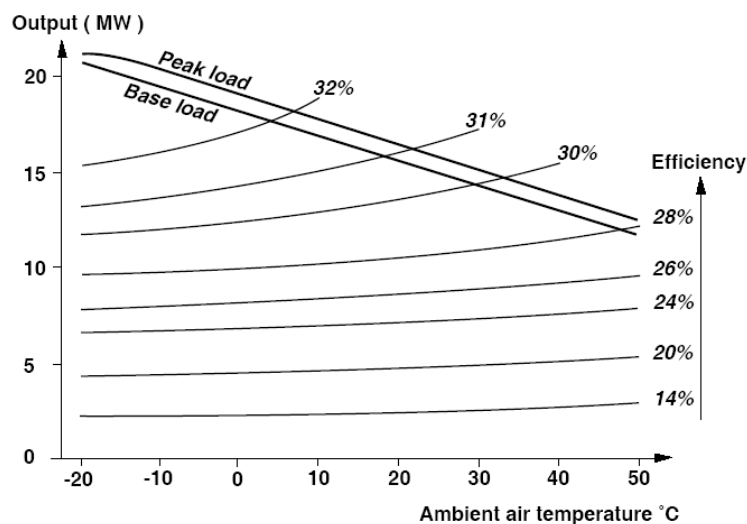
در توربین دو محدوده بار داده شده است، بار پایه و بار نهایی.

کار در بالای بار پایه به واسطه افزایش تنش و براساس فرمول‌های ارائه‌شده قبل زمان تعمیر و سرویس را پایین می‌آورد. منحنی عملکرد معمولاً یک منحنی نامی است و منحنی واقعی براساس کیفیت اجزاء مختلف توربین می‌تواند انحراف بالا یا پایین داشته باشد.

هنگام راه‌اندازی توربین، اگر انحراف از عملکرد نامی دیده شود، می‌تواند براساس دمای نامی ورودی توربین و یا خروجی نامی تنظیم گردد. برای کنترل شرایط یک واحد، مثلاً اگر کمپرسور باید تمیز شود، یک کنترل خروجی می‌تواند انجام شود. این کنترل به این معنی است که خروجی واقعی سنجیده شود، به واسطه تغییرات شرایط هوای محیط اصلاح گردد و بعد با مقادیر مرجع مقایسه گردد.

**مقدار افت مجاز خروجی در یک دستورالعمل تمیزکردن کمپرسور بیان شده است.**

بقیه دلایل افت خروجی گرفتگی فیلترهای هوای ورودی، سوختن یا صدمه دیدن پره‌های توربین، فرار هوا یا گاز و امثال آن می‌باشد.



فاصله سرویس و تعمیر توربین بستگی به زمان کارکرد و تعداد روشن و خاموش کردن آن دارد. از آنجایی که تنش‌هاییکه توربین گاز با بارگذاری و اینکه استارت عادی یا سریع انتخاب شود، متغیر است.

مقدار ساعات کارکرد و استارت مطابق با برنامه تعمیر، به شکل متناسب با زمان کارکرد و تعداد استارت داده می‌شود.

$$H_0 = C_r \times C_x \times H + 5S_0 \quad C_r = \text{ضریب سوخت}$$

$$S_0 = C_y \times S \quad 1 = \text{برای سوخت گاز مطابق BA - 241 - 6E}$$

$$H_0 = \text{زمان کارکرد معادل} \quad 1.2 = \text{برای سوخت نوع ۱ مطابق AA - 243 - 9E}$$

$$1.5 = \text{برای سوخت نوع ۲ مطابق AA - 243 - 9E}$$

$$2 = \text{برای نفت خام و گاز ترش}$$

$$C_x = \text{ضریب تنش}$$

ضریب نمایی ۴ - ۰/۹ بستگی به بارگزاری دارد. این ضریب به صورت خودکار به وسیله تجهیزات کنترل محاسبه و به روز می‌شود.

$$H = \text{ساعات کار}$$

$$S_0 = \text{استارت‌های معادل}$$

$$C_y = \text{ضریب استارت}$$

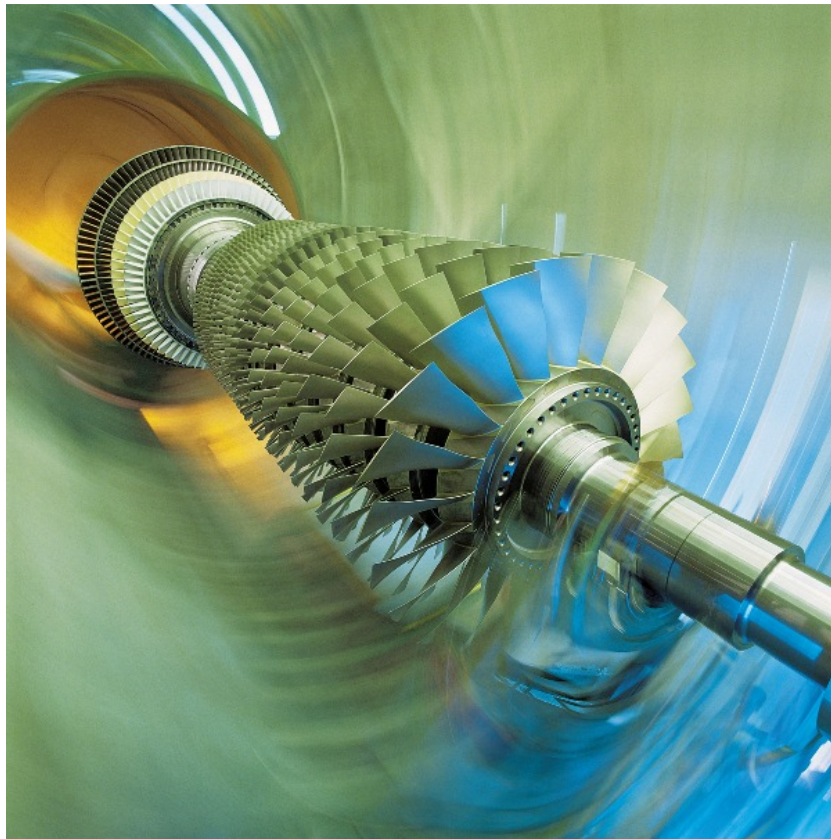
$$1 = \text{برای استارت عادی}$$

$$5 = \text{برای استارت سریع}$$

$$S = \text{تعداد استارت}$$

## بخش سوم

### سیستم تولید گاز



مرکز آموزش OTC

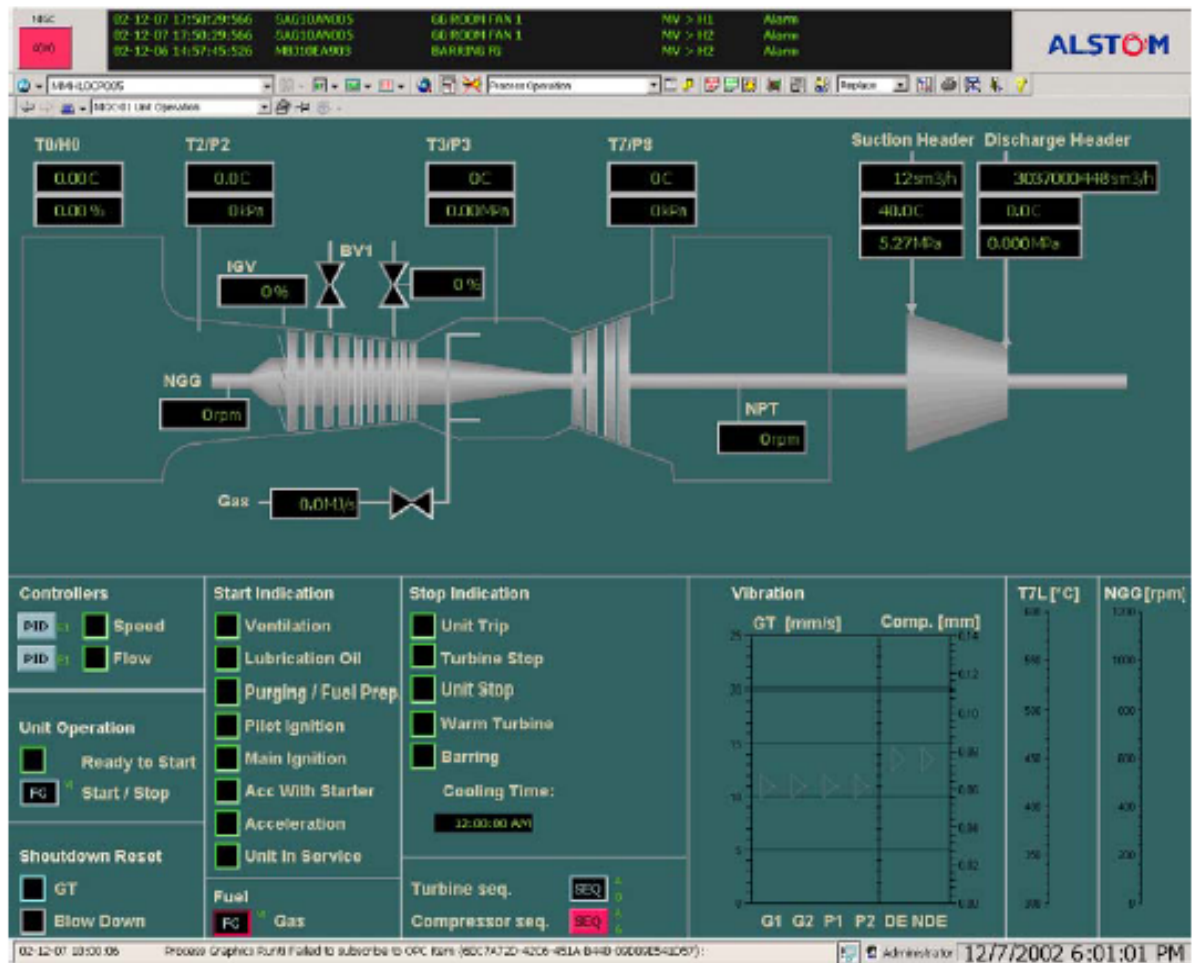
مرجع: Gas Turbine SGT600

Basic Training Siemens

ترجمه: محمدجواد رضایی



## بخش سوم: سیستم تولید گاز MBT Gas Generator System

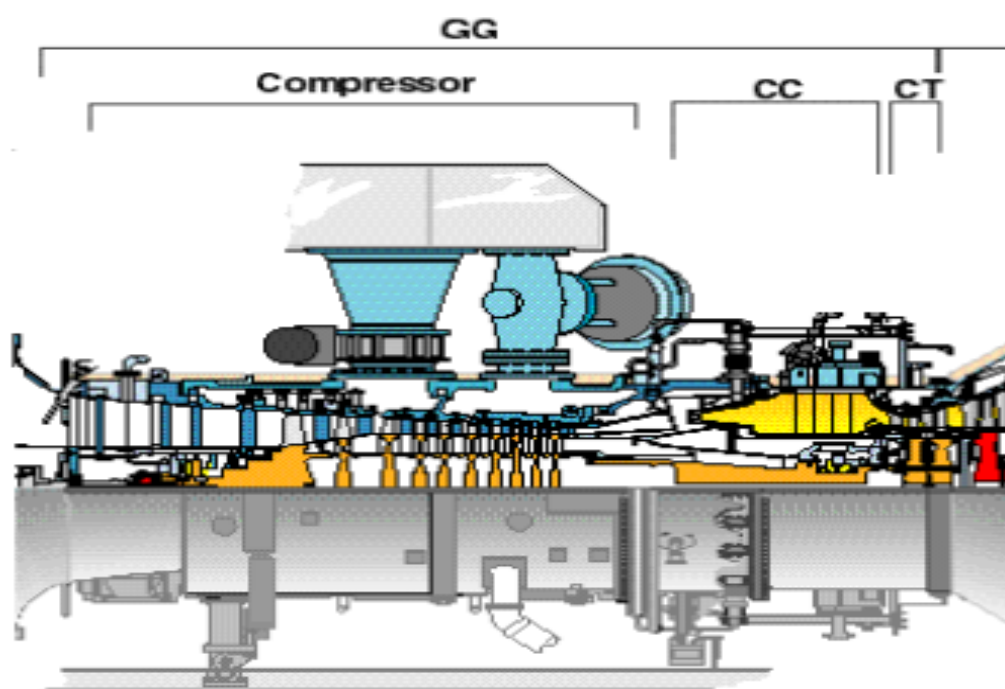


### مفهوم کاری سیستم:

- واحد تولید گاز، یک جریان گاز داغ پرفشار جهت به حرکت درآوردن توربین قدرت تولید می‌کند.
- هدف این فصل: بعد از اتمام این فصل شخص قادر خواهد بود که:
- چگونگی کنترل پره‌های هادی ثابت (IGS) هنگام استارت، کار عادی و خاموش کردن توربین را شرح دهد.
  - چگونگی کنترل شیرهای تخلیه گاز (Bleed Valve) را در استارت، کار عادی و خاموش کردن توضیح دهد.
  - چگونگی کار گاز ژنراتور هنگام صدمه دیدن برق (AC) را بگوید.
  - مفهوم کاری سنسورهای شعله (Flame Detectors) را هنگام استارت و کار عادی تشریح کند.
  - مفهوم Keyfaser را عنوان کند.

توضیحات کلی سیستم (رجوع شود به P&ID شماره 2042 749 – No. 2047337):

توربین گاز GT10B در یک سیکل ساده باز با جریان مستقیم هوا و گاز در توربین کار می‌کند. این توربین می‌تواند به دو قسمت اصلی تقسیم شود، تولید کننده گاز یا گاز ژنراتور (GG) و توربین قدرت (PT). این دو بخش اصلی به صورت مکانیکی متصل نیستند، بنابراین سرعت گاز ژنراتور به وسیله خروجی واحد و نیز شرایط جوی تعیین خواهد شد. این موضوع یک دامنه کنترل وسیعی در بازه ثابت و معینی را ممکن می‌سازد. گاز ژنراتور شامل کمپرسور، محفظه احتراق و توربین کمپرسور می‌باشد.



### کمپرسور:

بدنه ورودی شامل بخش خارجی و بخش داخلی می‌باشد که هوای ورودی را به اولین مرحله کمپرسور هدایت می‌کند. بدنه داخلی شامل محفظه یاتاقان شماره ۱ و کلاچ SSS که کارش قطع و وصل موتور



استارتر یا راه‌انداز به محور گاز ژنراتور است، می‌باشد. کلاچ SSS در سیستم استارت MBJ شرح داده خواهد شد.

بدنه داخلی از طریق چهار عدد میله توخالی به بدنه خارجی وصل شده است. میله‌ها دارای لوله‌های روغن‌کاری و هوای آب‌بندی و نیز کابل‌های ابزار دقیق (سرعت، ارتعاش، وضعیت محوری، دمای یاتاقان، زاویه فاز) می‌باشند.

بدنه ورودی به بدنه کمپرسور پیچ شده است.

بدنه کمپرسور، پوشاننده تمام قسمت‌های کمپرسور جهت سادگی تعمیرات به صورت افقی، جداسازی شده است.

بدنه شامل سه بخش ثابت قابل مونتاژ: بدنه استاتور جلوئی، مرکزی و عقبی می‌باشد. این بدنه‌ها پره‌های هادی و رینگ‌های استاتور را نگهداری می‌کنند.

بدنه‌های استاتور برای تخلیه هوا پائین‌دست در مرحله دوم (تخلیه فشار پایین) و در مرحله پنچ



(تخلیه فشار بالا) دارای سوراخ می‌باشند.

دو شیر تخلیه روی نیمه بالایی بدنه کمپرسور نصب شده‌اند، یکی برای محفظه فشار پایین (BV1) و یکی برای محفظه فشار بالا (BV2). شیرهای تخلیه هوا هنگام بار کم کمپرسور و به جهت جلوگیری از به وجود آمدن پدیده سرج باز می‌شوند. هوای فراری به ورودی هوا (Air

Intake) هدایت می‌شود. شیر BV2 همچنین در هنگام لزوم برای بیرون دادن هوا به کار گرفته می‌شود.

شیر BV2 در یک دامنه وسیع‌تری از بار مورد استفاده قرار می‌گیرد.

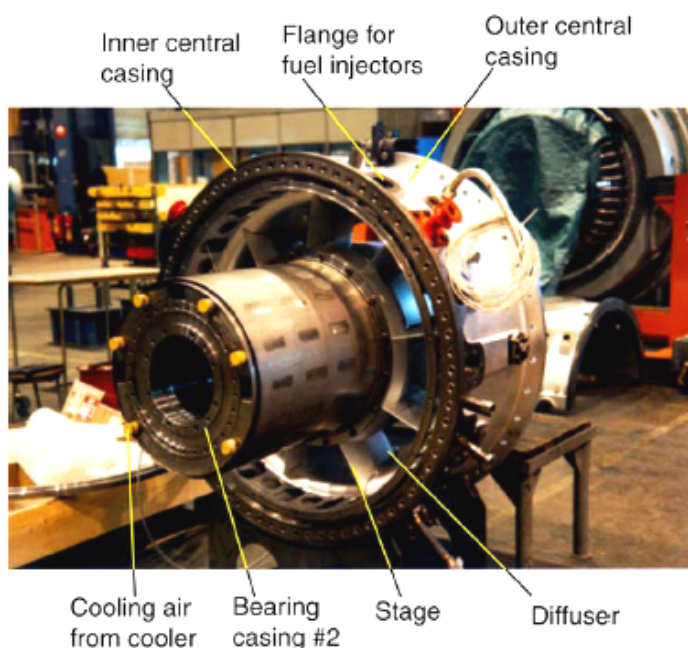
کمپرسور با جریان محوری دارای ده مرحله می‌باشد، پره‌های هادی دو ردیف اول از نظر هندسی متغیراند و به وسیله یک مکانیسم کنترل محوری و سرو موتور AC تحریک می‌شوند. رتور کمپرسور به صورت یکپارچه از تعدادی دیسک که به صورت جوش الکترونی جوش شده‌اند و یک محور میانی ساخته



شده است. تیغه‌های رتور کمپرسور به وسیله اتصال دم چلچله‌ای روی دیسک‌ها ثابت شده‌اند. تیغه‌های ثابت و چرخان جهت حفاظت درمقابل خوردگی پوشش شده‌اند.



## بدنه مرکزی:



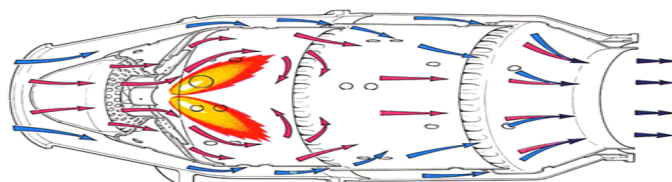
بدنه مرکزی شامل بدنه‌های داخلی و بیرونی می‌باشد. لوله‌های سوخت به بدنه بیرونی وصل شده‌اند. یک بخش پخش‌کننده بین بدنه بیرونی و داخلی سرعت هوا را کم نموده و جریان هوا را به محفظه احتراق هدایت می‌کند. بدنه داخلی شامل یاتاقان شماره دو می‌باشد. بدنه داخلی دارای نه عدد میله طولی می‌باشد. بعضی از این میله‌ها شامل لوله‌های روغن و هوای آب‌بندی و نیز کابل‌های ابزار دقیق (ارتعاش و دما) می‌باشند.

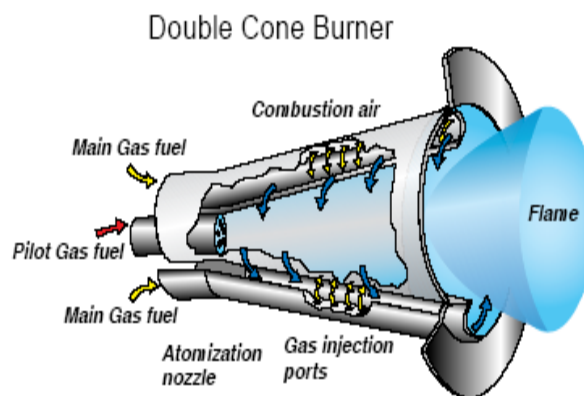
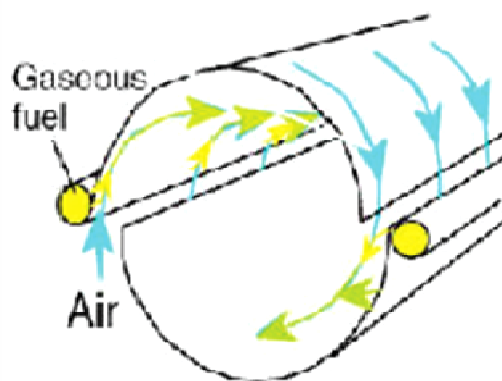
## محفظه احتراق:



توربین GT10 با سیستم تشعشع پایین احتراق از مشعل‌های EV burners - شرکت ABB استفاده می‌کند که هنگام استفاده از سوخت گازی مطابق با مشعل EV به شکل مخروط با دو شکاف که هوای کمپرسور در آن جریان دارد، می‌باشد. سوخت گاز اصلی در امتداد این شکاف‌ها توسط سوراخ‌های کوچکی با هوای در جریان برخورد و مخلوط می‌شود. هر مشعل با یک تزریق کن سوخت، برای تزریق گاز و سوخت اولیه در نوک مخروط مجهز شده است. سوخت اولیه گاز هنگام استارت استفاده می‌شود و تا

حدود ۹۵٪ بار سوخت اصلی را تأمین می‌کند. در محفظه احتراق حلقوی شکل سوخت توسط ۱۸ عدد مشعل EV تزریق می‌شود (SGT600). آتش‌زدن توسط جرقه‌زن‌های مربوطه انجام می‌گیرد.





جرقه زن مجهز به هوای ابزار دقیق و سوخت چاشنی از یک سیستم سوخت آتش زن جدا می باشد. جرقه زن به وسیله فندک تحریک می شود.

در محفظه احتراق دو دکتور شعله وجود دارد، یکی جرقه زن و دیگری شعله اصلی را نشان می دهد. لوله های سوخت، هر کدام دارای سه لوله هم محور می باشند که مشعل ها را به منیفولد بیرونی سوخت وصل می کنند.

هنگام کار با سوخت مایع، مشعل ها یک شعله پخش شده معمولی را دارند.



### بدنه توربین:

سیستم احتراق و توربین به وسیله بدنه توربین پوشیده شده اند. جرقه زن مشعل و دکتورهای شعله روی بدنه توربین نصب شده اند.

### توربین کمپرسور:

توربین کمپرسور دو مرحله ای شامل استاتور و دیسک های توربین می باشد. دیسک های توربین به رتور توربین پیچ شده اند. سطح استاتور به وسیله لایه ای از هانیکومب (Honey Comb) جهت آب بندی پوشیده شده است. هانیکومب یک لایه آب بندی سایش پذیر است که می تواند در مقابل مالش پره های چرخان دوام بیاورد. پره های چرخان توربین به شکل ریشه صنوبری وصل شده و برای به حداقل رساندن فرار گاز بین مراحل دارای پوشش می باشند.





پره‌های چرخان رتور همانند پره‌های ثابت استاتور ریخته‌گری دقیق شده و از داخل خنک می‌شوند. تمام سطح خارجی پره‌ها که در مقابل گاز داغ قرار دارند برای حفاظت از خوردگی و اکسید شدن با لایه‌ای از آلومینیوم-پلاتین پوشش شده است.

### یاتاقان‌ها:

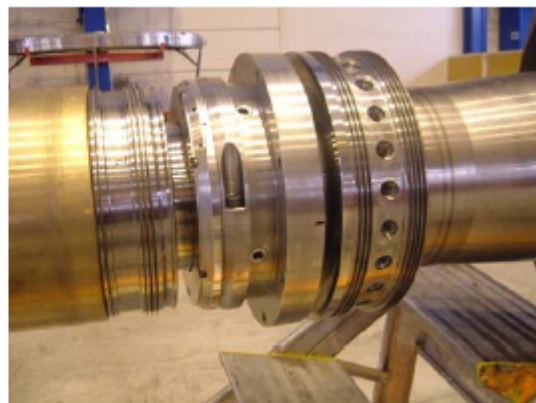
یاتاقان‌ها با طراحی بالشتک نوسان‌کننده یا لغزان (Tilting Pad) و با سیستم روغن‌کاری مستقیم می‌باشند. یاتاقان‌ها به سنسورهای حرارتی و مبدل‌های ارتعاشی مجهز می‌باشند. دو یاتاقان گرد شماره‌های ۱ و ۲ شماره‌گذاری شده از سمت ورودی به اگزوز و یک یاتاقان فشاری (کف گرد) که کنار یاتاقان گرد شماره ۱ قرار دارد، محور روتور گاز ژنراتور را نگهداری می‌کنند.

در حالیکه محفظه یاتاقان شماره ۱ زیر فشار آتمسفر است، محفظه یاتاقان شماره ۲ تحت فشار قرار گرفته است زیرا این یاتاقان بعد از خروجی کمپرسور قرار دارد. این موضوع اجازه می‌دهد که اندازه و پیچیدگی آب‌بندهای لایرنث (Labyrinth) کاهش یابد.

هنگام کار، روغن به صورت مستمر به یاتاقان‌ها فرستاده می‌شود. برگشت روغن از محفظه یاتاقان‌ها به صورت ثقلی به تانک روغن برمی‌گردد. برای اطلاع بیشتر به بخش روغن‌کاری مراجعه شود (MBV).



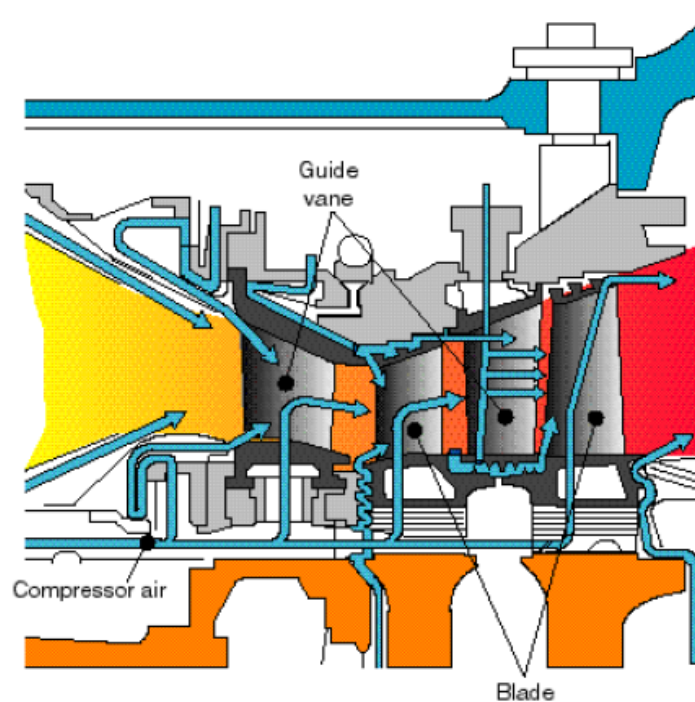
Bearing #1



Bearing#2

## هوای خنک کاری و آب بندی:

هوای خنک کاری و آب بندی از محفظه های مختلف تخلیه هوا و از خروجی کمپرسور گرفته می شوند. هوای خنک کاری برای خنک کردن پره های ثابت، پره های چرخان و دیسک های توربین کمپرسور به کار می رود. هوای آب بندی برای جلوگیری از ورود گاز داغ به محفظه یاتاقان ها یا فرار روغن از آنها به کار می رود. برای اطلاع بیشتر بخش سیستم هوای خنک کاری و آب بندی را مطالعه کنید (MBH).



## کار (طرز کار):

### راه اندازی:

رویه راه اندازی عموماً در شرح سیستم راه اندازی توضیح داده شده است (MBJ). موتور الکتریکی راه انداز، محور یا روتور گاز ژنراتور را تا سرعت پاک سازی مسیر شتاب می دهد. پاک سازی مسیر برای زمان مناسب جهت تهویه گاز ژنراتور و سیستم اگزوز ادامه خواهد داشت. وقتی که زمان پاک سازی به پایان رسید، سوخت تزریق شده و توربین گاز روشن می شود. رتور گاز ژنراتور (GG) با کمک موتور استارت تا سرعت خودنگهداری شتاب می گیرد.

## ادامه دادن کار:

سرعت گاز ژنراتور باتوجه به بار و شرایط جوی تغییر می کند. خروجی گاز ژنراتور به وسیله سرعت نهائی روتور یا دمای گاز اگزوز محدود می شود.

### توقف:

هنگامی که احتراق قطع می‌شود، گاز ژنراتور به آرامی سرعتش کم می‌شود تا به سرعت نگهداشت موتور الکتریکی راه‌انداز برسد. سرعت نگهداشت تا خنک شدن گاز ژنراتور ادامه داده می‌شود. بعد از آن، موتور راه‌انداز ایستاده و گاز ژنراتور به حالت توقف درمی‌آید.

### حالت سکون:

گاز ژنراتور در حالت سکون و توقف نگهداشته می‌شود.

### اختلال:

#### توربین گاز:

یک فرمان قطع، جریان سوخت را به گاز ژنراتور قطع می‌کند. سرعت گاز ژنراتور تا سرعت نگهداشت کاهش پیدا می‌کند. سرعت نگهداشت تا اتمام دوره خنک‌شدن ادامه پیدا می‌کند. بعد از این، گاز ژنراتور به حالت سکون برده می‌شود.

#### از دست دادن منبع تغذیه:

از دست دادن منبع تغذیه برق باعث فرمان قطع توربین گاز می‌شود.

#### خطاهای سیستم:

اگر در توربین، کمپرسور، یاتاقان‌ها یا محفظه احتراق ضایعه‌ای پیش آید، سیستم ممکن است راه نیفتد و یا متوقف شود.

اگر شیرهای تخلیه هوا MBT10AA005 یا MBT10AA010 در زمان استارت باز نشود، توربین گاز فرمان قطع خواهد گرفت.

#### خطاهای دیگر:

توربین گاز جهت کار مناسب به سیستم‌های کمکی خود وابسته است. خطا در یکی از این سیستم‌ها ممکن است ادامه راه‌اندازی یا کار توربین را محدود یا متوقف کند.

## مشخصات فنی:

### معیارها و استانداردهای طراحی:

جهت چرخش محور عکس عقربه‌های ساعت با دید از سمت مخالف جریان

اطلاعات ابعادی:

- نسبت تبدیل فشار در شرایط ایزو ۱۴/۱
- سرعت نامی دور در دقیقه در شرایط ایزو ۹۷۷۰

اطلاعات مهندسی:

اعداد داده شده در زیر می‌توانند قدری از پروژه‌ای به پروژه دیگر تغییر کنند.

جریان نامی 80 Kg/S

### نصب:

گاز ژنراتور به وسیله فلنج به توربین قدرت پیچ شده است. کل واحد، گاز ژنراتور و توربین قدرت به وسیله نقاط ثابت و نگهدارنده‌های آویخته پاندولی در انتهای توربین قدرت و نگهدارنده‌های ارتجاعی در جلوی گاز ژنراتور به پایه اصلی نصب شده است.

چون بخش‌های مختلف گاز ژنراتور به صورت مدول‌های قابل جابجایی ساخته شده‌اند، این موضوع دسترسی آسان و تعمیرات سریع را ممکن می‌سازد.

### مواد:

#### کمپرسور:

- دیسک‌ها:

|                   |               |                    |
|-------------------|---------------|--------------------|
| مرحله ۱ تا ۵      | Stages 1 – 5  | ASTM SA508CL4      |
| مرحله ۶ تا ۱۰     | Stages 6 – 10 | NIM 901 – AMS 5661 |
| - تیغه‌های چرخان: |               |                    |

|               |               |                             |
|---------------|---------------|-----------------------------|
| مرحله ۱       | Stages 1      | Titanium Alloy (Ti 6 A 14V) |
| مرحله ۲ تا ۱۰ | Stages 2 – 10 | X12 Cr Ni Mo12 (ASTM A 565) |
| SS A 12       |               |                             |

- تیغه‌های ثابت:

|               |               |                                  |
|---------------|---------------|----------------------------------|
| مرحله ۰ تا ۱  | Stages 0 – 1  | X20 Cr13 (AISI 420)              |
| مرحله ۲ تا ۱۰ | Stages 2 – 10 | X20 Cr Mo V12.1 (ASTM A 437 B4B) |

### محفظه احتراق:

|                         |              |
|-------------------------|--------------|
| Hastelloy X             | محفظه احتراق |
| Thermal Barrier Coating | پوشش سطح     |

### توربین کمپرسور

|                                          |                  |
|------------------------------------------|------------------|
| NIM 901 – AMS 5661                       | - دیسک‌ها        |
|                                          | - تیغه‌های چرخان |
| IN 792                                   | مرحله ۱-۲        |
| Vapor Deposited Al-Coating With Platinum | پوشش سطح         |
|                                          | - تیغه‌های ثابت  |
| IN 792                                   | مرحله ۱          |
| IN 939                                   | مرحله ۲          |
| Vapor Deposited Al-Coating With Platinum | پوشش سطح         |

### اطلاعات اجزاء:

|                                                |                              |
|------------------------------------------------|------------------------------|
| ۱۰ مرحله                                       | - تعداد مراحل کمپرسور        |
| ۲ مرحله                                        | - تعداد مراحل توربین         |
| Tilting Pad                                    | - نوع یاتاقان فشاری (کف‌گرد) |
| Tilting Pad                                    | - نوع یاتاقان معمولی گرد     |
| Electron – Beam Welded                         | - طراحی روتور                |
| 1620 Kg                                        | - وزن روتور با تیغه‌ها       |
| Single, Annular گرد و تکی                      | - نوع محفظه احتراق           |
| DLE, Dual Fuel                                 | - نوع مشعل‌ها                |
| ۱۸ عدد                                         | - تعداد مشعل‌ها (SGT 600)    |
| 1 Pilot (torch) Burner                         | - سیستم جرقه‌زن              |
| برای اطلاع بیشتر لیست سیستم‌ها را مطالعه کنید. |                              |

### وزن:

|         |                 |
|---------|-----------------|
| 9500 Kg | وزن گاز ژنراتور |
|---------|-----------------|



## تست و سرویس:

تست هنگام کار معمولی داده نشده  
دسترسی هنگام کار معمولی داده نشده

### اجزاء اصلی (باتوجه به P&ID شماره 2042 749 – No.2047337):

- ترانسمیتر فشار، فشار ورودی کمپرسور MBT 10 C P005  
این ترانسمیتر بصورت پیوسته فشار مطلق هوا قبل از فضای ورودی را نشان می‌دهد.
- ترانسمیتر فشار، اندازه‌گیری جریان هوای ورودی کمپرسور MBT 10 C P010  
این ترانسمیتر بصورت پیوسته فشار بین فضای ورودی و هوای ورودی به کمپرسور را نشان می‌دهد.
- ترانسمیتر فشار، فشار خروجی کمپرسور MBT 10 C P015  
این ترانسمیتر بصورت پیوسته فشار مطلق بعد از خروج از کمپرسور را نشان می‌دهد.
- ترانسمیتر فشار، فشار خروجی کمپرسور MBT 10 C P020  
این ترانسمیتر بصورت پیوسته فشار مطلق بعد از خروج از کمپرسور را نشان می‌دهد.
- ترانسمیتر فشار، فشار خروجی کمپرسور MBT 10 C P025  
این ترانسمیتر بصورت پیوسته فشار مطلق بعد از خروج از کمپرسور را نشان می‌دهد.
- مبدل اندازه‌گیری سرعت، GG Speed MBT 10 CS 005  
این مبدل به صورت پیوسته سرعت روتور گاز ژنراتور را نشان می‌دهد. این دستگاه برای حفاظت روتور از سرعت زیاد به کار می‌رود. این دستگاه همچنین برای کنترل کردن استفاده می‌شود.  
سرعت بالا (H1) یک فرمان قطع صادر می‌کند.
- مبدل اندازه‌گیری سرعت، MBT 10 CS 010  
این مبدل به صورت پیوسته سرعت روتور گاز ژنراتور را نشان می‌دهد. این دستگاه برای حفاظت روتور از سرعت زیاد به کار می‌رود. این دستگاه همچنین برای کنترل کردن استفاده می‌شود.  
سرعت بالا (H1) فرمان قطع را به همراه دارد.
- مبدل حالت محور، جابجایی طولی و رتور MBT 10 CG 005 GG  
این مبدل به صورت پیوسته محل قرارگیری رتور GG را نشان می‌دهد.  
جابجایی محوری (L1) یک اعلام خبر دارد.  
جابجایی محوری (H1) یک اعلام خبر دارد.  
جابجایی بزرگ محوری (L2) فرمان قطع توربین را به همراه دارد.

- راهنمای فاز (Key Phasor)، زاویه روتور MBT 10CG 010  
این دستگاه زاویه رتور را در مقایسه با حالت تعادل رتور GG اندازه گیری می کند.
- ترانسمیتر دما، دمای ورودی کمپرسور MBT 10 CT 005  
سنسور PT100 بصورت پیوسته دمای هوا را قبل از ورود به کمپرسور نشان می دهد.
- ترانسمیتر دما، دمای یاتاقان فشاری شماره ۱ MBT 10 CT 010  
سنسور PT100 بصورت پیوسته دمای یاتاقان را نشان می دهد. این سنسور دمای روغن خارج شده از بالشتک های یاتاقان را اندازه گیری می کند.  
دمای بالای (H1) شروع اعلام خطر  
دمای بالای (H2) شروع اعلام خطر
- ترانسمیتر دما، دمای یاتاقان فشاری شماره ۱ MBT 10 CT 015  
مانند MBT 10 CT 010
- ترانسمیتر دما، دمای یاتاقان گرد (معمولی) شماره ۱ MBT 10 CT 020  
سنسور PT100 بصورت پیوسته دمای یاتاقان را اندازه گیری می کند. سنسور دمای یکی از بالشتک ها را اندازه گیری می کند.  
دمای بالای (H1) شروع اعلام خطر  
دمای بالای (H2) شروع اعلام خطر
- ترانسمیتر دما، دمای یاتاقان معمولی شماره ۱ MBT 10 CT 025  
مانند MBT 10 CT 020
- ترانسمیتر دما، دمای خروجی کمپرسور MBT 10 CT 030  
این TC برای ارزیابی عملکرد مورد استفاده قرار می گیرد.
- ترانسمیتر دما، دمای خروجی کمپرسور MBT 10 CT 035  
این TC برای ارزیابی عملکرد مورد استفاده قرار می گیرد.
- ترانسمیتر دما، دمای خروجی کمپرسور MBT 10 CT 040  
این TC برای ارزیابی عملکرد مورد استفاده قرار می گیرد.
- ترانسمیتر دما، دمای یاتاقان شماره ۲ MBT 10 CT 045  
سنسور PT100 بصورت پیوسته دمای یاتاقان را اندازه گیری می کند. سنسور دمای روغن خروجی از بالشتک ها را اندازه گیری می سنجد.

- دمای بالای (H1) شروع اعلام خطر
- دمای بالای (H2) شروع اعلام خطر
- ترانسمیتر دما، دمای یاتاقان شماره ۲ MBT 10 CT 050  
مانند MBT 10 CT 045
- ترانسمیتر دما، دمای ورودی کمپرسور MBT 10 CT 055  
سنسور PT100 بصورت پیوسته دمای هوای قبل از ورودی کمپرسور را اندازه‌گیری می‌کند.
- ترانسمیتر دما، دمای ورودی کمپرسور MBT 10 CT 060  
سنسور PT100 بصورت پیوسته دمای هوای قبل از ورودی کمپرسور را اندازه‌گیری می‌کند.
- مبدل ارتعاش، یاتاقان شماره ۱ MBT 10 CY 005  
سنسور شتاب‌سنج بصورت پیوسته ارتعاشات را نشان می‌دهد.  
ارتعاش بالای (H1) شروع اعلام خطر  
ارتعاش بالای (H2) شروع به توقف توربین
- مبدل ارتعاش، یاتاقان شماره ۲ MBT 10 CY 010  
سنسور شتاب‌سنج بصورت پیوسته ارتعاشات را اندازه‌گیری می‌کند.  
ارتعاش بالای (H1) اعلام خطر  
ارتعاش بالای (H2) شروع به توقف توربین
- مبدل ارتعاش، یاتاقان شماره ۱ MBT 10 CY 005  
سنسور شتاب‌سنج بصورت پیوسته ارتعاشات را نشان می‌دهد.  
ارتعاش بالای (H1) اعلام خطر  
ارتعاش بالای (H2) شروع به توقف توربین
- آشکارساز شعله، دتکتور شعلی اصلی MBT 10 CQ 005  
دتکتور شعله، وجود شعله را هنگام راه‌اندازی و نبودن شعله را هنگام کار عادی نشان می‌دهد.  
نبودن شعله فرمان توقف توربین را صادر خواهد کرد.
- کنترل تیغه‌های هادی MBT 10 AE 005  
یک محرک دوار به وسیله یک سروموتور AC می‌چرخد. یک مبدل وضعیت (RVDT) فیدبک وضعیت را می‌دهد.

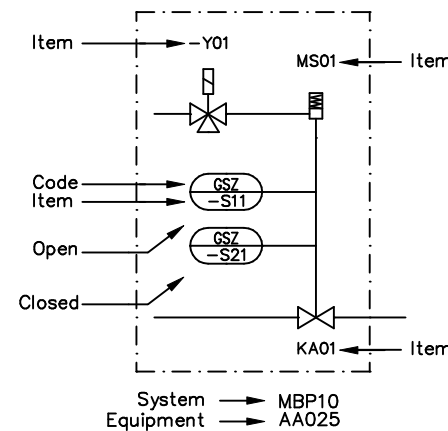
- شیرهای تخلیه شماره ۱ (نوع بازشونده فنری) MBT 10 AA 005  
شیر تخلیه هوای شماره ۱، یک شیر قطع و وصل (باز یا بسته) و از نوع پروانه‌ای می‌باشد و پنوماتیکی (با هوای فشرده) عمل می‌کند. شیر هنگام راه‌اندازی و بار کم باز است.  
محدودکننده‌های وضعیت، کلیدهای مکانیکی هستند. اگر این شیر هنگام راه‌اندازی باز نباشد توربین فرمان توقف می‌گیرد.
- شیرهای تخلیه شماره ۲ (نوع بازشونده فنری) MBT 10 AA 010  
شیر تخلیه هوای شماره ۲، یک شیر کنترل است و به صورت پنوماتیکی کار می‌کند و هنگام تغییر بار تنظیم خودکار می‌شود.  
یک مبدل آنالوگ وضعیت حالت شیر را نشان داده و فیدبک لازم را می‌دهد.  
اگر این شیر هنگام راه‌اندازی باز نباشد، توربین فرمان توقف می‌گیرد.
- سیستم جرقه‌زن MBT 10 AV 005  
جرقه (E01) به وسیلهٔ محرک جرقه (T01) تغذیه می‌شود.

SYSTEMS

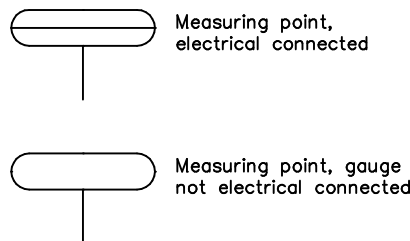
- MMAIN MACHINE SETS
- MBGas turbine plant
- MB\_Additional letter for different section of the system
- MK\_Generator (alternator)
- P\_COOLING WATER SYSTEMS
- PG\_-
- Q\_AUXILIARY SYSTEMS
- QF\_General instrument air system
- S\_ANCELLARY SYSTEMS
- SA\_Heating, air condition, ventilation
- SD\_Stationary cleaning system
- SF\_Heating and fuel gas system
- SG\_Stationary fire extinguishing system

Example  
MBP10 Gas fuel system  
Part of system

EQUIPMENT



MEASURING POINT



Example

Code → TIZA

System → MBP10 CT005

H1 → Switch point, alarm, trip etc.

L1 →

L2 →

Equipment →

EQUIPMENT

- AAGGREGATE
- AAValves, dampers
- ABIsolating elements, air locks
- ACHeat exchangers, heat transfer surfaces
- AETurning, driving, lifting and slewing gear
- AFContinuous conveyors, feeders
- AGGenerator units
- AHHeating, cooling and air conditioning units
- AJSize reduction equipment, only as part of process
- AKCompacting and packaging equipment, only as part of process
- AMMixers, agitators
- ANCompressor units, fans
- APump units
- ASAdjusting and tensioning equipment for non-electrical variables
- ATCleaning, drying, filtering and separating equipment
- AUGearbox and coupling equipment
- AVCombustion equipment
- AWStationary tooling, treatment equipment
- AXTest and monitoring equipment for plant maintenance

- BAPPARATUS
- BBStorage equipment (tanks)
- BEShafts (for erection and maintenance only)
- BFFoundations
- BNJet pumps, ejectors, injectors
- BPFlow restrictors, limiters, orifices
- BQHangers, supports, racks, piping penetrations
- BRPiping, duct work, chutes
- BSSilencers
- BTFlue gas catalytic converter modules
- BUInsulation, sheathing

- C\*DIRECT MEASURING CIRCUITS
- D\*CLOSED-LOOP CONTROL CIRCUITS
- F\*INDIRECT MEASURING CIRCUITS
- \*DDensity
- \*EElectrical variables
- \*FFlow, rate
- \*GDistance, length, position, direction of rotation
- CHManual input as manually operated sensor
- \*KTime
- \*LLevel
- \*MMoisture, humidity
- \*PPressure
- \*QQuality, variables (analysis)
- \*RRadiation variables
- \*SVelocity, speed, frequency, acceleration
- \*TTemperature
- \*JCombined and other variables
- \*VViscosity
- \*WWeight, mass
- \*XNeutron flux
- \*YVibration, expansion

- EANALOGUE AND BINARY SIGNAL CONDITIONING
- EA-EEOpen loop control
- EG-EKAlarm, annunciation
- EM-EQProcess computer
- ERReactor protection
- EUCombined analogue and binary signal conditioning
- EW-EZProtection

ITEMS

- ELECTRICAL COMPONENTS
- AAssemblies and subassemblies
- BTransducers for non-electrical to electrical variables and vice-versa
- CCapacitors
- DBinary elements, delay devices, memory devices
- ESpecial components
- FProtective devices
- GGenerators, power supplies
- HSignalling devices
- KRelays, contactors
- LInductors
- MMotors
- NAmplifiers, controllers
- PMeasuring instruments, testing equipment
- QPower switchgear
- RResistors
- SSwitches, selectors
- TTransformers
- UModulators, converters from electrical to other electrical variables
- VTubes, semiconductors
- WTransmission paths, waveguides, aerials
- XTerminals, plugs, sockets
- YElectrical positioners, e.g. solenoids
- ZTerminations, balancing equipment, filters, limiters, cable terminations

- KMECHANICAL COMPONENTS
- KAGate valves, globe valves, dampers, cocks, rupture disks, orifices
- KBGates, doors, dam boards
- KCHeat exchangers, coolers
- KDVessels/tanks, pools, surge tanks
- KETurning, driving, lifting and slewing gear
- KFContinuous conveyors, feeders
- KJSize reduction machines
- KKCompacting, packaging machines
- KMMixers, agitators
- KNCompressors, blowers, fans
- KPPumps
- KTCleaning machines, dryers, separators, filters
- KVBurners, grates
- KWStationary tooling and treatment machines for maintenance

- MMECHANICAL COMPONENTS
- MBBrakers
- MFFoundations
- MGGearboxes
- MKClutches, couplings
- MMEngines, not electrical
- MRPiping components, ductwork components
- MSPositioners, not electrical
- MTTurbines
- MUTransmission gear, non electrical, converters and boosters other than couplings and gearboxes

- QINSTRUMENTATION AND CONTROL COMPONENTS
- QBSensors if not structurally integral with \*QP\*, metering orifices
- QHSignalling devices
- QNControllers, flybolt governor
- QPMasuring instruments, testing equipment
- QRInstrument piping
- QSCondensation chamber in measuring circuits
- QTThermowells and pockets for protection of sensors

CODE LETTERS

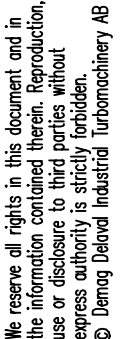
|   | As first letter             | As second letter      | As succeeding letter                                                 |
|---|-----------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------|
| A | -                           | -                     | Alarm                                                                |
| B | -                           | -                     | Display of state                                                     |
| C | -                           | -                     | Controlling                                                          |
| D | Density                     | Difference            | -                                                                    |
| E | All electrical variables    | -                     | Sensing element                                                      |
| F | Flow rate                   | Ratio                 | -                                                                    |
| G | Gauging, position or length | -                     | -                                                                    |
| H | Hand operated               | -                     | -                                                                    |
| I | -                           | -                     | Indicating                                                           |
| J | -                           | Scan                  | -                                                                    |
| K | Time or time programme      | -                     | -                                                                    |
| L | Level                       | -                     | -                                                                    |
| M | Moisture or humidity        | -                     | -                                                                    |
| N | Users choice                | -                     | Users choice                                                         |
| O | Users choice                | -                     | -                                                                    |
| P | Pressure or vacuum          | -                     | Test-point connection                                                |
| Q | Quality                     | Integrate or totalize | Integrating or summing                                               |
| R | Nuclear radiation           | -                     | Recording                                                            |
| S | Speed or frequency          | -                     | Switching                                                            |
| T | Temperature                 | -                     | Transmitting                                                         |
| U | Multivariable               | -                     | Multifunction unit                                                   |
| V | Viscosity                   | -                     | Valve, damper, louvre actuating element, unspecified correcting unit |
| W | Weight or force             | -                     | -                                                                    |
| X | Unclassified variables      | -                     | Unclassified functions                                               |
| Y | Users choice                | -                     | Computing relay, relay                                               |
| Z | -                           | -                     | Emergency or safety acting                                           |

|                           |                                                  |                             |                         |                 |
|---------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------|
| Original Date<br>01.08.10 | Based on Doc. No / Latest revision<br>994889 / - | Title<br>LEGEND FOR SYMBOLS |                         | Lang.<br>E      |
| Appr. by<br>F.A           | Designation                                      | Prepared by<br>M.KINDBRO    |                         |                 |
| Checked by<br>S.A.        | Archive                                          | Resp. dept.<br>GIM10        | Order No                | No. of sh.<br>2 |
| Latest revision<br>a      | 9100                                             | ALSTOM                      | Plant or type<br>NIGC   | Sheet<br>1      |
| HG                        |                                                  | Alstom Power Sweden         | Document No.<br>2042748 |                 |

|             |               |           |             |
|-------------|---------------|-----------|-------------|
| a           | REV.SHEET 2   | 030506    | ULHO        |
| Latest rev. | Revision text | Rev. date | Prepared by |

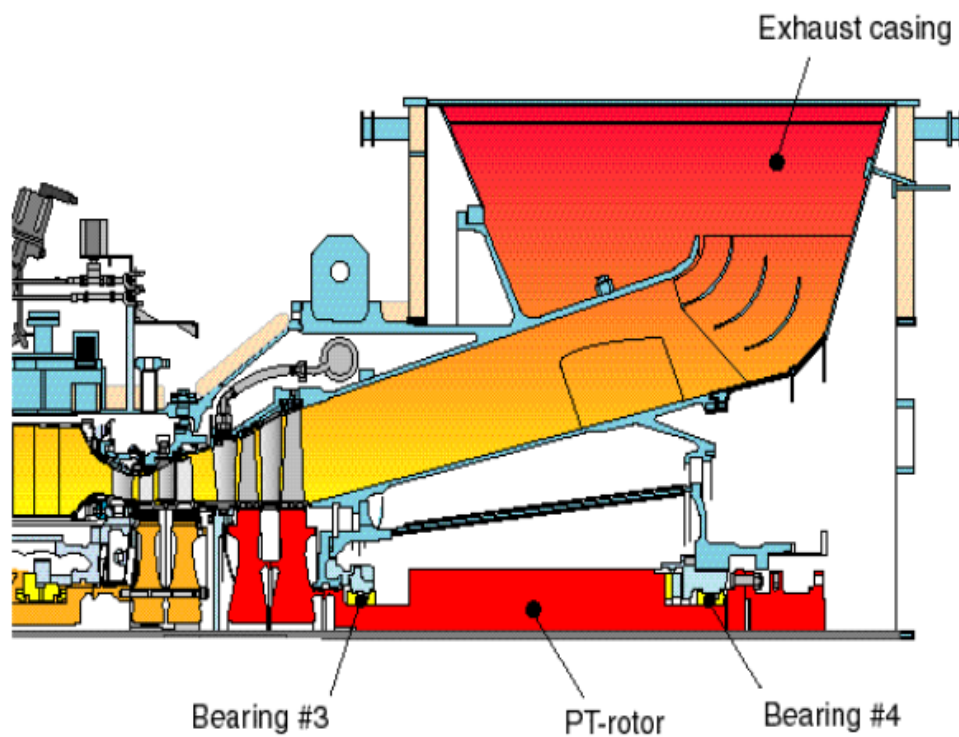


|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |                             |                                                  |    |                              |                                 |    |                               |                         |     |                         |                    |     |                                                                       |     |     |                                |                    |     |                  |  |    |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----------------------------|--------------------------------------------------|----|------------------------------|---------------------------------|----|-------------------------------|-------------------------|-----|-------------------------|--------------------|-----|-----------------------------------------------------------------------|-----|-----|--------------------------------|--------------------|-----|------------------|--|----|--|
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    | 2                           |                                                  | 3  |                              | 4                               |    | 5                             |                         | 6   |                         | 7                  |     | 8                                                                     |     | 9   |                                | 10                 |     | 11               |  | 12 |  |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    | VALVE, GENERAL              | 29                                               |    | QUICK CLOSING FUNCTION       | 57                              |    | ELMOTOR, GENERAL              | 85                      |     | STEAM TRAP              | 113                |     | ALSTOM-CLIENT DELIVERY LIMIT<br>S-C                                   | 133 |     | TURBINE/ AXIAL COMPRESSOR      | 143                |     | BOILER, GENERAL  |  |    |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    | ANGLE VALVE                 | 30                                               |    | SOLENOID CONTROLLED          | 58                              |    | AC ELECTRIC MOTOR             | 86                      |     | ORIFICE                 | 114                |     | DESIGN DATA LIMIT                                                     |     |     |                                |                    |     |                  |  |    |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    | REDUCING VALVE              | 31                                               |    | FLUID CONTROLLED             | 59                              |    | DC ELECTRIC MOTOR             | 87                      |     | NOZZLE                  | 115                |     | KKS-AREA LIMIT<br>...SU.. ALSTOM/SUBSUPPLIER<br>...SS.. ALSTOM/ALSTOM | 134 |     | GENERATOR                      | 144                |     | ATMOSPHERIC TANK |  |    |  |
| B                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    | THREE WAY VALVE             | 32                                               |    | PISTON ACTUATOR              | 60                              |    | SFC CONTROLLED ELECTRIC MOTOR | 88                      |     | SIGHT GLAS              | 116                |     | PIPE LIMIT                                                            |     |     |                                |                    |     |                  |  |    |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    | FOUR WAY VALVE              | 33                                               |    | DIAPHRAGM ACTUATOR           | 61                              |    | PUMP, GENERAL                 | 89                      |     | SILENCER                | 117                |     |                                                                       | 135 |     | COUPLING                       | 145                |     | PRESSURE VESSEL  |  |    |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    | RELIEF VALVE                | 34                                               |    | WEIGHT                       | 62                              |    | CENTRIFUGAL PUMP              | 90                      |     | RUPTURE DISC            | 118                |     |                                                                       |     |     |                                |                    |     |                  |  |    |  |
| C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    | RELIEF VALVE                | 35                                               |    | SPRING                       | 63                              |    | GEAR PUMP                     | 91                      |     | FLAME TRAP              | 119                |     |                                                                       | 136 |     | HEAT EXCHANGER ONE TUBE PASS   | 146                |     | FEED WATER TANK  |  |    |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    | TROTTLER VALVE, NOT LEAKING | 36                                               |    | FLOATER                      | 64                              |    | PISTON PUMP                   | 92                      |     | FLEXIBLE CONNECTION     | 120                |     |                                                                       |     |     |                                |                    |     |                  |  |    |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    | TROTTLER VALVE, LEAKING     | 37                                               |    | MANUAL WHEEL                 | 65                              |    | LIQUID PUMP                   | 93                      |     | WATER INJECTION         | 121                |     |                                                                       | 137 |     | HEAT EXCHANGER ELECTRIC HEATED | 147                |     |                  |  |    |  |
| D                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 10 |                             | CHECK VALVE                                      | 38 |                              | MOTOR ACTUATOR                  | 66 |                               | COMPRESSOR, VACUUM PUMP | 94  |                         | VENT TO ATMOSPHERE | 122 |                                                                       |     |     |                                |                    |     |                  |  |    |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    | STEAM CONDITION VALVE       | 39                                               |    | PISTON ACTUATOR, SPRING OPEN | 67                              |    | EJECTOR                       | 95                      |     | QUICK COUPLING W. VALVE | 123                |     |                                                                       | 138 |     | HEAT EXCHANGER TWO TUBE PASSES | 148                |     |                  |  |    |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 12 |                             | VALVE WITH CONTROL FUNCTION                      | 40 |                              | PISTON ACTUATOR, SPRING CLOSING | 68 |                               | PISTON COMPRESSOR       | 96  |                         | QUICK COUPLING     | 124 |                                                                       |     |     |                                |                    |     |                  |  |    |  |
| E                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 13 |                             | ANGLE VALVE WITH CONTROL FUNCTION                | 41 |                              | 69                              |    | FAN                           | 97                      |     | ELECTRIC HEATER         | 125                |     |                                                                       | 139 |     | CONDENSER                      | 149                |     |                  |  |    |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 14 |                             | REDUCING VALVE WITH CONTROL FUNCTION             | 42 |                              | 70                              |    | THROTTLE TWO FIX POSITION     | 98                      |     | FLOOR DRAIN, COVERED    | 126                |     |                                                                       |     |     |                                |                    |     |                  |  |    |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 15 |                             | THREE WAY VALVE WITH CONTROL FUNCTION            | 43 |                              | SIREN AUDIBLE                   | 71 |                               | CONTROL THROTTLE        | 99  |                         | FLOOR DRAIN        | 127 |                                                                       |     | 140 |                                | SEPARATOR, GENERAL | 150 |                  |  |    |  |
| F                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 16 |                             | REDUCING VALVE WITH CONTROL AND RELIEF FUNCTIONS | 44 |                              | WARNING LIGHT                   | 72 |                               | CHECK THROTTLE          | 100 |                         | REDUCER            | 128 |                                                                       |     |     |                                |                    |     |                  |  |    |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 17 |                             | CONTROL VALVE                                    | 45 |                              | PUSH BUTTON/ DETECTOR           | 73 |                               | AIR HEATER              | 101 |                         | SPRINKLER          | 129 |                                                                       |     | 141 |                                | CYCLONE SEPARATOR  | 151 |                  |  |    |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 18 |                             |                                                  | 46 |                              | IGNITION SPARK PLUG             | 74 |                               | AIR COOLER              | 102 |                         | COMBUSTION CHAMBER | 130 |                                                                       |     |     |                                |                    |     |                  |  |    |  |
| G                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 19 |                             |                                                  | 47 |                              | 75                              |    | HEAT RECOVERING               | 103                     |     | GAS BOTTLE              | 131                |     |                                                                       | 142 |     | FLASH BOX                      | 152                |     |                  |  |    |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 20 |                             |                                                  | 48 |                              | 76                              |    | SWAP THROTTLE                 | 104                     |     | PLUGGED PIPE            | 132                |     |                                                                       |     |     |                                |                    |     |                  |  |    |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 21 |                             |                                                  | 49 |                              | 77                              |    | AIR FILTER                    | 105                     |     | FLANGE                  |                    |     |                                                                       |     |     |                                |                    |     |                  |  |    |  |
| H                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 22 |                             |                                                  | 50 |                              | 78                              |    | WEATHER LOUVER                | 106                     |     | SWING FLANGE            |                    |     |                                                                       |     |     |                                |                    |     |                  |  |    |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 23 |                             |                                                  | 51 |                              | 79                              |    |                               | 107                     |     | BLIND FLANGE            |                    |     |                                                                       |     |     |                                |                    |     |                  |  |    |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 24 |                             |                                                  | 52 |                              | 80                              |    |                               | 108                     |     | FILTER, GENERAL         |                    |     |                                                                       |     |     |                                |                    |     |                  |  |    |  |
| I                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 25 |                             |                                                  | 53 |                              | 81                              |    |                               | 109                     |     | LIQUID FILTER           |                    |     |                                                                       |     |     |                                |                    |     |                  |  |    |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 26 |                             |                                                  | 54 |                              | 82                              |    |                               | 110                     |     | AIR FILTER              |                    |     |                                                                       |     |     |                                |                    |     |                  |  |    |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 27 |                             |                                                  | 55 |                              | 83                              |    |                               | 111                     |     |                         |                    |     |                                                                       |     |     |                                |                    |     |                  |  |    |  |
| 28                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |                             | 56                                               |    | 84                           |                                 |    | 112                           |                         |     |                         |                    |     |                                                                       |     |     |                                |                    |     |                  |  |    |  |
| a                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    | ITEM NO 60 ADDED            |                                                  |    | 030506                       | ULHO                            |    |                               |                         |     |                         |                    |     |                                                                       |     |     |                                |                    |     |                  |  |    |  |
| Latest rev.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |    | Revision text               |                                                  |    | Rev. date                    | Prepared by                     |    |                               |                         |     |                         |                    |     |                                                                       |     |     |                                |                    |     |                  |  |    |  |
| <div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div> |    |                             |                                                  |    |                              |                                 |    |                               |                         |     |                         |                    |     |                                                                       |     |     |                                |                    |     |                  |  |    |  |



## بخش چهارم

### سیستم توربین قدرت



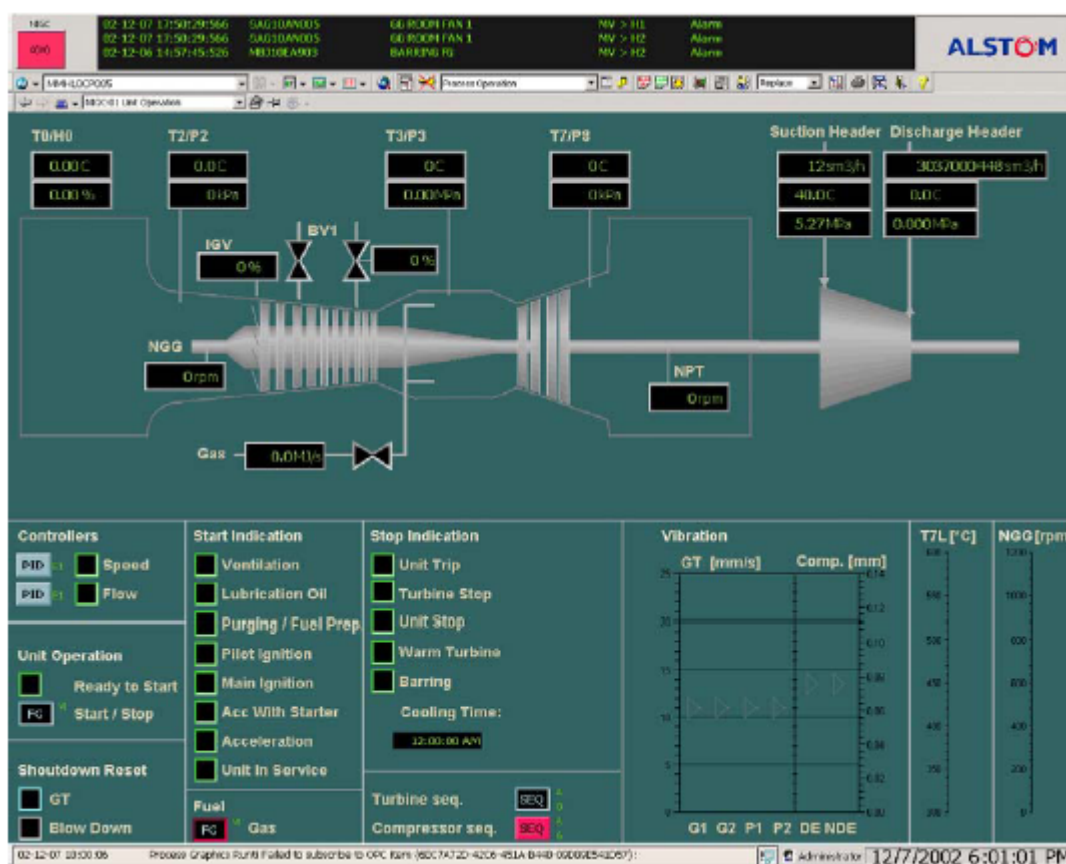
مرکز آموزش

مرجع: Gas Turbine SGT600

Basic Training Siemens

ترجمه: محمدجواد رضایی

## بخش چهارم: سیستم توربین قدرت MBB Power Turbine System



### مفهوم کاری سیستم:

توربین قدرت جریان گاز داغ پرفشار تولید شده توسط گاز ژنراتور را به انرژی مکانیکی تبدیل می کند، تا باری را حرکت دهد (در تولید برق به وسیله یک جعبه دنده).

### هدف:

بعد از اتمام این فصل فرد قادر خواهد بود:

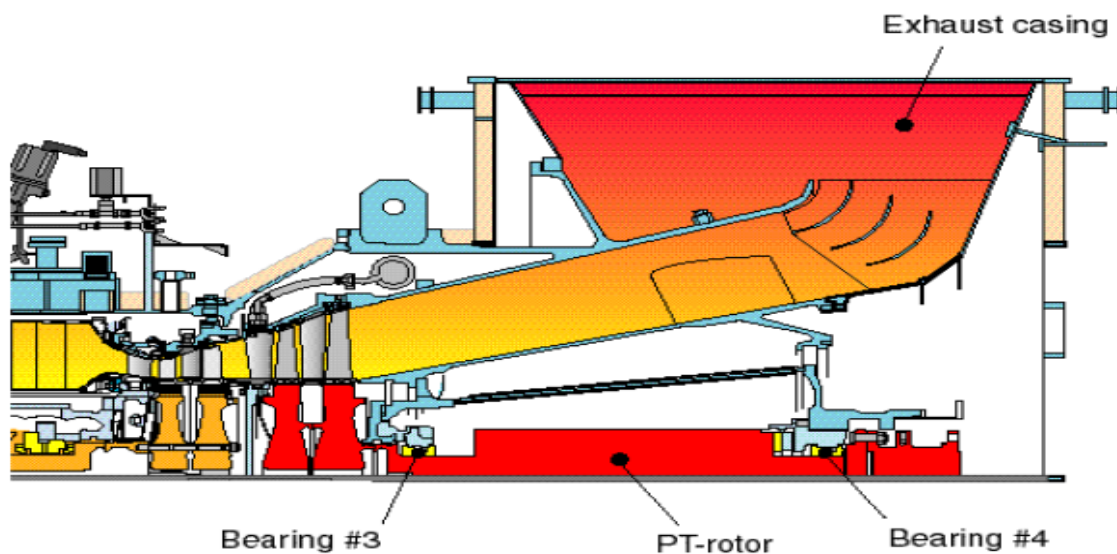
- چگونگی کنترل توربین قدرت را شرح دهد.
- چگونگی خنک کردن پره های هادی توربین قدرت را توضیح دهد.
- چگونگی عملکرد توربین قدرت وقتی تغذیه برق AC دچار اشکال می شود را بگوید.
- مفهوم T7 را عنوان کند.
- مفهوم از پخش کننده را بیان نماید.



شرح عمومی سیستم (باتوجه به نقشه P&ID شماره 2042 749 – No.2047337):

توربین گاز GT10B در یک سیکل ساده باز با جریان مستقیم هوا و گاز در طول توربین کار می‌کند. این توربین می‌تواند به دو قسمت اصلی تقسیم شود، تولیدکننده گاز داغ یا گاز ژنراتور و توربین قدرت. این دو بخش اصلی به صورت مکانیکی متصل نیستند، بنابراین سرعت گاز ژنراتور به وسیله خروجی واحد و نیز شرایط جوی تعیین می‌شود. این موضوع یک دامنه وسیع کنترل در بازده ثابتی را امکان‌پذیر می‌سازد.

توربین قدرت یک توربین جریان محوری دو مرحله‌ای می‌باشد.



### رتور:

رتور توربین قدرت به صورت یکپارچه از دو دیسک و یک محور رتور ساخته شده است. رتور به طور کامل جوش الکترونی شده (Electron Beam Welded). تیغه‌های توربین قدرت (PT) به صورت ریشه صنوبری به



دیسک‌ها متصل و جهت به حداقل رساندن فرار گاز بین مراحل پوشش شده‌اند. تیغه‌های رتور همانند تیغه‌های ثابت با دقت ریخته‌گری شده‌اند.



## استاتور:

استاتور توربین قدرت دو مرحله تیغه ثابت دارد. اولین ردیف تیغه‌های ثابت بصورت دائمی جهت بدست آوردن بازده بهینه در شرایط جوی مختلف تنظیم می‌شوند.

تیغه‌های استاتور ردیف اول جهت عبور دادن هوای خنک کاری به دیسک توخالی می‌باشند. سطح استاتور مقابل نوک تیغه‌های چرخان به وسیله پوشش هانی کومب (Honeycomb) پوشیده شده است. هانی کومب یک پوشش آببندی سایش‌پذیر است که می‌تواند در مقابل مالش تیغه چرخان استقامت کند.

## بدنه‌ها:



بدنه توربین بخش‌های توربین قدرت را در خود جای داده است. بدنه توربین به بدنه پخش‌کننده پیچ شده است. هدف از پخش‌کننده، کندکردن سرعت و افزایش فشار استاتیکی می‌باشد، نتیجه آن افزایش نسبت فشار در امتداد توربین قدرت می‌باشد.

محفظه‌های یاتاقان‌ها به بدنه

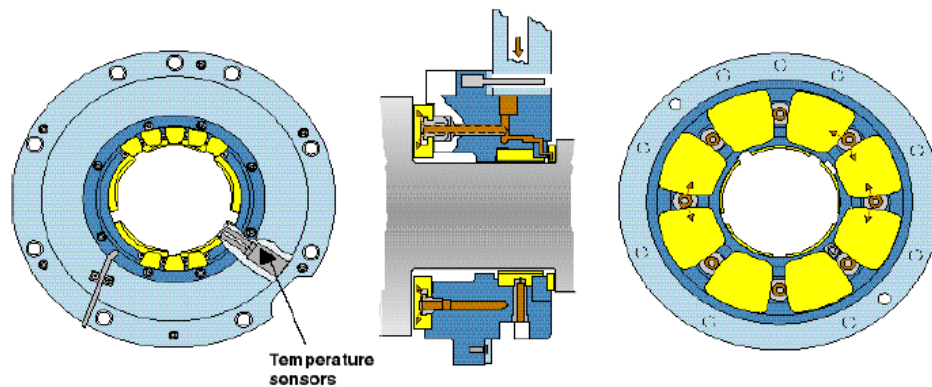
پخش‌کننده وصل شده‌اند. بدنه اگزوز بیشتر بدنه پخش‌کننده را احاطه کرده است و گاز سوخته شده را به کانال خروجی هدایت می‌کند.

بدنه طوری طراحی شده که کمترین فشار معکوس را تولید کند و این مسأله جهت عدم اثرگذاری روی قدرت خروجی توربین اهمیت دارد.

## یاتاقان‌ها:

یاتاقان‌ها با بالشتک لغزان و سیستم روغن‌کاری مستقیم طراحی شده‌اند. یاتاقان‌ها به سنسورهای دما و مبدل‌های ارتعاشات مجهز می‌باشند. دو یاتاقان معمولی شماره ۳ و ۴ شماره گذاری شده از سمت ورودی به اگزوز، روتور توربین قدرت را نگهداری می‌کنند. یاتاقان شماره ۳، یک یاتاقان معمولی گرد و یاتاقان شماره ۴ ترکیبی از یاتاقان گرد و یاتاقان کف گرد می‌باشد.

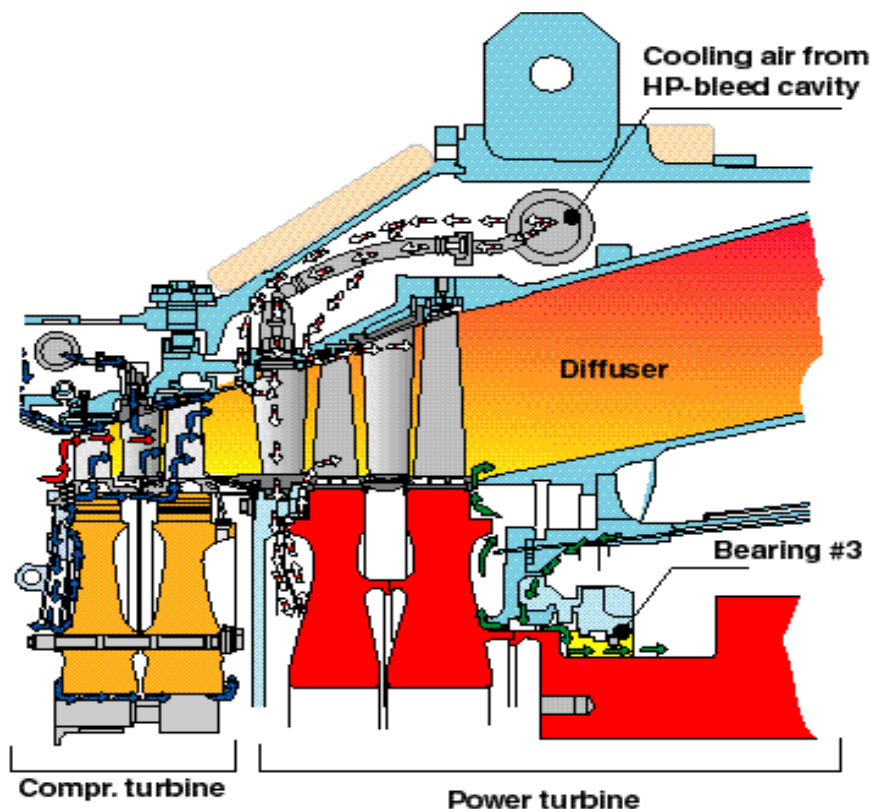
هنگام کار، روغن بصورت پیوسته به یاتاقان‌ها فرستاده می‌شود و روغن برگشتی از محفظه یاتاقان‌ها نیز به صورت ثقیلی به تانک روغن برگشت داده می‌شود (برای اطلاعات بیشتر بخش سیستم روغن‌کاری مطالعه شود).



### هوای خنک‌سازی و آب‌بندی:

هوای خنک‌سازی و آب‌بندی از محفظه‌های تخلیه هوای کمپرسور گرفته می‌شوند. تیغه‌های ثابت ردیف اول توخالی می‌باشند و هوای خنک‌کن را قبل از ورود به مسیر جریان گاز به اولین دیسک روتور می‌رسانند. هوای خنک‌کن از طریق لوله‌های بیرونی به منیفلد نصب‌شده روی پخش‌کننده هدایت می‌شود. از آنجا، هوا توسط لوله‌های قابل انعطاف به هر تیغه ثابت هادی داده می‌شود.

قسمتی از هوای تهیه شده از منیفلد گرفته شده و برای به وجود آوردن یک لایه هوا بین استاتور و بدنه دور توربین مورد استفاده قرار می‌گیرد. این هوا وارد مسیر گاز توربین می‌شود. هوای آب‌بندی برای جلوگیری از ورود گاز داغ به محفظه یاتاقان‌ها یا نشت روغن از محفظه یاتاقان‌ها نیز به کار می‌رود. برای اطلاعات بیشتر فصل سیستم هوای خنک‌کن و آب‌بندی مطالعه شود.



## کارکرد:

## راه اندازی:

رویه راه اندازی به صورت کلی در بخش شرح سیستم راه اندازی آورده شده است (MBJ). هنگام راه اندازی که بعد از مرحله پاکسازی مسیر و ایجاد احتراق است، توربین قدرت تا سرعت نامی خود شتاب می گیرد.

## ادامه کار:

سرعت هنگام کار عادی ثابت است (ژنراتور برق). قدرت خروجی به وسیله مشخصات جریان گاز داغ ورودی به توربین تعیین می شود.

## توقف:

وقتی گاز ژنراتور از مدار خارج شود، خروجی توربین قدرت کاهش می یابد و کمپرسور در پائین ترین بار مجاز از خط لوله جدا می شود، بعد توربین قدرت به سمت توقف می رود. در پی دوره زمانی خنک شدن گاز ژنراتور، هنگامی که گاز ژنراتور به وسیله موتور الکتریکی استارت می چرخد، ممکن است توربین قدرت توسط باد حاصل از چرخش گاز ژنراتور به حرکت خود ادامه دهد.

## حالت سکون:

توربین قدرت در حالت سکون نگهداری می شود.

## خطاها:

## قطع توربین گاز:

یک فرمان قطع به توربین گاز جریان سوخت را از گاز ژنراتور قطع می کند. توربین قدرت به حالت توقف برده می شود.

## از دست دادن منبع تغذیه:

از دست دادن منبع تغذیه برق AC باعث فرمان قطع توربین گاز می شود.

## خطاهای سیستم:

اگر در توربین، کمپرسور، یاتاقان ها یا محفظه احتراق ضایعه ای به پیش آید، سیستم ممکن است راه نیفتد و یا متوقف شود.

### خطاهای دیگر:

توربین گاز جهت کار مناسب به سیستم‌های کمکی خود وابسته است. خطا در یکی از این سیستم‌ها ممکن است ادامه راه‌اندازی یا کار توربین را محدود یا متوقف کند.

### مشخصات فنی

#### معیارها و استانداردهای طراحی

- جهت چرخش محور      عکس عقربه‌های ساعت با دید از سمت مخالف جریان

### اطلاعات ابعادی

- نسبت فشار      در شرایط ایزو 3.52/1
- سرعت نامی (MD)      دور در دقیقه 3850-8085 RPM

### اطلاعات مهندسی:

اعداد داده شده در زیر می‌توانند اندکی از پروژه‌ای به پروژه دیگر تغییر نمایند.

- جریان نامی      80 Kg/S

### نصب:

توربین قدرت به وسیله فلنج به کمپرسور گاز پیچ شده است. کل واحد به وسیله نقاط ثابت و نگهدارنده‌های آویخته پاندولی در انتهای توربین قدرت و نگهدارنده‌های ارتجاعی در جلوی گاز ژنراتور به پایه اصلی نصب شده است.

بخش توربین قدرت می‌تواند مانند یک مدول از مجموعه جدا شود که این قابلیت دسترسی آسان و تعمیرات سریع را ممکن می‌سازد.

### مواد:

- دیسک‌ها      NIM 901
- تیغه‌های چرخان
- مرحله ۳      IN 792
- مرحله ۴      IN 792

- تیغه‌های ثابت

- مرحله ۳ IN 939

- مرحله ۴ IN 738

### اطلاعات اجزاء:

- تعداد مراحل توربین 2
- نوع یاتاقان کف‌گرد بالشتک لغزان
- نوع یاتاقان معمولی بالشتک لغزان
- طرح رتور جوش الکترونی
- وزن رتور 975 Kg

برای اطلاعات بیشتر لیست سیستم را ببینید.

### وزن:

- وزن توربین قدرت بدون بدنه اگزوز 4900 Kg
- وزن کل توربین قدرت با بدنه اگزوز 6700 Kg

### تست و سرویس:

- تست هنگام کار عادی داده نشده است
- دسترسی هنگام کار عادی داده نشده است

### اجزاء اصلی (باتوجه به P&ID شماره 749 – 2042 – No.2047337):

- ترانسمیتر فشار، فشار گاز اگزوز MBB 10 CP005
- این ترانسمیتر به صورت پیوسته فشار مطلق گاز اگزوز را نشان می‌دهد. برای محاسبه مقدار حد دمای گاز اگزوز استفاده می‌شود.
- ترانسمیتر فشار، فشار گاز اگزوز MBB 10 CP010
- تفاوت فشار بالا (H1) روی دیواره بدنه، اعلام خطر
- تفاوت فشار بالا (H2) روی دیواره بدنه، فرمان توقف توربین (فقط هنگام استفاده از دیگ بخار)
- حفاظت بدنه اگزوز درمقابل افزایش فشار بیش از مقدار مجاز طراحی.



- مبدل سرعت، PT Speed MBB 10CS005  
این مبدل به صورت پیوسته سرعت توربین قدرت را نشان می‌دهد. این دستگاه توربین را درمقابل سرعت بالا محافظت نموده و برای کنترل توربین نیز به کار می‌رود.  
سرعت بالای (H1) آغاز اعلام خطر  
سرعت پائین (L1) آغاز اعلام قطع به کلید ژنراتور یا ادامه ماندن در سرعت کم بعد از زمان تنظیم شده قطع توربین و فرمان توقف.
- مبدل سرعت، PT Speed MBB 10CS010  
این مبدل به صورت پیوسته سرعت توربین قدرت را نشان می‌دهد. این دستگاه توربین را درمقابل سرعت بالا محافظت نموده و برای کنترل توربین نیز به کار می‌رود.  
سرعت بالای (H1) آغاز اعلام خطر  
سرعت پائین (L1) آغاز قطع کلید ژنراتور یا ادامه ماندن در سرعت کم بعد از مدت زمان تعیین شده، شروع توقف توربین.
- مبدل وضعیت محور، جابجایی طولی رتور MBB 10CG005 PT  
این مبدل به صورت پیوسته وضعیت محوری رتور توربین قدرت را نشان می‌دهد:  
جابجائی محور (L1) شروع اعلام خطر  
جابجائی محور (H1) شروع اعلام خطر  
جابجائی زیاد محور (L2) شروع توقف توربین
- راهنمای فاز Key Phasor، زاویه رتور توربین قدرت MBB 10CG010  
این سنسور (Key Phasor)، زاویه رتور را در مقایسه با حالت تعادل توربین قدرت اندازه‌گیری می‌کند.
- ترانسمیتر دما، دمای گاز اگزوز MBB CT080 – MBB 10CT005 (SGT600 – ۱۸ عدد)  
این ترموکوپل‌ها به صورت پیوسته دمای گاز خروجی بعد از توربین قدرت را نشان می‌دهند. اندازه‌گیری گاز اگزوز در سیستم کنترل جهت مقاصد زیر مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- محدود کردن حداکثر دمای متوسط مجاز اگزوز
- نظارت بر احتراق
- کامپیوتر مقدار انحراف از مقدار متوسط را از مجموع مقادیر حداکثر و حداقل کسر می‌کند.

اگر مقدار انحراف:

- 0 مقدار بالایی شود، اعلام خطر خواهد شد (H1) و در بدترین حالت قطع توربین (H2) اتفاق می افتد.
- 0 دماق مقدار متوسط بالای اگزوز (H1)، شروع اعلام خطر.
- 0 دماق مقدار متوسط بالای اگزوز (H2)، شروع قطع و توقف توربین.
- ترانسمیتر دما، دمای یاتاقان معمولی شماره ۳ MBB 10 CT085  
به صورت پیوسته دمای یاتاقان را نشان می دهد. سنسور دمای یکی از بالشتک ها را اندازه گیری میکند.  
دمای زیاد (H1) ، شروع اعلام خطر  
دمای زیاد (H2) ، شروع اعلام خطر
- ترانسمیتر دما، دمای یاتاقان معمولی شماره ۳ MBB 10 CT090  
این سنسور یدکی سنسور MBB 10CT085 است.
- ترانسمیتر دما، دمای یاتاقان کف گرد شماره ۴ MBB 10 CT095  
سنسور PT100 به صورت پیوسته دمای یاتاقان را نشان می دهد. ترانسمیتر دمای روغن خروجی از بالشتک ها را اندازه گیری می کند.  
دمای بالا (H1) ، شروع اعلام خطر  
دمای بالا (H2) ، شروع اعلام خطر
- ترانسمیتر دما، دمای یاتاقان کف گرد شماره ۴ MBB 10 CT100  
این سنسور، یدکی سنسور MBB 10CT095 می باشد.
- ترانسمیتر دما، دمای یاتاقان معمولی شماره ۴ MBB 10 CT105  
سنسور PT100 به صورت پیوسته دمای یاتاقان را می سنجد. ترانسمیتر دمای یکی از بالشتک های یاتاقان را اندازه گیری می کند.  
دمای زیاد (H1) ، شروع اعلام خطر  
دمای زیاد (H2) ، شروع اعلام خطر
- ترانسمیتر دما، دمای یاتاقان معمولی شماره ۴ MBB 10 CT110  
این سنسور PT100، یدکی سنسور MBB 10CT105 است.
- مبدل ارتعاش، ارتعاش یاتاقان شماره ۳ MBB 10 CY005  
سنسور شتاب سنج، به صورت پیوسته ارتعاشات یاتاقان را اندازه گیری می کند.

ارتعاش زیاد (H1) ، شروع اعلام خطر

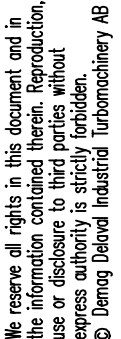
ارتعاش زیاد (H2) ، شروع صدور فرمان توقف

- مبدل ارتعاش، ارتعاش یاتاقان شماره ۴ MBB 10 CY010

سنسور شتاب‌سنج، به صورت پیوسته ارتعاشات یاتاقان را اندازه‌گیری می‌کند.

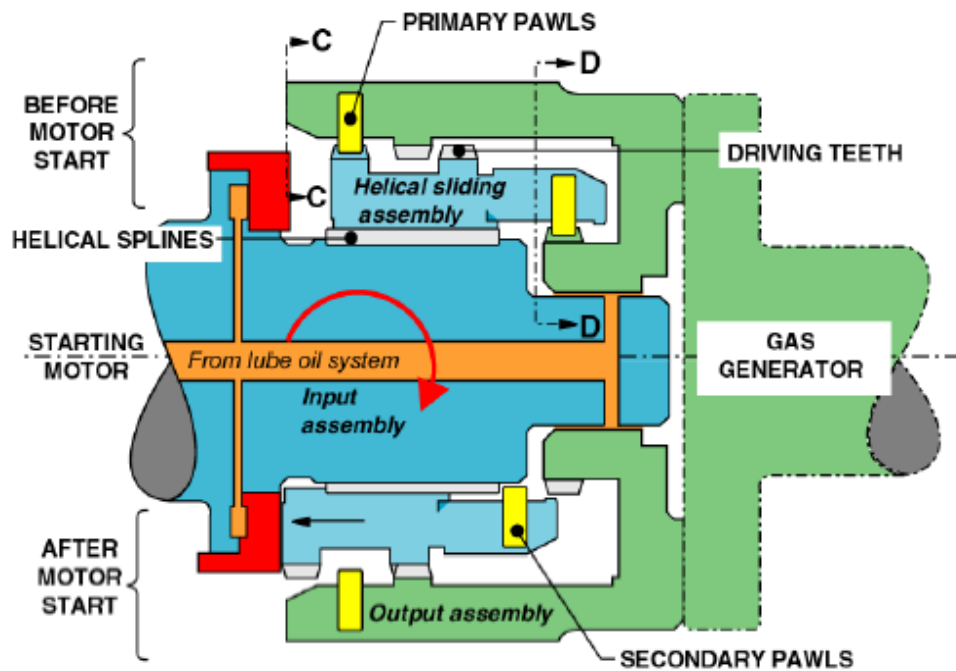
ارتعاش زیاد (H1) ، شروع اعلام خطر

ارتعاش زیاد (H2) ، شروع صدور فرمان توقف



## بخش پنجم

### سیستم موتور استارت



مرکز آموزش OTC

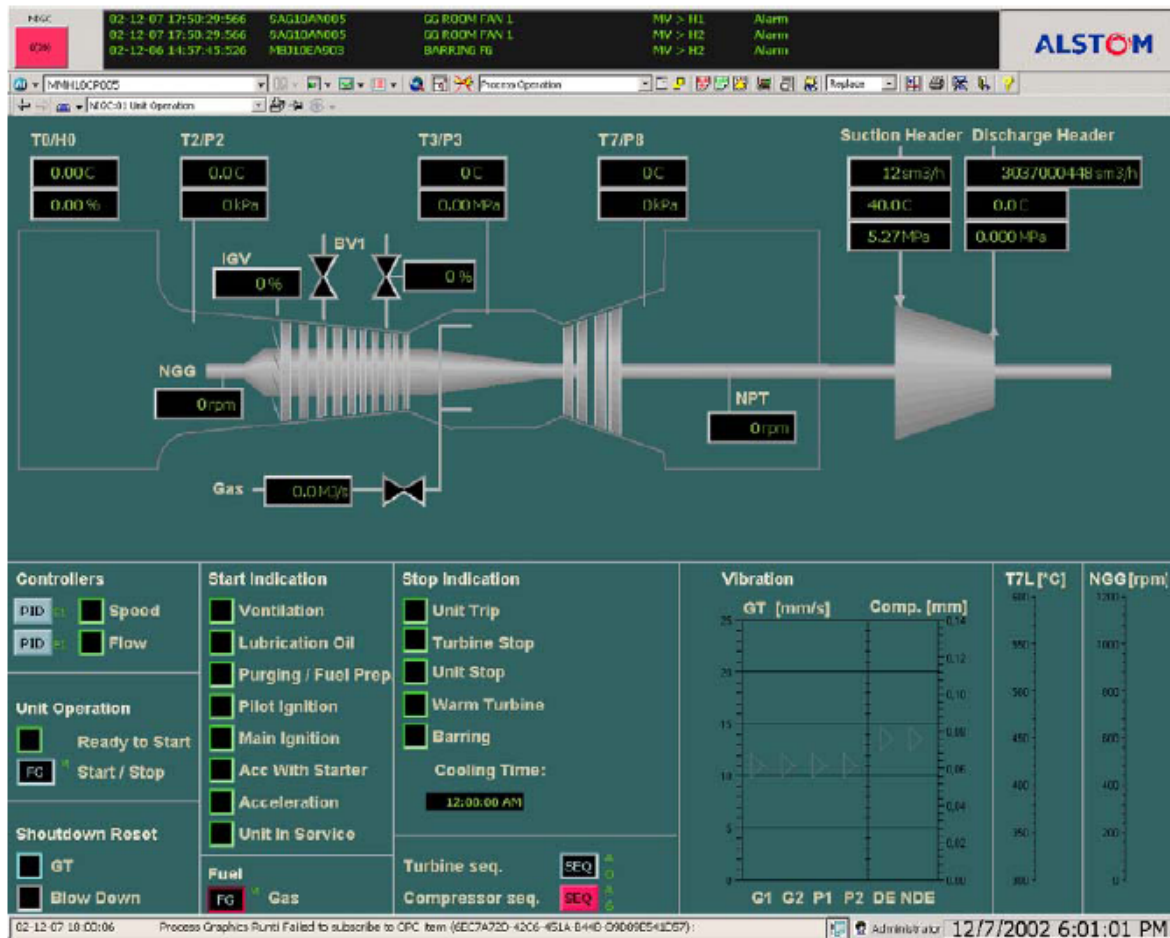
مرجع: Gas Turbine SGT600

Basic Training Siemens

ترجمه: محمدجواد رضایی



## بخش پنجم: سیستم موتور استارت MBJ



### مفهوم کاری سیستم:

سیستم استارت الکتریکی به ژنراتور گاز تا سرعت پاکسازی و احتراق شتاب می‌دهد. بعد از احتراق، ژنراتور گاز تا سرعت خود نگهداری شتاب می‌گیرد. هنگام توقف، که بعد از خاموش شدن محفظه احتراق می‌باشد، سیستم استارت الکتریکی سرعت گاز ژنراتور را جهت خنک‌شدن در سرعت نگهداشت نگه می‌دارد.

### هدف:

بعد از اتمام این فصل شخص قادر خواهد بود که:

- چگونگی کنترل سرعت موتور استارت را شرح دهد.
- چگونگی کار موتور استارت را هنگام از دست دادن برق AC توضیح دهد.
- هدف از اتصال کلاچ را بیان نماید.

## شرح عمومی سیستم (باتوجه به P&ID شماره 749 2042 – No.2047337):

سیستم استارت یک سیستم کاملاً خودکار است.

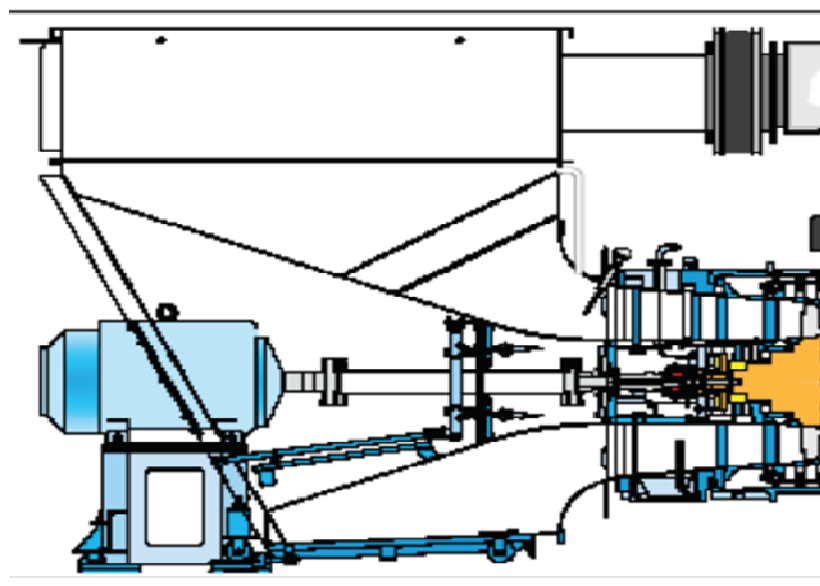
این سیستم شامل یک موتور الکتریکی AC با سرعت متغیر می‌باشد که از طریق یک اتصال ارتجاعی قابل انعطاف و یک کلاچ SSS (Sinclair Self Synchronizing) به محور گاز ژنراتور وصل است. الکتروموتور هنگام کار عادی از یک مبدل فرکانس که بوسیله برق AC تغذیه می‌شود قدرت می‌گیرد. کار کلاچ SSS این است که به صورت خودکار الکتروموتور استارت را به گاز ژنراتور وصل کند به طوری که گاز ژنراتور بتواند تا سرعت خودنگهدار شتاب بگیرد.

هنگامی که گاز ژنراتور به سرعت مربوطه رسید و از آن گذشت کلاچ بصورت خودکار موتور را از گاز ژنراتور جدا کرده و اجازه می‌دهد الکتروموتور استارت بصورت مجزا توقف کند. وقتی که گاز ژنراتور شروع به توقف نمود (مثلاً هنگام بروز خطا و فرمان توقف توربین)، کلاچ بصورت خودکار زمانی که سرعت گاز ژنراتور نزدیک سرعت نگهداشت شد الکتروموتور را به محور GG وصل خواهد کرد ( برای خنک کردن توربین). سیستم استارت با یک میل‌لنگ کشویی با محرک دستی تدارک دیده شده است. میل لنگ می‌تواند برای در



وضعیت قرار دادن درست رتور مثلاً هنگام بازرسی بوراسکوپ مورد استفاده قرار گیرد.

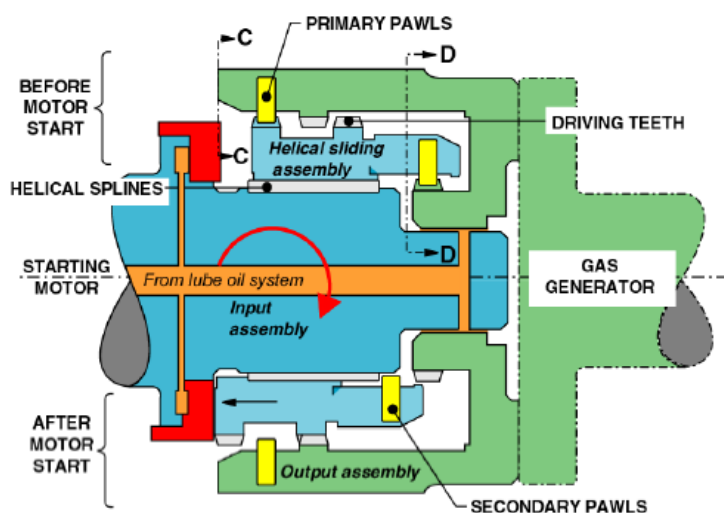
یک کلید وضعیت (Limitswitch) تدارک دیده شده که فقط هنگامی توربین گاز بتواند استارت شود که میل‌لنگ در محل اصلی خود قرار داده شده باشد.



کارکرد:

## راه اندازی:

در یک توربین گاز سیستم استارت یک سرعت مرجع از پیش تعیین شده دارد. این سرعت مرجع مطابق با سرعت پاک سازی توربین گاز می باشد که حدوداً ۲۳۰۰ دور در دقیقه می باشد (در توربین SGT600).



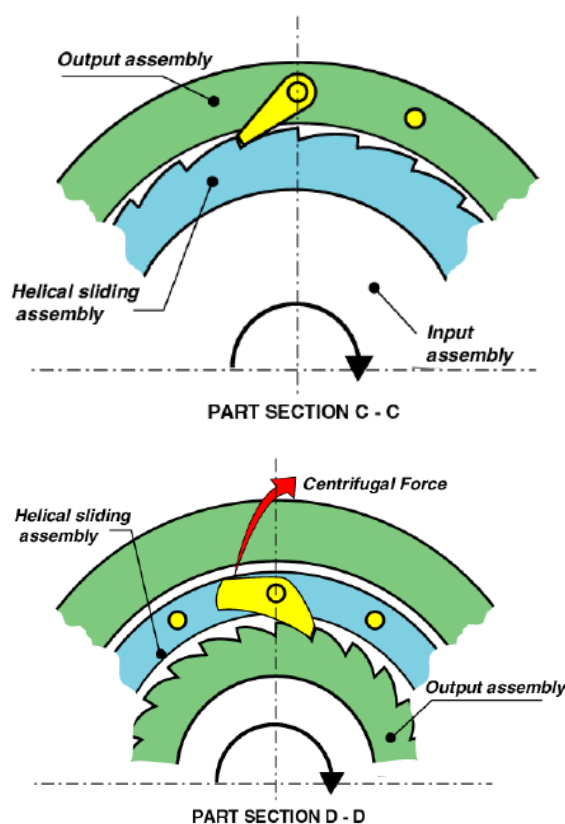
پاک سازی تا زمان مناسب برای تهویه توربین گاز و کل سیستم اگزوز ادامه پیدا می کند. وقتی زمان پاک سازی سپری شد سوخت ترزریق شده و احتراق شروع می شود.

موتور استارت به توربین گاز کمک می کند که تا بالای سرعت خودنگهداری شتاب بگیرد که این سرعت حدود ۵۴۰۰ دور در

دقیقه است. بعد کلاچ SSS موتور الکتریکی را از محور توربین جدا کرده و موتور استارت خاموش می شود.

## ادامه کار:

این سیستم هنگام کار توربین گاز فعال نیست.



## توقف:

وقتی توربین گاز بصورت عادی یا اضطراری فرمان توقف گرفت، سیستم استارت با محور درگیر شده و سرعت مبنائی معادل سرعت نگهداشت توربین گاز به آن می دهد، که این سرعت حدود ۲۰۰ دور در دقیقه است. وقتی که سرعت ژنراتور گاز تا حد سرعت مرجع تعیین شده SFC (کنترل کننده فرکانسی) پائین آمد، کلاچ SSS درگیر خواهد شد در نتیجه رتور گاز ژنراتور بوسیله سیستم استارت جهت خنک شدن دستگاه خواهد چرخید.

## حالت سکون

در حالت سکون توربین این سیستم غیر فعال نگهداشته خواهد شد.

## خطاها:

## قطع توریپن گاز:

قطع توربین گاز سیستم استارت را همانگونه که در توقف توربین شرح داده شد بر سیستم استارت تأثیر خواهد گذاشت.

## از دست دادن منبع تغذیه

با نبودن برق، سیستم استارت برای کار آماده نخواهد بود، به این معنی که با نبودن برق نگهداشت یا راه‌اندازی توربین امکان نخواهد داشت.

اگر نگهداشت بیش از ده دقیقه به خاطر نبودن برق عمل نکند، استارت توربین برای بقیه دوره خنک شدن آن قفل خواهد شد. زمان برای استارت بعدی حدود ۱۰ ساعت می‌باشد.

## خطاهای سیستم

خرابی یا از کار افتادگی موتور یا کلاچ قبل یا هنگام قطع توربین به این معنی است که نگهداشت یا استارت غیر ممکن است.

## خطاهای دیگر

وقتی خطاهای معینی در ژنراتور گاز یا در سیستم‌های دیگر رخ دهد، سیستم استارت برای کار در اختیار نخواهد بود.

## مشخصات فنی

## معیارها و استانداردهای طراحی

- جهت چرخش محور

## اطلاعات ابعادی

- گشتاور گرداننده مورد نیاز ۷۰۰ نیوتن متر در دور ۲۳۰۰ دور در دقیقه
- دامنه نامی سرعت ۵۰۰۰ - ۰ دور در دقیقه
- سرعت نهائی ۵۸۰۰ دور در دقیقه

## نصب:

- سیستم استارت در جلوی ژنراتور گاز نصب می شود.

## مواد:

- ارائه نشده است.

## اطلاعات اجزاء:

- لیست سیستم را ببینید.

## تست و سرویس:

- تست هنگام کار عادی داده نشده است.
- دسترسی هنگام کار عادی داده نشده است.

## اجزای اصلی:

- موتور الکتریکی AC MBJ10AE005

موتور الکتریکی بصورت دو قطب طراحی شده و توسط یک پایه جلوی ژنراتور گاز نصب شده است. سرعت موتور الکتریکی بوسیله یک مبدل فرکانسی (SFC) کنترل می شود.

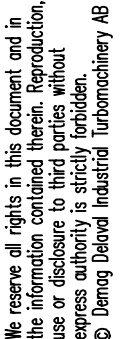
- ترمیستورها (مقاومت گرمائی) MBJ 10 AE 005 – KA01

دمای سیم پیچ استاتور موتور الکتریکی بوسیله سه عدد ترمیستور نشان داده می شود.

- کلید حد Limit Switch MBJ10CG 005

کلید حد از استارت شدن توربین گاز وقتی وسایل نگهداشت بدنه توربین در وضعیت غیرمطلوب باشد جلوگیری می کند.

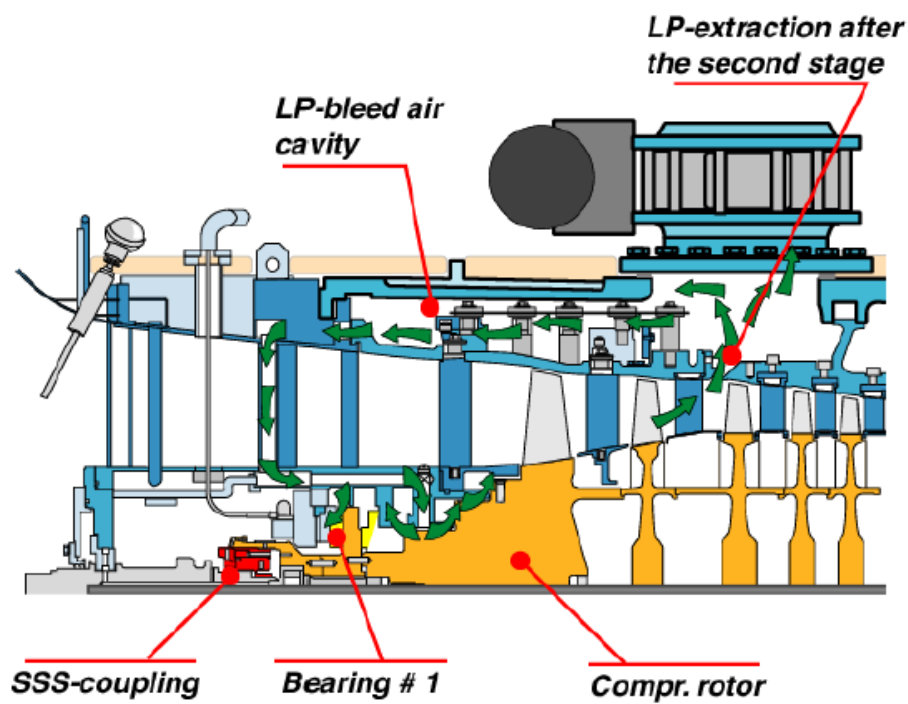






## بخش ششم

### سیستم هوای خنک کن و آب بندی



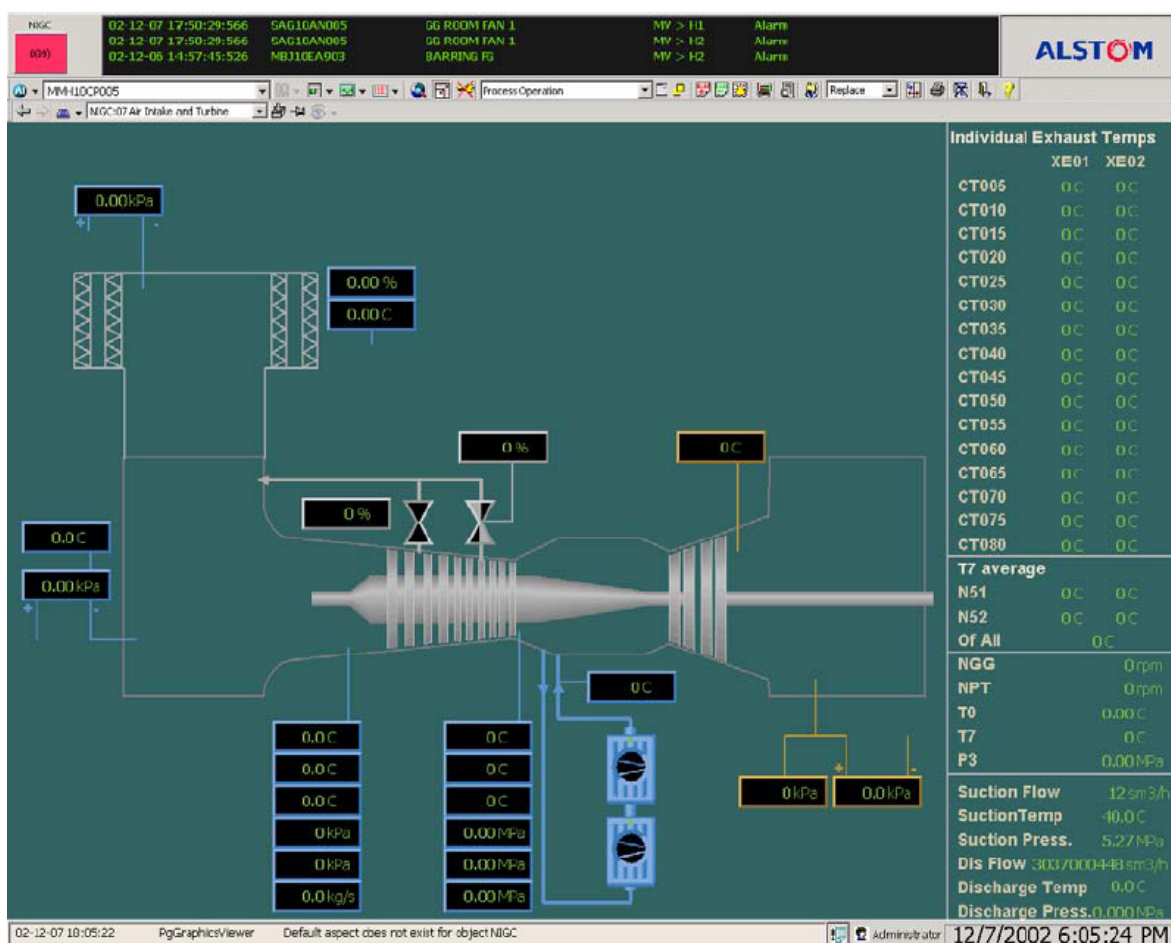
مرکز آموزش OTC

مرجع: Gas Turbine SGT600

Basic Training Siemens

ترجمه: محمدجواد رضایی

## بخش ششم: سیستم هوای خنک کن و آب بندی MBH10 Cooling and Sealing Air System



### مفهوم کاری سیستم:

هدف از سیستم هوای خنک کن و آب بندی تهیه مقدار هوای لازم جهت خنک کردن بخش های داغ توربین و هوای آب بندی برای حفاظت از نشت روغن و گاز در توربین می باشد.

### هدف:

بعد از اتمام این فصل شخص قادر خواهد بود:

- مدار اصلی سیستم هوای خنک کن و آب بندی را شرح دهد.
- چگونگی عملکرد فن آب بندی و قتیکه برق AC دچار اشکال می شود، را توضیح دهد.
- گرفتن هوای آب بندی برای یاتاقان ها از محفظه تخلیه شماره ۲ و ۱ را بیان نماید.

## شرح کلی سیستم (باتوجه به P&ID شماره 2042 750 – No. 2047338):

یک قسمت از جریان هوای درون کمپرسور برای آببندی یاتاقان‌ها و خنک کردن بخش‌های داغ توربین بکار می‌رود.

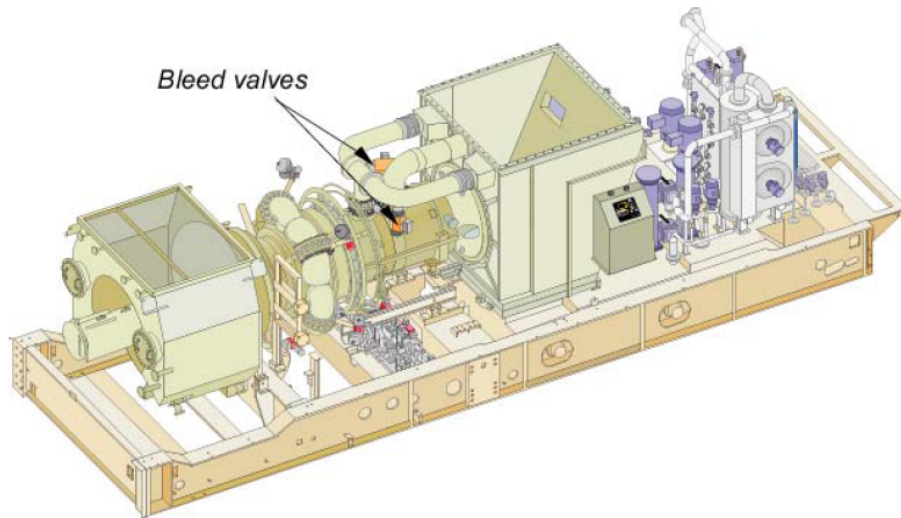


Fig. MBH Cooling and sealing air system

### هوای آببندی:

هوای آببندی دو وظیفه بعهدده دارد:

- اول جلوگیری از نشت روغن.

- دوم جلوگیری از نشت گاز داغ به داخل دیسک‌های توربین.

کمپرسور ده مرحله‌ای سوراخ‌هایی بعد از مرحله دوم و پنجم برای خروج هوا دارد. هوا از این سوراخ‌ها به داخل دو محفظه جریان می‌یابد. محفظه‌های فشار پائین (LP) و فشار بالای (HP)، هوای گرفته شده از کمپرسور بین رینگ‌های نگهدارنده داخلی استاتور و بدنه خارجی قرار دارند.

هوای آببندی برای یاتاقان شماره ۱ بصورت داخلی توسط محفظه فشار پائین هوا تأمین می‌شود.

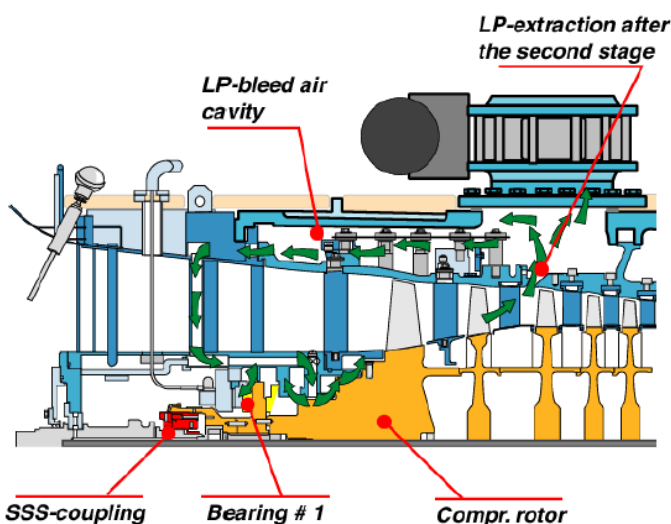
بخش عمده‌ای از هوا از طریق محفظه یاتاقان به مخزن روغن کاری جریان پیدا می‌کند، زیرا این مخزن

بوسیله فن مربوطه تحت فشار زیر اتمسفر نگهداری می‌شود.

قسمت عمده دیگری از هوا از طریق آبندهای لایبرنت به مسیر هوای اصلی وارد می‌شود.

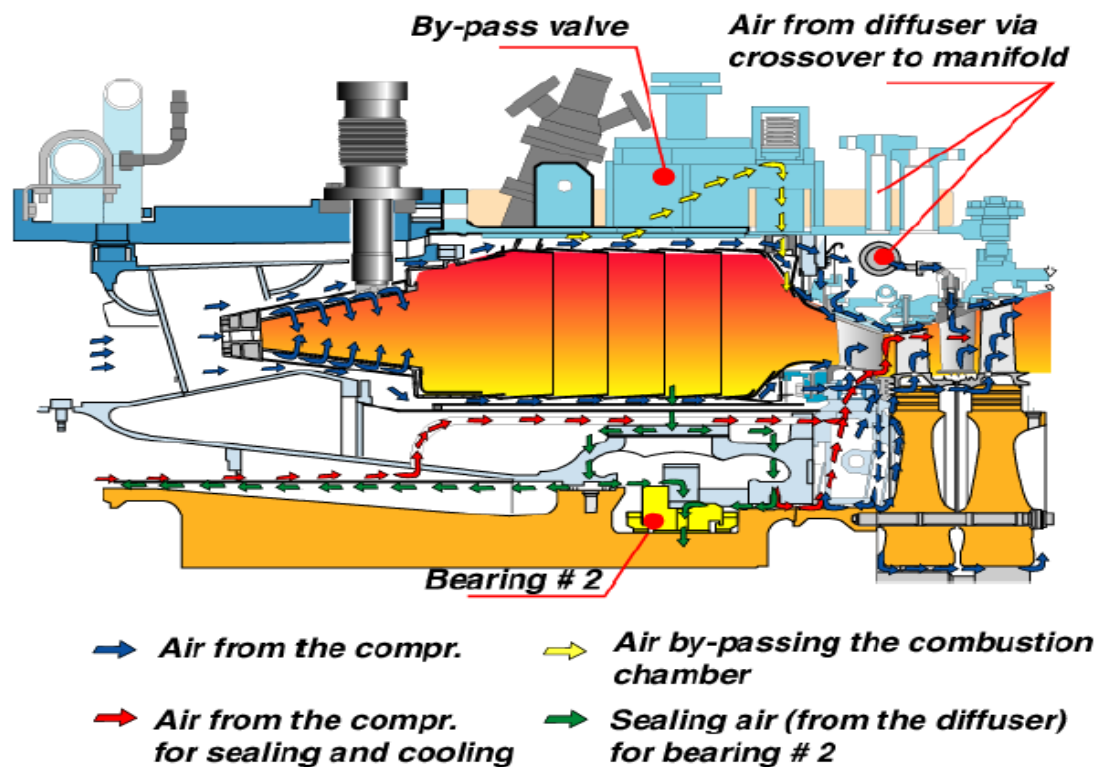
آببندی یاتاقان شماره ۳ از بخش محفظه فشار پائین هوا گرفته می‌شود و از طریق لوله‌های خارجی به یاتاقان هدایت می‌شود. بخشی از هوا از یاتاقان به بدنه خارجی جاری می‌شود، بخش

دیگر هوا به همراه جریان برگشتی روغن به مخزن روغن می‌رود.



هوای آببندی برای یاتاقان شماره ۲ از خروجی کمپرسور و فشار بالا گرفته می‌شود. هوا داغ است و باید قبل از ورود به یاتاقان در خنک کن هوای آببندی بیرونی خنک شود. جریان هوای خروجی یاتاقان به مخزن روغن کاری برده می‌شود، بعد از طریق جداکننده ذرات روغن به هوای محیط هدایت می‌شود. انتقال هوا به بیرون توسط فن مربوطه انجام می‌شود.

هوای آببندی برای توربین قدرت نیز از محفظه فشار بالای هوا تأمین می‌شود.



### هوا خنک کاری:

دو مرحله توربین کمپرسور بوسیله هوای گرفته شده از کمپرسور خنک می‌شوند. هم تیغه‌های ثابت و هم چرخان برای امکان داخل شدن هوای خنک کن به داخل آنها تو خالی می‌باشند، که این موضوع تأثیر خنک کنندگی را بیشتر می‌نماید.

هوای خنک کننده برای توربین قدرت اصولاً از محفظه فشار بالای هوا گرفته می‌شود. هوای خنک‌سازی و آببندی توسط لوله‌های بیرونی به منیفولد مربوطه وارد می‌شود. از آنجا لوله‌های قابل انعطاف تیغه‌های ثابت ردیف سوم را جهت خنک سازی دیسک تغذیه می‌کنند.

### کارکرد:

کار این سیستم بطور کامل خودکار است.

### راه اندازی:

هنگام راه اندازی توربین گاز سیستم هوای خنک کن و آب بندی بصورت خودکار راه می افتد.

### ادامه کار:

هنگام کار عادی یاتاقان ها و توربین با هوای خنک کننده و آب بندی که از کمپرسور گرفته می شود، تغذیه می شوند.

### توقف توربین:

هنگام توقف توربین، سیستم هوا تا هنگامیکه ژنراتور گاز کار می کند به کارش ادامه می دهد و تا یک دقیقه بعد از توقف توربین ادامه دارد.

### حالت سکون:

بعد از توقف توربین سیستم هوا کار نمی کند.

### خطاها:

#### قطع توربین گاز:

این سیستم یک دقیقه بعد از توقف توربین کار می کند.

#### از دست دادن منبع تغذیه:

موتور فن خنک کن هوای آب بندی از UPS تغذیه می شود و برای دو دقیقه بعد از قطع برق می تواند به کارش ادامه دهد.

#### خطاهای سیستم:

- خنک کن هوای آب بندی:

نقص در خنک کن هوای آب بندی باعث بالا رفتن دمای هوای آب بندی خواهد شد. دمای زیاد ( $H_2$ ) فرمان قطع خواهد داد.

نقص و عیب مجراهای عبوری نتیجه اش افت فشار هوای آب بندی خواهد بود.

- لوله‌ها:

- نشت در لوله‌های بیرونی ممکن است سبب افزایش سطح دما در اتاق توربین گاز بشود.
- گرفتگی مجاری عبور هوا و کانال‌ها یا داخل لوله‌ها باعث کاهش بازده آب‌بندی و خنک‌کنندگی خواهد شد.
- عکس‌العمل و وظایف بهره‌برداران و اپراتورها هنگام اعلام خطا و یا فرمان قطع در مدارک کاربری مجموعه می‌باشد.

### مشخصات فنی:

#### اطلاعات ابعادی:

جریان هوای آب‌بندی 900kg/h

#### اطلاعات مهندسی:

فشار طراحی Bar(g) ۱۶ بار

دمای طراحی پائین دست خنک کن c 400 + تا 20 -

دمای طراحی بالا دست خنک کن c 400 + تا 20 -

### برق اضطراری:

موتور فن خنک کن هوای آب‌بندی توسط UPS تغذیه شده و تا دو دقیقه بعد از قطع برق آن را تغذیه می‌کند.

### نصب:

این سیستم نزدیک توربین گاز نصب می‌شود. کانال‌های هوای خنک کن و آب‌بندی تا حدی با طراحی مکانیکی توربین گاز هماهنگ میشوند.

خنک کن هوای آب‌بندی بیرون از اتاقک توربین ولی نزدیک به آن نصب می‌شود.

### مواد:

- لوله‌های خنک کن هوای آب‌بندی، لوله‌های هوای آب‌بندی بین محفظه فشار پائین و یاتاقان شماره ۳ و لوله هوای آب‌بندی بین محفظه هوای فشار بالا و توربین قدرت از جنس فولاد زنگ نزن یا استنلس استیل (Stainless Steel) ساخته شده‌اند.
- کانال‌های فرعی از آهن معمولی (Carbom steel) ساخته شده‌اند.



- خنک کن هوای آببندی بجز نگهدارنده پایه به گرم کن که از فولاد گالوانیزه ساخته شده از جنس فولاد زنگ نزن (Stainless steel) می باشد.

### اطلاعات اجزاء:

لیست های ابزار دقیق و ارقام کلی را ببینید.

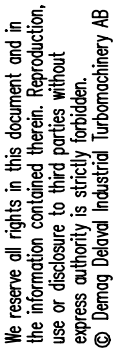
### تست و سرویس:

- تست هنگام کار عادی: هنگام کار عادی انجام هیچ تستی امکان ندارد.
- دسترسی هنگام کار عادی: هنگام کار عادی هیچ قطعه ای در سیستم برای تعمیر در دسترس نیست.

### اجزای اصلی (باتوجه به P&ID شماره 2042 750 – No. 2047338):

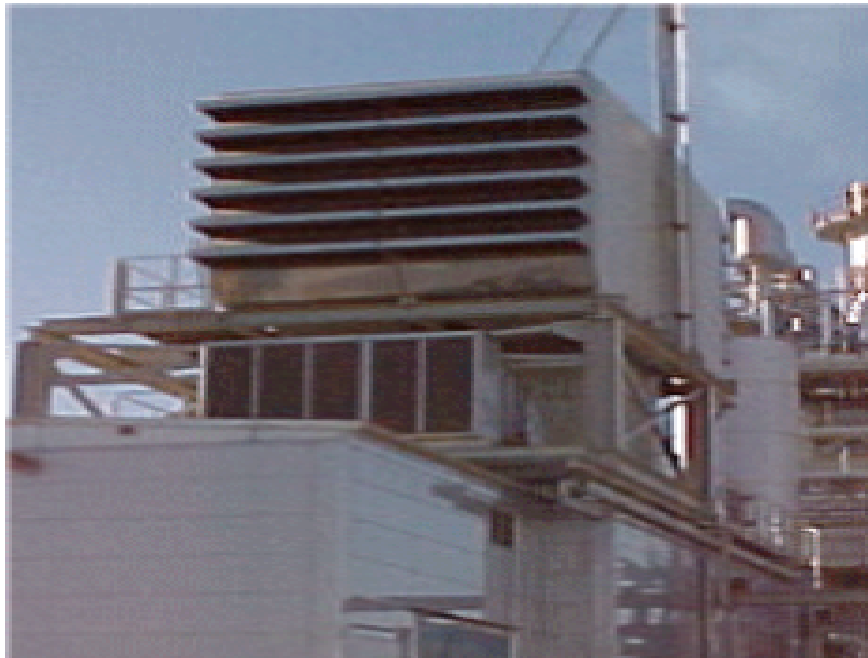
- خنک کن هوای آببندی MBH 10 AC005:  
خنک کن هوای آببندی، هوای آببندی یاتاقان شماره ۲ را خنک می کند. این خنک کن یک مبدل حرارتی خنک کن نوع لوله ای می باشد. هوای خنک کن از درون پوسته و هوای آببندی از درون لوله ها عبور می کنند.
- خنک کن به خروجی تخلیه آب و هوای گیری یا تهویه مجهز می باشد. در حالت تقطیر در طرف بدنه یا پوسته، آب خنک کن بصورت پیوسته از طریق یک لوله و روزنه تخلیه می گردد.
- فن الکتریکی MBH10AN005 و MBH 10AN010:  
هدف از فن الکتریکی تولید جریان هوا در خنک کن برای افزایش خنک کنندگی هوای آببندی و هوای خنک کن می باشد.
- ترانسمیتر دما، MBH10CT005:  
دمای هوای آببندی پائین دست خنک کن بصورت پیوسته اندازه گیری می شود.
- دمای هوای آببندی به جریان عبوری هوای آببندی دارد که خود متأثر از بار توربین گاز می باشد.
- جریان هوا از خنک کن ثابت بود و مقدار آن هنگام راه اندازی اولیه تنظیم می شود.
- ترنسمیتر دما مقدار دمای آببندی را در مقایسه با مقدار طراحی شده نشان می دهد.
- دمای زیاد هوای آببندی (H1) اعلام خطر می دهد.
- دمای زیاد هوای آببندی (H2) شروع اعلام برداشت بار توربین.

- روزنه Orifice MBH10BP005:  
هدف از این روزنه محدود کردن جریان هوای آببندی به یاتاقان شماره ۲ می باشد.
- روزنه Orifice MBH10BP0010:  
هدف از این روزنه محدود کردن جریان هوای خنک کن در توربین قدرت می باشد.
- روزنه Orifice MBH10BP0015:  
هدف از این روزنه محدود کردن جریان هوای آببندی به یاتاقان شماره ۳ می باشد.
- روزنه Orifice MBH10BP205:  
هدف از این روزنه محدود کردن جریان هوا در خروجی تخلیه از خنک کن هوای آببندی می باشد.



## بخش هفتم

### سیستم هواگیری



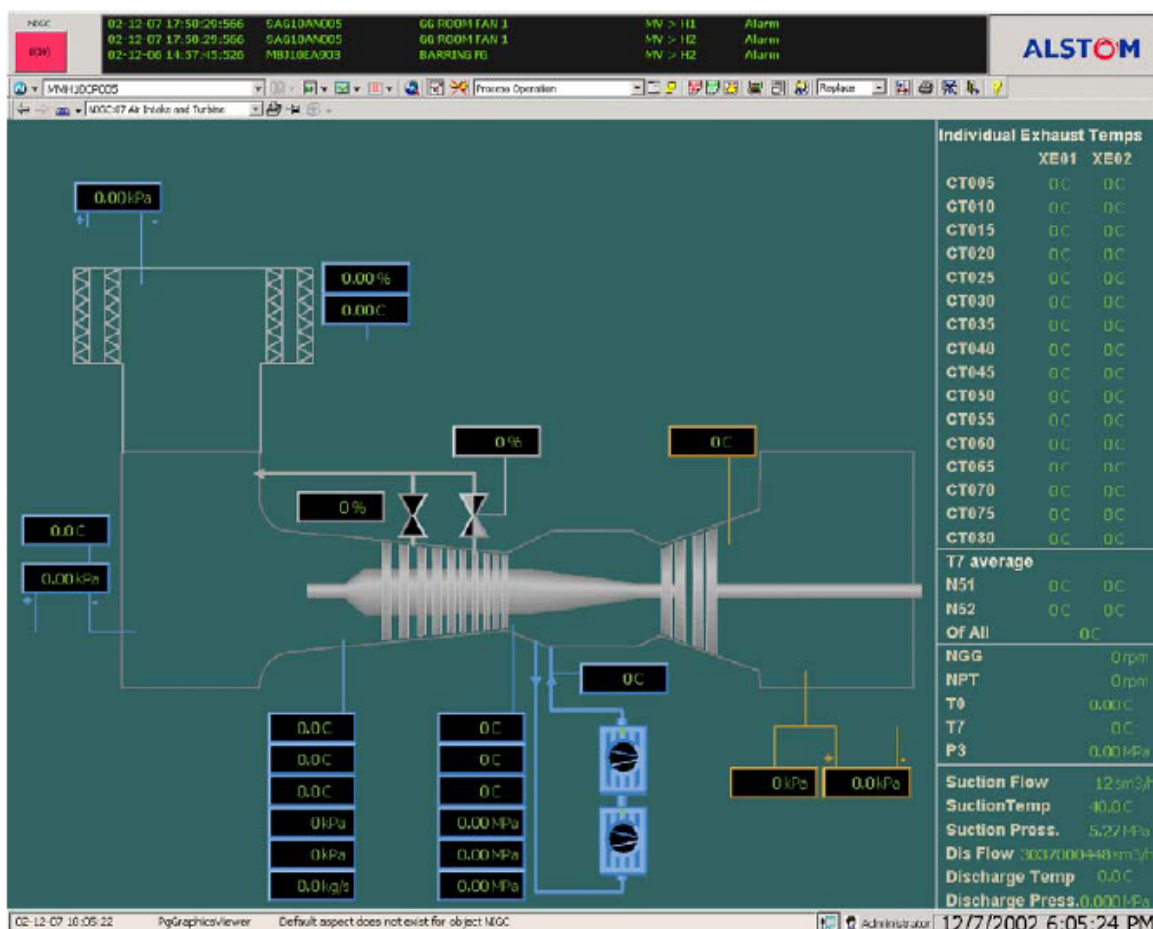
مرکز آموزش OTC

مرجع: Gas Turbine SGT600

Basic Training Siemens

ترجمه: محمدجواد رضایی

## بخش هفتم: سیستم هواگیری MBL Air Intake System



### مفهوم کاری سیستم:

سیستم فیلتر هواگیری برای تأمین هوای صاف شده توربین گاز و هدایت هوا از بخش هواگیری به ورودی فشار پائین کمپرسور طراحی شده است.

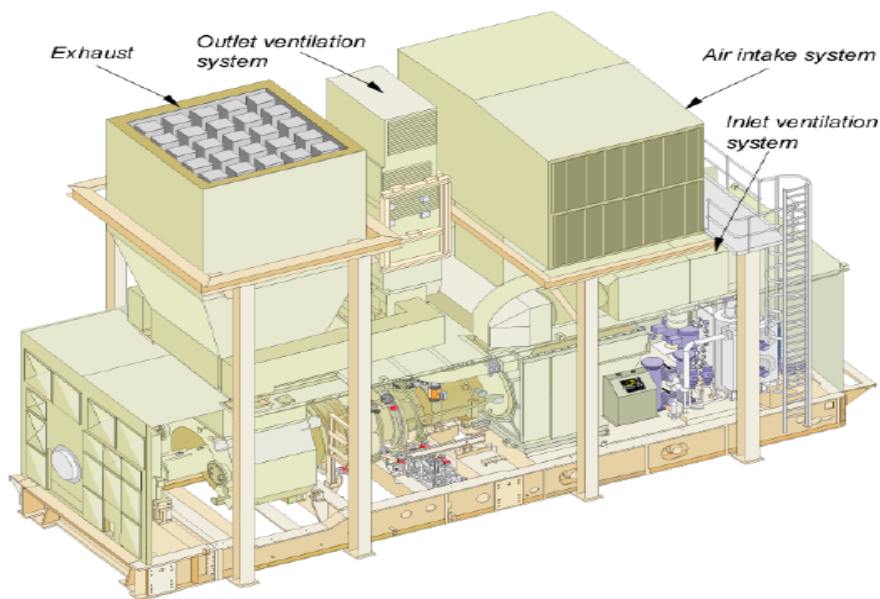
نیاز به صاف کردن هوا برای به حداقل رساندن فرسودگی، زنگ زدگی و گرفتگی کمپرسور و جلوگیری از ورود ذرات و اشیاء به آن می باشد. یک صدا خفه کن سروصدای ورودی کمپرسور را کاهش می دهد و سطح صدا در محیط اطراف کمپرسور در مقدار معینی نگه داشته می شود.

### هدف:

بعد از اتمام این فصل شخص قادر خواهد بود:

- چگونگی کنترل سیستم تمیزکاری فیلترها را شرح دهد.
- چگونگی سیستم تمیزکاری فیلترها را هنگام قطع برق AC توضیح دهد.
- هدف از MBL 20 CP005 را بیان نماید.





### شرح عمومی سیستم (باتوجه به P&ID شماره 2042 751 – No. 2047339):

هوا از دو سمت هواگیر و از میان لوورهای مربوطه وارد سیستم می‌شود و بعد از عبور از یک واحد صافی هوای فیلتر شده وارد فضای مرکزی هواگیر می‌شود.

هر مجموعه واحدهای فیلتر به تعدادی مدول پاک‌کننده پالسی مجهز شده‌اند. هوا برای این پاک‌کننده‌ها از هوای ابزار دقیق تأمین شده است، که بعد از فیلتر شدن مجدد، عبور از شیر فشار شکن وارد مخازن مربوطه در سیستم پاک‌کننده می‌شود.

هر مخزن هوای پاک‌کننده برای یکبار تمیز کردن فیلتر مربوط به مدول خودش کفایت می‌کند. ترتیب پاک‌کنندگی با توجه به اختلاف فشار بوجود آمده در دو طرف هر واحد فیلتر می‌باشد. پاک‌کنندگی بوسیله یک شیر قطع و وصل برای دو واحد فیلتر انجام می‌شود. غبار و گرد و خاک جمع شده هنگام پاک کردن فیلترها از فضای فیلترها توسط فن‌های تخلیه غبار انجام می‌شود.





صدا خفه کن، با صفحات جاذب صدا بخشی از کانال ورودی هوا را تشکیل می‌دهد. بدنه صدا خفه کن جهت جلوگیری از انتقال صدا عایق‌بندی شده است. صداگیرها شامل جعبه‌های مکعب شکل از ورزق فلزی سوراخ شده که با پشم شیشه پر شده می‌باشند. این مجموعه طوری طراحی شده است که با هوای منطقه و شرایط جوی سازگار باشد.

### کارکرد:

این سیستم بطور کامل خودکار می‌باشد.

### راه‌اندازی:

جریان هوا در سیستم هواگیر با سرعت گرفتن توربین گاز جریان پیدا می‌کند.

### ادامه کار:

هوا از مسیر هواگیری بوسیله کمپرسور فشار پائین مکیده می‌شود. هوا قبل از اینکه وارد قسمت فشار پائین کمپرسور شود از داخل فیلترهای پاک شونده و نیز از میان صدا خفه کن عبور می‌کند. وقتی سیستم در حال کار است اگر یک اختلاف فشار زیاد دوسر فیلتر اندازه‌گیری شود، تجهیزات پاک‌کن فیلترها فعال شده و آنها را تمیز می‌سازند و در ادامه گردو خاک حاصل توسط فن‌های تخلیه غبار از محل فیلترها بیرون برده می‌شود.

### توقف توربین:

با دادن فرمان توقف به توربین جریان هوا در هواگیر کاهش می‌یابد.

### حالت سکون:

حالت سکون توربین تأثیری در این سیستم ندارد.

### خطاها:

### قطع توربین گاز:

ارائه نشده است.

### از دست دادن برق:

با از دست دادن برق AC کار سیستم پاک‌کن فیلترها متوقف می‌شود.

### خطاهای سیستم:

وجود عیب در فن‌ها یا در شیر کنترل و شیرفشارشکن در سیستم پاک‌کن فیلترها موجب آلودگی و گرفتگی فیلترها شده و باعث توقف توربین می‌شود.

### سایر خطاها:

کمبود هوا در افشانک پاک‌کننده فیلترها، که از هوای ابزار دقیق گرفته می‌شود، باعث از دست رفتن قابلیت سیستم تمیز کن فیلترها می‌شود.

### مشخصات فنی:

#### معیارها و استانداردهای طراحی:

- عملکرد سیستم اصولاً با قوانین و پیمان‌های رسمی فدرال، استانی و شهری مطابقت داشته و مطابق با کد و استانداردها می‌باشد.
- محفظه فیلترها و صدا خفه کن برابر با آخرین نشریه کدها و استانداردهای موجود برای ساخت، جوشکاری، مواد، عایق‌بندی و آزمایش می‌باشد.
- بخش‌های الکتریکی عموماً مطابق با استاندارد IEC می‌باشد. برای اطلاعات بیشتر دستورالعمل شماره 2414410 را ببینید.
- مخازن برای هوای تمیز کن سیستم بر اساس ASME بخش مخازن تحت فشار با قطر کمتر از ۶ اینچ طراحی شده است.

### اطلاعات ابعادی:

- جریان هوا در ۱۵ c و شرایط ISO 79.5kg/s

### اطلاعات مهندسی:

- فشار منفی استاتیک -1500pa
- فشار پالسی حداکثر  $\pm 3000$ pa
- مشخصات سطح نویز یا صدا در بیرون فیلتر مطابق با توربین گاز
- بازده سیستم فیلتر F9 یا بیشتر

## منبع تغذیه اضطراری:

داده نشده است.

## نصب:

سیستم هواگیری در بالای اتاقک توربین نصب شده و بوسیله کانال به بخش فشار پائین کمپرسور توربین گاز وصل می‌شود.

## مواد:

- محفظه هواگیر
- چهارچوب یا فرم فیلترها
- کانال ورودی
- ورق‌های صداگیر
- چمبر بیرونی ورودی کمپرسور
- چمبر داخلی ورودی کمپرسور
- ورق آهن رنگ شده
- ورق آهن گالوانیزه یا پلاستیک
- ورق آهن رنگ شده
- ورق آلومینیوم دریائی
- ورق آهن رنگ شده
- ورق فرم داده شده استنلس استیل

## اطلاعات اجزاء:

- لیست‌های اجزاء سیستم را ببینید.

## تست و سرویس:

### تست هنگام کار عادی:

روند اختلاف فشار کنترل شده و فیلترها برای برنامه‌ریزی تعمیر و نگهداری دوره‌ای بازدید شود.

### دسترسی هنگام کار عادی:

دسترسی به تعمیر فیلترها از طریق درهای سرویس در هواگیر انجام می‌شود. سکوی دائمی سرویس در داخل و خارج هواگیر هر جا که لازم باشد برای سادگی دسترسی و تعویض فیلترها در نظر گرفته شده است. کار تعمیراتی روی فیلتر اولیه هنگام کار عادی توربین می‌تواند انجام شود.

### اجزای اصلی (باتوجه به P&ID شماره 2042 751 – No. 2047339):

- سوئیچ در محفظه کمپرسور MBL 30CG005
- این سوئیچ باز بودن در محفظه کمپرسور را نشان خواهد داد.

بازبودن درمحفظه اعلام خطا نموده و استارت توربین قفل خواهد شد.

- ترانسمیتر رطوبت MBL 30CM005

این ترانسمیتر رطوبت محیط را نشان می‌دهد و در همانجائی که MBL30CT005 در محفظه هواگیر نصب شده قرار دارد. رطوبت محیط یکی از شرایط کنترل سیستم ضدیخ می‌باشد.

- ترانسمیتر دما MBL 30CT005

سنسور PT100 دمای محیط را نشان می‌دهد و در همانجا که MBL30CM005 نصب شده قرار دارد. دمای محیط یکی از شرایط کنترل سیستم ضدیخ می‌باشد.

- شیر قطع MBL20AA005

این شیر هنگام تعمیرات برای جداسازی سیستم بکار می‌رود.

- تنظیم کننده فشار / فیلتر MBL20AA010

تنظیم کننده فشار، فشار سیستم را در مقدار ۷ بار نگهداشته و فیلتر آن از ورود آلودگی و ذرات به داخل لوله‌های سیستم افشانک تمیزکن جلوگیری می‌نماید.

- شیر خالی کردن هوا MBL21AA005 و MBL22AA005 و MBL23AA005 و MBL24AA005

این شیرها هنگام تعمیر مخازن هوای تمیزکن آنها را از سیستم جدا می‌کنند.

- مخازن هوای تمیزکن MBL21BB005 و MBL22BB005 و MBL23BB005 و MBL24BB005

- شیرهای دیافراگمی MBL21AA010 و MBL22AA010 و MBL23AA010 و MBL24AA010

هر شیر دیافراگمی هوای لازم برای یکدسته فیلتر را تأمین می‌کند. دمیدن یک پالس هوا از نازل به داخل سیستم یک ضربه موج در داخل دسته فیلتر و نیز یک موج گذار برگشت تولید می‌کند.

- لوورهای هوا MBL21AT005 و MBL22AT005 و MBL23AT005 و MBL24AT005

لوورها از داخل شدن ذرات و اجسام خارجی به محوطه هواگیر جلوگیری می‌کنند.

- بخش فیلتر MBL21AT010 و MBL22AT010 و MBL23AT010 و MBL24AT010

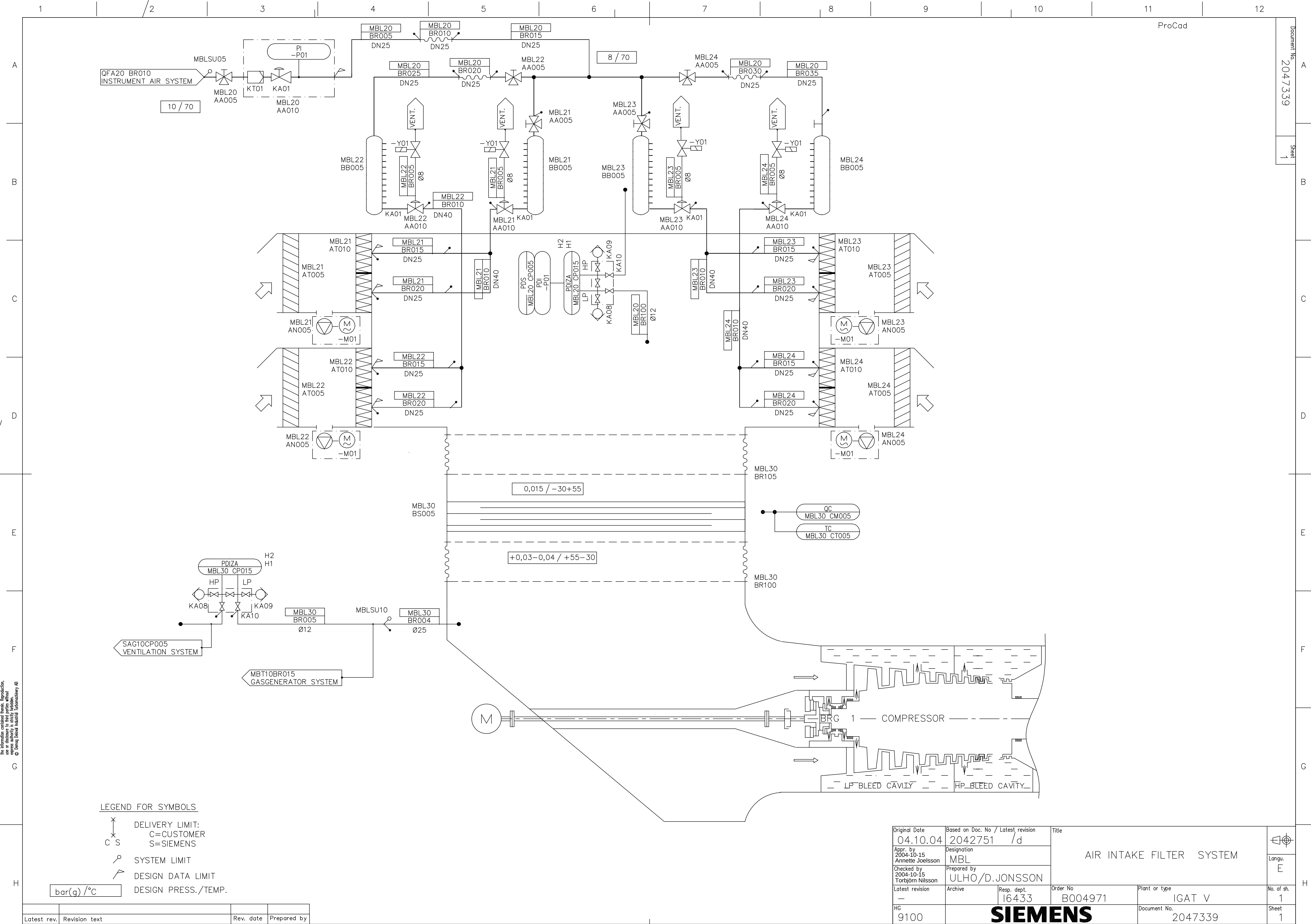
هربخش از فیلتر شامل دسته‌های فیلتر استاندارد بوده و از ورود آلودگی‌ها و ذرات به داخل توربین گاز جلوگیری می‌کنند.

- فن‌های تخلیه گردو خاک MBL21AN005 و MBL22AN005 و MBL23AN005 و MBL24AN005

فن‌های تخلیه گردو خاک هنگام تمیزسازی فیلترها فعال می‌شوند، هر فن گردو خاک جمع شده در بخش خودش را از محفظه فیلتر تخلیه می‌کند.

- سوئیچ اختلاف فشار MBL20Cp005  
سوئیچ، اختلاف فشار دو سر فیلتر را اندازه گیری می کند.  
اختلاف فشار زیاد دوسر فیلتر (H1) سیستم تمیزکاری فیلترها را فعال می کند.  
اختلاف فشار پائین دوسر فیلتر (L1) سیستم تمیزکاری فیلترها را متوقف می کند.
- ترانسمیتر اختلاف فشار MBL20CP015  
سیگنال ترانسمیتر اختلاف فشار برای نشان دادن اختلاف فشار روی فیلترها بکار می رود.  
اختلاف فشار زیاد (H1) اعلام خطا می کند.  
اختلاف فشار زیاد (H2) فرمان بی بار کردن توربین را صادر می کند.
- تابلوی کنترل تمیزکن فیلتر MBL20GH005  
این تابلوی کنترل شامل مدار منطقی کنتاکتورهای فن های تخلیه گرد و غبار و مدار منطقی تمیزکاری برای اجزای فیلترها می باشد. وجود عیب در اجزای این تابلو اعلام خطا به همراه دارد.
- صداخفه کن MBL30BS005  
صدا خفه کن با صفحات آرام کننده و جذب صدا بخشی از داکت هواگیر می باشد. بدنه صدا خفه کن برای جلوگیری از انتقال صدا، از داخل عایق بندی شده است.  
صداگیرها شامل جعبه های مکعب شکل ساخته شده از ورق فلزی با پشم شیشه می باشند.  
صدا خفه کن از پخش صدا در محیط اطراف جلوگیری می کند.
- ترانسمیتر اختلاف فشار MBL30CP015  
ترانسمیتر، اختلاف فشار بین ورودی کمپرسور و هوای بیرون اتاقک توربین را اندازه گیری می کند.  
اختلاف فشار زیاد (L1) اعلام خطا می کند.  
اختلاف فشار زیاد (L2) اعلام و صدور فرمان توقف توربین را صادر می کند.

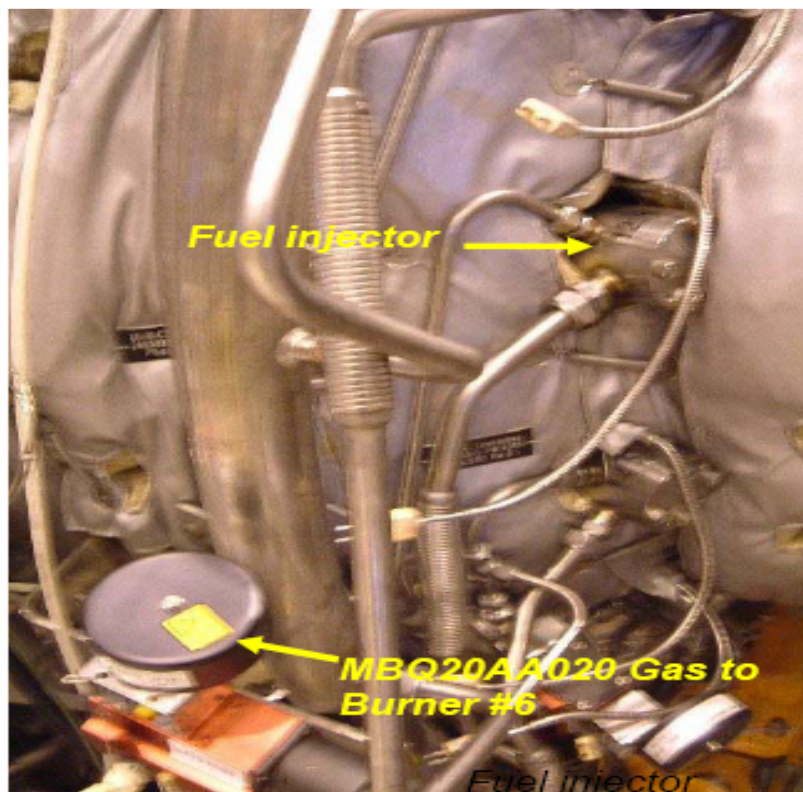






## بخش هشتم

### سیستم سوخت



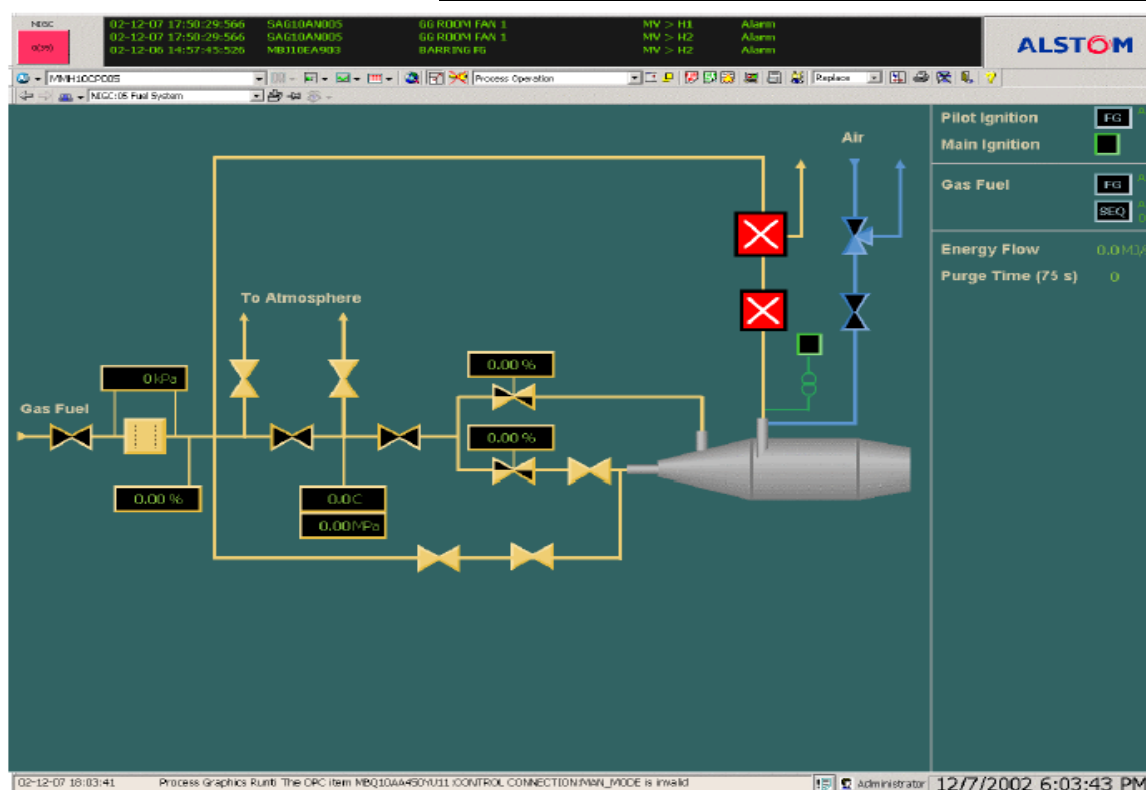
مرکز آموزش OTC

مرجع: Gas Turbine SGT600

Basic Training Siemens

ترجمه: محمدجواد رضایی

## بخش هشتم: سیستم سوخت گاز MBP Gas Fuel system



### مفهوم کاری سیستم:

هدف از سیستم سوخت گاز تأمین جریان مناسب سوخت گاز جهت مشعل‌های توربین گاز هنگام استارت و کار عادی توربین و نیز تأمین گاز شمعک برای روشن کردن مشعل‌ها و شرح فعالیت‌های زیر می‌باشد.

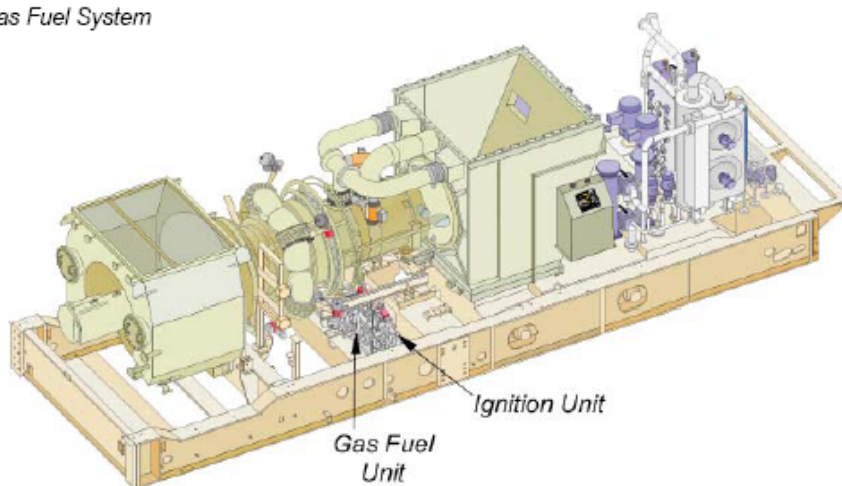
- تأمین سوخت گاز توربین گاز
- کنترل جریان سوخت هنگام استارت، کار عادی و توقف
- فعال کردن قطع سریع سوخت هنگام بروز خطا یا توقف توربین جهت جلوگیری از آسیب دیدن آن
- کنترل صحت کار شیر قطع سریع سوخت
- تأمین سیستم گاز شمعک با گاز مربوط به جرقه‌زن

### هدف:

بعد از اتمام این فصل شخص قادر خواهد بود:

- مدار اصلی سوخت گاز را توضیح دهد
- چگونگی کار سیستم سوخت گاز را هنگام قطع برق AC شرح دهد
- هدف کنترل صحت کار شیر سوخت را بیان نماید
- کارکرد مشعل شماره ۶ را بگوید.

Fig. MBP Gas Fuel System



### شرح عمومی سیستم (باتوجه به P&ID شماره 2042 753 - No. 2047340):

سوخت از یک سیستم سوخت‌رسانی خارجی از طریق یک شیر جدا کن یا سرویس، شیرهای قطع و وصل ۱ و ۲ و شیر کنترل گاز قبل از وارد شدن به نازل‌های سوخت جریان پیدا می‌کند. وضعیت شیرهای کنترل مقدار جریان یا دبی سوخت تزریق شده به محفظه احتراق را معین می‌کند. سوخت گاز برای سیستم جرقه‌زن از پائین دست فیلتر سوخت گاز گرفته می‌شود. شیرهای تهویه برای خارج کردن سوخت باقی مانده بعد از خاموش کردن توربین بکار می‌روند. سیستم سوخت گاز از دو واحد تشکیل شده است، واحد سوخت گاز شماره ۱ که بیرون اتاقک توربین گاز واقع شده و واحد سوخت گاز شماره ۲ که در چارچوب و توربین گاز نصب شده است.

### کارکرد:

کارکرد این سیستم بصورت کاملاً توماتیک می‌باشد.

### راه‌اندازی:

سیستم سوخت گاز بصورت اتوماتیک با روشن شدن توربین گاز فعال می‌شود. سیستم‌های تهویه و روغن‌کاری باید در حال کار باشند. سیستم تأمین سوخت بیرونی نباید پیام « Gas fuel supply failure » را نشان دهد (رجوع شود به بخش سایر خطاها) و رله‌های قفل‌کننده

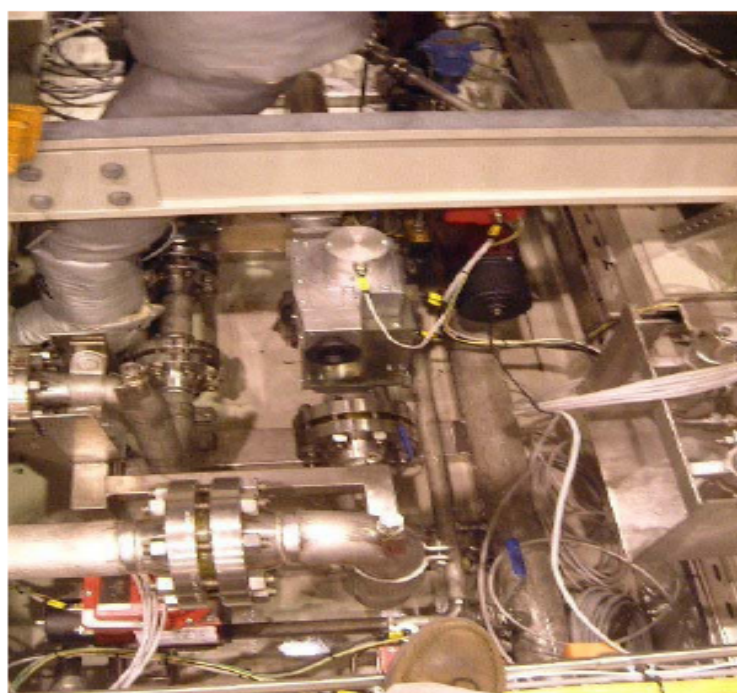


Fig. MBP Gas fuel system

- قطع توربین باید در حال عادی باشند.
- استارت و راهاندازی سیستم سوخت گاز شامل گام‌های زیر است:
- شیر جداکننده سوخت باز شود.
  - تست ضربه شیرهای کنترل سوخت گاز نیز انجام شده اند.
  - تست نشتی شیرهای قطع سریع سوخت گاز و شیرهای تهویه میانی بصورت خودکار انجام شده است.
  - نشت‌سنجی MBP10AA025
  - فشار پائین دست MBP10AA025 هنگام شروع تست باید پائین باشد.
  - شیر تهویه MBP10AA230 بسته و شیر ایزوله سوخت باز و بالا دست اولین شیر قطع سریع سوخت تحت فشار قرار می‌گیرد. اگر فشار پائین دست MBP10AA025 به مقدار بالاتر از مقدار تنظیم شده در زمان مشخصی افزایش پیدا کند، راهاندازی متوقف خواهد شد.
  - نشت‌سنجی MBP10AA030 و MBP10AA230:
  - اولین شیر قطع سریع در زمان چند ثانیه باز می‌شود و MBP10AA030 و MBP10AA230 تحت فشار قرار می‌گیرند. شیر دوباره بسته می‌شود، بنابراین یک حجم گاز بین شیرهای قطع سریع حبس می‌شود. اگر فشار پائین دست MBP10AA025 بیش از مقدار تنظیم شده در زمان خاصی کاهش پیدا کند، راهاندازی متوقف خواهد شد.
  - وقتی که پاک‌سازی (Purging) توربین گاز آماده شود شیرهای قطع سوخت باز می‌شوند، شعله جرقه‌زن بررسی می‌شود، شیرهای کنترل سوخت گاز در وضعیت جرقه‌زدن بوده و سرعت روتور برای جرقه زدن درست است.
  - تایمر جرقه زدن راه می‌افتد (برای نشان دادن محدوده زمان) و تزریق سوخت بوسیله شیر کنترل اولیه کنترل می‌شود.
  - شعله اصلی روشن شده و توربین گاز شتاب می‌گیرد.
  - سنسورهای شعله، شعله را نشان می‌دهند.
  - نشت شیرهای قطع سوخت، در وضعیت اشتباه بودن شیرهای قطع سوخت، در وضعیت غیردرست بودن شیرکنترل یا غیرصحیح بودن فشار سوخت راهاندازی را متوقف می‌کند. در ضمن وقتی سرعت رتور توربین برای جرقه‌زدن درست نباشد، اگر شیر کنترل قبل از مشاهده شعله از مقدار جرقه‌زدن بیشتر باز شود و یا اگر سوخت در مدت زمان معینی نتواند جرقه بزند، راهاندازی توربین متوقف خواهد شد.

## ادامه کار:

هنگام ادامه کار جریان سوخت در نازلها بوسیله شیرهای کنترل سوخت گاز که توسط گاورنر توربین کنترل می‌شوند، هدایت و تنظیم می‌شود.

## توقف:

هنگام ادامه کار جریان سوخت در نازلها بوسیله شیرهای کنترل سوخت گاز که توسط گاورنر توربین کنترل می‌شوند، هدایت و تنظیم می‌شود.

هنگام توقف توربین، بار- سرعت با شیب پائین می‌آید.

هنگامیکه بار- سرعت به مقدار معین از پیش تعیین شده رسید، توربین فرمان توقف می‌گیرد.

بنابراین شیرهای قطع سوخت بسته شده و شیر کنترل در مقدار حداقل قرار می‌گیرد. متعاقباً شیرهای جداکننده بسته می‌شوند، شیر تهویه MBP10AA230 باز شده و گاز حبس‌شده بین شیرهای قطع- کننده را تهویه می‌کند.

## حالت سکون:

شیرهای قطع کننده و شیرهای جداکننده بسته‌اند. شیر تهویه MBP10AA230 باز است. شیر کنترل در مقدار بازشدگی حداقل قرار دارد.

## خطاها:

دو شیر قطع سریع اضافی سوخت گاز و شیر جدا کننده سوخت از طریق رله‌های قفل کننده تغذیه شده‌اند و هنگام توقف توربین بسته خواهند شد.

## از دست دادن منبع تغذیه:

از دست دادن منبع تغذیه مستقیماً روی این سیستم اثر نخواهد داشت، برق شیرهای برقی از باتری تغذیه می‌شوند و برق AC شیر کنترل و سرو موتور آن توسط UPS تغذیه می‌شود.

## خطاهای سیستم:

کارهائیکه باید اپراتورها در وضعیت اعلام خطا یا اعلام قطع توربین انجام دهند در لیست خطا و قطع توربین آمده است (Alarm and Trip list).

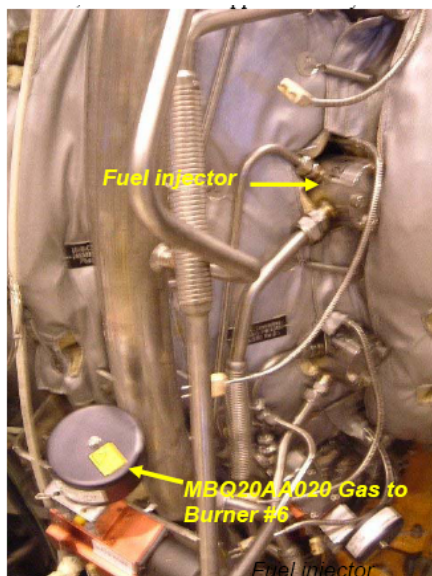


Fig. MBP Gas fuel system



## خطاهای دیگر:

خطا در ارتباط سیستم‌ها:

- سیستم سوخت بیرونی:

اشکال در سیستم سوخت بیرونی میتواند کنترل جریان سوخت در مشعل‌ها را دچار اشکال نماید. کاهش دمای منبع تغذیه سوخت گاز به پائین‌تر از نقطه شبنم باعث تقطیر داخل سیستم سوخت شده و به محفظه‌های احتراق آسیب خواهد رساند. منبع سوخت گاز بیرونی بخاطر نگهداشتن فشار در حد لازم عملیاتی و پائین نرفتن دمای آن باید نظارت و کنترل شود.

در صورت خطا یک سیگنال «خطا در سیستم تغذیه گاز» «Gas supply system failure» برای نشان دادن اینکه شرایط سوخت گاز مناسب نیست به سیستم کنترل توربین گاز فرستاده می‌شود. این سیگنال ممکن است شامل دیگر وضعیت‌ها که منجر به توقف کار سوخت گاز شود نیز باشد. اگر سیگنال وقتی بیاید که توربین روشن است فرمان خطا صادر می‌شود و اگر در حال راه‌اندازی باشد راه‌اندازی متوقف خواهد شد.

- سیستم هوای ابزار دقیق:

افت فشار هوای ابزار دقیق روی موضوعات زیر تأثیر منفی خواهد گذاشت:

|                  |                               |
|------------------|-------------------------------|
| شیر جدا کننده    | (نبودن فشار هوا = وضعیت بسته) |
| شیرهای قطع کننده | (نبودن فشار هوا = وضعیت بسته) |
| شیرهای تهویه     | (نبودن فشار هوا = وضعیت باز)  |

## مشخصات فنی:

### معیارها و استانداردهای طراحی:

مشخصات سوخت گاز مطابق با GTIE241003 می باشد.

### اطلاعات ابعادی:

جریان سوخت مورد نیاز بصورت کلی  $1.83 \text{ kg/s}$  و  $7800 \text{ Nm}^3/\text{h}$  (حداکثر سوخت گاز طبیعی در دمای ۲۵ - درجه سانتیگراد)

### اطلاعات مهندسی:

فشار طراحی (Bar(g) ۳۰ بار گیج

دمای طراحی ۲۰- تا ۱۵۰+ درجه سانتیگراد



### منبع تغذیه اضطراری:

سیم‌پیچ شیرهای قطع‌کننده برای کار قطع و وصل شیر از برق ۲۴ ولت مستقیم (باتری) تغذیه می‌شوند. سیستم برق ۲۴ ولت مستقیم بوسیله UPS، ۲۳۰ ولت تغذیه می‌شود. برق سروموتور شیر کنترل برای باز و بسته و کنترل شیر توسط برق ۲۳۰ ولت UPS تغذیه می‌شود.

### نصب:

واحد شماره ۲ سوخت گاز در چهارچوب توربین گاز و زیر توربین گاز نصب می‌شود. شیر جداکننده و فیلتر در واحد شماره ۱ سوخت گاز قرار دارند و در بیرون اتاقک توربین نصب شده‌اند.

### مواد:

شیرها و لوله‌های پائین دست فیلتر از آهن ضد زنگ (stainless steel) ساخته شده‌اند. شیرها و لوله‌های بالا دست فیلتر از آهن ساخته شده‌اند. بدنه فیلتر از آهن ساخته شده است.

### اطلاعات اجزاء:

لیست سیستم را ببینید.

### تست و سرویس:

#### **تست هنگام کار عادی:**

هنگام کار عادی انجام هیچ تست عملیاتی امکان ندارد

#### **دسترسى هنگام کار عادی:**

هنگام کار عادی هیچ قطعه یا شیء جهت تعمیر در دسترس نمی‌باشد.

### اجزای اصلی (با توجه به P&ID شماره 2042 753 - No. 2047340):

- شیر جداکننده MBP05AA005 (عملکرد دستی)  
این شیر واحدهای ۱ و ۲ سوخت گاز را از سیستم سوخت گاز بیرونی جدا می‌کند. شیر هنگام تعمیرات سیستم بعنوان یک پیشگیری از باز شدن سیستم سوخت گاز بسته می‌شود. عملکرد این شیر دستی است.
- شیر تهویه MBP05AA205 (عملکرد دستی)  
این شیر هنگام بسته بودن شیرهای MBP05AA005 و MBP05AA015 باز شده و گاز محبوس شده بین این دو شیر را خالی می‌کند. این شیر بصورت دستی عمل می‌کند.

- شیر جداکننده سوخت MBP05AA015 (نوع بسته شونده با فنر)  
این شیر جداکننده از ورود گاز به اتاقک توربین گاز هنگام حالت سکون توربین جلوگیری می‌کند. این شیر از نوع بسته شونده فنی می‌باشد. اگر فرمان باز بودن و یا هوای ابزار دقیق به هر علتی قطع شود شیر به وضعیت ایمنی قطع می‌رود.
- این شیر فقط بصورت اتوماتیک عمل می‌کند و نیز از طریق رله قفل‌کننده قطع توربین بسته می‌شود. دو کلید حدی بسته یا باز بودن شیر را نشان می‌دهند. اگر شیر در وضعیت اشتباه باشد یک اعلام خطا صادر شده و اگر توربین در حالت راه‌اندازی باشد راه‌اندازی متوقف می‌شود.
- محل اندازه‌گیری دما MBP05CT 005  
محل اندازه‌گیری دما سنجش دمای بالا دست فیلتر را ممکن می‌سازد
- نشان دهنده فشار MBP05CP 010  
نشان دهنده فشار، مقدار فشار سوخت گاز در واحد شماره ۱ را نشان می‌دهد. این نشان دهنده برای کنترل اینکه قبل از شروع تعمیرات سیستم تحت فشار نباشد مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- ترانسمیتور اختلاف فشارسنج MBP05CP 005  
این ترانسمیتور اختلاف فشارسنج هنگامیکه فیلتر نیاز به تعویض دارد اعلام خطا می‌کند.
- شیر هواگیری یا پاک‌سازی نیتروژن MBP05AA305  
این شیر قبل از شروع و بازکردن توربین برای تعمیرات باز شده و مسیرهای گاز را بوسیله نیتروژن پاک‌سازی می‌کند.
- فیلتر (نوع coalescer) MBP05AT015  
این فیلتر به عنوان آخرین فرصت برای محافظت از سیستم و توربین گاز در نظر گرفته شده است. تعویض اجزای این فیلتر هنگام کار مجاز نمی‌باشد.
- شیر جداکننده MBP05AA255 (عملکرد دستی)  
این شیر بصورت دستی کار می‌کند و هنگام کار توربین باز است. این شیر برای جداکردن لوله‌های تخلیه از گاز تحت فشار در فیلتر بکار می‌رود بنابراین مایع داخل سایت گلاس می‌تواند تخلیه گردد.
- سایت گلاس MBP05CL020  
این وسیله مشاهده و تشخیص گاز و آب در سیستم را امکان می‌سازد.
- شیر تخلیه MBP05AA265 (عملکرد دستی)  
شیر تخلیه بصورت دستی کار می‌کند و هنگام کار توربین بسته است. این شیر برای تخلیه مایعاتی که در فیلتر از گاز جدا شده‌اند باز می‌شود تا مایعات تخلیه شوند.

- دبی سنج مجازی MBP05AZ005

دبی سنج مجازی هنگام تست عملکردی با یک دبی سنج واقعی جایگزین می شود. این قطعه یک لوله مستقیم با طول ۸۴۰ میلیمتر می باشد.

- شیر جدا کننده MBP10AA405 ( عملکرد دستی)

این شیر هنگام تعمیرات واحد جرقه زن گاز مورد استفاده قرار می گیرد. این شیر بصورت دستی عمل می کند.

- شیر تهویه MBP10AA205 ( نوع بازشوی فنری)

این شیر گاز باقی مانده و حبس شده بین شیر جداکننده سوخت و شیر قطع سریع شماره ۱ را در حالت های وجود آتش، تشخیص نشت گاز، عیب در سیستم تهویه یا خاموش کردن اضطراری توربین به بیرون هدایت و تهویه می کند. این شیر نوع بازشونده فنری می باشد. اگر فرمان بسته شدن یا هوای عملکرد شیر به دلیلی از دست بروند، این شیر به وضعیت ایمن خود یعنی حالت باز می رود.

شیر بصورت خودکار عمل می کند، لیکن عملکرد دستی آن وقتی مورد نیاز است که اجزای فیلتر نیاز به تعویض داشته باشند.

دو کلید حدی حالت بسته یا بازبودن شیر را در رابطه با عملکرد شیر نشان می دهند.

اگر تشخیص داده شود که شیر در وضعیت نامناسب است، یک اعلام خطا صادر شده و اگر در حالت راه-اندازی توربین باشد راه اندازی متوقف می شود.

همچنین این شیر هنگام تعویض فیلتر سوخت گاز وقتی که پاک سازی با نیتروژن انجام می شود مورد استفاده قرار می گیرد و بصورت دستی بکار می رود (در وضعیت عملیاتی سوخت گاز قفل شده).

- شیر قطع سریع سوخت گاز شماره ۱ MBP10AA025 (نوع بسته شونده فنری)

شیر قطع سوخت گاز برای قطع سوخت گاز هنگام توقف توربین بکار برده می شود.

شیر قطع سوخت گاز شامل یک شیر توپی و محرک بادی قطع سریع می باشد. شیر از نوع بسته شونده فنری است.

اگر فرمان باز شدن یا هوای محرک شیر به هر علتی دچار مشکل شوند، شیر به وضعیت ایمن خود یعنی حالت بسته می رود.

دو کلید حدی بسته به حالت شیر باز یا بسته بودن شیر را نشان می دهند. اگر سنجیده شود که شیر در حالت مناسب نیست یک اعلام خطا صادر می شود و اگر سیستم در حال راه اندازی باشد، راه اندازی متوقف می شود. یک سلسله تست های نشت گاز در حال راه اندازی روی شیر انجام می شود. شیر فقط در حالت اتومات کار می کند و نیز از طریق رله قفل کننده قطع توربین بسته می شود.

- شیرفشارشکن MBP10AA040 و MBP10AA045  
این شیرها بترتیب یک فشار ثابت هوای ابزار دقیق را برای شیرهای قطع سریع MBP10AA025 و MBP10CP030 تأمین می‌کنند.

- نشان دهنده فشار MBP10CP030 و MBP10CP035  
نشان دهنده فشار برای نشان دادن فشار هوای ابزار دقیق برای شیرهای قطع سریع می‌باشد.

- ترانسمیتر فشار MBP10CP015  
ترانسمیتر فشار، فشار بالا دست شیر کنترل را نشان می‌دهد. هنگام راه‌اندازی سیستم سوخت گاز ترانسمیتر در فشار بالا یا پائین اعلام خطا و قفل شدن راه‌اندازی را صادر می‌کند.  
ترانسمیتر همچنین هنگام تست نشت گاز شیر قطع سریع فشار را اندازه‌گیری می‌کند.  
هنگام کار با سوخت گاز، ترانسمیتر در فشار بالا یا پائین اعلام خطا می‌کند.  
در فشار زیاد (H1) اعلام می‌کند:

✓ اعلام خطا

✓ توقف راه‌اندازی توربین، هنگام راه‌اندازی

در فشار پائین (L1) اعلام می‌کند:

✓ اعلام خطا

✓ توقف راه‌اندازی توربین، هنگام راه‌اندازی

در فشار پائین (L2) اعلام می‌کند:

✓ اعلام خطا

- ترانسمیتر دما MBP10CT005

دمای سوخت گاز بالا دست شیر کنترل بصورت پیوسته اندازه‌گیری می‌شود.  
ترانسمیتر دما، دمای گاز را در مقابل نقطه شبنم گاز و دمای طراحی سیستم نشان می‌دهد.  
دمای زیاد گاز (H1) اعلام خطا می‌کند.  
دمای پائین گاز (L1) اعلام خطا می‌کند، هنگام کار با سوخت گاز.  
برای اینکه بتوان توربین گاز را راه‌اندازی نمود دمای گاز باید بالاتر از دمای پائین (L1) گاز باشد.  
دمای پائین گاز (L2) اعلام خطا می‌کند، هنگام کار با سوخت گاز.  
دمای پائین گاز (L3) شروع به برداشت بار توربین و قطع آن می‌کند، هنگام کار با سوخت گاز  
این ترانسمیتر برای اصلاح باز شدن شیر کنترل بر اساس فرآیند دمای گاز اندازه‌گیری شده نیز بکار می‌رود.

- شیر قطع سریع سوخت گاز MBP10AA030 (نوع بسته شونده فنری)

شیر قطع سوخت برای قطع سوخت از منبع تأمین سوخت هنگام خاموش کردن توربین مورد استفاده قرار می‌گیرد. شیر قطع سوخت شامل یک شیر توپی و محرک بادی با قطع سریع می‌باشد. این شیر از نوع بسته شونده فنری است. اگر فرمان باز شدن یا هوای محرک به هر دلیلی دچار مشکل یا قطع شود این شیر به حالت ایمن خود یعنی وضعیت بسته می‌رود. دو کلید حدی بسته به حالت شیر باز یا بسته بودن آنرا نشان می‌دهند اگر تشخیص داده شود که شیر در حالت نامناسب است یک اعلام خطا صادر می‌شود و اگر سیستم در حالت راه‌اندازی باشد، راه‌اندازی متوقف می‌گردد.

یک عملیات تست نشت گاز هنگام راه‌اندازی روی شیر انجام می‌شود.

این شیر فقط در حالت خودکار عمل می‌کند و از طریق رله قفل کردن قطع توربین بسته می‌شود.

- شیر تهویه (نوع بازشونده فنری) MBP10AA230

این شیر گاز باقی مانده و حبس شده بین دو شیر قطع سریع را به بیرون تهویه می‌کند و همواره هنگام توقف توربین باز می‌باشد. شیر از نوع بازشونده فنری است. اگر به هر دلیلی فرمان بسته شدن یا هوای محرک از دست بروند، شیر به حالت ایمن خود یعنی وضعیت باز می‌رود. شیر فقط بصورت خودکار عمل می‌کند. دو کلید حدی بسته به حالت شیر باز یا بسته بودن آنرا نشان می‌دهند و اگر تشخیص داده شود که شیر در حالت نامناسب قرار دارد یک اعلام خطا صادر می‌شود و اگر سیستم در حالت راه‌اندازی باشد، راه‌اندازی متوقف می‌گردد.

- شیر کنترل اصلی MBP10AA035

این شیر جریان گاز به محفظه احتراق را کنترل می‌کند. کنترل وضعیت شیر بوسیله گاورنر توربین و توسط یک سرو موتور AC کنترل می‌شود. یک مبدل یا ترانس دیوسر وضعیت، فیدبک حالت شیر را به سیستم کنترل می‌دهد. کلیدهای حدی وضعیت حداکثر و حداقل شیر را نشان می‌دهند. کلیدهای حداکثر و حداقل نشان می‌دهند که شیر کنترل بیرون از محدوده کارکرد خود می‌باشد.

این اندازه‌گیری واحد تغذیه‌کننده سروموتور را قفل می‌کند تا از حرکت بیشتر آن در آن جهت جلوگیری بعمل آید.

کلیدهای وضعیت‌های حداکثر و حداقل طوری تنظیم می‌شوند که توقف مکانیکی قبل از کم شدن سرعت سرو موتور اتفاق نیفتد. این موضوع از صدمه دیدن شیر کنترل هنگام عیب در سیستم کنترل جلوگیری می‌کند. منبع تغذیه برق AC واحد سرو موتور تحت نظارت می‌باشد و در صورت بروز عیب در آن اعلام خطا می‌شود. وقتی توربین به واسطه قطع منبع تغذیه سرو موتور فرمان توقف بگیرد، شیر کنترل قفل می‌شود.

در راهاندازی سیستم یک تست ضربه یا کورس روی شیر کنترل جاییکه ابتدا شیر باز است، بعد شیر بسته است و بعد وقتی در حالت جرقه زدن تنظیم شده است انجام می‌شود.

اختلاف بین سیگنال کنترل و وضعیت شیر در خلال تست اندازه‌گیری شده و در صورت وجود اختلاف زیاد راهاندازی متوقف می‌شود.

در سنجش افت بار توربین شیر کنترل جریان سوخت را به سرعت کاهش می‌دهد، بنابراین از فرمان قطع سرعت بالای توربین جلوگیری می‌شود. شیر کنترل فقط در حالت خودکار کار می‌کند، لیکن جهت آزمایش و تست میتواند دستی عمل کند.

#### - شیر کنترل اولیه MBP20AA005

شیر کنترل جریان اولیه گاز به محفظه‌های احتراق را کنترل می‌کند. وضعیت شیر بوسیله واحد تغذیه-کننده سرو موتور AC و توسط گاورنر توربین کنترل می‌شود. یک ترانسدیوسر وضعیت، فیدبک حالت شیر را به سیستم کنترل می‌دهد.

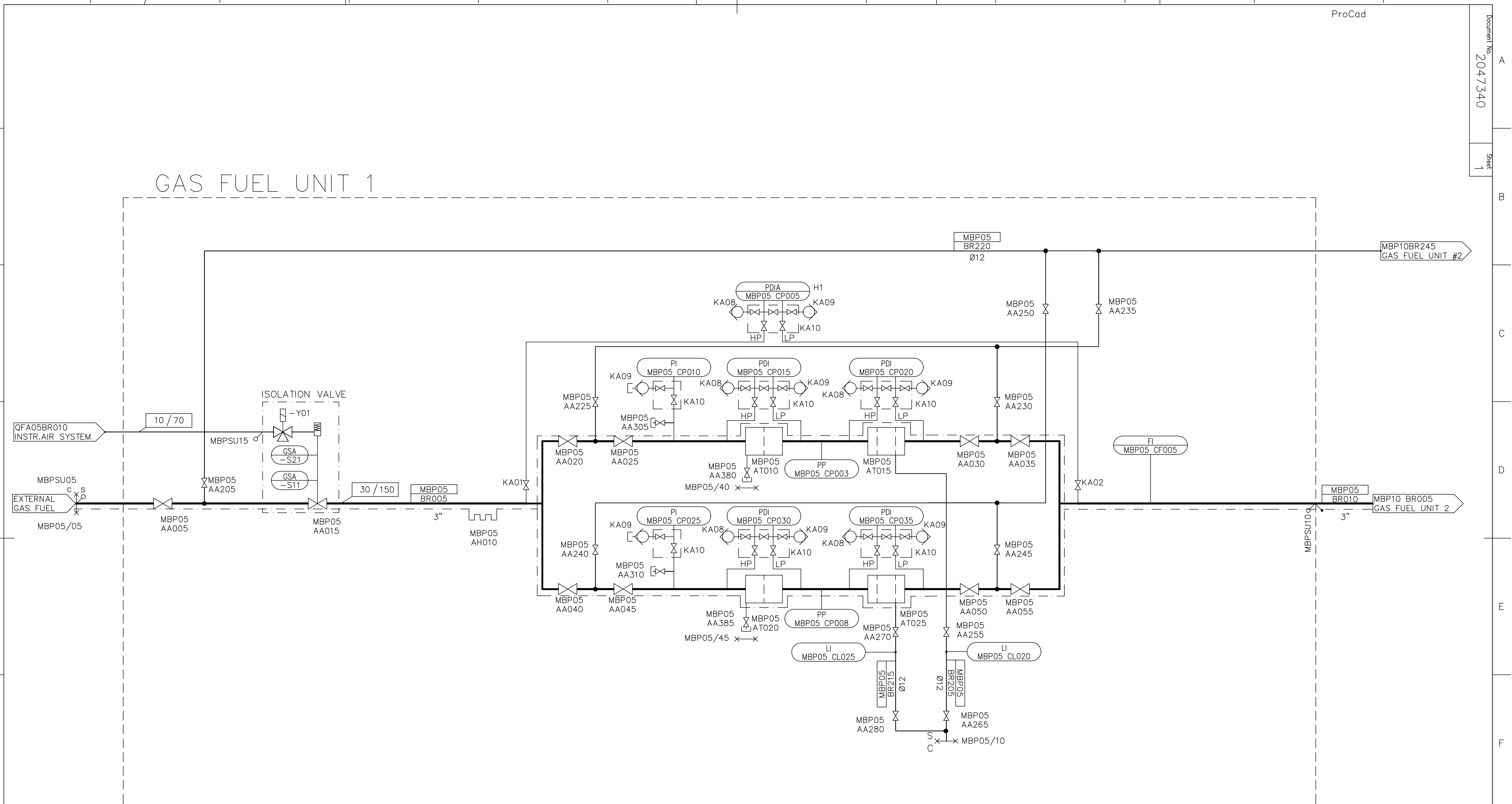
کلیدهای حدی حالت حداقل، جرقه زدن و حداکثر شیرکنترل را نشان می‌دهند. وضعیت جرقه زدن هنگام راهاندازی سیستم سنجیده شده و اگر بازشدگی از آن تجاوز کند راهاندازی بی‌نتیجه می‌ماند و متوقف می‌شود. کلیدهای حدی وضعیت نشان می‌دهند که شیر در حالت خارج از محدوده عملکردی می‌باشد.

این اندازه‌گیری واحد تغذیه کننده سرو موتور را قفل می‌کند تا از حرکت بیشتر آن در آن جهت جلوگیری بعمل آید. کلیدهای وضعیت حداکثر و حداقل طوری تنظیم می‌شوند که توقف مکانیکی قبل از کم شدن سرعت سروموتور اتفاق نیفتد. این موضوع از صدمه دیدن شیر کنترل هنگام بروز عیب در سیستم جلوگیری می‌کند.

منبع تغذیه برق AC واحد سرو موتور تحت نظارت بوده و در صورت بروز عیب در آن اعلام خطا می‌شود. وقتی توربین بواسطه قطع منبع تغذیه سروموتور فرمان توقف بگیرد شیر کنترل قفل می‌شود. در راهاندازی سیستم، یک تست ضربه یا کورس ابتدا هنگام بازبودن شیر، بعد بسته بودن شیر و بعد در حالت جرقه زدن انجام می‌شود.

اختلاف بین سیگنال کنترل وضعیت در خلال تست اندازه‌گیری شده و در صورت بروز اختلاف زیاد راهاندازی متوقف می‌شود. هنگام سنجش افت بار توربین شیر کنترل جریان سوخت را به سرعت کاهش می‌دهد، بنابراین از سرعت زیاد توربین و آمدن فرمان قطع جلوگیری بعمل می‌آید. شیر فقط در حالت خودکار کار می‌کند، لیکن جهت تست می‌تواند بصورت دستی کار کند.





NOTE: Mechanical design of system 150°C  
Normal operational data max. 60°C  
Normal operational data min. -20°C

### LEGEND FOR SYMBOLS

DELIVERY LIMIT:  
C=CUSTOMER  
S=SIEMENS

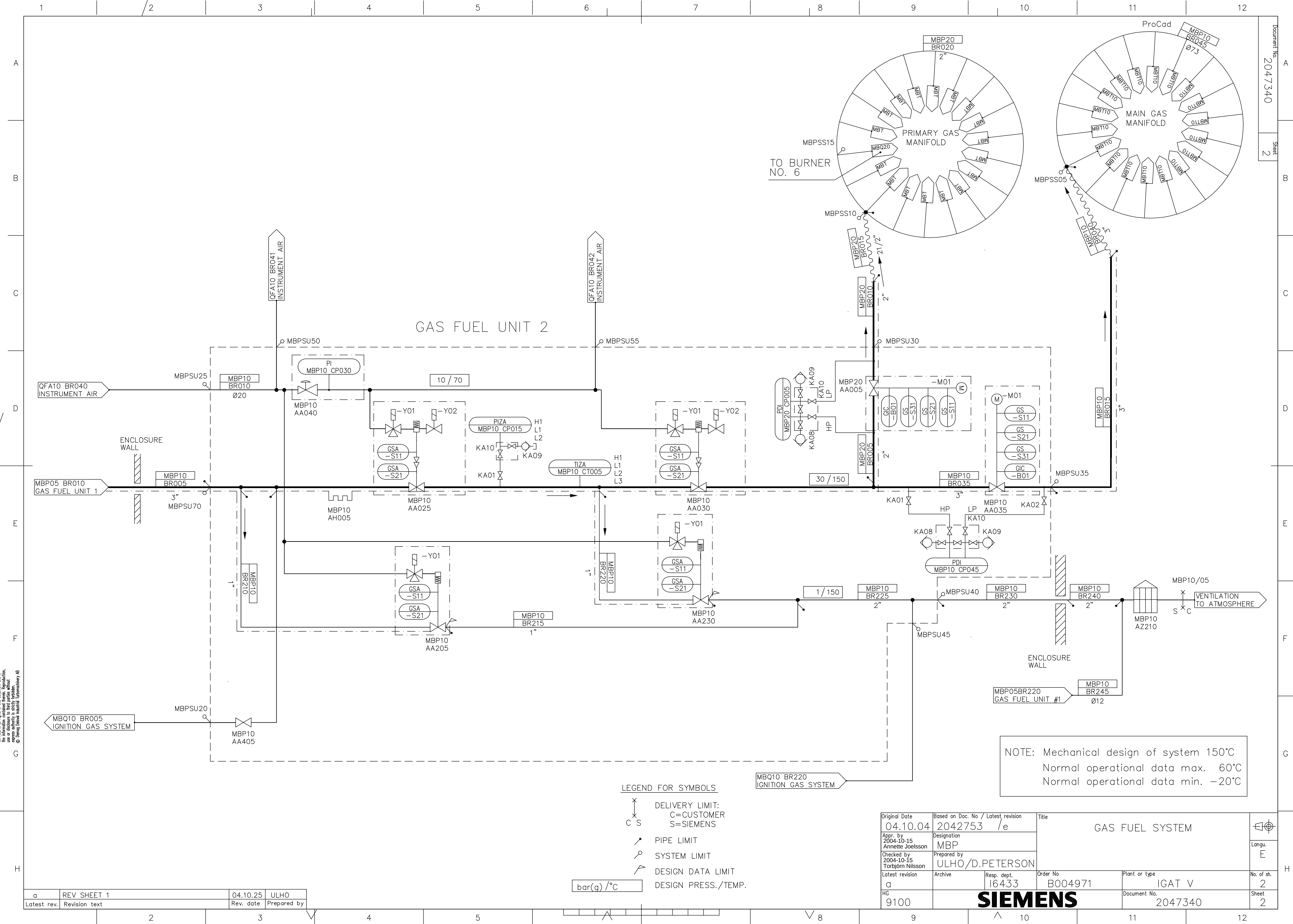
- PIPE LIMIT
- SYSTEM LIMIT
- △ DESIGN DATA LIMIT
- DESIGN PRESS./TEMP.

bar(a) / °C      DESIGN PRESS./TEMP.

|             |                                    |           |             |
|-------------|------------------------------------|-----------|-------------|
| a           | MBP05AA060,AA285 AND AZ210 DELETED | 04.10-25  | ULHO        |
| Latest rev. | Revision text                      | Rev. date | Prepared by |

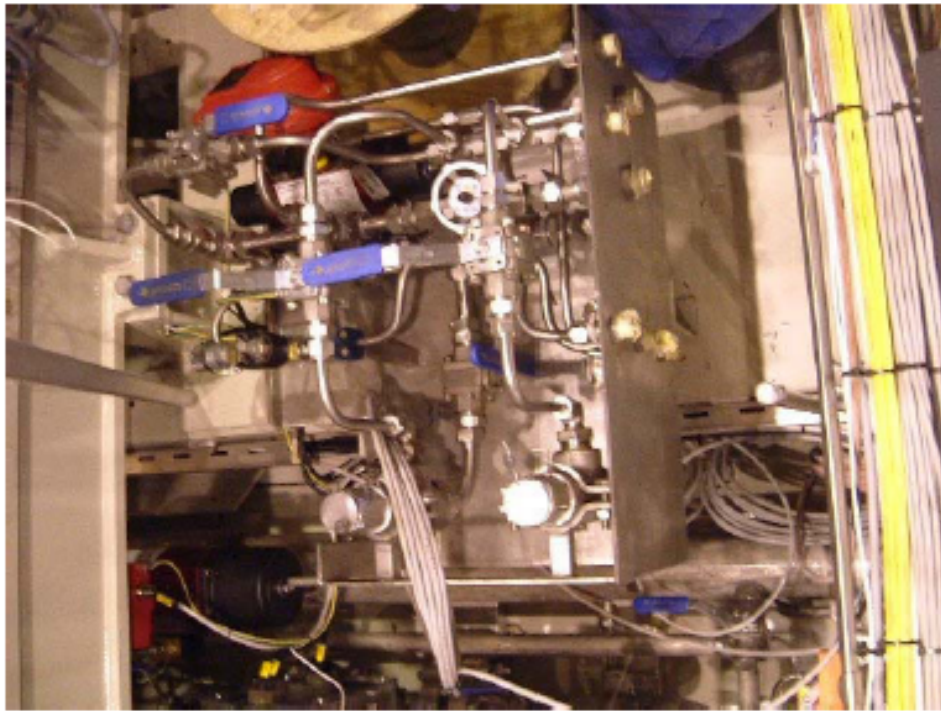
|                                              |                                                  |                      |                              |                                                                                       |                 |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Original Date<br>04.10.04                    | Based on Doc. No / Latest revision<br>2042753 /e |                      | Title<br><br>GAS FUEL SYSTEM |  |                 |
| Appr. by<br>2004-10-15<br>Annette Joellsson  | Designation<br>MBP                               |                      |                              |                                                                                       | Langu.<br><br>E |
| Checked by<br>2004-10-15<br>Torbjörn Nilsson | Prepared by<br>ULHO/D.PETERSON                   |                      |                              |                                                                                       |                 |
| Latest revision<br>a                         | Archive                                          | Resp. dept.<br>16433 | Order No<br>B004971          | Plant or type<br>IGAT V                                                               | No. of sh.<br>2 |
| HC<br>9100                                   | SIEMENS                                          |                      |                              | Document No.<br>2047340                                                               | Sheet<br>1      |





## بخش نهم

### سیستم جرقه زن



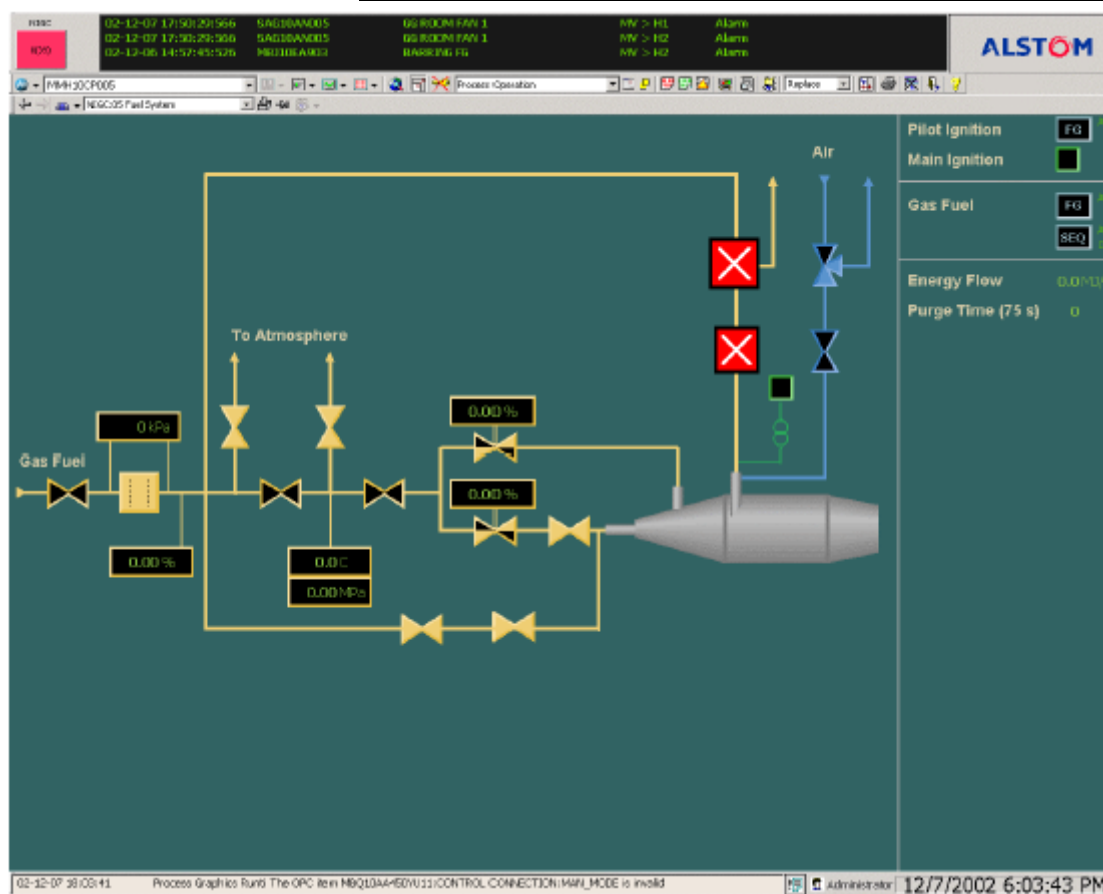
مرکز آموزش OTC

مرجع: Gas Turbine SGT600

Basic Training Siemens

ترجمه: محمدجواد رضایی

## بخش نهم: سیستم جرقه زن گاز MBQ Ignition Gas System



### مفهوم کاری سیستم:

هدف این سیستم تأمین و ایجاد مشعل گازی روشن کن با مقدار مناسب گاز و هوا می باشد، بنابراین شعله اصلی و اولیه می تواند به وجود آید. هدف دیگر این سیستم تأمین گاز مشعل شماره ۶ هنگام روشن کردن توربین نیز می باشد.

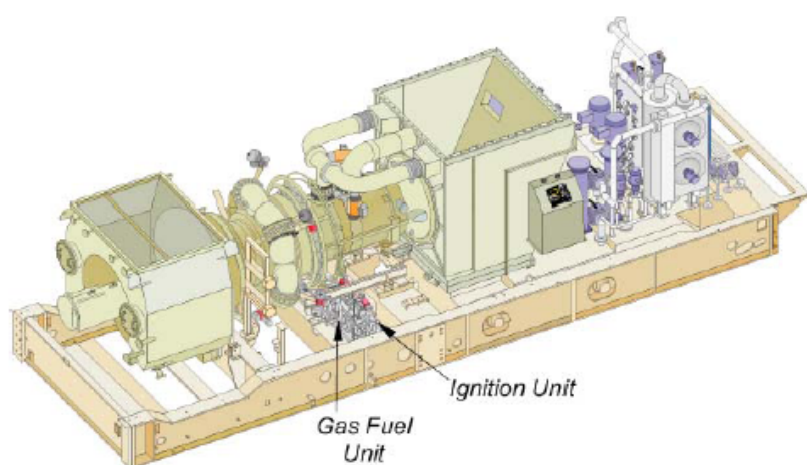
### هدف:

بعد از اتمام این فصل شخص این توانایی را دارد که:

- مدار اصلی جرقه زن گاز را شرح دهد.
- چگونگی کار سیستم جرقه زن را هنگام از دست دادن برق بیان کند.
- عملکرد و کار شیر کنترل MBQ 10AA050 را درک نماید.
- کارکرد دتکتور شعله در سیستم جرقه زن را توضیح دهد.

### شرح عمومی سیستم (باتوجه به P&ID شماره 2042 754 – No. 2047341):

گاز برای واحد جرقه‌زن از سیستم سوخت گاز تأمین می‌شود. گاز بعد از ورود از شیر فشارشکن، دو شیر قطع و وصل، یک شیر کنترل حجم یا دبی و یک سوراخ اوریفیس عبور کرده، وارد مشعل جرقه‌زن می‌شود. هوای ابزار دقیق از یک منبع بیرونی و از طریق یک شیر دستی قطع و وصل، یک شیر فشارشکن، یک شیر کنترل جریان و دو شیر قطع و وصل وارد سیستم می‌شود تا هوای مشعل را تأمین کند. مشعل شماره ۶ به وسیله گازی که از مسیر یک شیر دستی کنترل اوریفیسی و دو شیر قطع و وصل خودکار وارد مشعل شماره ۶ می‌شود، تغذیه شده است.



### کارکرد:

کارکرد این سیستم بصورت کاملاً خودکار انجام می‌شود.

### راه‌اندازی:

سیستم جرقه‌زن گاز فقط هنگام راه‌اندازی توربین فعال است. سیستم جرقه‌زن گاز به صورت اتوماتیک در توالی عملیات راه‌اندازی توربین گاز راه می‌افتد. باید فشار گاز و هوای ابزار دقیق در حد لازم وجود داشته باشند تا شیرهای قطع و وصل MBQ 10AA040 و MBQ 10AA420 بتوانند به ترتیب توربین گاز را راه‌اندازی نمایند.

شیرهای MBQ 10AA040، MBQ 10AA045، MBQ 10AA420 و MBQ 10AA425 برای به جریان انداختن گاز و هوا به مشعل روشن‌کن باز می‌شوند. جرقه‌زن یا فندک در این حالت فعال شده و مخلوط هوا و گاز روشن می‌شوند. شیرهای MBQ 10AA010 و MBQ 10AA015 هنگام تشخیص شعله باز شده و شیر MBQ 20AA020 بسته می‌شود.

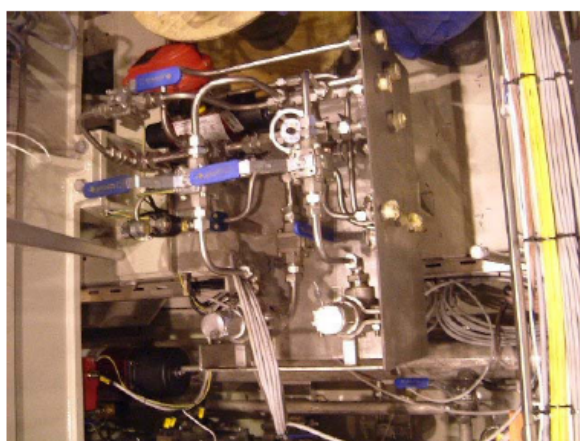
گاز آماده شده از طریق منیفولد اولیه به مشعل شماره ۶ وارد می‌شود. مشعل شماره ۶ به وسیله سیستم جرقه‌زن روشن می‌شود، بعد شعله اصلی توسط مشعل شماره ۶ روشن می‌گردد.



بعد از گذشت چند ثانیه و هنگامی که دتکتور شعله، تشخیص داد که مشعل روشن شده است شیرهای MBQ 10AA040، MBQ 10AA045، MBQ 10AA420 و MBQ 10AA425 بسته شده و گاز جرقه زن و هوای مربوطه قطع می شوند.

### ادامه کار:

سیستم گاز جرقه زن در حال کار نیست. گاز و هوای پرفشار پشت شیرهای قطع و وصل MBQ 10AA420، MBQ 10AA040 و MBQ 10AA010 به ترتیب وجود دارد.

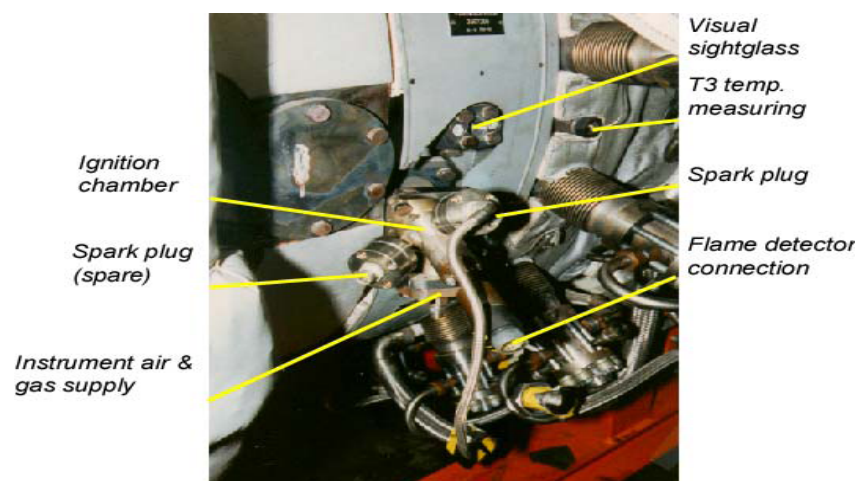


### توقف توربین:

در این حالت سیستم گاز جرقه زن فعال نیست. گاز و هوای پرفشار به ترتیب پشت شیرهای قطع و وصل MBQ 10AA420، MBQ 10AA040 و MBQ 10AA010 وجود دارد.

### حالت سکون:

در این حالت سیستم گاز جرقه زن فعال نیست. گاز و هوای پرفشار به ترتیب پشت شیرهای قطع و وصل MBQ 10AA420، MBQ 10AA040 و MBQ 10AA010 وجود دارد.





## خطاها:

### قطع توربین گاز:

این سیستم فقط هنگام راهاندازی توربین گاز در حال کار می‌باشد. قطع توربین گاز هنگام کار عادی اثری روی این سیستم ندارد. فرمان قطع به توربین گاز هنگام راهاندازی باعث خواهد شد توالی کار این سیستم متوقف شده و دو شیر قطع و وصل به مشعل جرقه‌زن گاز بسته شوند. دو شیر قطع و وصل به مشعل شماره شش (۶) نیز بسته خواهند شد.

### از دست دادن منبع تغذیه:

از دست دادن منبع تغذیه اثری روی این سیستم ندارد، زیرا برق شیرهای برقی این سیستم از UPS تأمین می‌شود.

### خطاهای سیستم:

کارهایی که بهره‌بردار هنگام شرایط اعلام خطا یا توقف توربین باید انجام دهد، در مدارک "خطا و توقف" که از مدارک بهره‌برداری می‌باشد، آورده شده است.

### خطاهای دیگر:

#### **- خطا در سیستم‌های ارتباطی:**

نتیجه پائین‌بودن دمای سوخت گاز، زیر نقطه شبنم تقطیر در داخل سیستم گاز جرقه‌زن و آسیب‌رساندن به محفظه احتراق می‌باشد.

سیستم سوخت گاز بیرونی باید تحت نظارت باشد تا فشار در محدوده مجاز بوده و دمای سوخت گاز از دمای نقطه شبنم پائین نرود.

در صورتی که شرایط سوخت گاز در محدوده‌های مطلوب نباشد، "پیام خطای سیستم تغذیه گاز" "Gas Supply System Failure" به توربین گاز ارسال خواهد شد.

اگر سیگنال وقتی که سیستم در حال کار است، ظاهر شود اعلام خطا می‌شود. اگر توربین در حال راهاندازی است، راهاندازی متوقف خواهد شد.

#### **- سیستم هوای ابزار دقیق:**

افت فشار در هوای ابزار دقیق روی سیستم‌های زیر تأثیر سوء و عملکرد نامناسب خواهد داشت:

حالت بدون فشار = حالت بسته MBQ 10AA045 و MBQ 10AA040

|                            |                           |
|----------------------------|---------------------------|
| حالت بدون فشار = حالت بسته | MBQ 10AA420 و MBQ 10AA425 |
| حالت بدون فشار = حالت بسته | MBQ 20AA010 و MBQ 20AA015 |
| حالت بدون فشار = حالت باز  | MBQ 20AA020               |

### مشخصات فنی:

### معیارهای استاندارد های طراحی:

مشخصات سوخت گاز طبق GTIJ241003E و هوای ابزار دقیق.

### اطلاعات ابعادی:

جریان سوخت گاز برای مشعل جرقه زن 0.0012 Kg/s یا (5.2 Nm<sup>3</sup>/h) و برای مشعل شماره ۶ مقدار 0.005 Kg/S یا (21.7 Nm<sup>3</sup>/h).

جریان هوا 30 Nm<sup>3</sup>/h

### اطلاعات مهندسی:

### خط گاز جرقه زن:

فشار طراحی 30 barg

دمای طراحی 150 °C تا 20 °C -

### خط هوای ابزار دقیق:

فشار طراحی 10/15 barg

دمای طراحی 60 °C تا 20 °C -

### منبع تغذیه اضطراری:

بوبین برقی که شیرهای قطع و وصل را تحریک می کنند، به وسیله برق مستقیم ۲۴ ولت (24 VDC) تغذیه می شوند. سیستم ۲۴ ولت مستقیم به وسیله برق ۲۳۰ ولت (230 VAC) تغذیه می شود.

### نصب:

واحد جرقه زن گاز زیر توربین گاز و داخل چهارچوب توربین نصب شده است. گاز جرقه زن و هوای ابزار دقیق در دو لوله جداگانه به طرف مشعل جریان دارند.

### مواد:

تمام قسمت های در تماس با گاز جرقه زن از جنس فولاد ضد زنگ Stainless Steel می باشند.

## اطلاعات اجزاء:

رجوع شود به لیست سیستم‌ها.

## تست و سرویس:

### تست هنگام کار عادی:

هیچ تست عملیاتی هنگام راه‌اندازی و کار عادی توربین گاز امکان ندارد.

### دسترسی هنگام کار عادی:

شیرها و ابزار دقیق بالادست شیرهای MBQ 10AA420، MBQ 10AA040 و MBQ 10AA010 هنگام کار عادی توربین گاز جهت تعمیرات در دسترس می‌باشند.

## اجزاء اصلی (با توجه به P&ID شماره 2042 754 – No. 2047341):

- شیر فشار شکن MBQ 10AA035 (ممبران دار):

شیر فشار شکن، یک شیر ممبرانی بوده و فشار گاز را براساس مقدار تنظیم‌شده کاهش می‌دهد. شیر یک مسیر کنارگذر ایمنی دارد که گاز داخل سیستم را وقتی که ممبران داخل شیر آسیب ببیند به بیرون تخلیه می‌کند.

- شیر کنار گذر By Pass نوع توپی MBQ 10AA210:

یک شیر توپی است که برای تخلیه و خارج کردن گاز محبوس‌شده در واحد جرقه‌زن گاز به کار می‌رود.

- گیج فشار MBQ 10CP005:

این نشانگر فشار، فشار قسمتی از سیستم گاز جرقه‌زن را که بعد از شیر فشارشکن MBQ 10AA035 قرار دارد، نشان می‌دهد. این نشان‌دهنده برای تنظیم فشار شیر فشارشکن MBQ 10AA035 هنگام اولین راه‌اندازی سیستم مورد استفاده قرار می‌گیرد. بعد از تنظیم اولیه سیستم، به این فشار دیگر نیازی نیست مگر در عیب‌یابی سیستم.

- شیر سه‌راهه نوع بسته‌شو فنری: MBQ10AA040

این شیر سه‌راهه به‌عنوان شیر قطع‌کننده برای قطع کردن منبع سوخت از مشعل جرقه‌زن مورد استفاده قرار می‌گیرد. این شیر قطع‌کننده شامل یک شیر توپی و یک محرک بادی می‌باشد که به شیر برقی MBQ 10AA450 وصل شده است.

حالت بسته آن وقتی است که بخش یا پورت بالادستی بسته بوده و جریان گاز به مشعل جرقه زن وجود نداشته باشد.

گاز بین MBQ 10AA040 و MBQ 10AA045 بعداً از طریق لوله تهویه یا ونت به بیرون تخلیه می شود. حالت باز وقتی است که مسیر تهویه و یا ونت بسته بوده و جریان گاز به مشعل جرقه زن جاری می باشد. شیر از نوع بسته شونده فنری است و اگر فرمان باز شدن یا هوای محرک ابزار دقیق به هر دلیل نباشند، شیر به حالتی می رود که گاز از طریق لوله ونت به بیرون تهویه شود.

- شیر قطع و وصل MBQ 10AA045 (نوع بسته شونده فنری):

شیر قطع و وصل جهت قطع منبع تغذیه گاز به مشعل جرقه زن مورد استفاده قرار می گیرد. شیر قطع و وصل تشکیل شده از یک شیر توپی و محرک بادی که به شیر برقی MBQ 10AA450 وصل شده است. شیر نوع فنری بسته شونده است و اگر فرمان بسته شدن یا هوای محرک به هر دلیلی نباشند، شیر به حالت بسته شدن می رود. این شیر به صورت خودکار عمل می کند.

- شیر برقی MBQ 10AA450:

شیر برقی نوع بادی است و برای تحریک و عملکرد شیرهای MBQ 10AA040 و MBQ 10AA045 مورد استفاده قرار می گیرد.

- شیر کنترل MBQ 10AA050:

هدف از این شیر، کنترل جریان گاز به مشعل جرقه زن می باشد. این شیر کنترل از نوع سوزنی می باشد که به صورت دستی کار می کند.

- گیج فشار MBQ 10CP010:

این گیج فشار مقدار فشار در سیستم گاز جرقه زن را در پائین دست شیر سوزنی MBQ 10AA050 نشان می دهد. این گیج هنگام راه انداز اولیه توربین گاز و عیب یابی سیستم به کار می رود.

- اوریفیس MBQ 10BP005:

این اوریفیس جهت ایجاد فشار ثابت برای مشعل جرقه زن به کار می رود. این اوریفیس برای ایجاد جریان آشفته گاز جرقه زن مورد استفاده قرار می گیرد. جریان بحرانی در اوریفیس نتیجه اش یک جریان ثابت گاز جرقه زن در مشعل جرقه زن گاز مستقل از فشار داخل محفظه احتراق می باشد. جریان گاز جرقه زن بعداً تا مدتی که فشار بالادست اوریفیس ثابت باشد، ثابت باقی می ماند.

- شیر قطع و وصل MBQ 10AA405 (شیر توپی):

شیر قطع و وصل برای جدا کردن سیستم هنگامی که باید اجزای پائین دست را تعمیر کرد، بکار می رود. این شیر نوع توپی می باشد و به صورت دستی عمل می کند.

- شیر تنظیم MBQ 10AA410:

شیر تنظیم فشار، فشار هوای ابزار دقیق را براساس مقدار تعیین شده تنظیم می کند، این شیر از نوع شیر تنظیم فشار پیستونی می باشد.

- گیج فشار MBQ 10CP400:

مقدار فشار در بخش هوای سیستم گاز جرقه زن را در پائین دست شیر فشار شکن MBQ 10AA410 نشان می دهد.

این نشانگر برای تنظیم فشار شیر فشار شکن MBQ 10AA410 و کنترل کردن فشار هنگام کار یا کنترل فشار قبل از راه اندازی قسمت پائین دست شیر فشار شکن مورد استفاده قرار می گیرد.

- شیر سه راهه MBQ 10AA420 (نوع بسته شونده فنری):

این شیر به عنوان یک شیر قطع کننده برای قطع هوای مشعل جرقه زن بکار می رود. این شیر قطع کننده شامل یک شیر توپی و یک محرک بادی می باشد که به شیر برقی MBQ 10AA430 وصل شده است. حالت بسته آن وقتی است که بخش یا پورت بالادست بسته بوده و جریان هوا به مشعل جرقه زن وجود نداشته باشد.

هوای بین MBQ 10AA420 و MBQ 10AA425 بعداً از طریق لوله تهویه به بیرون تخلیه می شود. حالت باز وقتی است که مسیر تهویه و یا ونت بسته بوده و جریان هوا به مشعل جرقه زن جاری است. شیر از نوع بسته شونده فنری است و اگر فرمان بسته شدن یا هوای محرک به هر دلیل نباشند، شیر به حالتی می رود که هوا به بیرون تهویه شود. این شیر به صورت خودکار عمل می کند.

- شیر قطع و وصل MBQ 10AA425 (نوع بسته شونده فنری):

شیر قطع و وصل جهت قطع منبع تغذیه هوا به مشعل جرقه زن مورد استفاده قرار می گیرد. شیر قطع و وصل تشکیل شده از یک شیر توپی و محرک بادی که به شیر برقی MBQ 10AA430 وصل شده است. شیر نوع بسته شونده فنری است و اگر فرمان بسته شدن یا هوای محرک به هر دلیل نباشند شیر به حالت بسته شدن می رود. این شیر به صورت خودکار عمل می کند.

- شیر برقی MBQ 10AA430:

شیر برقی نوع بادی است و برای تحریک و عمل کردن شیرهای قطع و وصل MBQ 10AA040 و MBQ 10AA425 بکار می رود.

- شیر کنترل MBQ 10AA0415:

این شیر کنترل برای کنترل جریان هوا به مشعل جرقه زن مورد استفاده قرار می گیرد. این شیر کنترل از نوع سوزنی می باشد که به صورت دستی کار می کند.

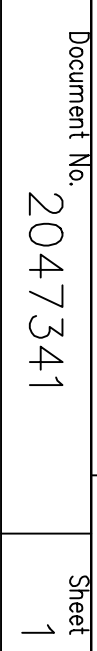
- نقطه اندازه‌گیری فشار MBQ 10CP405:
- این نقطه اندازه‌گیری فشار این امکان را به دست می‌دهد که فشار هوای پائین‌دست شیر کنترل MBQ 10AA415 را هنگامی که لازم است در زمان عیب‌یابی اندازه‌گیری نمود.
- شیر تخلیه MBQ 20AA205:
- این شیر کنارگذر (By Pass) یک شیر تویی است که با تهویه و تخلیه واحد جرقه‌زن گاز فشار سیستم را می‌شکند (بدون فشار می‌کند). این شیر فقط به صورت دستی کار می‌کند.
- شیر کنترل MBQ 10AA002:
- هدف از این شیر کنترل گاز جریان گاز به مشعل جرقه‌زن می‌باشد. این شیر کنترل از نوع سوزنی بوده و به صورت دستی کار می‌کند.
- اوریفیس MBQ 20BP005:
- این اوریفیس جهت ایجاد فشار ثابت برای مشعل شماره ۶ در منیفولد گاز پایلوت به کار می‌رود.
- این اوریفیس برای ایجاد جریان آشفته گاز جرقه‌زن مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- جریان بحرانی در اوریفیس نتیجه‌اش یک جریان ثابت گاز جرقه‌زن در مشعل شماره ۶ مستقل از فشار داخل محفظه احتراق می‌باشد.
- جریان گاز جرقه‌زن بعداً تا مدتی که فشار بالادست اوریفیس ثابت باشد، ثابت باقی می‌ماند.
- گیج فشار MBQ 20BP005:
- این گیج فشار مقدار فشار در لوله مشعل شماره ۶ را نشان می‌دهد. این نشان‌دهنده برای کنترل اینکه قبل از بازکردن هر قطعه‌ای از واحد هنگام تعمیرات، سیستم تحت فشار نباشد و نیز برای کنترل فشار هنگام جرقه‌زدن توربین گاز مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- شیر قطع و وصل MBQ 20AA010:
- شیر قطع و وصل برای قطع منبع گاز جرقه‌زن به مشعل شماره ۶ به کار می‌رود. شیر قطع و وصل از یک شیر تویی، محرک بادی و یک شیر برقی تشکیل شده است. شیر از نوع بسته‌شونده فنری می‌باشد و اگر فرمان بسته‌شدن و یا هوای محرک به هر دلیل قطع شوند شیر به حالت بسته‌شدن می‌رود. یک کلید حدی حالت بسته‌شدن شیر را نشان می‌دهد. این شیر به صورت خودکار عمل می‌کند.
- شیر ایمنی MBQ 20AA210:
- این شیر ایمنی اجزاء مشعل شماره ۶ را هنگام اتصال و وصل شدن به فشار بالا محافظت می‌کند.
- شیر قطع و وصل MBQ 20AA015:
- شیر جهت قطع منبع تغذیه گاز به مشعل شماره ۶ بکار می‌رود. شیر تشکیل‌شده از یک شیر تویی با محرک بادی و یک شیر برقی. شیر از نوع بسته‌شونده فنری بوده و اگر فرمان بسته‌شدن هوای محرک به



هر دلیلی قطع شوند، شیر به حالت بسته شدن می رود. یک کلید حدی حالت بسته بودن شیر را نشان می دهد. این شیر به صورت خودکار عمل می کند.

- شیر قطع MBQ 20AA020:

این شیر این اطمینان را حاصل می کند که هنگام راه اندازی فقط مشعل شماره ۶ در منیفلد گاز جرقه زدن دریافت می کند و سایر مشعل ها گازی دریافت نمی کنند. شیر تشکیل شده است از یک شیر توپی با محرک بادی و شیر برقی. این شیر نوع بازشونده فنری است و اگر به هر دلیلی فرمان بسته شدن و یا هوای محرک قطع شوند، شیر به حالت باز بودن می رود. این شیر به صورت خودکار کار می کند.



G

H

NOTE: Mechanical design of system 150°C  
Normal operational data max. 60°C  
Normal operational data min. -20°C

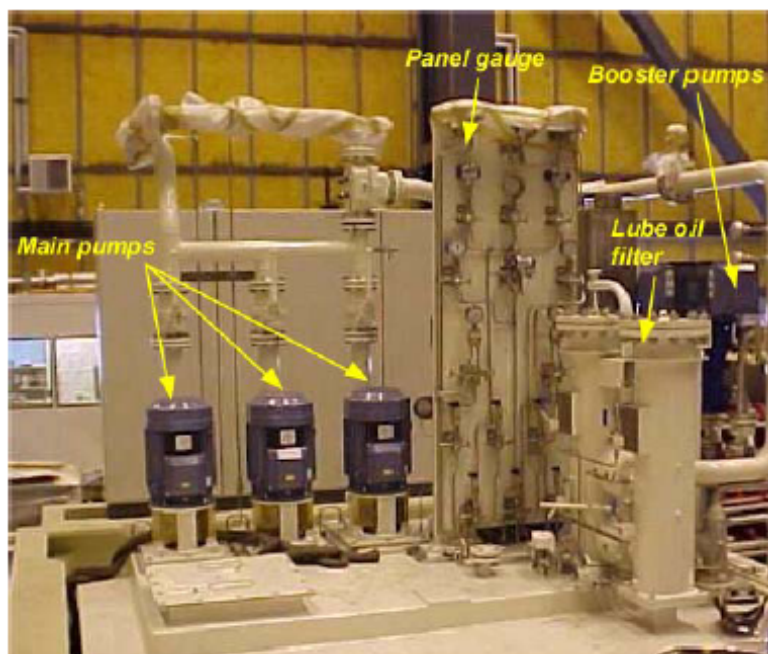
|                                                                                       |                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
|  | DELIVERY LIMIT:     |
|  | C=CUSTOMER          |
|  | S=SIEMENS           |
|  | PIPE LIMIT          |
|  | SYSTEM LIMIT        |
|  | DESIGN DATA LIMIT   |
|  | DESIGN PRESS./TEMP. |

# SIEMENS

|   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|

## بخش دهم

### سیستم روغن کاری



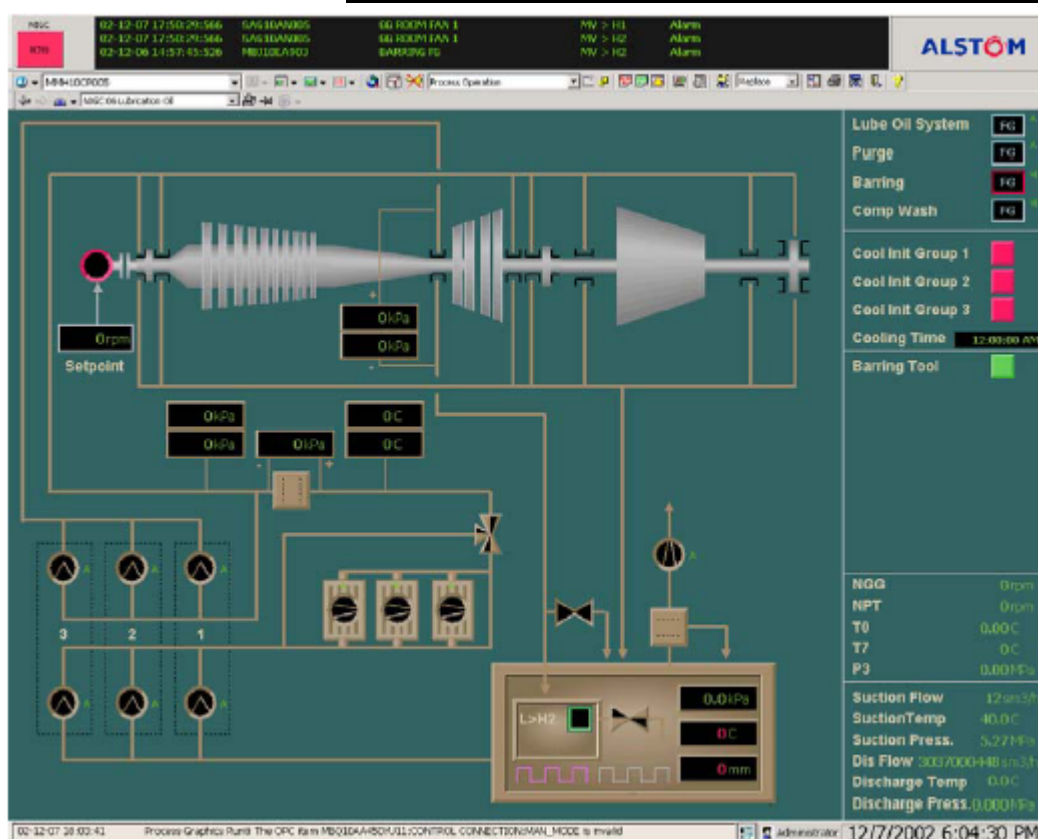
مرکز آموزش OTC

مرجع: Gas Turbine SGT600

Basic Training Siemens

ترجمه: محمدجواد رضایی

## بخش دهم: سیستم روغن کاری MBV Lube Oil System



### مفهوم کاری سیستم:

هدف از سیستم روغن کاری تأمین روغن با فشار و دمای مناسب جهت یاتاقان‌های توربین گاز و قسمت‌های متحرک برای روغن کاری و خنک‌سازی می‌باشد. فشار و دمای روغن جهت یک کار ایمن توربین و تجهیزات متحرک به صورت پیوسته اندازه‌گیری می‌شود.

- ✓ سیستم در حال راه‌اندازی، کار عادی توربین و زمان خنک‌شدن توربین بعد از توقف.
- ✓ سیستم به صورت پیوسته وقتی برق AC قطع شود، روغن به مصرف‌کننده‌ها تحویل می‌دهد.

### هدف:

بعد از اتمام این فصل شخص این توانایی را دارد که:

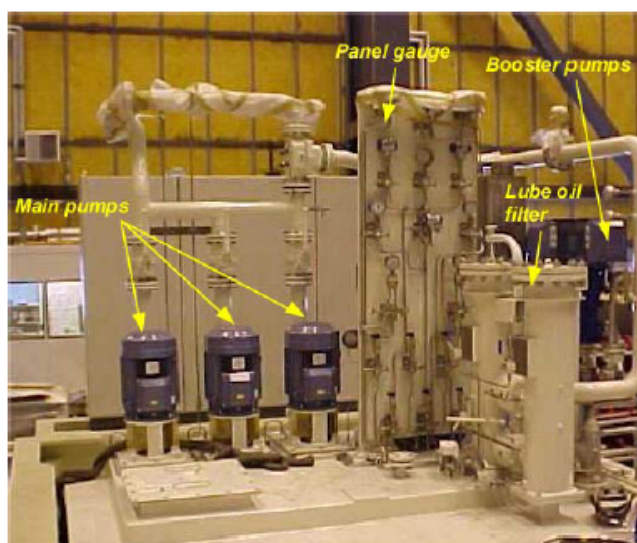
- مدار اصلی سیستم روغن کاری را شرح دهد.
- چگونگی کارکرد گروه‌های پمپ روغن را در صورت نبودن برق AC بیان نماید.
- دو حالت اساسی عملکرد را بداند.
- هدف از فن مخزن روغن را توضیح دهد.
- بگوید که چگونه فشار بالای روغن روی یاتاقان شماره ۲ نگهداشته می‌شود.
- مفهوم خنک‌کردن توربین و زمان آن را درک نماید.

## شرح عمومی سیستم (باتوجه به P&ID شماره 2042 755 – No. 2042342):

روغن کاری توربین براساس روغن معدنی توربین (ISOVG46) می باشد. این روغن برای شرایط معتدل و نیز شرایط گرمسیری قابل استفاده و مجاز می باشد.

این سیستم شامل یک واحد تأمین روغن و یک شبکه لوله کشی توزیع روغن می باشد. مخزن روغن در چهارچوب اصلی توربین قرار دارد و شامل یک تانک روغن و تجهیزاتی که روی آن نصب است، می باشد. سیستم از سه گروه پمپ با الکتروموتور AC ساخته شده است. هر گروه شامل یک پمپ اصلی فشار پایین و یک بوستر پمپ فشار بالا می باشد.

بوستر پمپ های فشار بالا که از نوع حلزونی (Screw) می باشند روغن را به یاتاقان فشار بالای شماره ۲ می رسانند. در حالت عادی از هر گروه دو پمپ در حال فعالیت و یکی به صورت آماده بکار می باشد. در حالتی که برای دو پمپ اشکال پیش آید، و یک پمپ باقی مانده در حال کار باشد، سیستم هنوز می تواند فشار و جریان لازم روغن را برای مصرف کننده تا توقف توربین تأمین نماید.



هر گروه پمپ و سیستم فن تهویه روغن دارای سیستم کنترل دور (SFC) مربوط به خود می باشد. هنگامی که برق AC قطع شود، موتورهای توسط SFC های خودشان از باتری تغذیه می شوند. کنترل دوره های SFC برای کاهش سرعت موتورهای پمپ یا فن هنگام قطع برق جهت حفظ انرژی باتری نیز به کار می روند.

کنترل دوره های SFC مستقیماً توسط برق

AC تغذیه می شوند که به وسیله باتری پشتیبانی می گردد. سیستم باتری از تعدادی باتری و یک باتری شارژر تشکیل شده است که شارژر همواره باتری را پر نگه می دارد. هر پمپ به وسیله سیستم کنترل منطقی خودش (PLC) کنترل می شود.

ارتباط بین PLC ، SFC و سیستم کنترل توربین به وسیله سیگنال های سخت افزاری دیجیتالی

برقرار می شود. کارکرد سیستم براساس دو روش پایه گذاری شده است.

- روش برق AC:

این روش حالت عادی کارکرد سیستم می باشد.



- روش برق DC:

این حالت وقتی پیش می‌آید که منبع تأمین برق AC قطع شود. در این حالت پمپ‌ها توسط باتری تغذیه شده و سرعت آنها به جهت حفظ ذخیره باتری کاهش پیدا خواهد کرد. به علت اینکه SFC ها همواره به باتری وصل هستند، رفتن از یک حالت به حالت دیگر باعث قطع روغن کاری نخواهد شد. فشار روغن روی یاتاقان‌ها در سطح محور توربین هنگام راه‌اندازی اولیه توسط شیر تنظیم فشار روی SFC تنظیم می‌شود.



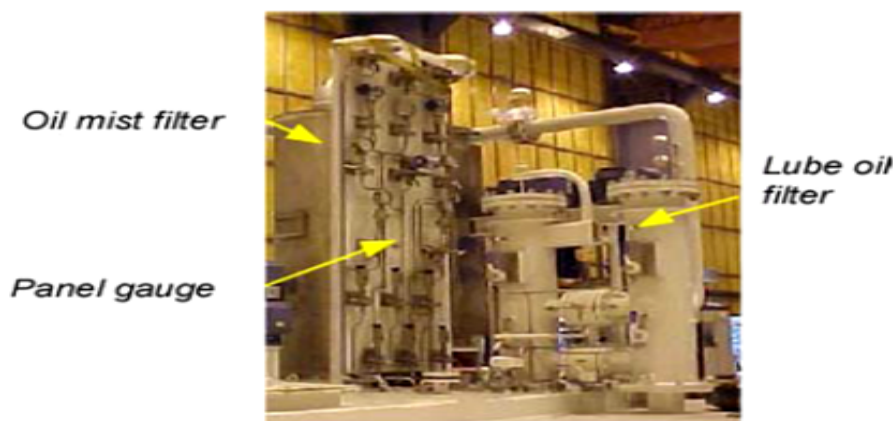
دمای روغن توسط شیر کنترل مخلوط کن با مخلوط کردن مناسب روغن خروجی از خنک‌کن روغن و روغن گرم بعد از خروجی پمپ‌ها جهت داشتن یک دمای مناسب انجام می‌شود. روغن قبل از وارد شدن به لوله‌های توزیع روغن با فیلتر 2×100% دوبله صاف می‌شود.

یک فن با محرک برق AC در سیستم روغن کاری، فشار تانک روغن و محفظه‌های یاتاقان را

به خاطر جلوگیری از نشست روغن از آب‌بندهای محور زیر فشار آتمسفر نگه می‌دارد.

هوا از محفظه‌های یاتاقان‌ها در لوله‌های مربوطه مکیده شده و به همراه روغن به تانک روغن که تحت فشار زیر آتمسفر است، برمی‌گردد.

از تانک روغن غبار و مه روغن همراه با هوا از یک فیلتر عبور کرده و روغن آن از هوا جدا می‌شود. روغن گرفته‌شده به تانک روغن برگشته و هوا به محیط فرستاده می‌شود.





## کارکرد:

### راه اندازی:

هنگامی که عملیات توالی استارت توربین فعال می شود، پمپ های روغن تعیین شده و فن تهویه تانک روغن، فرمان روشن شدن می گیرند.

گرم کن برقی موجود در تانک روغن، دمای روغن را بالاتر از مقدار حداقل دمای لازم جهت راه اندازی توربین نگه می دارد.

### ادامه کار:

سیستم با روشن شدن دو گروه پمپ روغن کار می کند و فن تهویه سیستم در حال کار خواهد بود. در جائیکه نیاز باشد به صورت خودکار پمپ آماده به کار و رزرو وارد مدار خواهد شد.

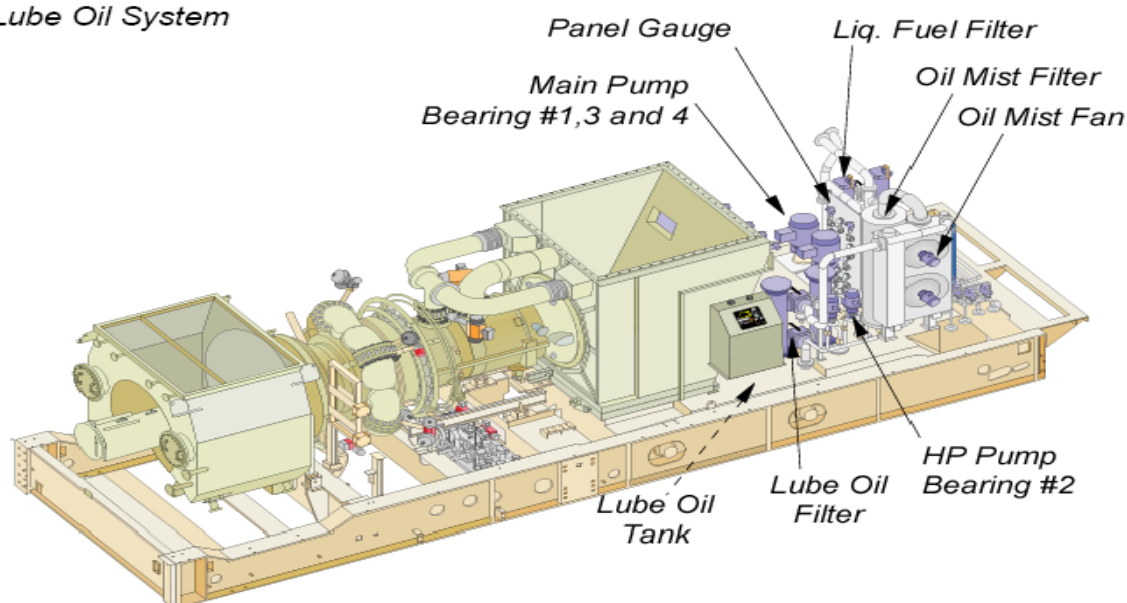
### توقف توربین:

سیستم روغن کاری در حال کار باقی می ماند. هنگامی که دوره زمانی خنک شدن توربین گاز سپری شد و نیازی به روغن کاری نبود سیستم به صورت خودکار متوقف می شود.

### حالت سکون:

گرم کن های داخل تانک روغن، دمای روغن را در حد لازم نگه می دارند. هنگام توقف و سکون طولانی مدت توربین توصیه می شود. جهت حفظ عمر کاری روغن گرم کن ها خاموش شوند.

Fig. MBV Lube Oil System



### خطاها:

قطع توربین گاز داده نشده

قطع کمپرسور داده نشده

### از دست دادن منبع تغذیه:

هنگام قطع برق AC موتور پمپ‌های روغن و موتور فن سیستم روغن از سیستم برق DC باتری تغذیه می‌شوند.

جهت حفظ انرژی باتری‌ها، سرعت پمپ‌ها و فن در دوره برداشت بار توربین مرحله‌ای کاهش پیدا می‌کند.

### خطاهای دیگر:

خطا در سیستم‌های ارتباطی:

نشت خارجی:

نشت در مصرف‌کننده‌ها یا فلنچ‌های اتصال ممکن است باعث افت فشار روغن یا پایین آمدن سطح روغن در تانک روغن شود.

### مشخصات فنی:

#### معیارها و استانداردهای طراحی:

روغن معدنی مطابق با مشخصات RTRGC 03/02.

### اطلاعات ابعادی:

جریان طراحی روغن GT10B2 502 Lit/Minute

کمپرسور گاز 210 Lit/Minute

زمان ماندگاری روغن در تانک روغن حداقل ۶ دقیقه

ظرفیت باتری‌ها برای حداقل ۱۰ ساعت هنگام خنک کردن توربین

### اطلاعات مهندسی:

به نقشه 755 P&ID 2042 - No.2047342 مراجعه کنید.

## منبع تغذیه اضطراری:

گروه‌های پمپ‌های روغن‌کاری و فن تهویه سیستم روغن به وسیله یک سیستم پشتیبان DC باتری تغذیه می‌شوند.

## نصب:

واحد تانک روغن در چارچور توربین نصب شده است.

اجزای سیستم به جز خنک‌کن‌های روغن و تانک برگشت روغن یاتاقان شماره ۲ با ملحقات آن روی تانک روغن نصب شده‌اند.

به وسیله یک سیستم لوله‌کشی، واحد روغن‌کاری به مصرف‌کننده‌های روغن وصل شده است.

## مواد:

تانک روغن و لوله‌های بالادست فیلتر روغن از فولاد معمولی ساخته شده‌اند.

لوله‌های پائین‌دست فیلتر روغن از جنس فولاد زنگ نزن Stainless Steel می‌باشند.

لوله کشی‌های ضربه‌ای و اوریفیس‌ها از فولاد زنگ‌نزن می‌باشند.

بدنه پمپ‌ها و شیرها از فولاد ریختگی یا حدود و بهتر از آن ساخته شده‌اند.

## اطلاعات اجزاء:

به لیست مصالح و تجهیزات رجوع شود.

## تست و سرویس:

تست هنگام کار عادی:

عملکرد پمپ‌های روغن‌کاری یدکی و آماده به کار می‌توانند هنگام کار عادی تست شوند.

دسترسی هنگام کار عادی:

- فیلترها از نوع دوبله می‌باشند و هنگام کار می‌توان یکی را تمیز کرد در حالی که دیگری در حال کار است. بنابراین اجزای فیلتر کثیف‌شده هنگام کار سیستم می‌تواند تعویض گردد.

- گرم‌کن‌ها هنگام کار توربین می‌توانند جابجا یا تعویض شوند.

- ابزار دقیق اندازه‌گیری دما بجز اندازه‌گیری خط اصلی، می‌توانند هنگام کار توربین جابجا شوند. اندازه‌گیرها در غلاف‌های مربوطه قرار دارند.

- گیج‌های نشان‌دهنده فشار هنگام کار عادی توربین قابل جابجایی هستند.

- اضافه کردن روغن امکان پذیر است.
- نمونه گیری روغن می تواند انجام شود.

### اجزای اصلی (باتوجه به P&ID شماره 755 2042 – No. 2047342):

- پمپ روغن کاری MBV 21AP005 و MBV 22AP005 و MBV 23AP005  
پمپ های روغن کاری فشار پایین گروه ۱ از نوع سانتریفوژ عمودی غوطه ور در تانک روغن بوده و به وسیله موتور AC که توسط SFC تغذیه می شوند، کار می کنند.  
این پمپ به همراه بوستر پمپ روغن کاری شماره MBV 51AP005 به عنوان یک مجموعه واحد توسط یک SFC کنترل می شوند.
- این موضوع، بنام MBV 11EA901 گروه یک روغن کاری بوده و می تواند به صورت خودکار یا دستی کار کند.
- گروه پمپ ۱ و گروه های روغن کاری ۲ و ۳، هر کدام به عنوان گروه رزرو می توانند برای حالت عملکرد خودکار یا دستی انتخاب شوند. همواره باید دو گروه از سه گروه پمپ در حال کار بوده و یک گروه به صورت آماده به کار و رزرو باشند.
- کلید فشار MBV 21CP005، در خروجی پمپ های گروه ۱، ۲ و ۳.
- اوریفیس تهویه هوا MBV 21BP005، در خروجی پمپ های گروه ۱، ۲ و ۳.
- شیر یکطرفه هوا MBV 21AA010، در خروجی پمپ های گروه ۱، ۲ و ۳.
- شیر قطع و وصل MBV 21AA015، در خروجی پمپ های گروه ۱، ۲ و ۳ (عملکرد دستی).
- محل اندازه گیری فشار MBV 30CP010، پائین دست خنک کن روغن.
- محل اندازه گیری دما MBV 30CT010، پائین دست خنک کن روغن.
- شیر کنترل دمای روغن MBV 30AA020 :
- شیر سه راهه کنترل دما، روغن خروجی از خنک کن روغن و روغن خروجی از تانک روغن را برای تهیه روغن با دمای مناسب جهت مصرف کننده ها مخلوط می نماید.
- شیر جهت زمانی که سیستم کنترل درست عمل نمی کند، برای عملکرد مجهز به تحریک دستی می باشد. دمای مخلوط کردن و روغن خروجی بسته به شرایط منطقه قبلاً تنظیم می شود.
- شیر تنظیم فشار، روغن کاری MBV 30AA025:
- شیر تنظیم فشار هنگام راه اندازی اولیه توربین تنظیم می شود و بعد از آن قفل می گردد. این شیر فشار ورودی مصرف کننده ها را تنظیم می کند.

- بوستر پمپ روغن کاری MBV 51AP005 ، MBV 52AP005 و MBV 53AP005:
  - بوستر پمپ‌های روغن کاری گروه ۱، ۲ و ۳ از نوع جابجایی پیچی (Screw) بوده و به وسیله موتور AC کار می‌کنند. پمپ به همراه پمپ‌های روغن فشار پائین گروه 1 MBV 21AP005 به عنوان یک گروه پمپ روغن کاری کنترل می‌شوند. شرح راجع به پمپ MBV 21AP005 را مطالعه کنید.
  - شیر ایمنی داخلی سیستم را از خطر فشار بالا محافظت می‌کند.
- شیر یکطرفه MBV 51AA010 در خروجی بوستر پمپ روغن گروه ۱، ۲ و ۳.
  - از برگشت روغن از دیگر پمپ‌ها به پمپ شماره ۱ وقتی که این پمپ کار نمی‌کند، جلوگیری می‌کند.
- شیر قطع و وصل MBV 51AA005 در مکش بوستر پمپ‌های روغن شماره ۱، ۲ و ۳.
- شیر قطع و وصل MBV 51AA015، در خروجی بوستر پمپ‌های روغن شماره ۱، ۲ و ۳.
- سوئیچ فشار MBV 51CP005 در خروجی بوستر پمپ‌های روغن گروه ۱، ۲ و ۳.
  - این فشارسنج فشار خروجی را بعد از بوستر پمپ‌های روغن گروه ۱، ۲ و ۳ اندازه‌گیری می‌کند.
  - فشار پائین خروجی (L1) باعث فعال شدن پمپ رزرو آماده به کار می‌شود.
  - اگر پمپ رزرو نتواند فشار روغن لازم را تأمین کند، توربین فرمان قطع خواهد گرفت.
- نشان‌دهنده اختلاف فشار MBV 54CP005، یاتاقان شماره ۲.
  - نشان‌گر اختلاف فشار محلی روی یاتاقان شماره ۲.
- نشان‌دهنده اختلاف فشار MBV 54CP010، فشار روغن روی یاتاقان شماره ۲.
  - نشان‌گر اختلاف فشار محلی روی یاتاقان شماره ۲.
- ترانسمیتر اختلاف فشار MBV 54CP015، یاتاقان شماره ۲.
  - این ترانسمیتر اختلاف فشار روی یاتاقان شماره ۲ را نظارت می‌کند تا آسیبی به یاتاقان نرسد.
  - فشار بالا (H1) اعلام خطر می‌کند.
  - فشار پائین (L1) اعلام خطر می‌کند.
  - فشار پائین (L2) فرمان قطع و توقف به توربین می‌دهد.
- ترانسمیتر اختلاف فشار MBV 54CP020، یاتاقان شماره ۲.
  - این ترانسمیتر اختلاف فشار روی یاتاقان شماره ۲ را نظارت می‌کند تا آسیبی به یاتاقان نرسد.
  - فشار بالای (H1) اعلام خطر می‌کند.
  - فشار پائین (L1) اعلام خطر می‌کند.
  - فشار پائین (L2) فرمان توقف توربین را صادر می‌کند.

- شیر تنظیم اختلاف فشار MBV 54AA005 ، یاتاقان شماره ۲.  
این شیر جریان روغن از بوستر پمپ‌های روغن را به یاتاقان شماره ۲ تنظیم می‌کند به این نحو که جریان اضافی را از پمپ به تانک روغن هدایت می‌نماید. این شیر یک اختلاف فشار ثابت را روی یاتاقان شماره ۲ نگه می‌دارد. این شیر خودکار است.
- شیر قطع MBV 54AA010 ، بالادست شیر تنظیم اختلاف فشار.  
این شیر به صورت دستی عمل می‌کند و هنگامی بسته می‌شود که شیر اختلاف فشار بخواهد جابجا شود. هنگام کار توربین این شیر در حالت باز قفل می‌شود.
- مخزن برگشت فشار روغن یاتاقان شماره ۲ MBV 60BB005.  
این مخزن تأمین‌کننده فشار بالا برای برگشت روغن یاتاقان شماره ۲ می‌باشد.
- شیرهای شناور MBV 60AA005/10 مخزن برگشت فشار روغن یاتاقان شماره ۲.  
شیرهای شناور روغن مخزن فشار بالای یاتاقان شماره ۲ را از طریق لوله اصلی برگشت روغن به تانک روغن MBV 10BB005 می‌ریزند. این شناورها خودکار می‌باشند.
- سطح سنج MBV 60CL005 مخزن برگشت فشار روغن یاتاقان شماره ۲.  
این سطح سنج لوله برگشت روغن یاتاقان شماره ۲ را از پرشدن زیاد به علت عملکرد نامناسب تخلیه روغن از طریق شیرهای شناور به لوله اصلی برگشت روغن محافظت می‌کند.  
سطح بالای روغن (H1) فرمان توقف توربین را صادر می‌کند.
- اوریفیس MBV 60BP005 مخزن برگشت فشار روغن یاتاقان شماره ۲.  
این اوریفیس فشار بالا را در لوله برگشت روغن از یاتاقان شماره ۲ را هنگام کارکرد توربین نگه می‌دارد. هوای آب‌بندی از یاتاقان فشار بالا یا یاتاقان شماره ۲ از طریق لوله اصلی برگشت روغن به تانک روغن به داخل اوریفیس مکیده می‌شود.
- شیر تهویه MBV 60AA015 مخزن برگشت فشار روغن یاتاقان شماره ۲.  
این شیر هنگام راه‌اندازی توربین گاز باز است، وقتی سرعت ژنراتور گاز به ۵۵۰۰ دور در دقیقه رسید، این شیر بسته می‌شود.  
این شیر هنگام توقف یا از کار ایستادن توربین گاز برای مکیدن هوای پرفشار در لوله برگشت روغن از یاتاقان شماره ۲ باز می‌شود.  
کلیدهای حدی وضعیت این شیر را نشان می‌دهند.



- خنک کن روغن ۱، ۲ و ۳ خنک هوایی MBV 30AC015 ، MBV 30AC020 و MBV 30AC025. این مبدل حرارتی هوایی دارای فن‌های با موتور الکتریکی AC می‌باشد. روغن این خنک کن بصورت پیوسته به‌خاطر جلوگیری از حباب‌های هوا از طریق لوله‌ها و یک اوریفیس به تانک روغن مکیده می‌شود.
- فن‌های خنک کن ۱، ۲ و ۳ MBV 30AN015 ، MBV 30AN020 و MBV 30AN025. فن‌ها می‌توانند در حالت خودکار یا دستی کار کنند. فن‌ها می‌توانند با همدیگر به صورت رزرو عمل نمایند و هر کدام از آنها می‌توانند برای کار خودکار و یا به صورت رزرو انتخاب شوند.
- اوریفیس تهویه MBV 30BP215، لوله‌های پایین دست خنک کن روغن. این اوریفیس برای تهویه و تخلیه مستمر لوله‌های روغن به تانک روغن برای جلوگیری از تشکیل حباب هوا به کار می‌رود.
- اوریفیس تهویه MBV 30BP220 ، لوله‌های بالادست خنک کن روغن. این اوریفیس برای تهویه و تخلیه مستمر لوله‌های روغن به تانک روغن برای جلوگیری از تشکیل حباب هوا به کار می‌رود.
- اوریفیس MBV 30BP005 ، کنار گذر خنک کن روغن. اندازه این اوریفیس طوری طراحی شده است که همان افت فشاری را که خنک کن روغن ایجاد می‌کند، در مسیر کنار گذر آن نیز ایجاد شود. در این صورت تغییرات جریان روغن و اثرات آن به حداقل می‌رسد.
- شیر قطع و وصل MBV 40AA205 ، تخلیه سیستم. این شیر روغن داخل لوله‌ها را به تانک روغن تخلیه می‌کند، مثلاً هنگام تعمیرات. هنگام کار، این شیر در حالت بسته قفل می‌شود.
- فیلتر روغن (نوع ذره‌ای) MBV 40AT005 Particle و MBV 40AT010. فیلتر روغن ذره‌ای  $100\% \times 2$  روغن را در حد لزوم صاف می‌کند تا صدمه‌ای به مصرف‌کننده‌ها نرسد. مجموعه فیلتر براساس و طبق اصل ذره‌ای کار کرده و از پشم شیشه میکرونی ساخته شده است. هر فیلتر به صورت پیوسته از طریق یک اوریفیس برای جلوگیری از تشکیل حباب هوا به تانک روغن مکیده می‌شود. تغییر از یک فیلتر به فیلتر دیگر به صورت دستی انجام می‌شود.
- شیرهای جابجایی، فیلتر روغن MBV 40AA005 و MBV 40AA010. برای به‌وجود آوردن امکان جابجایی فیلترها هنگام کار توربین گاز، فیلترها به یک شیر جابجایی دستی مجهز شده‌اند. شیرها به صورت مکانیکی به هم وصل شده و طوری طراحی شده‌اند که هنگام جابجایی، افت فشار مناسب باشد.

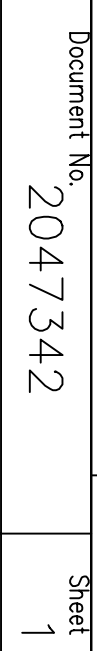
- شیرهای برابرسازی یا متعادل کننده فیلتر روغن MBV 40AA015.
- شیر متعادل کننده قبل از جابجایی و عوض کردن فیلترها برای پرکردن فیلتر رزرو جهت جلوگیری از افت فشار روغن در سیستم به کار می رود.
- شیر قطع و وصل MBV 40AA210 ، تخلیه سیستم.
- شیر قطع و وصل این امکان را برای تخلیه روغن نقطه پایین لوله اصلی روغن به یاتاقانها فراهم می آورد. شیر هنگام کار توربین در حالت بسته قفل می شود.
- ترانسمیتر اختلاف فشار MBV 40CP010 ، فیلتر روغن.
- این ترانسمیتر اختلاف فشار روی فیلتر را نشان می دهد، کنترل اختلاف فشار در راستای تعویض، جابجایی و یا تعمیر فیلتر مورد نیاز است.
- در اختلاف فشار بالا (H1) یک اعلام خطر صادر می شود.
- شیر قطع و وصل MBV 40AA020 ، نمونه گیری روغن.
- این شیر اجازه می دهد که هنگام کار توربین، نمونه گیری روغن جهت آگاهی از وضعیت روغن انجام شود.
- ترانسمیتر فشار MBV 40CP015 ، روغن کاری.
- فشار روغن تغذیه را بعد از فیلتر جهت جلوگیری از صدمه دیدن مصرف کننده ها نشان می دهد.
- فشار پائین (L1) اعلام خطر.
- فشار پائین (L2) شروع فرمان توقف توربین.
- گیج فشار MBV 40CP020، روغن کاری.
- نشان دهنده محلی روغن تغذیه مصرف کننده ها در پایین دست یا بعد از فیلتر.
- ترانسمیتر فشار MBV 40CP025 ، روغن کاری.
- فشار روغن تغذیه را بعد از فیلتر نشان می دهد تا صدمه ای به مصرف کننده های روغن وارد نشود.
- فشار پائین (L1) اعلام خطر.
- فشار پائین (L2) صدور فرمان توقف توربین.
- دماسنج MBV 40CT010، روغن کاری.
- نشان دهنده محلی دمای روغن به مصرف کننده ها.
- ترانسمیتر دما MBV 40CT005 ، روغن کاری.
- سنسور PT100 دمای روغن بعد از خنک کن را برای جلوگیری از صدمه دیدن مصرف کننده ها اندازه گیری می کند.
- دمای پائین (L1) قفل کردن عملیات موتور استارت.

- دمای بالای (H1) اعلام خطر.
- دمای بالای (H1) صدور فرمان قطع توربین.
- ترانسمیتر دما MBV 40CT015 ، روغن کاری.
- سنسور PT100 دمای روغن بعد از خنک کن را برای جلوگیری از صدمه دیدن مصرف کننده ها اندازه گیری می کند.
- دمای پائین (L1) قفل کردن عملیات موتور استارت.
- دمای بالا (H1) اعلام خطر.
- دمای بالا (H1) صدور فرمان قطع توربین.
- فیلتر ذرات بخار روغن روغن کاری (نوع Coalescer) MBV 10AT005 .
- این فیلتر ذرات بخار روغن را از هوا جدا می کند. روغن به تانک برمی گردد و هوا از طریق هواکش به آتمسفر داده می شود. فیلتر ذرات بخار روغن برابر با اصول Coalescing کار می کند.
- نشان دهنده اختلاف فشار MBV 10CP010، فیلتر ذرات روغن.
- نشان دهنده محلی اختلاف فشار روی فیلتر ذرات روغن.
- فن یا هواکش سیستم تهویه روغن MBV 10AN005 .
- فن تهویه سیستم روغن کاری با موتور الکتریکی فشار داخل یاتاقان ها را زیر فشار آتمسفر نگه می دارد تا از نشت روغن از آب بندهای محور جلوگیری به عمل آورد. این فن می تواند در حالت خودکار یا دستی کار کند.
- تانک روغن MBV 10BB005 .
- این تانک یک مخزن کاملاً جوشکاری شده بوده و این فرصت را به روغن می دهد تا قبل از رفتن به مصرف کننده ها حباب های هوای خود را آزاد کند.
- یک صفحه آرام کننده جریان ورودی و برگشتی روغن را آرام می کند و امکان خوبی برای آزاد کردن حباب های هوا به سطح روغن فراهم می آورد.
- در آدم رو در بالا تانک روغن جهت سهولت در ورود به تانک برای بازرسی و تمیزکاری کلیه قطعات آن در نظر گرفته شده است.
- چاهک جوشکاری شده دماسنج ها برای گرم کردن روغن در تانک جای داده شده است.
- گیج سطح MBV 10CL005، تانک روغن.
- نشان دهنده محلی سطح روغن به وسیله گیج نصب شده در بالای تانک روغن.
- ترانسمیتر سطح MBV 10CL010، تانک روغن.

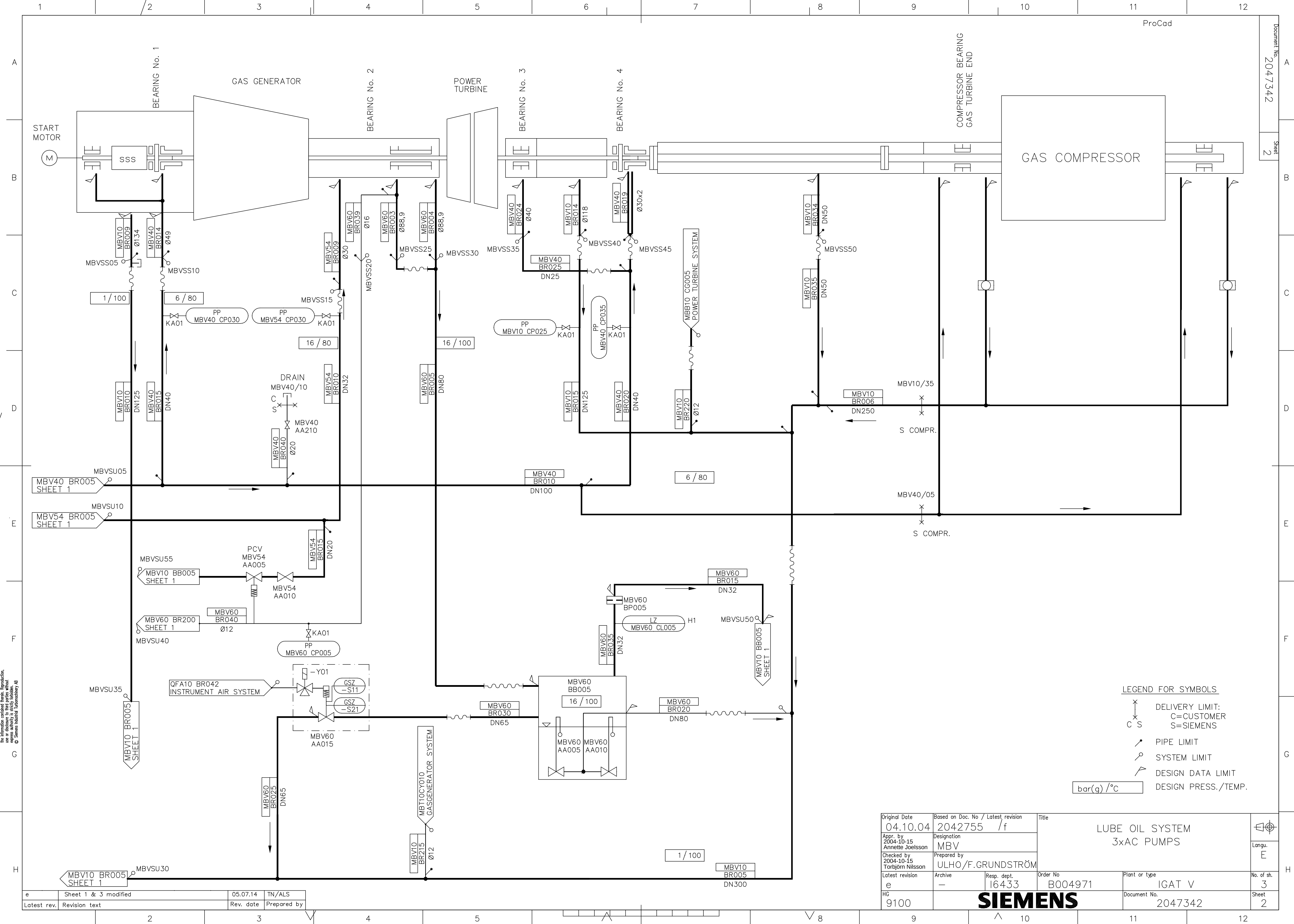
- ترانسمیتر سطح روی تانک روغن نصب شده است.
- سطح بالا (H2) اعلام خطر.
- اعلام خطر سطح بالا فقط وقتی که پمپ‌ها کار نمی‌کنند، اقدام به پایین آوردن سطح روغن می‌کند.
- سطح بالا (H1) شروع اعلام خطر.
- افزایش سطح روغن می‌تواند به وسیله نشت داخلی در مبدل حرارتی یا خنک‌کن روغن به وجود آید.
- سطح پایین (L1) شروع اعلام خطر.
- این اعلام خطر کمبود و از دست دادن روغن در سیستم را نشان می‌دهد.
- کمبود روغن می‌تواند به وسیله عبور روغن از فیلتر ذرات روغن در بخش تهویه و رفتن به محیط آتمسفر، نشت در لوله‌ها یا نشت روغن روی محور به وجود آید.
- سطح پایین (L2) شروع اعلام خطر.
- علت به وجود آمدن این اعلام خطر ممکن است به علت از دست دادن روغن به وسیله نشت روغن در سیستم باشد.
- گیج فشار MBV 10CP005، فشار زیر آتمسفر در تانک روغن.
  - نشان‌دهنده محلی فشار زیر آتمسفر در تانک روغن.
  - ترانسمیتر اختلاف فشار MBV 10CP015، تانک روغن.
  - ترانسمیتر فشار زیر آتمسفر در تانک روغن و در لوله‌های روغن از مصرف‌کننده‌ها را هنگام کار توربین نشان می‌دهد.
  - فشار بالا (H1) اعلام خطر.
  - این پدیده ممکن است در اثر کشیفی و گرفتگی فیلتر ذرات روغن یا عدم کارکرد درست فن یا موتور فن به وجود آید.
  - فشار بالا (H2) شروع به برداشت بار توربین.
  - برداشت بار و قطع توربین به دلیل جلوگیری از نشت روغن روی محور توربین لازم است.
  - ترمومتر یا دماسنج MBV 10CT005، تانک روغن.
  - نشان‌دهنده محلی دمای روغن در تانک روغن.
  - این دماسنج در غلاف نصب‌شده روی تانک قرار می‌گیرد.
  - صافی محل ریختن روغن در تانک روغن کاری MBV 10AT015.
  - محل ریختن روغن در تانک روغن به فیلتر مجهز شده است و طوری طراحی شده که هنگام کار توربین بتوان روغن اضافه نمود.

- سیفون برکر MBV 10BP010، پالایش روغن خط مکش.
- سیفون برکر یک سوراخ ایجاد شده در لوله مکش و ارتباط به یک پالایش روغن می‌باشد. سیفون برکر از خالی‌شدن کامل تانک روغن در حالت نشست در قسمت خروجی واحد پالایش روغن جلوگیری می‌کند (اگر وجود داشته باشد).
- شیر قطع و وصل MBV 10AA210، تخلیه تانک روغن (عملکرد دستی).
- این شیر در پائین‌ترین نقطه تانک روغن قرار گرفته است تا بتواند تانک روغن را بطور کامل تخلیه کند. در زمان کار توربین این شیر در حالت بسته قفل می‌شود.
- گرم‌کن‌های روغن MBV 10AH005 و MBV 10AH010.
- گرم‌کن‌های روغن، دمای روغن تانک را در حداقل دمای لازم جهت راه‌اندازی توربین نگه می‌دارند. گرم‌کن‌ها در غلاف‌های جوش داده شده به تانک قرار می‌گیرند، بنابراین بدون تخلیه روغن امکان تعویض یا جابجایی آنها وجود دارد.
- انتقال گرما از بدنه غلاف‌ها به روغن به خاطر بالابردن عمر کاری روغن محدود شده است. هنگام توقف طولانی مدت توربین توصیه می‌شود گرم‌کن‌ها قطع شوند تا عمر کاری روغن افزایش یابد.
- کلید حفاظت از گرم‌شدن بیش از حد، گرم‌کن‌های ۱ و ۲ روغن - MBV 10AH005-K01 و MBV 10AH010-K01.
- این کلیدها در گرم‌کن‌های ۱ و ۲ یعنی MBV 10AH005 و MBV 10AH010 قرار گرفته‌اند. دمای بالا (H2) به صورت خودکار برق گرم‌کن را قطع می‌کند تا دمای گرم‌کن بالا نرود. این کلید بعد از عملکرد به صورت دستی به حالت عادی برمی‌گردد.
- مخزن انبساط MBV 10BB010، گرم‌کن روغن.
- این مخزن از اثر تخریب گر فشار زیاد روغن انتقال گرمای داخل غلاف گرم‌کن‌ها جلوگیری می‌کند.
- شیرهای قطع و وصل روغن گرم‌کن‌ها MBV 10AH005/010-KA01.
- شیرهای قطع و وصل برای تخلیه روغن داخل غلاف‌ها به کار می‌روند. در حالت عادی بسته‌اند.
- ترانسمیتر دمای روغن تانک MBV 10CT010.
- سنسور PT100 در غلاف نصب شده و به صورت پیوسته دمای روغن داخل تانک روغن را نشان می‌دهد. دمای بالا (H1) کار گرم‌کن‌ها را متوقف می‌کند.
- دمای پایین (L1) گرم‌کن‌ها را روشن می‌کند تا روغن قبل از راه‌اندازی گرم باشد و یا هنگام توقف دما در حدی نگهداشته شود.
- دمای پایین (L2) اعلام خطر کرده و راه‌اندازی توربین متوقف می‌شود.













## A

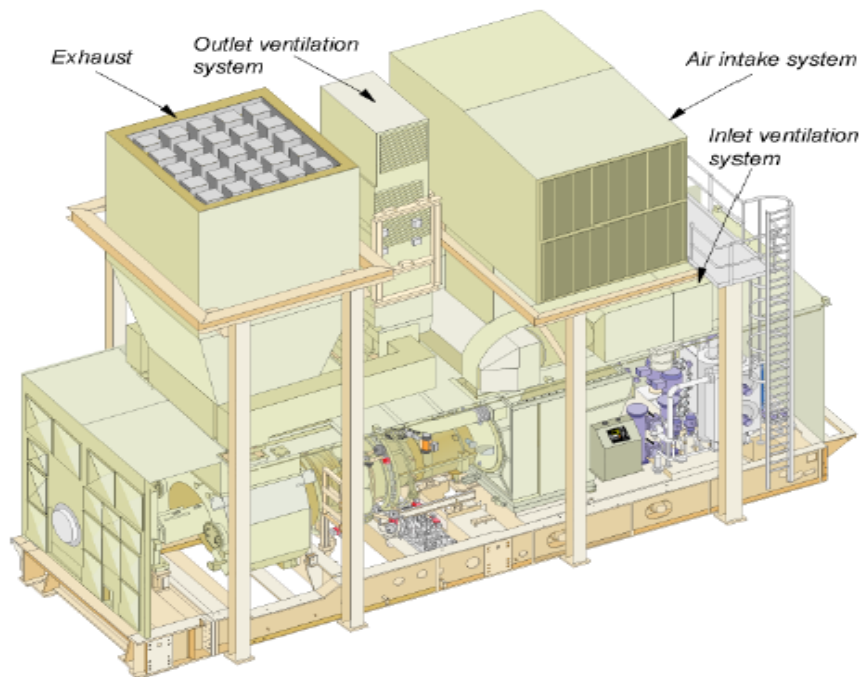
A

A

A

## بخش یازدهم

### سیستم تهویه



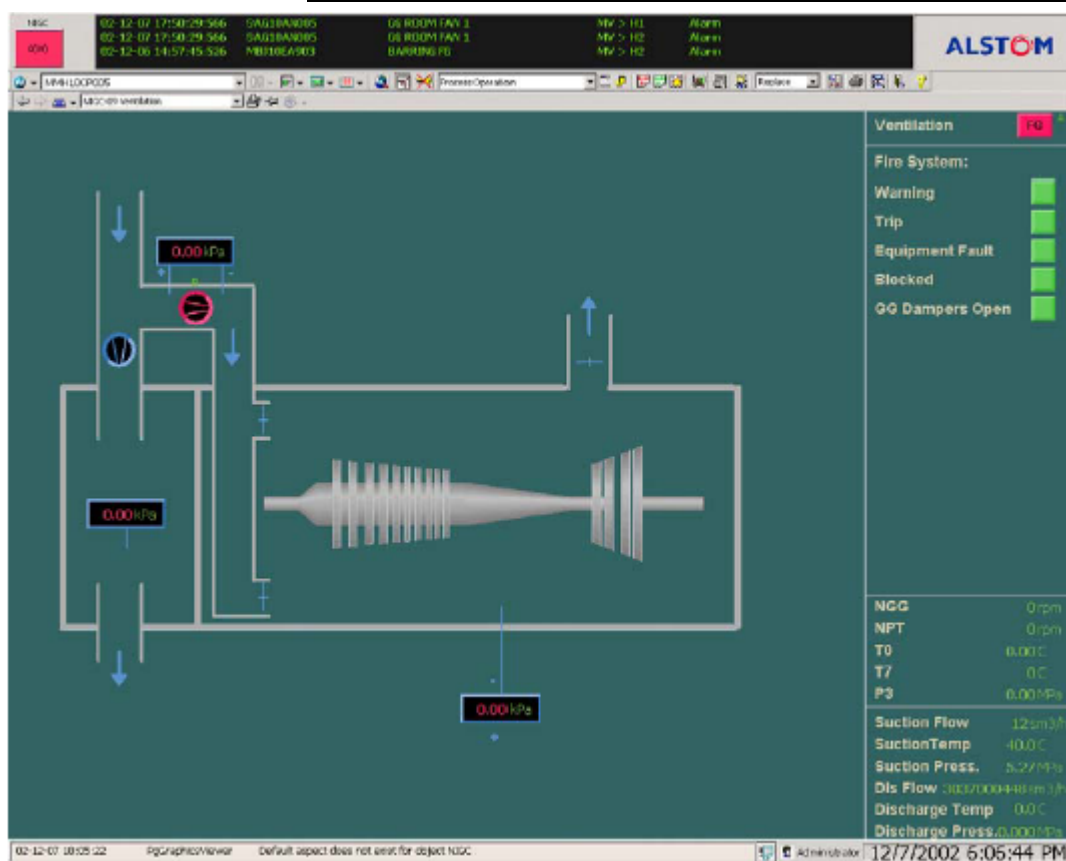
مرکز آموزش OTC

مرجع: Gas Turbine SGT600

Basic Training Siemens

ترجمه: محمدجواد رضایی

## بخش یازدهم: سیستم تهویه SAA/SAG Ventilation System



### مفهوم کاری سیستم:

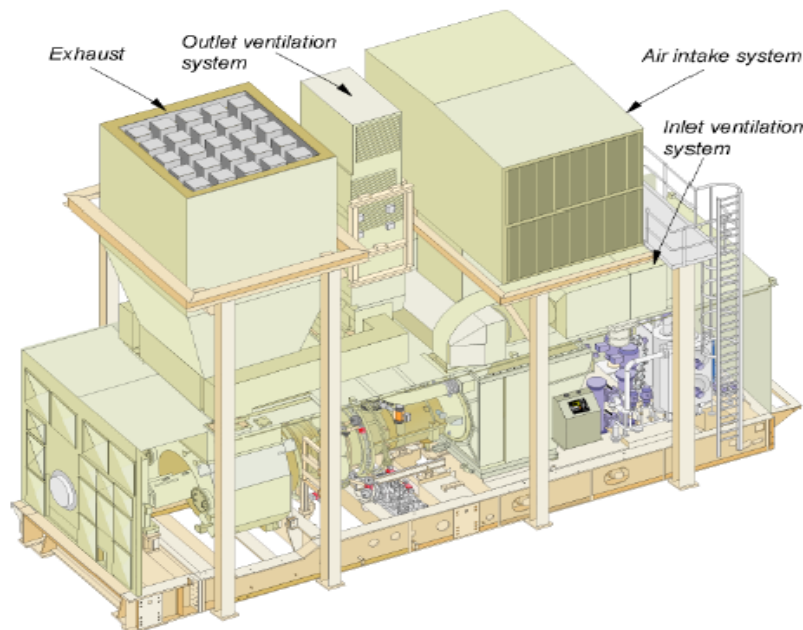
سیستم تهویه اتاق توربین گاز برای تأمین مقدار لازم هوا برای خنک‌سازی و جریان تهویه هوا به جهت ایمن‌سازی اتاق توربین طراحی شده است یعنی موارد زیر:

- ✓ نگه داشتن مقدار کمی فشار منفی یا مثبت در اتاق توربین.
  - ✓ اطمینان از اینکه حداقل هوای اتاق توربین ۹۰ بار در ساعت تعویض شود.
  - ✓ هنگام وقوع آتش در پیچه‌های هوا بسته شوند.
- سیستم تهویه جانبی اتاق برای تأمین هوای لازم خنک‌سازی برای اتاق جانبی طراحی شده است.

### هدف:

بعد از اتمام این فصل فرد قادر خواهد بود که:

- مدار اصلی تهویه را شرح دهد.
- چگونگی کار تهویه را هنگام قطع برق AC بیان نماید.
- هدف از در پیچه‌های هوا را در حالت وقوع آتش‌سوزی توضیح دهد.
- هدف از در پیچه‌های هوا را هنگام نشت گاز بگوید.



**General description of the system**

**شرح عمومی سیستم (با توجه به P&ID شماره 2042 757 – No. 2047344):**

این سیستم تشکیل شده از یک کانال ورودی که هوا را از انتهای ورودی توربین گاز به اتاقک توربین گاز هدایت می‌کند و یک کانال خروجی که هوا را از نقطه مقابل ورودی و جایی که انتشار گرما بیشترین مقدار را دارد، تخلیه می‌نماید.

کانال ورودی و خروجی از ورق گالوانیزه رنگ‌شده ساخته شده و شامل صداگیر، دریچه‌های باز و بسته و فن می‌باشد. فیلترها وقتی استفاده می‌شوند که از هوای بیرون جهت تهویه استفاده شود.

تهویه با فشار مثبت در اتاقک توربین گاز برای تمام کاربری‌ها به جز جاییکه توربین گاز در منطقه خطر نصب شده و هوای تهویه از منطقه غیرخطر گرفته می‌شود، مناسب می‌باشد. هنگام وقوع آتش در اتاقک توربین دریچه‌ها از ورود هوا به داخل اتاقک جلوگیری می‌کنند تا گاز کربنیک بتواند فضای اتاق توربین را کاملاً پر کند.

اگر سیستم آتش‌نشانی فعال شود، دریچه‌ها به صورت خودکار بسته‌شده و هواکش خاموش می‌شود. سیستم تهویه اتاقک جانبی از سیستم تهویه اتاق توربین گاز مجزا می‌باشد.

هوا از همان فیلترهای ورودی سیستم تهویه اتاقک توربین گرفته می‌شود، لیکن یک بخش فیلتر برای اتاقک‌های توربین گرفته می‌شود، لیکن یک بخش فیلتر برای اتاق جانبی در نظر گرفته شده است. تهویه با فشار مثبت در تمام کاربری‌ها برای اتاق جانبی در نظر گرفته شده است.

## کارکرد:

کارکرد این سیستم به صورت کاملاً خودکار می‌باشد.

## راه‌اندازی:

وقتی توربین گاز راه‌اندازی می‌شود، همراه با ترتیب مراحل راه‌اندازی این فن روشن خواهد شد.

## ادامه کار:

هنگام کار عادی توربین گاز، هواکش تهویه جریان ثابتی از هوا را در اتاقک جاری می‌کند. عملکرد هواکش به وسیله ترانس‌میتور اختلاف فشار سنج روی فن هواکش و اندازه‌گیری اختلاف فشار نظارت می‌شود.

کار و عملکرد سیستم تهویه به وسیله اندازه‌گیری فشار بیرون و داخل اتاقک توسط ترانس‌میتور اختلاف فشار سنج نظارت می‌شود.

## توقف توربین:

تهویه تا سه ساعت بعد از توقف توربین در حال کار خواهد بود. بعد از سه ساعت گرمای ناشی از توربین به حد مطلوبی رسیده و هواکش خاموش می‌شود.

## حالت سکون:

سیستم تهویه در هر زمانی هنگام توقف توربین می‌تواند به صورت دستی راه‌اندازی و فعالیت نماید، البته غیر از زمانی که سیستم اعلام خطر نشت گاز ظاهر شده باشد.

## خطاها:

### توقف توربین گاز:

تهویه باید در سه ساعت اول خنک‌کردن توربین گاز کار کند.

### از دست دادن منبع تغذیه:

قطع برق AC ، بعد از مدتی تأخیر تهویه را متوقف نموده و دریچه‌های هوا بسته می‌شود. قطع برق ۲۴ ولت مستقیم (24 VDC) باعث بسته‌شدن دریچه‌های هوا می‌شود.



### معایب:

ایجاد اشکال در ارتباط سیستم‌ها

ایجاد اشکال در سیستم اعلام حریق ممکن است باعث بسته شدن دریچه‌های هوا شود که نتیجه‌اش عملکرد نامناسب تهویه خواهد بود. به شرح سیستم اعلام حریق مراجعه شود.

### مشخصات فنی:

#### معیارها و استانداردهای طراحی:

#### اطلاعات ابعادی:

اتلاف حرارتی از اتاقک جانبی 10 KW

اتلاف حرارتی از اتاقک توربین 220 KW

حداقل تعداد تعویض هوا در اتاقک توربین ۹۰ بار در ساعت

دمای طراحی محیط

دمای حداکثر ورودی +55 °C

دمای حداقل ورودی - 30 °C

ظرفیت باتری‌ها برای حداقل ۱۰ ساعت هنگام خنک کردن توربین

فشار طراحی ±50 – 200 Pa

سطح صدا مطابق با مشخصات واحد توربین گاز

#### اطلاعات مهندسی:

جریان هوای طراحی 9.0 m<sup>3</sup>/S

#### منبع تغذیه اضطراری:

سیم‌پیچ محرک دریچه‌های هوا از برق سیستم اطفاء حریق تغذیه می‌شوند.

### نصب:

ورودی و خروجی هوای تهویه به‌صورت مجزا بوده و روی سقف اتاقک توربین نصب شده است.

خروجی هوا از اتاقک توربین به سه کانال تقسیم شده است، یکی جلو و دو تای دیگر پشت اگزوز توربین گاز.

## مواد:

مواد باتوجه به اتاقک توربین انتخاب خواهد شد. کانالها و واحدها از آهن گالوانیزه رنگ شده می باشند.

## اطلاعات اجزاء:

لیست سیستم را ببینید.

## تست و سرویس:

تست هنگام کار عادی:

هنگام کار عادی انجام هیچ تست عملیاتی امکان ندارد.

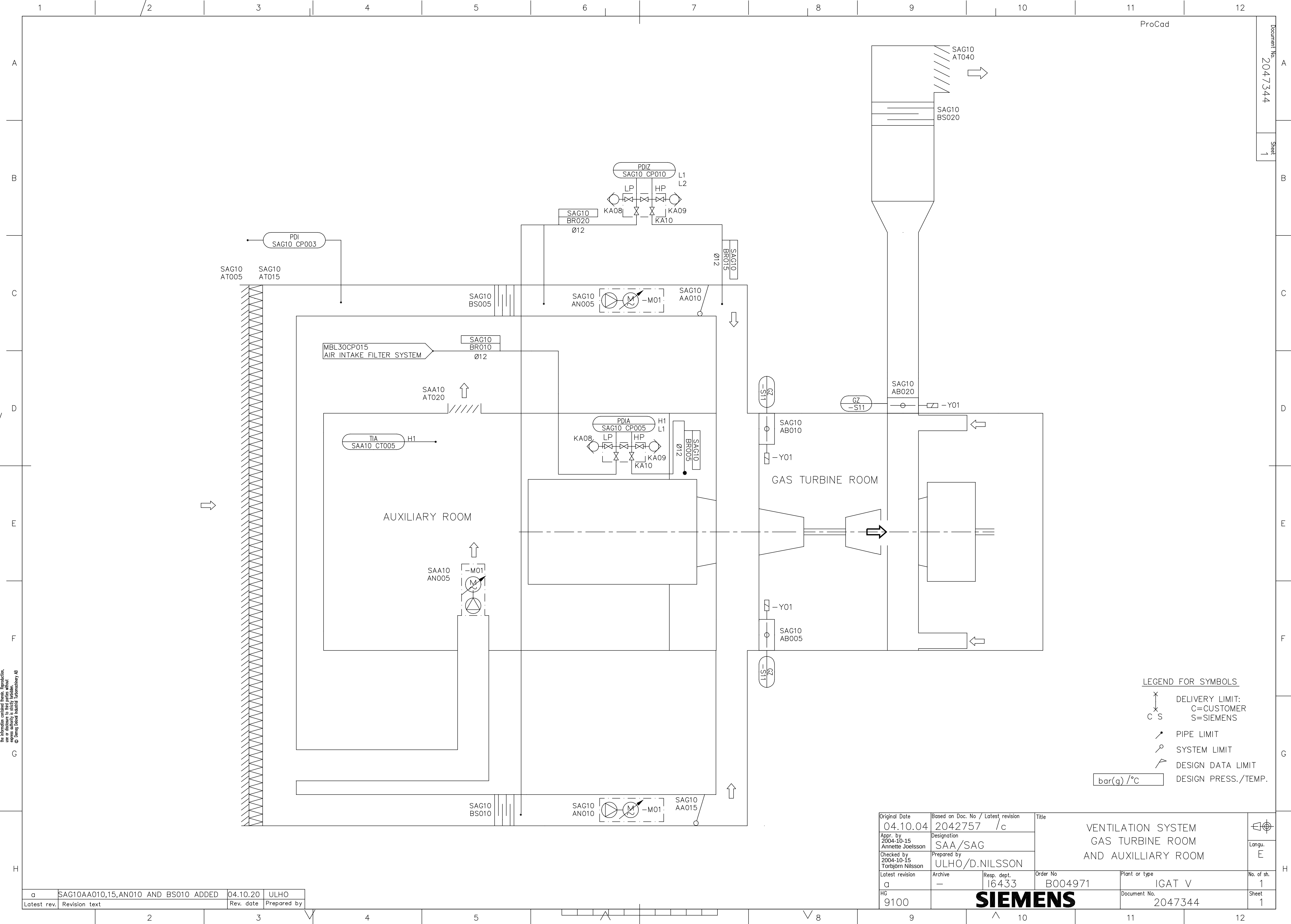
دسترسی هنگام کار عادی:

هنگام کار عادی فیلترهای هوای ورودی می توانند تعویض شوند.

## اجزای اصلی (با توجه به P&ID شماره 2042 757 – No. 2047344):

- لوور هوای ورودی SAG 10AT005
- لوور از ورود اجسام و اشیاء خارجی به ورودی تهویه جلوگیری می کند.
- فیلتر هوای ورودی SAG 10AT015
- فیلتر دارای چندین بخش استاندارد می باشد و از ورود ذرات و آلودگی ها به اتاق توربین جلوگیری می نماید.
- مانومتر اختلاف فشارسنج محفظه فیلتر SAG 10CP003
- این فشار سنچ افت یا اختلاف فشار روی بخش فیلتر را نشان می دهد.
- فن تهویه ۱ اتاقک جانبی SAA 10AN005
- این فن با جریان محوری بوده و به وسیله یک موتور AC کار می کند. واحد فن در اتاق جانبی نصب شده است. این فن می تواند در حالت خودکار یا دستی کار کند.
- نشان دهنده دما، اتاق جانبی SAA 10CT005
- دمای داخل اتاقک جانبی را نشان می دهد.
- دمای بالا (H1) اعلام خطر می کند.
- این پدیده ممکن است در اثر گرفتگی فیلتر یا عملکرد نامناسب فن یا موتور آن باشد.
- لوور هوای خروجی SAG 10AT020
- این لوور از ورود اشیاء و ذرات به خروجی تهویه جلوگیری می نماید.

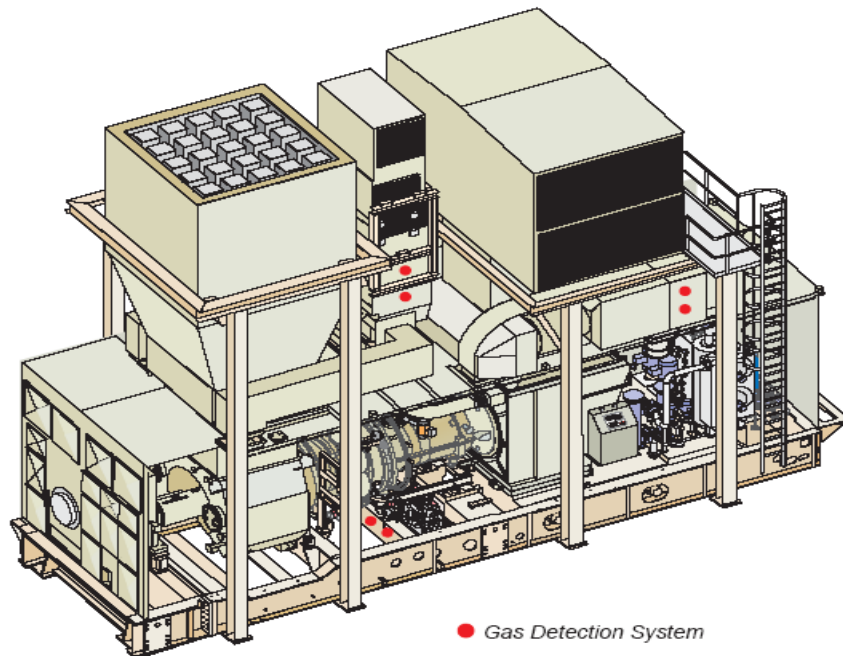
- صدا خفه‌کن ورودی SAG 10BS005
- صدا خفه‌کن از انتشار صدا در محیط جلوگیری می‌کند.
- دریچه بستن هوا، ورودی SAG 10AB005
- از ورود هوا به اتاقک هنگام وقوع آتش و نیاز به پرشدن اتاقک با گاز کربنیک جلوگیری می‌کند.
- کلید حدی، دریچه هوای ورودی S11 – SAG 10AB005
- دریچه بستن هوای ورودی SAG 10AB010
- هنگام وقوع آتش و نیاز به پرشدن اتاقک از گاز کربنیک از ورود هوا به اتاقک جلوگیری می‌کند.
- کلید حدی، دریچه هوای ورودی S11 – SAG 10AB010
- دریچه بستن هوای خروجی SAG 10AB020
- هنگام وقوع آتش و نیاز به پرشدن اتاقک از گاز کربنیک از ورود هوا به اتاقک جلوگیری می‌کند.
- کلید حدی، دریچه هوای خروجی S11 – SAG 10AB020
- ترانسمیتر اختلاف فشار اتاق توربین SAG 10CP005
- این ترانسمیتر اختلاف فشار بین داخل و خارج اتاقک توربین را نشان می‌دهد.
- اختلاف فشار کم (L1) اعلام خطر.
- این پدیده ممکن است در اثر بازبودن در اتاقک، بسته‌بودن دریچه هوای ورودی، عملکرد نامناسب فن یا موتور تهویه و یا گرفتگی ورودی باشد.
- فن تهویه SAG 10AN005
- فن از نوع جریان محوری بوده و به وسیله موتور AC کار می‌کند. واحد فن در کانال تهویه نصب شده است. این فن می‌تواند به صورت خودکار یا دستی عمل نماید.
- ترانسمیتر اختلاف فشارسنج واحد هواکش SAG 10CP010
- این ترانسمیتر اختلاف فشار دو سر فن را نشان می‌دهد.
- فشار پایین (L1) اعلام خطر.
- فشار پایین (L2) فرمان خاموش کردن توربین بعد از ۳۰ ثانیه.
- صدا خفه‌کن خروجی SAG 10BS020
- این صدا خفه‌کن از انتشار صوت در محیط جلوگیری می‌کند.
- لوور هوای خروجی SAG 10AT040
- این لوور از ورود اشیاء و ذرات به خروجی تهویه جلوگیری می‌نماید.



We reserve all rights in this document and in the information contained herein. No part of this document may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or by any information storage and retrieval system, without prior written permission from Siemens AG.

## بخش دوازدهم

### سیستم آشکارسازی گاز



مرکز آموزش OTC

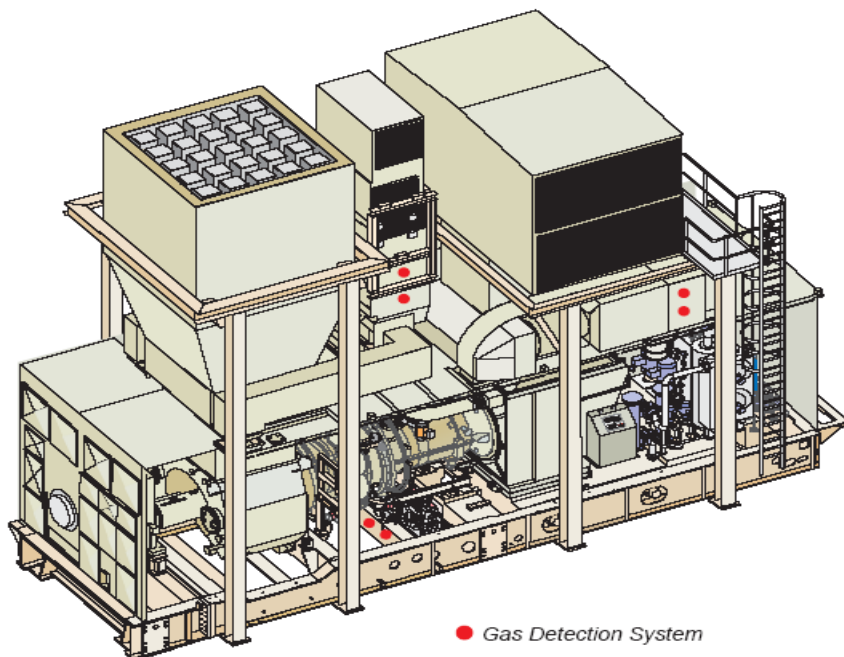
مرجع: Gas Turbine SGT600

Basic Training Siemens

ترجمه: محمدجواد رضایی



## بخش دوازدهم: سیستم آشکارسازی گاز SFY Gas Detection System



### مفهوم کاری سیستم:

سیستم آشکارساز گاز برای تشخیص نشت سوخت گاز طراحی شده است تا هنگام نشت گاز اعلام خطر نموده و هنگام نشت بیش از حد گاز، توربین را خاموش نماید.

### هدف:

بعد از اتمام این فصل فرد قادر خواهد بود که:

- آشکارساز گاز را شرح دهد.
- چگونگی کار سیستم آشکارساز گاز را هنگام قطع برق توضیح دهد.
- دلیل نصب آشکارساز گاز در سه ناحیه مختلف را بیان نماید.

### شرح کلی سیستم (باتوجه به P&ID شماره 2042 759 - No. 2047346):

تحریک کننده های آشکارساز در محل های زیر نصب شده اند:

- در کانال ورودی تهویه اتاق ژنراتور گاز و اتاق جانبی.
  - در کانال خروجی تهویه اتاق ژنراتور گاز.
  - در کف اتاق ژنراتور گاز.
  - در محفظه فیلتر هواگیر توربین گاز.
- آشکارسازهای گاز تراکم گاز در هوا را می سنجند.



وجود تراکم زیاد گاز در هوا اعلام خطر می‌کند و تمرکز و وجود بیش از حد گاز در هوا فرمان قطع توربین گاز را صادر می‌نماید.

مقدار زیاد گاز 10 % LEL

مقدار خیلی زیاد گاز 25 % LEL

واحد مرکز اعلام حریق دارای کلیدهای قطع و وصل، دیدهای نوری جهت اعلام خطر و عیب دستگاه می‌باشد. واحد خطر به منظور کالیبره کردن نیز به کار می‌رود.

### کارکرد:

کارکرد این سیستم به صورت کاملاً خودکار می‌باشد.

### راه اندازی:

این سیستم تا زمانی که واحد کنترل مرکز در اتاق کنترل خاموش یا قطع نشده باشد، به صورت خودکار نشت سوخت گاز را می‌سنجد و آشکار می‌کند.

### ادامه کار:

هنگام کار عادی و روشن بودن توربین گاز تا زمانی که واحد مرکزی آن در اتاق کنترل غیرفعال نشده باشد، نشت سوخت گاز را به صورت پیوسته می‌سنجد.

### توقف توربین:

هنگام خاموش کردن توربین گاز، سیستم می‌تواند در حال کار عادی باشد یا خاموش شود.

### حالت سکون:

هنگامی که توربین گاز در حال کار نیست، سیستم اعلام حریق می‌تواند در حال کار باشد یا خاموش شود. بعد از خاموش شدن توربین گاز، آشکارسازها می‌توانند کالیبره شوند.

### خطاها:

#### قطع توربین گاز:

قطع توربین گاز، تأثیری روی این سیستم ندارد.

### از دست دادن منبع تغذیه:

واحد کنترل مرکزی به وسیله باتری ۲۴ ولت (24 VDC) تغذیه می شود.

### خطاهای سیستم:

خطا در دتکتورهای آشکارساز باعث آمدن سیگنال خطا در سیستم کنترل خواهد شد.

### خطاهای دیگر:

خطا در سیستم های ارتباطی

هیچ سیستمی به سیستم اعلام حریق و آشکارسازی گاز متصل نیست.

### مشخصات فنی:

#### اطلاعات ابعادی:

دتکتور یا آشکارسازهای گاز از نوع ضد انفجاری بوده و برای استفاده در ناحیه خطر زون یک می باشند.

#### اطلاعات مهندسی:

اطلاعات محیطی:

دمای داخل اتاقک توربین گاز:

دمای حداکثر 150 °C

دمای حداقل -15 °C

#### منبع تغذیه اضطراری:

واحد کنترل مرکزی از برق 24VDC باتری تغذیه می شود.

### نصب:

اتاق گاز ژنراتور و اتاقک جانبی.

- در کانال خروجی تهویه از اتاق ژنراتور گاز.

- در کف اتاق ژنراتور گاز.

- در کانال ورودی توربین گاز.

- واحد کنترل در اتاق کنترل نصب می شود.

## اطلاعات اجزاء:

لیست سیستم را ببینید.

## تست و سرویس:

تست هنگام کار عادی:

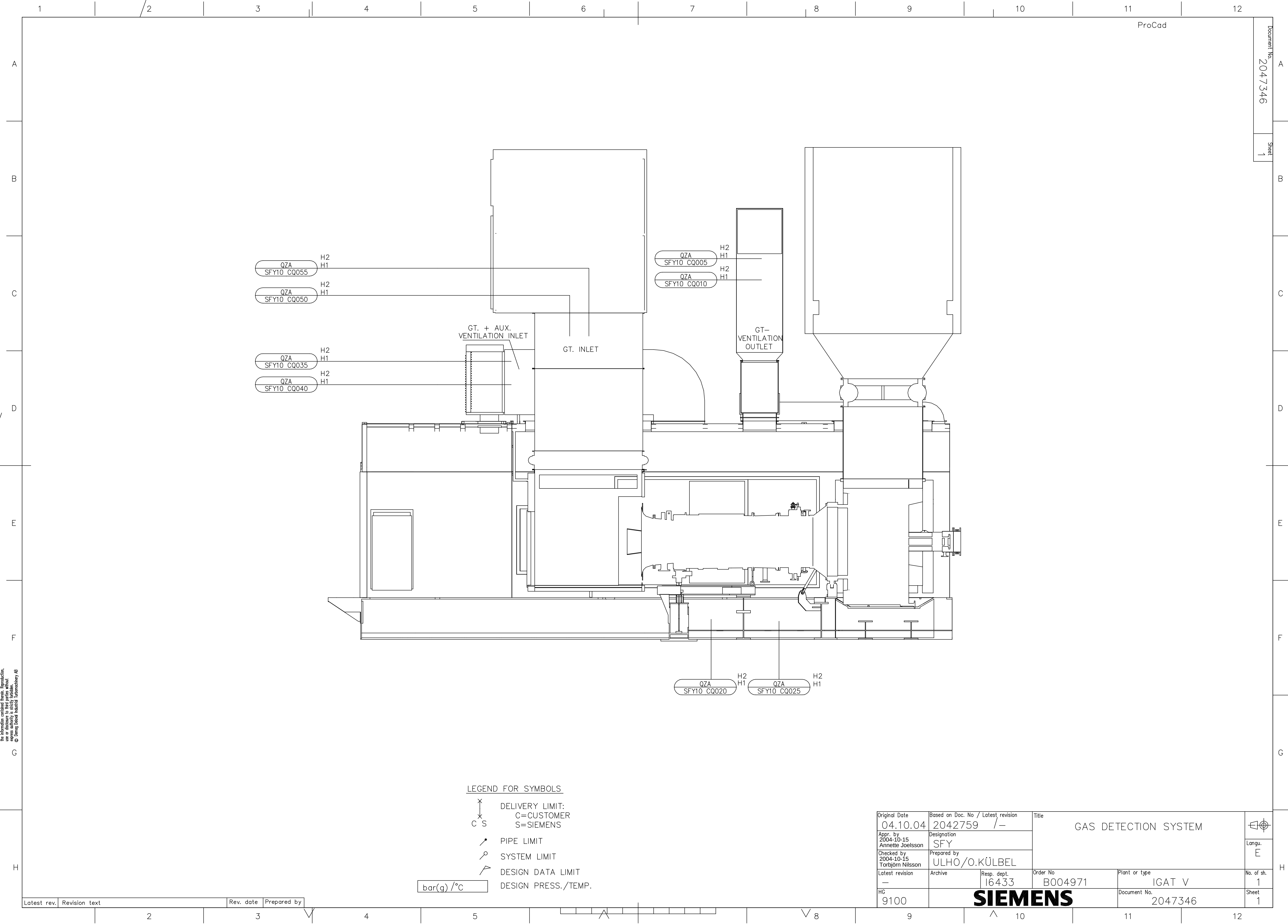
هیچ تست عملیاتی هنگام کار عادی ممکن نیست.

دسترسی هنگام کار عادی:

هنگام کار عادی فیلترهای هوای ورودی می‌توانند تعویض شوند.

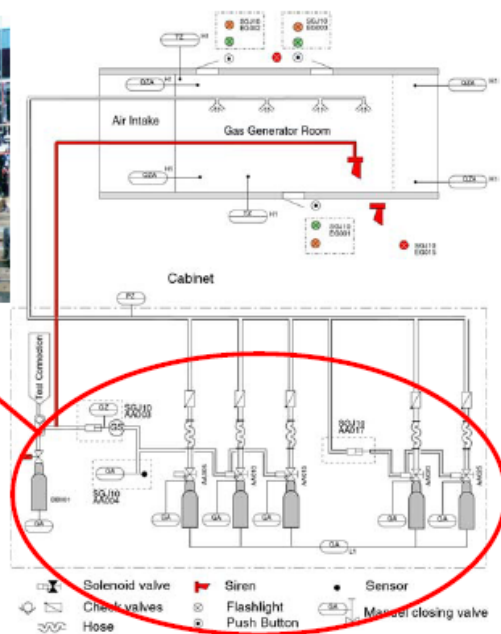
## اجزای اصلی (با توجه به P&ID شماره 2042 759 - No. 2047346):

- آشکارساز گاز، خروجی تهویه اتاق ژنراتور گاز SFY 10CQ005 و SFY 10CQ010  
این آشکارسازها در کانال خروجی تهویه اتاق ژنراتور گاز قرار دارند.  
آشکارسازها ضد انفجار بوده و جهت منطقه خطر زون یک می‌باشند. درجه حفاظت آنها IP 65 است.
  - آشکارساز گاز، خروجی کف اتاق ژنراتور گاز SFY 10CQ020 و SFY 10CQ025  
این آشکارسازها در کف اتاق ژنراتور گاز نصب شده‌اند.  
آشکارسازها ضد انفجار بوده و جهت منطقه خطر زون یک می‌باشند. درجه حفاظت آنها IP 65 است.
  - آشکارساز گاز، ورودی تهویه اتاق ژنراتور گاز و اتاقک جانبی SFY 10CQ035 و SFY 10CQ040  
این آشکارسازها در ورودی تهویه اتاق ژنراتور گاز و اتاقک جانبی قرار دارند.  
آشکارسازها ضد انفجار بوده و جهت منطقه خطر زون یک می‌باشند. درجه حفاظت آنها IP 65 است.
  - آشکارساز گاز، کانال هوای ورودی توربین گاز SFY 10CQ050 و SFY 10CQ055  
این آشکارسازها در کانال هوای ورودی توربین گاز قرار دارند.  
آشکارسازها ضد انفجار بوده و جهت منطقه خطر زون یک می‌باشند. درجه حفاظت آنها IP 65 است.
  - واحد مرکزی کنترل آشکارسازها  
واحدهای آشکارسازی در قفسه اعلام حریق قرار دارند. برای هر آشکارساز یک واحد آشکارسازی وجود دارد. واحدهای آشکارسازی قادرند سه سیگنال مشترک به سیستم نظارتی Alstom بدهند.
  - اعلام خطر و آگاهی مقدار زیاد گاز (H1).
  - اعلام خطر مقدار خیلی زیاد گاز (H2).
  - خرابی آشکارسازهای گاز
- سطح L.E.L برای هر آشکارساز می‌تواند در واحدهای محلی آشکارساز نمایش داده شود.



## بخش سیزدهم

### سیستم اطفاء حریق



مرکز آموزش OTC

مرجع: Gas Turbine SGT600

Basic Training Siemens

ترجمه: محمدجواد رضایی



سیستم اطفاء حریق برای آشکارسازی خودکار گاز و اطفاء حریق جهت جلوگیری از آسیب دیدن اتاق توربین گاز طراحی شده است. به عبارت دیگر:

- ✓ آشکارسازی اتوماتیک گاز در اتاق توربین گاز.
- ✓ اطفاء حریق وقتی که سنسورها و آشکارسازها تحریک شوند.
- ✓ اطفاء حریق وقتی که سیستم به صورت دسته به کار افتد.

بعد از اتمام این فصل فرد قادر خواهد بود که:

- مدار اصلی سیستم تهویه را شرح دهد.
- چگونگی عملکرد تهویه را هنگام قطع برق AC بیان نماید.
- هدف از دریچه‌های هوا را در حالت وقوع آتش‌سوزی توضیح دهد.
- هدف از دریچه‌های هوا را هنگام نشت گاز بیان نماید.



### شرح کلی سیستم (باتوجه به P&ID شماره 2042 760 – No. 2047347):

وقتی سیستم آشکارساز آتش تحریک شود، یک سیگنال از واحد مرکزی به سیستم اطفاء حریق فرستاده می‌شود. هنگامی که محرک برقی شیر سیلندرها سیگنال اعلام حریق دریافت کند، شیر باز شده و پیلوت سیلندره‌های گاز کربنیک آزاد می‌شوند. فشار پیلوت سیلندرها یک واحد تأخیری گاز کربنیک با فشار کنترل شده را فعال می‌کند. این واحد خروجی سیلندر پیلوت را ۳۰ ثانیه تا خالی شدن سیلندر اصلی گاز کربنیک به تأخیر می‌ندازد.

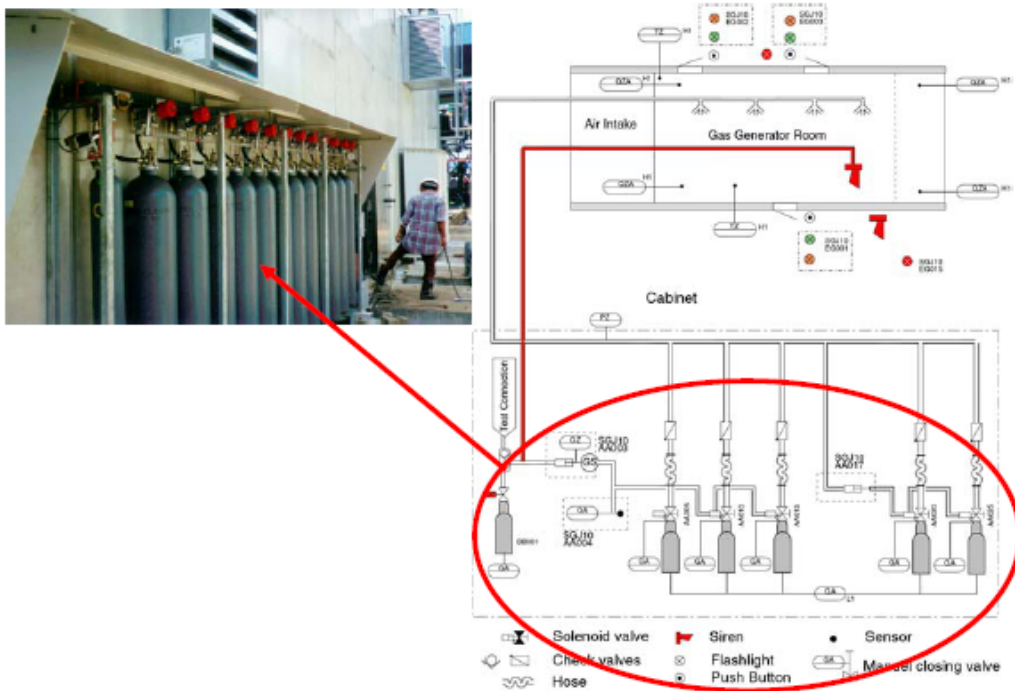


Fig. Extinguishing bottles, (General illustration)

### کارکرد:

این سیستم کاملاً خودکار بوده و همیشه در حال کار است، مگر در مواقعی که به علت حضور انسان در محل غیرفعال می‌شود.

هنگامی که یک آشکارساز حرارتی یا یک آشکارساز شعله تحریک شده یا فعال شود، کارهای زیر انجام می‌شود:

- خبرکردن یا ارسال سیگنال (اعلام حریق) به سیستم‌های کنترل و نظارت حریق.
- روشن شدن دو چراغ اعلام خطر قرمز بیرون اتاق حفاظت شده.
- اعلام آتش در واحد مرکزی اعلام حریق نشان داده خواهد شد.

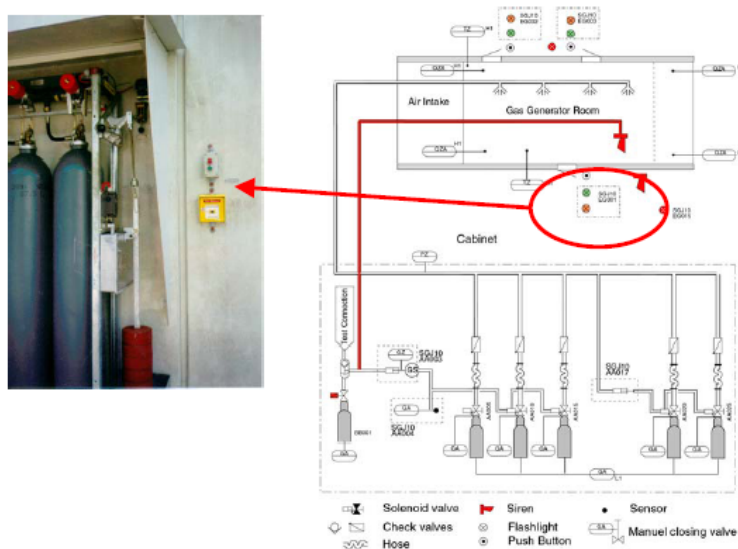
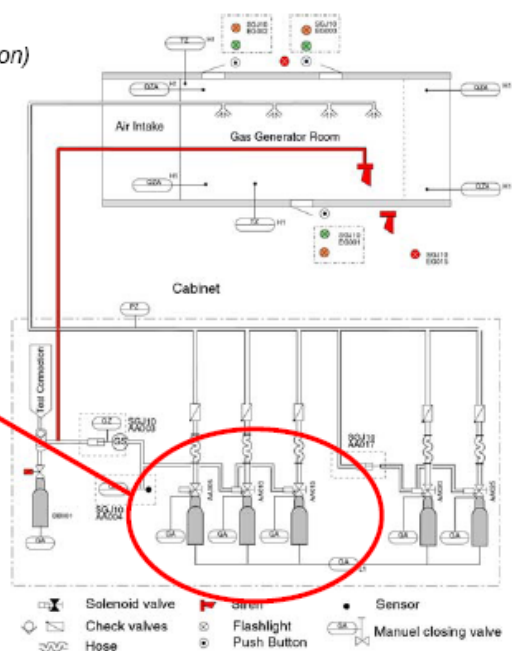


Fig. Warning lights and manual release button,  
(General illustration)

- هنگامی که یک دکمه فشاری دستی اعلام حریق فشار داده شود یا دو سنسور حرارتی (فقط اعلام حریق وقتی که تهویه اشکال داشته باشد) و یا دو سنسور شعله و یا یک سنسور شعله و یک سنسور حرارتی (فقط اعلام حریق هنگام اشکال در تهویه) علاوه بر اعلام حریق بخش‌های زیر فعال می‌شوند:
- اعلام خطر یا قطع در واحد مرکزی اعلام حریق نشان داده می‌شود.
- اعلام خطر حریق از واحد مرکزی به سیستم کنترل توربین گاز صادر می‌شود.
- اعلام خطر آتش از واحد مرکزی اعلام حریق به رله قطع توربین از طریق سیستم فرستاده می‌شود.
- تمام دریچه‌های هوا از طرق واحد مرکزی اعلام حریق بسته می‌شود.
- فعال شدن رهاکننده گاز کربنیک یعنی:
  - یک محرک برقی شیر پیلوت سیلندر را باز می‌کند.
  - یک سیرن یا بوق بادی (مکانیکی) در اتاق حفاظت شده به صدا درمی‌آید.
  - یک سیرن برقی داخل اتاق حفاظت‌شده به صدا درمی‌آید.
  - یک وسیله تأخیری شروع به کار می‌کند.
  - تایمر بعد از یک تأخیر ۳۰ ثانیه‌ای بقیه شیرهای سیلندر را باز می‌کند.
  - گاز کربنیک از طریق افشانک‌ها داخل اتاق حفاظت‌شده تخلیه می‌شود.

Fig. Weighing device (General illustration)



### راه اندازی:

این سیستم قبل از راه اندازی توربین گاز باید در حال کار باشد.

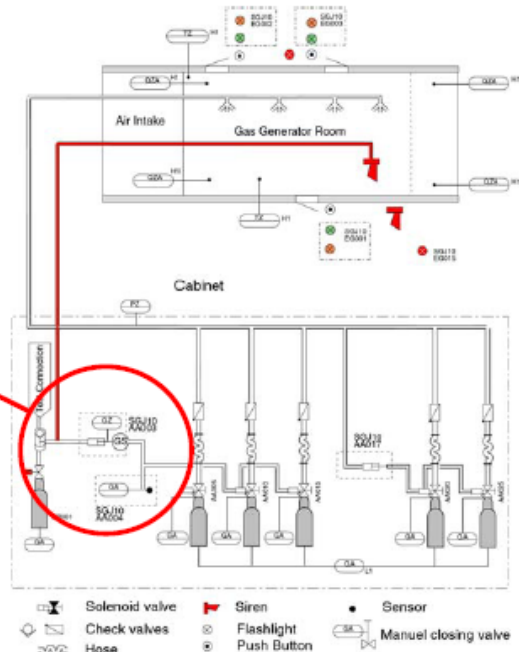


Fig. Manual blocking device (General illustration)

### ادامه کار:

این سیستم هنگام کار توربین گاز باید در حال فعالیت باشد. هنگام اعلام حریق موارد زیر به صورت همزمان اتفاق می افتند (به علاوه کارهای شرح داده شده در کارکرد سیستم).

- توربین به وسیله بسته شدن شیر سوخت به حالت قطع می رود.
- شیر داخلی سوخت بسته شده و سیستم سوخت داخلی را قطع می کند.

- سیستم تهویه خاموش می شود.
- دریچه های هوا بسته می شوند.
- شیرهای تخلیه سوخت گاز باز می شوند.

### توقف توربین:

این سیستم هنگام توقف توربین باید در حال کار باشد.

### حالت سکون:

این سیستم هنگام سکون توربین باید در حال کار باشد. سیلندرهایی خالی معمولاً هنگام سکون توربین و بعد از غیرفعال کردن اطفاء حریق تعویض می شوند.

### خطاها:

#### توقف توربین گاز:

توقف توربین گاز اثری روی این سیستم ندارد.

#### از دست دادن منبع تغذیه:

کل سیستم یک منبع تغذیه پشتیبان دارد و هنگام قطع برق اصلی می تواند حداقل ۲۴ ساعت سیستم را به صورت درست در حال کار نگه دارد.

#### خطاهای سیستم:

اشکال در سیلندرها و آشکارسازها می تواند باعث پخش نامناسب گاز کربنیک شود. اشکال در آشکارساز نتیجه اش یک اعلام خطر در واحد مرکزی می باشد. اشکال در نشان دهنده در سیستم اطفاء حریق باعث قفل شدن سیستم و اعلام خطر می شود.

#### خطاهای دیگر:

#### خطا در سیستم های ارتباطی:

خطا در دریچه های هوا کارکرد سیستم اطفاء حریق را محدود می کند در نتیجه ممکن است که آتش خاموش نشود. شرح سیستم تهویه را مطالعه کنید.

### مشخصات فنی:

### اطلاعات ابعادی:

تمام تجهیزات الکتریکی اطفاء حریق داخل اتاق گاز ژنراتور ضد انفجاری بوده و برای استفاده در زون ۱ خطر میباشند. سیستم لوله کشی، افشانکها، رهاکنندهها و متمرکز کنندهها براساس استاندارد NFPA طراحی شده و جهت اجرا تائید شدهاند بجز (کد های سوئد RUS110).

### اطلاعات مهندسی:

#### اطلاعات محیطی:

دمای داخل اتاقک توربین گاز:

دمای حداکثر +150 °C

دمای حداقل - 15 °C

دما در کف اتاق +75 °C

در سیلندرهای گاز کربنیک:

دمای حداکثر +55 °C

دمای حداقل 0 °C

بیرون اتاق حفاظت شده:

دمای حداکثر +55 °C

دمای حداقل - 15 °C

### منبع تغذیه اضطراری:

کل سیستم، یک منبع تغذیه تغذیه دارد و هنگام قطع برق اصلی می تواند حداقل ۲۴ ساعت سیستم را به صورت درست در حال کار نگه دارد.

واحد مرکز اعلام خطر دارای برق باتری 24 VDC جداگانه و باتری شارژر می باشد.

### نصب:

آشکارسازها، افشانک، گاز کربنیک، یک سیرن برقی و یک سیرن مکانیکی در داخل اتاق توربین نصب شده اند. تمام تجهیزات دیگر بیرون اتاق های حفاظت شده قرار دارند. واحد مرکزی اعلام خطر در اتاق کنترل نصب می شود.

## مواد:

لوله کشی از جنس فولاد گالوانیزه می باشد.

افشانک ها از جنس برنج Brass می باشند.

## تست و سرویس:

تست هنگام کار عادی:

هیچ تست عملیاتی غیر از کنترل پر بودن سیلندر ها هنگام کار ممکن نیست.

دسترسی هنگام کار عادی:

تمام اجزای سیستم اطفاء حریق برای بازرسی چشم هنگام کار عادی در دسترس می باشند.

## اجزای اصلی (باتوجه به P&ID شماره 2042 7۶۰ – No. 2047347):

- شیرهای سیلندر SGJ10AA001, SGJ10AA005, SGJ10AA010, SGJ10AA015, SGJ10AA020 و SGJ10AA025.

یک محرک الکتریکی شیر سیلندر پیلوت را باز می کند SGJ 10AA001 – Y01.

هر شیر به یک دیسک قطع کن برای حفاظت درمقابل فشار بیش از حد سیلندر مجهز شده است. این امکان وجود دارد که بصورت دستی گاز کربنیک سیلندرهای پیلوت به شکل محلی تخلیه شوند.

- وسیله و ابزار قفل کننده SGJ 10AA004

این وسیله این امکان را فراهم می سازد که تخلیه دستی گاز کربنیک در اتاق حفاظت شده را قفل کرده و این کار را غیرممکن می نماید. این وسیله دارای کلید حدی برای نشان دادن حالت آن می باشد. قفل شدن سیستم یک اعلام خطر در واحد مرکزی اعلام حریق و روی تابلوی وضعیت و حالت بیرون درهای ورودی عادی می دهد و نشان می دهد که سیستم اعلام حریق قفل و از مدار خارج شده است.

این اعلام خطر به سیستم کنترل توربین فرستاده می شود.

وقتی ابزارهای قفل کننده بسته می شوند، سیستم خودکار آزاد کردن گاز کربنیک به صورت مکانیکی و الکتریکی از کار باز داشته می شود.

تذکر: به دلیل ایمنی افراد، ادوات قفل کننده باید قبل از ورود افراد بسته شوند زیرا گاز کربنیک یک

گاز خفه کننده می باشد.

- دیسک تأخیر دهنده SGJ 10AA003
- به جهت مسائل ایمنی افراد یک تایمر بادی باز شدن شیرهای گاز کربنیک را تا ۳۰ ثانیه بعد از زیر فشار قرار گرفتن منیفلد به تأخیر می‌اندازد.
- کلید حدی SGJ 10CG015.
- کلید حدی با دادن یک خبر به تابلوی حریق اعلام می‌دارد که ادوات تأخیری فعال شده‌اند.
- شیرهای یک‌طرفه SGJ 10AA006, SGJ 10AA011, SGJ 10AA016, SGJ 10AA021, SGJ 10AA026 و
- شیرهای یک‌طرفه سیلندره‌ای گاز کربنیک را از یکدیگر جدا نموده و از عبور احتمالی گاز به سیلندره‌ای خالی جلوگیری می‌نمایند.
- انشعاب تست SGJ 10AA301.
- انشعاب تست برای آزمایش سیرن بادی و تجهیزات مکانیکی تخلیه گاز به کار می‌رود.
- سیلندره‌ای گاز کربنیک پیلوت SGJ 10CG015.
- این سیلندرها در همان محل سیلندره‌ای گاز کربنیک قرار داده شده‌اند.
- سیلندره‌ای گاز کربنیک SGJ 10BB005, SGJ 10BB010, SGJ 10BB015, SGJ 10BB020 و SGJ 10BB025
- این سیلندرها در قفسه‌های جداگانه بیرون از اتاق توربین گاز قرار داده شده‌اند. هر سیلندر دارای اندازه استاندارد (51 , 67) بوده و با ۴۰ کیلوگرم گاز کربنیک پر شده است.
- ادوات وزن‌کننده SGJ 10CG005 و SGJ 10CG010.
- در صورتیکه سطح گاز کربنیک در هر سیلندر به مقدار کمتر از ۹۰ درصد برسد، اعلام خطر می‌کند.
- بازکننده سیلندر SGJ 10AA003 – MS01 و SGJ 10AA003 – MS02.
- شیرهای گاز کربنیک را باز می‌کند که آزادسازی و تخلیه گاز کربنیک را منجر می‌شود.
- نازل‌ها SGJ 10BP005, SGJ 10BP010 و SGJ 10BP015.
- نازل‌ها(افشانک‌ها) برای مخلوط کردن مفید گاز کربنیک با هوای محیط اتاق حفاظت‌شده طراحی شده‌اند.
- محل و تعداد نازل‌ها طوری انتخاب می‌شوند که تراکم مطلوبی از گاز کربنیک در اتاق به وجود آید.
- واحد مرکزی اعلام حریق.
- تعداد یک دستگاه واحد اعلام حریق در اتاق کنترل وجود دارد.



واحد مرکزی اعلام حریق تخلیه گاز کربنیک را کنترل می‌کند. این واحد همچنین اطلاعات وضعیت جاری سیستم اطفاء حریق را نشان می‌دهد، این اطلاعات مشتمل بر موارد زیر می‌باشد:

- ✓ هشدار آتش
  - ✓ اعلام خطر یا فرمان قطع بر اثر آتش
  - ✓ تخلیه گاز کربنیک
  - ✓ قفل شدن سیستم حریق
  - ✓ اشکال در تجهیزات حریق
  - ✓ بسته شدن دریچه‌های هوای اتاق ژنراتور گاز
- این اطلاعات به سیستم کنترل توربین گاز نیز فرستاده می‌شوند.

- آشکارساز حرارت SGJ 10CT005، SGJ 10CT010 و SGJ 10CT015.

چهار آشکارساز حرارتی در اتاق توربین گاز نصب و به واحد مرکزی اعلام حریق وصل شده‌اند. وقتی آشکارساز حرارت با دمای از پیش تعیین و تنظیم شده تحریک شود، یک اعلام خطر یا هشدار صادر می‌شود.

هشدار از دو آشکارساز حرارتی یا یک حرارتی و یک آشکارساز شعله در هر اتاق باعث آزادسازی گاز کربنیک در آن اتاق خواهد شد.

آشکارسازهای حرارتی فقط هنگام وقوع اشکال در سیستم تهویه هشدار حریق خواهند داد.

- سوئیچ فشار SGJ 10CP005.

سوئیچ‌های فشار، مقدار فشار داخل منیفلد را اندازه‌گیری می‌کنند و به واحد مرکزی اعلام حریق این خبر را می‌دهند که گاز کربنیک آزاد شده است.

- آشکارسازهای شعله SGJ 10CQ005، SGJ 10CQ010، SGJ 10CQ015 و SGJ 10CQ020.

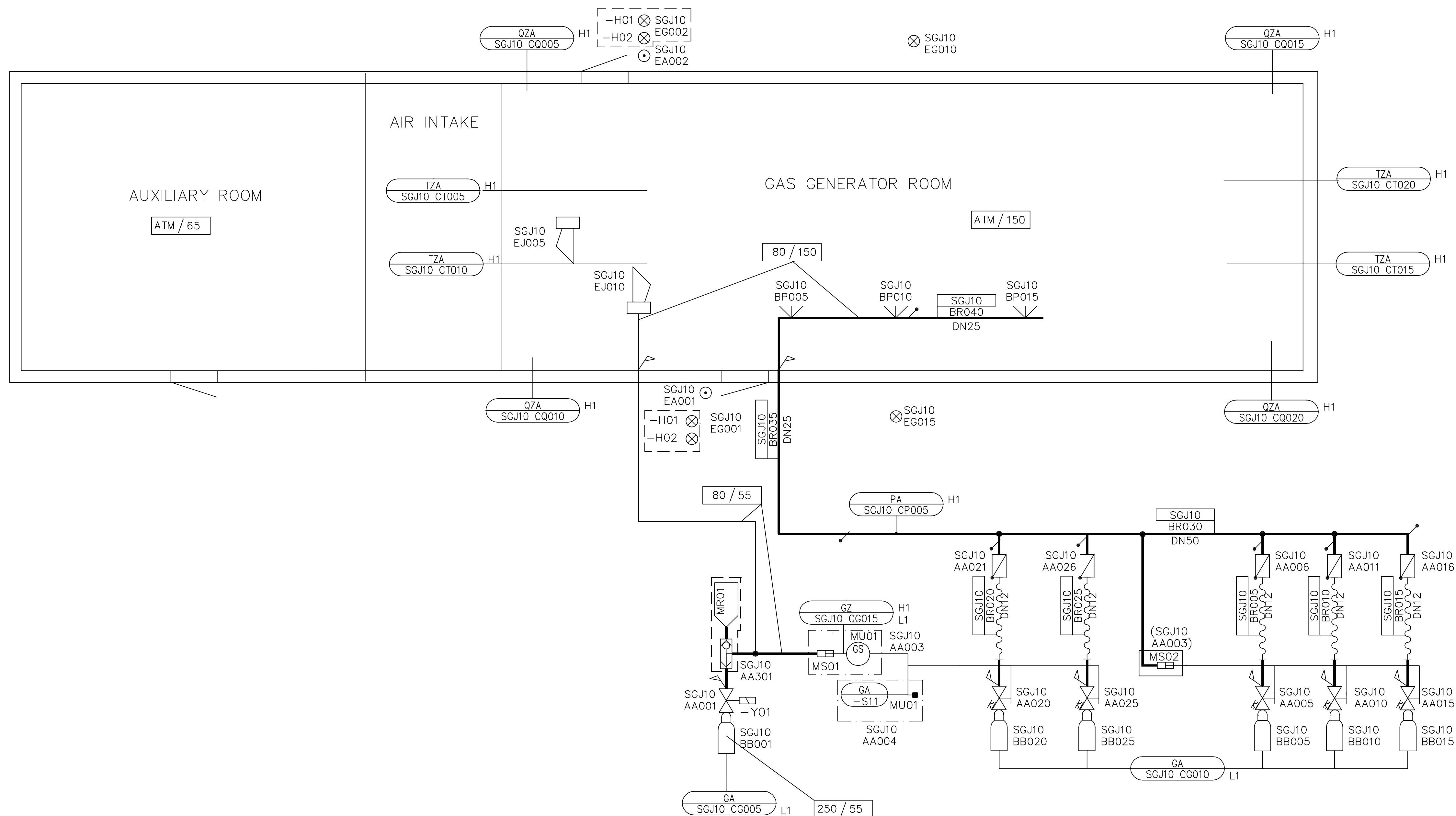
چهار آشکارساز شعله در اتاق توربین گاز نصب و به واحد مرکزی اعلام حریق وصل شده‌اند. آشکارسازهای شعله اشعه مادون قرمز اشعه را حس می‌کنند، وقتی یک آشکارساز شعله تحریک شود، هشدار داده می‌شود.

اگر حداقل دو آشکارساز شعله یا یک آشکارساز شعله و یک آشکارساز حرارت تحریک شوند، اعلام خطر حریق صادر شده و گاز کربنیک داخل اتاق توربین تخلیه می‌شود.

- چراغ‌های هشدار با رنگ قرمز ثابت (اعلام حریق) SGJ 10EG001 – H02 و SGJ 10EG002– H02.

چراغ‌های هشدار قرمز ثابت در بیرون درب ورودی عمومی اتاق‌های حفاظت شده، نصب شده‌اند. و وقتی روشن می‌شوند که گاز کربنیک آزاد شده باشند.

- چراغ‌های هشدار با رنگ قرمز منقطع (هشدار حریق) SGJ 10EG010 و SGJ 10EG015.  
دو چراغ چشمک‌زن قرمز هشداردهنده در بیرون و کنار اتاقک توربین نصب شده‌اند، هنگامی روشن می‌شوند که آشکارسازی تحریک شده باشد.
- چراغ‌های هشدار با رنگ ثابت سبز (قفل شدن گاز کربنیک) SGJ 10EG001-H01 و SGJ 10EG002-H01.  
چراغ سبز، بیرون در ورودی هر اتاقی حفاظت‌شده نصب شده است، چراغ وقتی روشن می‌شود که سیستم به وسیله ادوات قفل‌کننده قفل شده باشد.
- سیرن‌ها (الکتریکی) SGJ 10EJ005.  
یک سیرن در هر اتاق حفاظت‌شده نصب شده است که هنگام اعلام حریق فعال می‌شود.
- سیرن‌ها (مکانیکی) SGJ 10EJ010.  
یک سیرن مکانیکی که با گاز کربنیک کار می‌کند داخل هر اتاق حفاظت‌شده نصب شده است، وقتی به کار می‌افتد که گاز کربنیک آزاد شده و واحد تأخیردهنده فعال شده باشد، صدای ناشی از این سیرن با صدای سیرن برقی تفاوت دارد.
- دکمه‌های فشاری دستی SGJ 10EA001 و SGJ 10EA002.  
یک دکمه فشار با پوشش محافظ برای آزادسازی دستی گاز کربنیک در هر خروجی اتاق‌های حفاظت‌شده، نصب شده است.
- گرم‌کن الکتریکی SGJ 10AH005 و SGJ 10AH010.  
گرم‌کن‌های الکتریکی به منظور کمک و آماده نگهداشتن مخازن گاز کربنیک نصب شده‌اند.  
گرم‌کن‌ها فشاری مربوطه را در حداقل ۵+ درجه سانتی‌گراد در مقابل سرد شدن هوای محیط بیرون نگه می‌دارند.
- کنترل‌کننده دما SGJ 10CT105.  
کنترل‌کننده دمای قفسه مخازن گاز کربنیک.
- دریچه‌های بسته شونده SGJ 10AB005، SGJ 10AB010 و SGJ 10AB020.  
اگر سیستم اطفاء حریق فعال شود به جهت ایجاد تراکم گاز کربنیک در اتاق یک دریچه هوای بسته شونده در هر کانال هوا بسته می‌شود.  
در دریچه‌های بسته‌شونده از نیروی فنر و غیرفعال کردن شیر برقی مربوطه جهت بستن دریچه‌ها استفاده شده است.  
دریچه‌های بسته‌شده بخشی از سیستم تهویه که شرح داده شد، می‌باشند.



We reserve all rights in this document and in the information contained therein. Reproduction, use or disclosure to third parties without express authority is strictly forbidden.

### LEGEND FOR SYMBOLS

DELIVERY LIMIT:  
C=CUSTOMER  
S=SIEMENS

- PIPE LIMIT
- SYSTEM LIMIT
- △ DESIGN DATA LIMIT

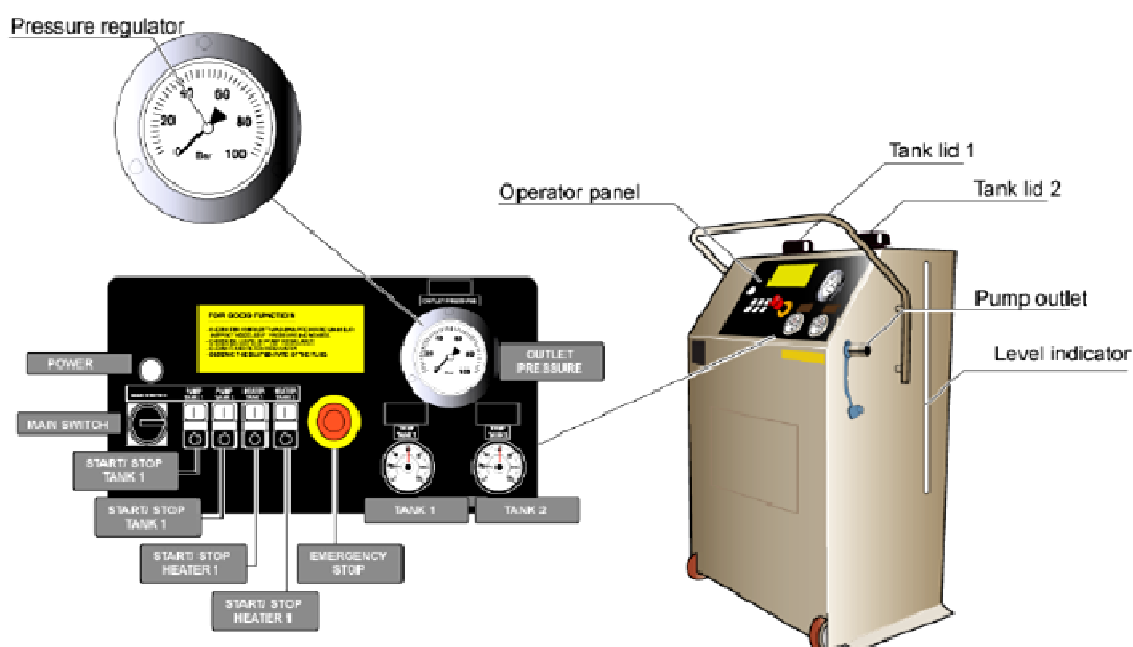
bar(g) / °C      DESIGN PRESS./TEMP.

|             |                  |           |             |
|-------------|------------------|-----------|-------------|
| a           | SGJ10EG015 moved | 04.11.05  | XALSW       |
| Latest rev. | Revision text    | Rev. date | Prepared by |

|                                              |                                                  |                      |                                                                |                                                                                       |                 |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Original Date<br>04.10.04                    | Based on Doc. No / Latest revision<br>2042760 /d |                      | Title<br><br>FIRE EXTINGUISHING SYSTEM CO2<br>GAS TURBINE ROOM |  |                 |
| Appr. by<br>2004-10-15<br>Annette Joëlsson   | Designation<br>SGJ10                             |                      |                                                                |                                                                                       | Lang.<br>E      |
| Checked by<br>2004-10-15<br>Torbjörn Nilsson | Prepared by<br>ULHO/O.KÜLBEL                     |                      |                                                                |                                                                                       |                 |
| Latest revision<br>a                         | Archive<br>—                                     | Resp. dept.<br>16433 | Order No<br>B004971                                            | Plant or type<br>IGAT V                                                               | No. of sh.<br>1 |
| HG<br>9100                                   | SIEMENS                                          |                      |                                                                | Document No.<br>2047347                                                               | Sheet<br>1      |

## بخش چهاردهم

### سیستم شستشو



مرکز آموزش OTC

مرجع: Gas Turbine SGT600

Basic Training Siemens

ترجمه: محمدجواد رضایی

**هدف:**

هدف از سیستم شستشوی کمپرسور تأمین محلول شستشو دهنده و آبکشی به مقداری است که عملکرد ، بازده و سطح انتشار گازها در اگزوز در مقدار مناسب و قابل قبولی باقی بماند.

- برای تأمین ماده شستشو دهنده و محلول آبکشی
- برای تخلیه مایع به بیرون توربین
- برای گرم کردن و کنترل دمای مایعات و محلول های شوینده و آبکشی
- برای کنترل فشار و جریان محلول به افشانک ها و به داخل توربین
- برای خشک و پاکسازی محلول های شوینده با هوای ابزار دقیق
- برای جمع آوری محلول های خارج شده از توربین

**شرح کلی سیستم (باتوجه به P&ID شستشو SDB – No. 2047345):**

این سیستم شامل واحد شوینده، یک مخزن جهت محلول شوینده و یک مخزن جهت آب برای آبکشی می باشد. در هر مخزن یک گرم کن وجود دارد که محلول را قبل از استفاده گرم می کند. واحد شوینده دارای یک پمپ است که محلول را از طریق افشانک ها به توربین گاز می پاشد. این واحد جهت حمل و نقل دارای چرخ بوده لیکن بیشتر اوقات به چهار چوب توربین پیچ می شود.

گرم کن های ضد یخ زدگی، واحد شوینده و لوله ها را در زمستان در مقابل یخ زدگی محافظت می کنند. واحد شوینده از تابلوی کنترل واحد، فرمان کار و توقف می گیرد.

برای تخلیه محلول از توربین گاز هنگام شستشو، تعدادی شیر تخلیه در نقاط زیر در نظر گرفته شده است.

- شیر تخلیه در هواگیر
- شیر تخلیه در بخش فشار پایین کمپرسور
- شیر تخلیه در بخش فشار بالای کمپرسور
- شیر تخلیه در بخش محفظه احتراق
- شیر تخلیه در بخش توربین قدرت
- شیر تخلیه در بخش کانال اگزوز



محفظه هواگیر حین شستشو و بعد از آن برای جلوگیری از بوجود آمدن یخ در فضای مکش کمپرسور در شرایط یخ‌بندان تخلیه و خشک می‌شود.

آب به صورت ثقلی از محفظه هواگیر و از راه شیر یک طرفه خارج شده و به مخزن فاضلاب ریخته می‌شود.

تمام پنج شیر تخلیه به دسته باز و بسته کردن دستی مجهز می‌باشند.

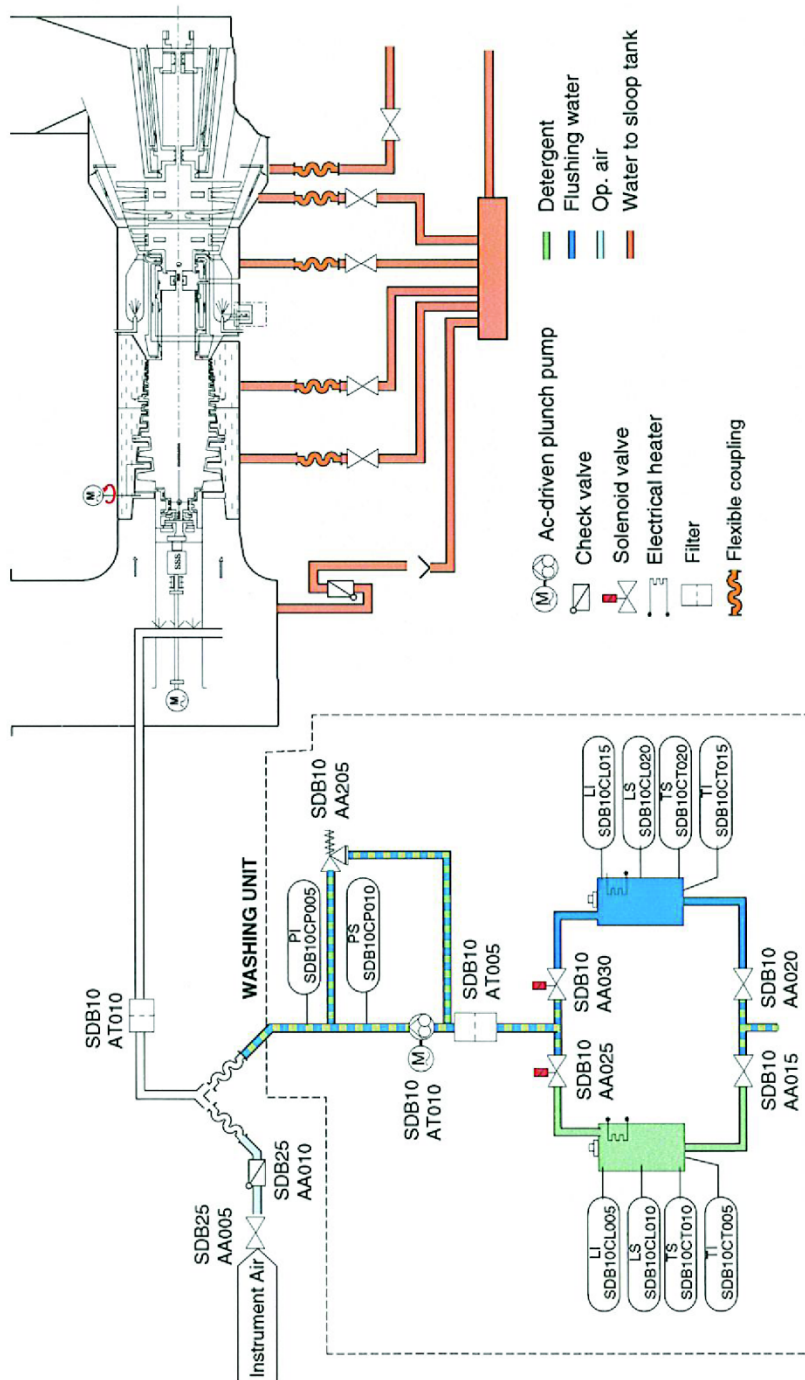
مایع خارج شده از توربین و هواگیر در مخزن فاضلاب جمع‌آوری می‌شود.

مخزن به صورت دستی خالی می‌شود. جهت دیدن سطح مایع بصورت محلی مخزن دارای نشان دهنده سطح می‌باشد.

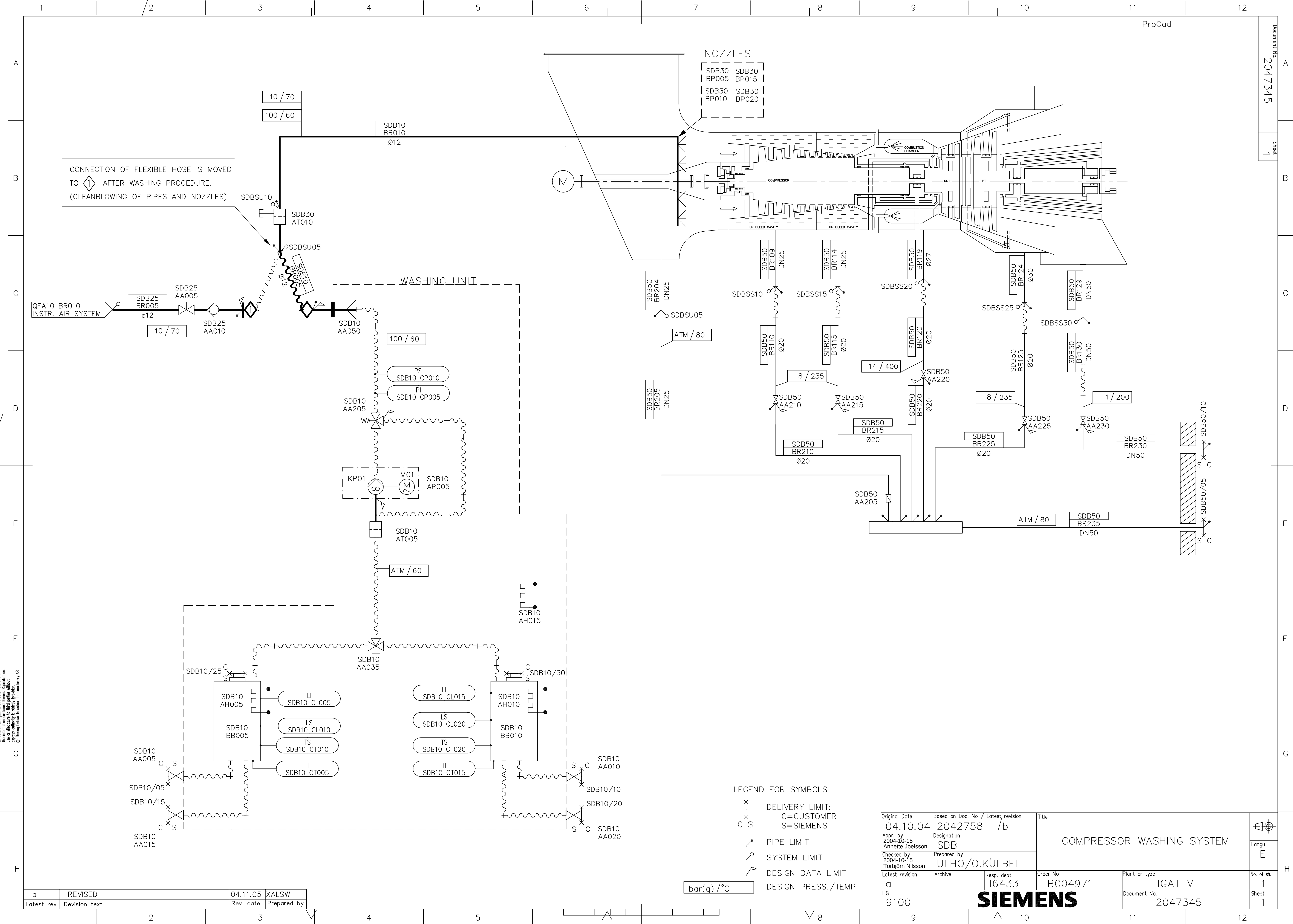
**یادآوری:** برای کار با واحد شوینده، محدودیت‌های شستشو و جدول شستشو به بخش

دستورالعمل‌های شستشوی کمپرسور مراجعه شود.

## SDB Washing system

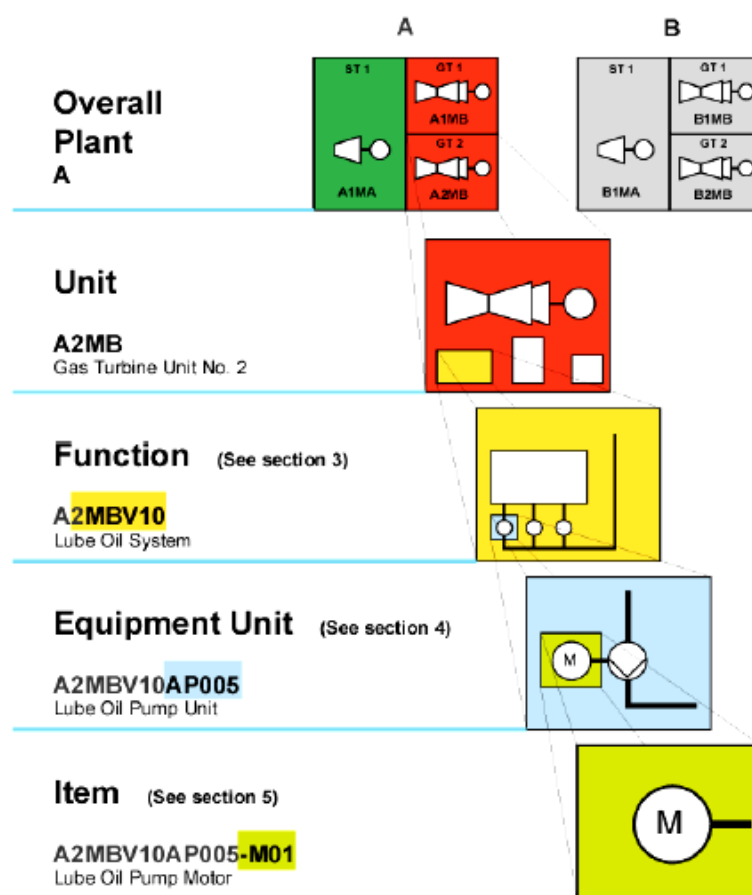






## بخش پانزدهم

### معرفی سیستم کدگذاری KKS



مرکز آموزش OTC

مرجع: Gas Turbine SGT600

Basic Training Siemens

## بخش پانزدهم: معرفی سیستم کدگذاری KKS

### 1 - مقدمه:

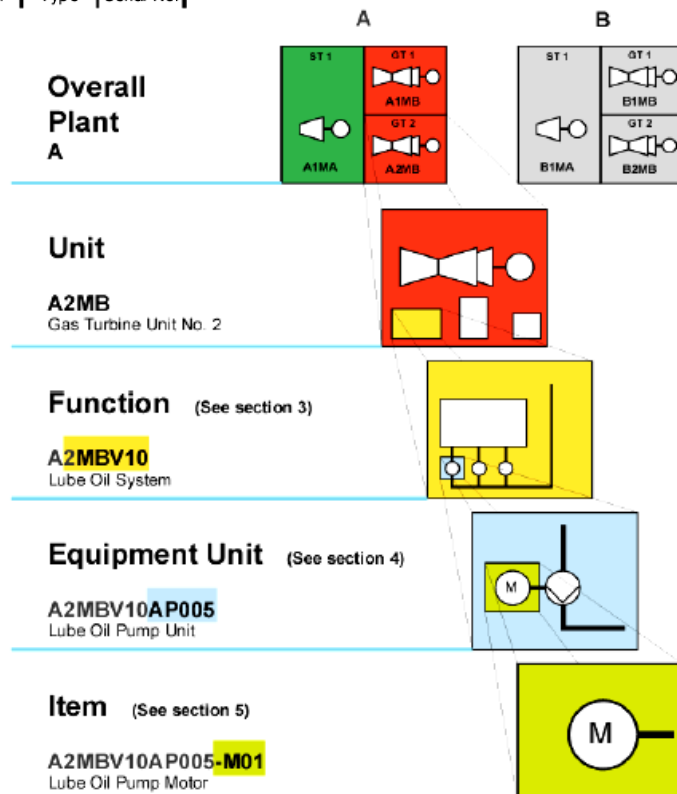
این سند نقش و علامت‌های سیستم استفاده شده توسط بخش صنعت توربوماشین‌های زیمنس (SIT) AB برای پلنت‌ها و تحویل کالاهای شامل توربین را شرح می‌دهد. این سیستم بر مبنای (Kraftwerk – Kennzeichen – System) پایه‌گذاری شده و برای شناسایی پلنت‌ها، بخش‌های تأسیسات، تجهیزات و مطابق با کار آنها می‌باشد.

KKS دارای سه نوع شناسایی می‌باشد:

- ✓ شناسایی براساس فرآیند (کاری).
- ✓ شناسایی براساس محل نصب (معمولاً برای توربوماشین‌ها استفاده نمی‌شود).
- ✓ شناسایی براساس منطقه (معمولاً برای توربوماشین‌ها استفاده نمی‌شود).

### 2- شناسایی فرآیند مربوطه: 2- Process related identification

| Overall Plant | Function |        |         | Equipment Unit |            | Item |            |
|---------------|----------|--------|---------|----------------|------------|------|------------|
| A             | 2        | MBV    | 10      | AP             | 005        | -M   | 01         |
|               | Unit     | System | Section | Type           | Serial No. | Type | Serial No. |



|                                  |               |               |                |         |
|----------------------------------|---------------|---------------|----------------|---------|
| Serial number of breakdown level | 0             | 1             | 2              | 3       |
| Name of breakdown level          | Overall Plant | Function      | Equipment Unit | Item    |
| Type of data character           | (A) or (N)    | (N) A A A N N | A A N N N (A)  | A A N N |

( ) = These data characters may be omitted.

A = Alphanumeric symbols (letters, special symbols)

N = Numerical symbols (digits)

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |       |                |      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------|----------------|------|
| <b>Example:</b><br><br>A<br><br>Serial number and name of breakdown level:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 2        | MBV10 | AP005          | M01  |
| Overall Plant                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Function |       | Equipment Unit | Item |
| A or N                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | N        | AAANN | AANNN(A)       | AANN |
| Overall Plant. It may be necessary to identify units, unit-free plants or expansion stages within a power station, such that a clear and unambiguous distinction exists between them. The level Overall Plant can be omitted when the designation used in the power plant is otherwise unambiguous.                                                                                                                                                                                                                  |          |       |                |      |
| A or N                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | N        | AAANN | AANNN(A)       | AANN |
| Prefix number. If in the Overall Plant two or more identical subsystems are to be identified the prefix number is used to distinguish between them. E.g. two turbo sets, two boiler plants.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |          |       |                |      |
| A or N                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | N        | AAANN | AANNN(A)       | AANN |
| Function. The alphabetical symbol of this breakdown level are used to classify and divide the Overall Plant into subsystems or systems. The digits are of no significance as far as classification is concerned; these simply count and subdivide the unit (e.g. line) coded in the last alphanumeric symbol. E.g. MBV51, MBV52, MBV53 represents three lines in the lube oil system. See Appendix A.                                                                                                                |          |       |                |      |
| A or N                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | N        | AAANN | AANNN(A)       | AANN |
| Equipment Unit. The first two alphabetical symbols are used to distinguish between the mechanical apparatus and equipment units, electrical and I&C equipment, and between the measuring and closed-loop control circuits. The digits are of no significance as far as classification is concerned, they are consecutive numbers in respectively system. If required, the last alphanumeric symbol can be used to designate pilot valves, dual-thermometers etc. See Appendix B.                                     |          |       |                |      |
| A or N                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | N        | AAANN | AANNN(A)       | AANN |
| Item. In case of electrical and I&C equipment this section serves for designation of equipment item - e.g. switches, push buttons, measuring instruments. For mechanical and process engineering this level can be used to designate mechanical equipment and items, such as pump couplings and gear units. At this breakdown level the digits are used for counting only. E.g. KA01 equals globe valve with consecutive number 1, -P05 equals electrical measuring instrument consecutive number 5. See Appendix C. |          |       |                |      |

**A Grid and distribution systems**

**AE 110 kv systems**

AEA Unit circuit breaker 60 kV

**AK 10 kv systems**

AKA Unit circuit breaker 15 kV

**B Power transmission and auxiliary power supply**

**BA Power transmission**

BAA Generator leads

BAC Generator circuit breaker

BAT Generator transformers

BAW Earthing and lighting protection systems

BAX Fluid supply system for control and protection equipment

**BB Medium-voltage distribution boards and transformers, normal system**

BBA Medium voltage distribution boards, normal system

**BF Low voltage main distribution boards and transformers, normal system**

BFA Low voltage main distribution boards, normal system

**BP Power installations for variable-speed drives**

BPA Power installations for variable-speed drives

**BR Low voltage distribution boards, uninterruptible (converter) power supply, UPS**

BRA Low voltage distribution boards, uninterruptible (converter) power supply

BRU Converter (static), inverter

BRV Emergency power generating equipment



**BT                      Battery systems**

BTA-BTK              Batteries (free for use according to voltage level)

BTL-BTV              Battery chargers (free for use according to voltage level)

BTW                    Common equipment

**BU                      Direct voltage distribution boards, normal system**

BUA-BUJ              Direct voltage distribution boards

**C                      Instrumentation and control equipment****CA                      Protective interlocks**

CAA-CAB              Cabinets for protective interlocks

**CB                      Functional group control, sub loop control**

CBP                    Cabinets for synchronization

**CE                      Annunciation**

CEA                    Cabinets for annunciation systems

**CF                      Measurement, recording**

CFA-CFE              Cabinets for measurement

**CH                      Protection**

CHA-CHB              Cabinets for generator and transformer protection

CHE                    Turbine Protection

**CJ                      Unit coordination level**

CJA                    Unit control system (including cabinets)

CJF                    Boiler control system (including cabinets)

CJJ                    Instrumentation and control cabinets for steam turbine set

CJP-CJQ              Instrumentation and control cabinets for gas turbine set

**CK                      Process computer system**

CKA                    Online supervisory and diagnostic computer

**CN                      Cubicles**

CNA                    Control cubicle

**CR Control equipment**

CRB Control equipment

**CW Control rooms**

CWA-CWB Main control videos and consoles

CWF Main control panels

**CY Communication equipment**

CYA Telephone system

CYB Control console telephone system

CYC Alarm system (acoustic)

CYD Alarm system (optical)

CYE Fire alarm system

CYF Clock system

CYG Remote control system

CYH Telemetry system

**E Conventional fuel supply and residues disposal****EG Supply of liquid fuels (External liquid fuel system)**

EGA Receiving equipment incl. pipeline

EGB Tank farm

EGC Pump system

EGD Piping system

EGR Residues removal system

EGT Heating medium system

**EK Supply of gaseous fuel**

EKA Receiving equipment incl. pipeline (External gas fuel system)

EKB Moisture separation system

EGC Heating system

EKD Main reducing station, expansion turbine

EKF Storage system

EKG Piping system



## **G      Water supply and disposal**

### **GA              Raw water supply**

|     |                                 |
|-----|---------------------------------|
| GAA | Extraction, mechanical cleaning |
| GAC | Piping and channel system       |
| GAD | Storage system                  |

### **GC              Treatment system**

|     |                                                                     |
|-----|---------------------------------------------------------------------|
| GCB | Filtering, mechanical cleaning system                               |
| GCE | Acid proportioning system                                           |
| GCF | Ion exchange, reverse osmosis system                                |
| GCJ | Preheating, cooling system                                          |
| GCK | Piping system, temporary storage system, pump system for main fluid |

### **GH              Distribution system**

|     |                                                        |
|-----|--------------------------------------------------------|
| GHC | Distribution system after treatment (demineralization) |
|-----|--------------------------------------------------------|

### **GK              Drinking water supply**

|         |                                          |
|---------|------------------------------------------|
| GKB     | Storage, forwarding, distribution system |
| GKC-GKE | Drinking water supply                    |

### **GN              Process drains treatment system**

|     |                                       |
|-----|---------------------------------------|
| GNB | Filtering, mechanical cleaning system |
|-----|---------------------------------------|

## **H      Conventional heat generation**

### **HA              Pressure system**

|     |                                              |
|-----|----------------------------------------------|
| HAC | Economizer system                            |
| HAD | Evaporator system                            |
| HAH | HP super heater system                       |
| HAN | Pressure system drainage and venting systems |

### **HN              Flue gas exhaust**

|     |                              |
|-----|------------------------------|
| HNA | Ducting system               |
| HNE | Smoke stack system (chimney) |

## **L      Steam, water, gas cycles**

### **LA          Feed water system**

|     |                                |
|-----|--------------------------------|
| LAA | Storage, deaeration            |
| LAB | Feed water piping system       |
| LAC | Feed water pump system         |
| LAE | HP desuperheating spray system |
| LAF | IP desuperheating spray system |

### **LB          Steam system**

|     |                                                          |
|-----|----------------------------------------------------------|
| LBA | Main steam piping system                                 |
| LBB | Hot reheat piping system                                 |
| LBC | Cold reheat piping system                                |
| LBD | Extraction piping system                                 |
| LBE | Back-pressure piping system                              |
| LBH | Start-up steam system, shutdown steam system             |
| LBQ | Extraction steam piping system for HP feed water heating |
| LBS | Extraction steam piping system for LP feed water heating |

### **LC          Condensate system**

|     |                                      |
|-----|--------------------------------------|
| LCA | Main condensate piping system        |
| LCB | Main condensate pump system          |
| LCE | Condensate superheating spray system |

### **LF          Common installations for steam, water, gas cycles**

|     |                                                                                                        |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| LFN | Proportioning system for feed water, condensate system, incl. proportioning in boiler and turbine area |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## **M      Main machine sets**

### **MA          Steam turbine plant**

|     |                                                                        |
|-----|------------------------------------------------------------------------|
| MAA | HP-turbine system                                                      |
| MAB | MP-turbine system                                                      |
| MAC | LP-turbine system                                                      |
| MAG | Condensing system (Condenser system)                                   |
| MAJ | Air removal system (Evacuation system)                                 |
| MAK | Transmission gear between prime mover and driven machine (Gear system) |
| MAL | Drain and vent systems (Drain system)                                  |
| MAM | Leak-off steam system                                                  |
| MAV | Lubricant supply system (Lube oil system)                              |

|     |                                                                                                |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| MAW | Sealing, heating and cooling steam system (Sealing steam system)                               |
| MAX | Non-electric control and protection equipment including fluid supply system (Hydraulic system) |
| MAY | Electrical control and protection equipment (Turbine controller)                               |

**MB Gas turbine plant**

|     |                                                                            |
|-----|----------------------------------------------------------------------------|
| MBA | Turbine, compressor rotor with common casing (Gas turbine system)          |
| MBB | Turbine casing and rotor (Power turbine system)                            |
| MBH | Cooling and sealing gas system                                             |
| MBJ | Start-up unit (Starting system)                                            |
| MBK | Transmission gear between prime mover and driven machine                   |
| MBL | Intake air, cold gas system                                                |
| MBM | Combustion chamber                                                         |
| MBN | Fuel supply system (Liquid fuel system)                                    |
| MBP | Fuel supply system (Gas fuel system)                                       |
| MBQ | Ignition fuel supply system                                                |
| MBR | Exhaust gas system                                                         |
| MBT | Motive gas generator unit, incl. combustion chamber (Gas generator system) |
| MBU | Additive system                                                            |
| MBV | Lubricant supply system                                                    |
| MBX | Non-electric control and protection equipment, incl. fluid supply          |

**MK Generator plant**

|     |                                                                                                                                  |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| MKA | Generator, complete                                                                                                              |
| MKB | Generator exciter set, including set with electrical braking system<br>(uses only if *MKC* is not sufficient for identification) |
| MKC | Generator exciter set, including set with electrical braking system                                                              |
| MKD | Bearings                                                                                                                         |
| MKY | Control and protection equipment                                                                                                 |

**MM Compressor plant**

|     |                                   |
|-----|-----------------------------------|
| MMA | Compressor incl. internal systems |
| MMC | Suction piping system             |
| MMG | Gas cooling system                |
| MMH | Discharge piping system           |
| MMV | Lubricant supply system           |
| MMW | Sealing fluid supply system       |
| MMY | Control and protection equipment  |

**MP Common installations for main machine sets**

MPS Drying and lay-up system

**N Process energy supply for external users**

**NA Process steam system**

NAA Piping system (steam)

NAB Piping system (condensate)

**P Cooling water systems**

**PA Circulating (main cooling) water system**

PAC Circulating (main cooling) water pump system

PAH Condenser cleaning system

**PG Closed cooling water treatment system for conventional area**

PGA-PGU Closed cooling water system for conventional area

**Q Auxiliary systems**

**QE General compressed air and carrier air supply**

QEA Central compressed air and carrier air generation system

QEB Central compressed air and carrier air distribution system

QEC General compressed air and carrier air supply

**QF General control air supply**

QFA Central control air generation system (Instrument air system)

QFB Central control air distribution system

QFD General control air supply

QFE General control air supply

**QL Feed water, steam, condensate cycle of auxiliary steam generating and distribution system**

QLA Feed water system

QLB Steam system

**QU Sampling systems for conventional areas**

QUA-QUB Sampling system for conventional area

## **S Ancillary systems**

### **SA Heating, ventilation, air-conditioning (HVAC) systems for conventional area**

SAA-SAU Heating, ventilation, air-conditioning (HVAC) systems for conventional area (building specific)

SAG Ventilation system gas turbine

### **SD Stationary cleaning systems**

SDA-SDU Stationary cleaning systems

SDB Compressor washing system

### **SF Heating and fuel gas system**

SFY Control and protection equipment (Gas detection system)

### **SG Stationary fire protection systems**

SGA Fire water system, conventional area

SGC Spray deluge system

SGE Sprinkler system

SGF Foam fire-fighting systems

SGJ CO2 fire fighting system

### **SM Cranes, stationary hoists and conveying appliances**

SMA-SMU Cranes, stationary hoists and conveying appliances

#### ۴- کدهای اصلی تجهیزات: Equipment unit code key

##### **A Mechanical equipment**

|    |                                                                 |
|----|-----------------------------------------------------------------|
| AA | Valves, dampers etc.                                            |
| AB | Isolating elements, air locks                                   |
| AC | Heat exchangers, heat transfer surfaces                         |
| AE | Turning, driving, lifting and slewing gear                      |
| AF | Continuous conveyors, feeders                                   |
| AG | Generator units                                                 |
| AH | Heating, cooling and air conditioning units                     |
| AM | Mixers, agitators                                               |
| AN | Compressor units, fans                                          |
| AP | Pump units                                                      |
| AT | Cleaning, drying, filtering and separating equipment            |
| AU | Braking, gearbox, coupling equipment, non-electrical converters |
| AV | Combustion equipment                                            |

##### **B Mechanical equipment**

|    |                                      |
|----|--------------------------------------|
| BB | Storage equipment (tanks)            |
| BN | Jet pumps, ejectors, injectors       |
| BP | Flow restrictors, limiters, orifices |
| BR | Piping, ductwork, chutes             |
| BS | Silencers                            |
| BU | Insulation, sheathing                |

##### **C Direct measuring circuits**

|    |                                                   |
|----|---------------------------------------------------|
| CD | Density                                           |
| CE | Electrical variables                              |
| CF | Flow, rate                                        |
| CG | Distance, length, position, direction of rotation |
| CH | Manual input as manually operated sensor          |
| CK | Time                                              |
| CL | Level                                             |

|    |                      |
|----|----------------------|
| CM | Moisture, humidity   |
| CP | Pressure             |
| CS | Velocity, speed      |
| CT | Temperature          |
| CY | Vibration, expansion |

## **D      Closed loop control circuits**

|    |                      |
|----|----------------------|
| DD | Density              |
| DE | Electrical variables |
| DF | Flow, rate           |
| DG | Distance, length     |
| DL | Level                |
| DM | Moisture, humidity   |
| DP | Pressure             |
| DS | Velocity, speed      |
| DT | Temperature          |
| DV | Viscosity            |
| DW | Weight, mass         |
| DY | Vibration, expansion |

## **E      Analog and binary signal conditioning**

|       |                                                  |
|-------|--------------------------------------------------|
| EA-EE | Open loop control                                |
| EG-EK | Alarm, annunciation                              |
| EM-EQ | Process computer                                 |
| EU    | Combined analogue and binary signal conditioning |
| EW-EZ | Protection                                       |

## **F      Indirect measuring circuits**

|    |                                                   |
|----|---------------------------------------------------|
| FD | Density                                           |
| FE | Electrical variables                              |
| FF | Flow, rate                                        |
| FG | Distance, length, position, direction of rotation |
| FL | Level                                             |
| FM | Moisture, humidity                                |



|    |                      |
|----|----------------------|
| FS | Velocity, speed      |
| FT | Temperature          |
| FV | Viscosity            |
| FW | Weight, mass         |
| FY | Vibration, expansion |

## **G      Electrical equipment**

|       |                                                                                                |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| GA-GE | Junction boxes and cable (bus bar penetrations)                                                |
| GH    | Electrical and instrumentation and control installation units as preprocess system             |
| GK    | Information display and operator control equipment for process computers and automation system |
| GM    | Junction boxes for light-current systems of national telecommunication services                |
| GP    | Sub distribution/junction boxes for lighting                                                   |
| GQ    | Sub distribution/junction boxes for power sockets                                              |
| GR    | DC generating equipment, batteries                                                             |
| GS    | Switch gear equipment                                                                          |
| GT    | Transformer equipment                                                                          |
| GU    | Converter equipment                                                                            |
| GV    | Structure related earthing and lightning protection equipment, surge arrestors                 |
| GW    | Cabinet power supply equipment                                                                 |
| GX    | Actuating equipment for electrical variables                                                   |
| GY    | Junction boxes for light current systems                                                       |
| GZ    | Hangers, supports and racks for electrical and instrumentation and control equipment           |

## ۵- کدهای اصلی اجزاء: 5- Item code key

### **K Mechanical items**

|    |                                                                    |
|----|--------------------------------------------------------------------|
| KA | Gate valves, globe valves, dampers, cocks, rupture disks, orifices |
| KB | Gates, doors, dam boards                                           |
| KC | Heat exchangers, coolers                                           |
| KD | Vessels/tanks, pools, surge tanks                                  |
| KE | Turning, driving, lifting and slewing gear                         |
| KN | Compressors, blowers, fans                                         |
| KP | Pumps                                                              |
| KT | Cleaning machines, dryers, separators, filters                     |
| KV | Burners, grates                                                    |

### **M Mechanical items**

|    |                                        |
|----|----------------------------------------|
| MB | Brakes                                 |
| MF | Foundations                            |
| MG | Gear boxes                             |
| MK | Clutches, couplings                    |
| MM | Engines                                |
| MR | Piping components, ductwork components |
| MS | Positioner                             |
| MT | Turbines                               |
| MU | Transmission gear                      |

### **Q Instrumentation and control items**

|    |                                                    |
|----|----------------------------------------------------|
| QB | Sensors                                            |
| QH | Signaling devices                                  |
| QN | Controllers, fly bolt governor                     |
| QP | Measuring instruments, testing equipment           |
| QR | Instrument piping                                  |
| QT | Thermo wells and pockets for protection of sensors |

## **X     Signal origins**

XA-XZ        Signal origins (free for use)

## **Y     Signal applications**

YA-YZ        Signal applications (free for use)

## **Z     Gated signals**

ZA            Gated signal for alarm

ZT            Gated signal for shut down

## **-     Electrical items**

-A            Assemblies and subassemblies

-B            Transducers for non-electrical to electrical variables and vice-versa

-C            Capacitors

-D            Binary elements

-E            Special components

-F            Protective devices

-G            Generators, power supplies

-H            Signaling devices

-K            Relays, contractors

-L            Inductors

-M            Motors

-N            Amplifiers, controllers

-P            Measuring instruments, testing equipment

-Q            Power switchgear

-R            Resistors

-S            Switches, selectors

-T            Transformers

-U            Modulators

-V            Tubes, semiconductors

-W            Transmission paths, waveguides, aerials

-X            Terminals, plugs, sockets

-Y            Electrical positioners

-Z            Terminations, balancing equipment, filters, limiters, cable terminations

# REVISION

| Rev.<br>ind. | Page (P)<br>Chapt. (C) | Description                                                                               | Date<br>Dept. / Init. |
|--------------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A            | P 19                   | Adjustment, Revision page added                                                           | 040202 AQI/LL         |
| B            | -                      | Company name has changed to Siemens Industrial Turbomachinery AB (SIT)                    | 050415 AQI/AR         |
| C            | P 3<br>-               | Turbine deliveries changed to plant and turbine deliveries.<br>Spelling errors corrected. | 060707<br>GPMT/LFN    |
|              |                        |                                                                                           |                       |

پیوست

P&ID ها