بسم الله الرحمن الرحیم

بسمه تعالی

مدیریت تحصیلات تکمیلی

تعهد نامه اصالت اثر

اینجانب **مهدی نظری** متعهد می‌شوم که مطالب مندرج در این پایان نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب است و دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این پژوهش از آن استفاده شده است، مطابق مقررات ارجاع و در فهرست منابع و مأخذ ذکرگردیده است. این پایان نامه قبلاً برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارائه نشده است. در صورت اثبات تخلف(در هر زمان) مدرک تحصیلی صادر شده توسط دانشگاه از اعتبار ساقط خواهد شد.

کلیه حقوق مادی و معنوی اثر متعلق به دانشگاه شهید رجایی می‌باشد .

امضاء

مهدی نظری

تهران - لویزان - کدپستي ۱۶۷۸۸- صندوق پستي ۱۶۳-۱۶۷۸۵ تلفن ۹-۲۲۹۷۰۰۶۰
(داخلي ۲۳۴۷)نمابر ۲۲۹۷۰۰۱۱ پست الکترونیک sru@sru.ac.ir

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

طراحی سیستم HMI جهت سیستم کنترل توربین های گازی 25 مگاواتی

نگارش

مهدی نظری

استاد راهنما: دکتر محمد حسین رفان

استاد مشاور: مهندس ساره بهمن پور

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی برق – کنترل

اسفند 1391

بسمه تعالي

شماره: ۱۳۹۱۷۴
تاریخ: ۹۲/۷/۱۴
پیوست:

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

صورتجلسهٔ دفاع پایان‌نامه تحصیلی دوره کارشناسی ارشد

با تأییدات خداوند متعال و با استعانت از حضرت ولی عصر (عج) جلسه دفاع از پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد آقای مهدی نظری رشتهٔ: مهندسی برق- کنترل با عنوان: طراحی سیستم HMI جهت سیستم کنترل توربین‌های گازی ۲۵ مگاواتی، که در تاریخ ۹۱/۱۲/۲۶ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی برگزار گردید و نتیجه به شرح زیر اعلام گردید.

☑ قبول (بادرجه عالی و امتیاز ۱۸/۵) ☐ دفاع مجدد ☐ مردود.

۱ ـ عالی (۲۰ – ۱۹)

۲ ـ بسیار خوب (۱۸/۹۹ – ۱۸)

۳ ـ خوب (۱۷/۹۹ – ۱۶)

۴ ـ قابل قبول (۱۵/۹۹ – ۱۴)

۵- غیرقابل قبول (کمتر از ۱۴)

اعضاء	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	امضاء
استاد راهنما	دکتر محمدحسین رفان	استادیار	
استاد مشاور	مهندس ساره بهمن پور	کارشناس ارشد	
استاد داور داخلی	دکتر پیمان نادری	استادیار	
استاد داور خارجی	دکتر علیرضا فاتحی	دانشیار	
نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر نسترن واثق	استادیار	

دکترشهریار شیروانی‌مقدم

سرپرست دانشکده مهندسی برق‌وکامپیوتر

۹۲/۷/۱۴

تهران، لویزان، کد پستی:۱۵۸۱۱-۱۶۷۸۸
صندوق پستی: ۱۶۳-۱۶۷۸۵
تلفن: ۹-۲۲۹۷۰۰۶۰ فکس: ۲۲۹۷۰۰۳۳
Email:sru@sru.ac.ir
www.srttu.edu

تقدیم به ساحت مقدس امام و شهدای حج

تقدیم به همسر عزیزم

تقدیر و تشکر

سپاس بی انتها خداوند یکتایی را که پروردگار جهانیان است، کریم بنده نوازی که به ما توانایی علم آموزی بخشید و در این راه ما را کمک نمود.

تشکر و امتنان از اساتید همیشه راهنمایم جناب آقای دکتر رفان و سرکار خانم مهندس بهمن پور که با سعه صدر فراوان و با تلاش های پیگیر و دلسوزانه مرا در این امر مهم راهنمایی نمودند، در پناه خالق نیلوفرها جاوید بمانید.

در پایان نیز از همکاری گروه صنعتی مپنا که با در اختیار گذاشتن منابع فنی و امکانات نرم افزاری و سخت افزاری با اینجانب همکاری نمودند و همچنین از کارشناسان شرکت مکو آقایان: مهندس شاه بنده، خوانین زاده، ایمانی، سلامت، ایرانیان و سایر عزیزانی که به هر نحو در انجام این پروژه مرا یاری نمودند کمال تشکر وقدر دانی را داشته و از درگاه احدیت برایشان آرزوی توفیق و سعادت دارم.

چکیده

امروزه توربین های گاز به دلیل خصوصیات ویژه ای که دارند در بسیاری از صنایع از جمله صنعت برق، صنایع هواپیمایی، صنایع نفت و گاز مورد استفاده قرار می گیرد. یکی از کاربرد های توربین گاز به عنوان توربوکمپرسور می باشد که کاربردهای مختلفی در صنایع نفت و گاز دارد به عنوان نمونه در ایستگاه های تقویت فشارگاز برای انتقال گاز مورد استفاده قرار می گیرد.

با توجه به وسعت و پیچیدگی کنترل سیستم های توربین گاز که از ورودی ها و خروجی های بسیاری تشکیل شده اند، به ناچار از سیستم های کنترل توزیع یافته (DCS) استفاده می گردد. با توجه به ساختار هرمی سیستم های DCS، بخش مهمی تحت عنوان مانیتورینگ فرایند نمایان می گردد که جهت مدیریت و انجام امور کاربری در کل فرایند بکار می رود. با استفاده از این بخش که در حقیقت رابط میان انسان و دستگاه های کنترلی از جمله PLC ها می باشد می توان مانیتورینگ فرایند، جمع آوری داده، پردازش داده، ذخیره سازی داده، کنترل فرایند و اعلام خطر در مواقع لازم و همچنین در برخی مواقع کارهای مدیریتی را نیز انجام داد. مجموعه این عملکردها را تحت عنوان رابط ماشین و انسان (HMI[1]) می شناسیم.

در این پروژه ابتدا مروری بر ساختار توربین های گاز و عملکرد سیستم های مختلف آن داشته و در ادامه ساختار سیستم های HMI و برخی از نرم افزارهای آن مورد بررسی قرار گرفته اند. سپس با توجه به توانایی های نرم افزار LabVIEW، سیستم HMI توربوکمپرسور با این نرم افزار برنامه نویسی و طراحی گردید. ارتباط بین نرم افزار LabVIEW و PLC از طریق استاندارد OPC برقرار شد. مانیتورینگ، گرافیک مناسب تجهیزات، منحنی های Trend پارامترها، اعلام رخدادها و هشدارها، ثبت و ذخیره طولانی مدت داده ها برخی از امکانات طراحی شده برای این سیستم می باشند. با توجه به نتایج موفقیت آمیز آزمایشات، این سیستم می تواند به عنوان سیستم HMI توربوکمپرسور مورد استفاده قرار گیرد.

کلمات کلیدی: توربوکمپرسور، سیستم کنترل توزیع یافته(DCS)، استاندارد OPC، رابط میان انسان و ماشین(HMI)، نرم افزار Labview

[1]- Human Machine Interface

فهرست مطالب

فصل اول مقدمه ای بر توربین های گاز 1
1-1-تاریخچه توربین گاز 2
2-1- نقش توربین گاز در صنعت 3
3-1- مزایای توربین گازی 3
4-1- معایب توربین گازی 4
5-1- تئوری فرایندهای توربین گازی 4
1-5-1- مقدمه 4
2-5-1-کمپرسور 6
3-5-1- محفظه احتراق 7
3-5-1- توربین 9
1-3-5-1- توربین های با جریان گردشی 10
2-3-5-1- توربین های با جریان محوری 10
4-5-1- ساختمان توربین 10
6-1- سیستم را ه اندازی اولیه توربین 12
1-6-1- مراحل راه اندازی توربین گاز 13
2-6-1- انواع راه اندازی توربین گاز 14
1-2-6-1- راه اندازی خودکار عادی 14
2-2-6-1- راه اندازی خودکار سریع 14
3-2-6-1- راه اندازی دستی 14
3-6-1- جزئیات مراحل راه اندازی توربین 15
7-1- سیستم کنترل و حفاظت 17
1-7-1- کنترل های راه اندازی یا توقف 18
2-7-1- کنترل های متداول در حین کار 18
3-7-1- کنترل های حفاظتی 19
8-1- جمع بندی و نتیجه گیری 19
فصل دوم بررسی ساختار نرم افزار های HMI و استانداردهای آن 20
1-2- انواع فرایندها از جنبه ی کنترل و اتوماسیون 21
1-2- 1- فرایندهای گسسته 22
2-1-2- فرایندهای پیوسته 22
3-1-2- فرایندهای مختلط 22
2-2 سیستم های کنترل توزیع یافته 23
1-2-2مقدمه 23
2-2-2 ایجاد سیستم های کنترل توزیع یافته 24
3-2 سطوح کاری سیستم های کنترل گسترده 25

فهرست مطالب

2-3-1- سطح کنترل مستقیم فرایند 26
2-3-2- سطح کنترل مدیریتی 26
2-4-3- سطح کنترل ترتیبی تولید 27
2-4-4- سطح مدیریت پلانت 27
2-5- رابط انسان و ماشین(HMI) 28
2-6- روند تکامل و بررسی انواع HMI 30
2-6-1- HMI ادغام شده 30
2-6-2 HMI نصب سرخود استاندارد 31
2-6-3 - سیستم ترکیبی سرویس گیرنده های زیاد HMI بر پایه ویندوز 32
2-6-4- استفاده از سرویس پایانه HMI میزبان دور 33
2-6-5 -HMI بر پایه وب 34
2-7- معرفی فن آوری HMI 35
2-7-1 ساختار مناسب یک نرم افزار HMI 35
2-7-2-1- سرویس دهنده ورودی / خروجی 36
2-7-2-2- سرویس گیرنده نمایش 36
2-7-2-3- سرویس دهنده هشدارها 37
2-7-2-4- سرویس دهنده گزارش ها و نمودار های روند نما 38
2-7-2-5 سرویس دهنده گزارشات 38
2-7-3 ساختار قابل انعطاف 40
2-7-3-1ساختار مرکزی 40
2-7-3-2 ساختار توزیع شده 41
2-8 استاندارد OPC 42
2-8-1 مزایای استفاده از استاندارد OPC 44
2-8-2 معماری OPC 44
2-8-3 انواع مشخصه های OPC 46
2-9 استانداردهای HMI 46
2-9-1 استاندارد SAS 46
2-9-2 استاندارد مربوط به مشخصات گرافیکی نرم افزار HMI 47
2-10- نقش ارگونومی در سیستم HMI 47
2-10-1 - اهداف ارگونومی 47
2-10-2 اهمیت ارگونومی در سیستم های HMI 47
2-10-3 سهم بندی وظایف 48
2-11-جمع بندی و نتیجه گیری 48
فصل سوم معرفی چند نمونه از نرم افزارهای HMI 49
3-1- ساختار نرم افزارهای موجود در بازار 50

فهرست مطالب

3-1-1- مقدمه 50
3-1-2- محیط مهندسی 51
3-1-3- محیط عملیاتی 51
3-1-4- محیط نگهداری 51
3-1-5- محیط های سودمند دیگر 51
3-2- معرفی چند نرم افزار نمونه HMI 52
3-2-1- نرم افزار protool 52
3-2-1-1- اجزای نرم افزاری Protool 53
3-2 -2- نرم افزار Wincc Flexible ۵۳
3-2-3- نرم افزار WinCC 55
3-2-3-1- انواع بسته های نرم افزاری WinCC 56
3-2-4- نرم افزار VTS 57
3-2-4-1- توانایی ها و بخش های VTS ۵۸
3-2 -5- نرم افزار Citect 59
3-2-5-1- قابلیت ها و بخش های نر م افزار Citect 60
3-2 -6- نرم افزار Labview 62
3-2-6-1- مقدمه 62
3-2 -6 – 2- Front Panel 64
3-2 -6 - 3- Block Diagram 65
3-2 -6 - 4- معرفی جعبه ابزار DSC 66
3-3-جمع بندی و نتیجه گیری 66
فصل چهارم طراحی سیستم HMI توربوکمپرسور 67
4- 1- ارتباط نرم افزار OPC و PLC 68
4-1-1-پروتکل های ارتباطی 69
4-1-2- چگونگی پیکربندی نرم افزار S7/S5 69
4-1-3- ارتباط نرم Labview با PLC 71
4-2- انتقال اطلاعات بین PLC و Labview 72
4-3- طراحی نرم افزار HMI 75
4-4- صفحات HMI طراحی شده 76
4-4-1- ناحیه یک 76
4-4-1-1- بخش Over View 77
4-4-1-2-بخش روغن کاری توربین 78
4-4-1-3-بخش روغن کاری کمپرسور 80
4-4-1-4- بخش سوخت رسانی 82

فهرست مطالب

4-4-1-5- بخش تهویه 83
4-4-1-6- بخش تغذیه الکتریکی 84
4-4-1-7- بخش مقادیری دما 85
4-4-1-8- بخش Trend 86
4-4-2- ناحیه دو 90
4-4-3- ناحیه سه 91
4-4-3-1- Control Bottoms 91
4-4-3-2- Panel 92
4-4-3-3- Protection 93
4-4-3-4- Surge 94
4-4-4- ناحیه چهار 94
4-5- دسترسی از طریق شبکه محلی و اینترنت 95
4-6 - آزمایش سیستم HMI 97
4-7- جمع بندی و نتیجه گیری 106
فصل پنجم جمع بندی و نتیجه گیری 107
5-1 جمع بندی 108
5-2 نتیجه گیری 108
پیوست1: مراحل راه اندازی توربین گاز متناسب با سرعت روتور 109
پیوست 2: لیست هشدارها و تریپ توربین گاز 110
پیوست3: علایم و سمبل های گرافیکی نرم افزار طراحی شده 112
پیوست 4:کلمات اختصاری 114
فهرست منابع 116

فهرست شکل ها

شکل1-1: نمونه ای از ساختار نیروگاه با دو واحد توربین گازی 3
شکل1-2: اجزاء اصلی توربین گاز 5
شکل 1-3: سیکل ساده توربین گاز 6
شکل1-4:کمپرسور سانتریفیوژ 7
شکل1-5: کمپرسور محوری 7
شکل 1-6: توربین و کمپرسور محوری 9
شکل1-7: مقایسه روش ضربه ای و روش عکس العملی در پره های توربین 10
شکل1-8 : نمونه ای از صفحه نمایش سیستم HMI کنترل توربین گاز 17
شکل1-9: انواع سیستم کنترل توربین 18
شکل 2-1: انواع فرایندها 21
شکل 2-2: ساختار کنترلی مناسب برای هر گروه از صنایع و فرایندها 23
شکل 2-3:ساختار کنترل کننده منطقی برنامه پذیر 24
شکل2-4: سیر تکاملی سیستم های اتوماسیون 25
شکل2-5: ساختار سلسله مراتبی سیستم کنترل گسترده 26
شکل2-6: HMI ادغام شده 30
شکل2-7: HMI نصب سرخود استاندارد 32
شکل2-8: Thin Client HMI Utilzing Termianl Serviescs 33
شکل 2-9: سرویس دهنده ورودی – خروجی 36
شکل2-10: سرویس گیرنده نمایش 37
شکل2-11: سرویس دهنده هشدارها 37
شکل2-12: سرویس دهنده گزارش ها و نمودار های روند نما 38
شکل2-13: سرویس دهنده گزارشات 39
شکل2-14: سرویس دهنده افزونه 39
شکل 2-15: سرویس دهنده هشدار و سرویس دهنده افزونه 40
شکل 2-16- ساختار مرکزی 40
شکل2-17 ساختار توزیع یافته 41
شکل2-18 طراحی HMI بدون استفاده از استاندارد OPC 42
شکل 2-19- ارتباط بین سازندگان مختلف تجهیزات با استفاده ازاستاندارد OPC 43
شکل2-20- استاندارد OPC برای ارتباط تجهیزات 44
شکل3-1: انواع صفحات نرم افزار protocol ۵۱
شکل 3-2: نمایی از صفحه HMI نرم افزار protocol ۵۲
شکل 3-3: انواع نرم افزارهای سری WinCC Flexible ۵۳

فهرست شکل ها

شکل 3-4: نمایی از صفحه HMI نرم افزار WinCC Flexible ۵۴
شکل3-5: قابلیت های نرم افزار WinCC 55
شکل3-6: نمونه ای از صفحه نمایش نرم افزار VTS 56
شکل3-7: ارتباط دو سرویس گیرنده VTS توسط استاندارد OPC 57
شکل3-8: نمایی از صفحه نمایش نرم افزار Citect 59
شکل3-9: نمایی از نرم افزار Labview 62
شکل3-10: نمایی از بخش Front Panel نرم افزار Labview 63
شکل3-11: نمایی از بخش Block Diagram نرم افزار Labview 64
شکل3-12: نمایی از دستورات جعبه ابزار DSC 65
شکل4-1: محیط نرم افزار S7/S5 OPC Server 68
شکل4-2: محیط پیکربندی نرم افزار S7/S5 OPC Server 68
شکل4-3: محیط تنظیمات پیکربندی نرم افزار S7/S5 OPC Server 69
شکل4-4: نتیجه آزمایش صحت ارتباط بین PLC و رایانه 70
شکل4-5: برنامه بدست آوردن آدرس OPC 70
شکل4-6: پنجره انتخاب OPC 71
شکل4-7: آدرس OPC بدست آمده از نرم افزار 71
شکل4-8: برنامه خواندن اطلاعات PLC از طریق OPC 72
شکل4-9: برنامه نوشتن اطلاعات در PLC از طریق OPC 72
شکل4-10: برنامه خواندن اطلاعات آنالوگ در PLC از طریق OPC 73
شکل4-11: صفحه اصلی نرم افزار HMI طراحی شده 75
شکل4-12 زبانه های انتخاب صفحات HMI 76
شکل4-13 نمای کلی صفحه HMI فرایند توربوکمپرسور 77
شکل4-14: بخش روغن کاری توربین 78
شکل4-15: تنظیمات عملکرد مبدل حرارتی توربین 79
شکل4-16: بخش روغن کاری کمپرسور 80
شکل4-17: تنظیمات عملکرد مبدل حرارتی کمپرسور 80
شکل4-18: بخش سوخت رسانی 82
شکل4-19 بخش تهویه سیستم HMI 83
شکل4-20: بخش تغذیه الکتریکی تابلو ها 84
شکل4-21: بخش مقادیری دما 85
شکل4-22: بخش ترند 86
شکل4-23: مراحل انتخاب تگ جهت نمایش به صورت منحنی 87
شکل4-24: دسترسی به منحنی های پارامترها در زمان های دلخواه 88

فهرست شکل ها

شکل4-25: امکانات تجزیه وتحلیل و مقایسه نمودارها 88
شکل4-26: چگونگی انتخاب و دسترسی به مقادیر مختلف پارامترها 89
شکل4-27: صفحه HMI مربوط به کنترل تجهیزات توسط کاربر 89
شکل4-28: صفحه HMI مربوط به کلید های کنترل 90
شکل4-29: صفحه HMI مربوط به Panel 92
شکل4-30: صفحه HMI مربوط به حفاظت 92
شکل4-31: صفحه HMI مربوط به سیستم آزمایش سرج 93
شکل4-32: صفحه HMI مربوط به سیستم اعلام هشدار 94
شکل4-33: پنجره تنظیمات مربوط به وب 94
شکل4-35: دسترسی به صفحه HMI از طریق مرورگر وب 95
شکل4-36: کنترل دسترسی سرویس گیرنده ها از طریق سرویس دهنده 96
شکل4-37: منحنی Trendمربوط به آزمایش دبی گاز 100
شکل 4-38: استفاده از ابزارهای تحلیل نمودار 101
شکل 4-39: نحوه اعمال فرمان کنترل به تجهیزات 101
شکل 4-40: نحوه ی نمایش فرمان به شیر ها به صورت گرافیکی 102
شکل4-41: تابلوی کنترل PLC 103
شکل4-42: آزمایش سیستم با استفاده از شبیه ساز ترموکوپل 103
شکل4-43: آزمایش سیستم با استفاده از سیگنال های استاندارد 4-20 mA 104
شکل4-44: نتایج آزمایش سیستم کنترل بر روی رله های خروج تجهیزات 104

فهرست جدول ها

جدول2-1:مشخصات عمومی سیستم HMI 35
جدول2-2: مقایسه بین ماشین و انسان 47
جدول3-1: تقسیم بندی قسمت های مختلف نرم افزار های HMI 50
جدول4-1: نتایج آزمایش برای تگ مقدار دبی سوخت ورودی Qfg 97
جدول4-2: نتایج آزمایش برای تگ مقدار دمای گاز ورودی به کمپرسور T 98

فصل اول

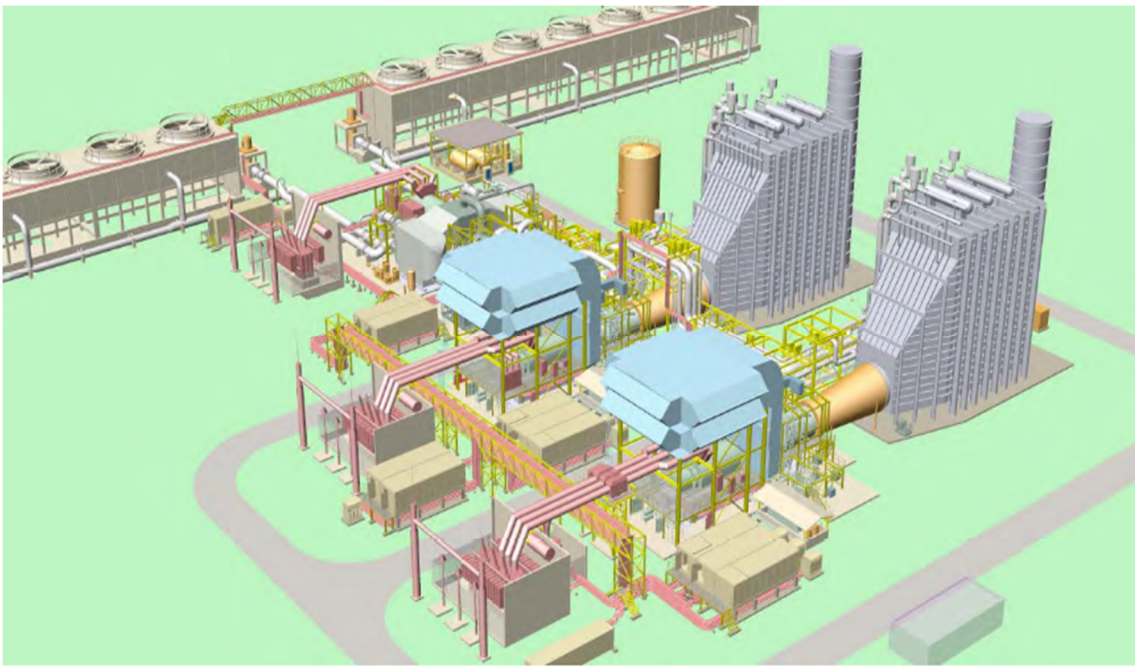
مقدمه‌ای بر توربین‌های گاز

مقدمه

توربین های گاز در بسیاری از صنایع مانند برق، نفت و گاز، هواپیمایی به عنوان منبع قدرت استفاده می شوند. در این فصل تاریخچه توربین گاز و مزایا و معایب آن بیان شده، سپس اجزای اصلی توربین گاز که شامل کمپرسور، اتاق احتراق و توربین می باشد مورد بررسی قرار گرفته اند. در ادامه مراحل مختلف راه اندازی توربین گاز و سامانه های مختلف کنترلی تشریح شده اند.

1-1-تاریخچه توربین گاز

از حدود 70 سال قبل توربین های گازی جهت تولید برق مورد استفاده قرار می گرفته اند، اما در سال های اخیر تولید این نوع توربین ها بسیار افزایش یافته است. اولین طرح توربین گازی مشابه توربین های گازی امروزی در سال 1791 به وسیله «جان پایر» پایه گذاری شد که پس از مطالعات زیادی بالاخره در اوایل قرن بیستم اولین توربین گازی که از یک توربین چند طبقه عکس العملی و یک کمپرسور محوری چند طبقه تشکیل شده بود، تولید گردید. اولین دستگاه توربین گازی در سال 1933 در یک کارخانه فولادریزی در کشور آلمان مورد بهره برداری قرار گرفت و آخرین توربین گازی با قدرت 212 مگا وات در فرانسه نصب و مورد بهره برداری می گردد.[15] در شکل 1-1 ساختار کلی دو واحد توربین گاز آورده شده است.



شکل1-1: نمونه ای از ساختار نیروگاه با دو واحد توربین گازی

1-2- نقش توربین گاز در صنعت

واحدهای گازی در صنعت برق برای تامین بار حداکثر[1] استفاده می شود در کشور ایران به خاطر ارزان بودن سوخت از واحدهای گازی به عنوان بار پایه نیز استفاده می شود. توربین های گاز جدا از تولید برق به خاطر خصوصیات ویژه ای که دارند می توانند در موارد دیگری مثل موتورهای جت در هواپیماها برای تأمین نیروی محرکه هواپیما و نیروی جلوبرندگی به کار روند همچنین جهت به گردش درآوردن پمپ های قوی برای مسیر های انتقال گاز به کار می روند.

1-3- مزایای توربین گازی

توربین گاز دارای مزایا و برتری هایی نسبت به سایر نیروگاه ها است که در ادامه به آن ها اشاره می شود:[2]

- واحدهای گازی بخاطر کوچک و ساده بودن نصب، خیلی سریع نصب می شوند.
- واحدهای گازی بعد از راه اندازی[2]، در عرض چند دقیقه (معمولاً کمتر از ده دقیقه) به مرحله بازدهی می رسند که این زمان کوتاه راه اندازی، توربین های گازی را قادر ساخته است که برای موارد اضطراری و در مواقعی که حداکثر مصرف برق[3] را در سیستم قدرت داریم مورد استفاده قرار گیرند. در ضمن تغییر بار (قدرت تولید) در این واحد، سریع صورت می گیرد به همین جهت

1_Peak load
2_Start
3_Peak

برای استفاده در سامانه های انتقال گاز به عنوان منبع قدرت پمپ به عنوان توربوکمپرسور[1] استفاده می شوند.

- قیمت و هزینه نصب واحدهای گازی پایین است (حدود یک سوم واحدهای بخار برای قدرت برابر)
- به علت سادگی ساختمان و کم بودن قسمت های کمکی در توربین گاز بهره برداری از آن آسان می باشد. در ضمن در واحدهای گازی امکان کنترل و بهره برداری در محل و همچنین از راه دور وجود دارد.
- در توربین های گازی، امکان استفاده از سوخت های مختلف و تعویض نوع سوخت در حال کار واحد به هنگام باردهی، قدرت مانور خوبی به واحد می دهد.

1-4- معایب توربین گازی

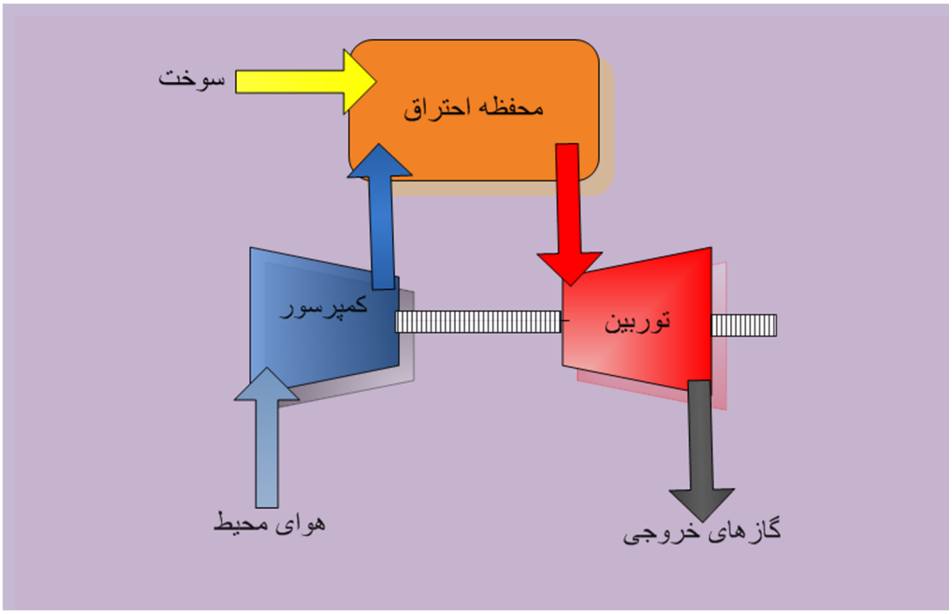
- راندمان یا بازدهی واحدهای گازی به خاطر دفع مقدار زیادی انرژی به صورت گرما از اگزوز (برای یک واحد گازی با قدرت 25 مگاوات دمای خروجی اگزوز، بیش از 500 درجه سانتیگراد می باشد) و تشعشع مقداری گرما از جدار اتاق احتراق، پایین تر می باشد (ماکزیمم تا حدود 27% برای سیکل ساده)[2]
- چون در واحدهای گازی، معمولاً از گاز طبیعی یا سوخت های سبک استفاده می کنند، لذا مخارج جاری آن ها بالا می باشد (به علت گرانی این گونه سوخت ها)، ولی در عوض میزان آلودگی محیط زیست نسبت به سایر نیروگاه های حرارتی دیگر با قدرت مشابه کمتر است.
- عمر واحدهای گازی در مقایسه با عمر واحدهای بخار کوتاه تر است. و نوع سوخت، شرایط محیطی، تعداد روشن و خاموش کردن روی عمر قطعات تاثیر قابل توجه دارد.

1-5- تئوری فرایندهای توربین گازی

1-5-1- مقدمه

توربین گاز از سه قسمت کمپرسور، محفظه احتراق و توربین تشکیل شده است. کمپرسور هوا را از محیط مکیده و متراکم می کند و در اختیار اتاق احتراق قرار می دهد در این قسمت سوخت با هوا ترکیب شده و عمل احتراق صورت می گیرد. گازهای داغ حاصل وارد توربین می شود، با منبسط شدن گازهای حاصل از احتراق (که دارای دما و فشار بالایی می باشند) در چندین طبقه از پره های ثابت و متحرک توربین، قدرت و توان مکانیکی در توربین گاز تولید می شود. شکل 1-2 اجزای اصلی توربین گاز را نشان می دهد.

1_Turbo comprssor



شکل1-2: اجزاء اصلی توربین گاز

برای تولید قدرت بیشتر، جهت محفظه احتراق (حدود 4 تا 13 اتمسفر) از کمپرسورهای[1] محوری با چندین طبقه استفاده می شود. در هر طبقه از این کمپرسور ها بر میزان فشار هوای مکیده شده توسط کمپرسور افزوده می شود. کمپرسور توسط توربین به گردش در می آید به همین منظور محور کمپرسور و توربین به هم متصل است. در توربین گاز حدود دو سوم قدرت تولید شده در توربین صرف به گردش آوردن کمپرسور شده و یک سوم بقیه آن به عنوان کار خروجی جهت تولید برق (یا هر مصرف دیگر) مصرف می شود. به این ترتیب یک سیکل ساده توربین گاز مطابق با شکل 1-3 به وجود می آید. در ادامه به شرح هریک از قسمت های اصلی توربین گاز می پردازیم.

1_comprssor