

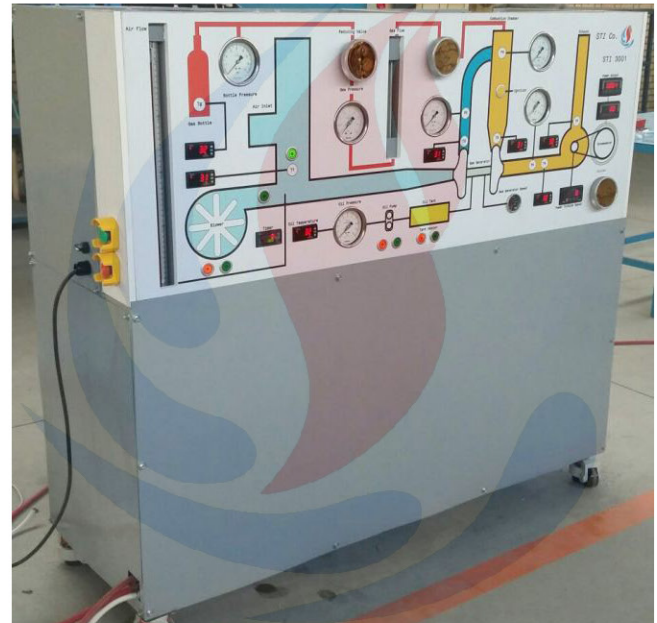
مقدمه

به کارگیری توربین‌های گاز به منظور تولید توان مکانیکی و انرژی الکتریکی به صورت روزافزون در دنیای ما در حال افزایش است. پیدایش توربین گاز را عمدتاً حاصل نیاز صنعت هوانوردی به سیستم پیشرانشی با نسبت توان به وزن بالا می‌دانند و همین قابلیت ذاتی است که به کارگیری آن‌ها را در هواپیماهای پرسرعت (مانند هواپیماهای مسافربری پهن‌پیکر) ناگزیر می‌نماید. در طول دهه‌های پس از پیدایش این سیستم‌ها، تکامل و توسعه آن‌ها به گونه‌ای بوده که با تلاش مهندسان، امروزه به سطح بالایی از بازدهی ترمودینامیکی توأم با بازدهی مکانیکی دست یافته‌اند.

به واسطه مطالعات و تحقیقات صورت گرفته در زمینه موتور هواپیما و همچنین برتری قابل توجه در عملکرد، توربین‌های گازی صنعتی برای کاربردهای مختلفی همچون تامین انرژی الکتریکی در هنگام اوج مصرف، پمپ‌های آب آتشنشانی، ایستگاه‌های افزایش فشار خطوط لوله گاز، تولید همزمان انرژی الکتریکی و حرارت مورد نیاز در صنایع، حمل‌ونقل سنگین و پیشرانش کشتی‌ها توسعه یافته‌اند و همچنان تحقیقات برای بهبود عملکرد آن‌ها ادامه دارد.

استیکو با تکیه بر تجربه طولانی بنیان‌گذار خود در زمینه تعمیر اساسی توربین‌های گاز هوایی و صنعتی و در راستای توسعه آموزش دانش توربین گاز در کشور، توربین گاز آزمایشگاهی STI3001 را به عنوان اولین محصول آموزشی خود به جامعه دانشگاهی کشور عزیزمان تقدیم می‌نماید.

STI3001 به عنوان یک سیستم توربین گاز دو محور کامل ارائه شده و تمامی تجهیزات مرتبط با استارت و مصرف توان تولید شده را در خود داراست. همچنین امکان افزودن قابلیت داده‌برداری کامپیوتری از تمام پارامترهای عملکردی سیستم به صورت انتخابی (optional) وجود دارد. با استفاده از پارامترهای اندازه‌گیری شده توسط ابزار دقیق نصب شده بر روی دستگاه، امکان انجام دامنه وسیعی از آزمایش‌ها در زمینه توربین گاز فراهم آمده است. تطبیق-پذیری با شرایط آب و هوایی و ارتفاع از سطح دریا، سادگی کارکرد، ایمنی و سطح پایین آلودگی صوتی از ویژگی‌های این دستگاه است. قرار دادن کنترل‌گرهای بخش‌های گوناگون به همراه نمایش کلیه پارامترهای عملکردی بر روی واسط کاربری حاوی شکل شماتیک رنگی سیستم در کنار استفاده از علائم مناسب، سبب ایجاد درک صحیحی از نحوه عملکرد دستگاه در ذهن دانشجو می‌گردد.



ویژگی‌ها

- دارای تمامی امکانات مورد نیاز برای آموزش دانشجو
- طراحی شده برای کاربری آسان و ایمن به همراه سطح پایین آلودگی صوتی
- امکان افزودن قابلیت داده‌برداری کامپیوتری برای تمامی پارامترهای عملکردی
- نمایش تمامی پارامترهای اندازه‌گیری شده روی صفحه رنگی حاوی شماتیک قطعات

قابلیت‌های آموزشی

امکان انجام گستره وسیعی از آزمایش‌های مدون در زمینه توربین گاز شامل:

- مشاهده و بررسی عملکرد توربین گاز تک محور
- مشاهده و بررسی عملکرد توربین گاز تک محور به همراه بار شبیه‌سازی شده حاصل از نازل (در صورت درخواست، امکان افزودن نازل به سیستم نیز وجود دارد)
- مشاهده و بررسی عملکرد توربین گاز دو محور
- بررسی مشخصات عملکردی قطعات مختلف دستگاه شامل:
 - کمپرسور متعلق به تولیدکننده گاز
 - محفظه احتراق
 - توربین قدرت

مشخصات طراحی

یک کمپرسور گریز از مرکز به همراه یک توربین شعاعی که هر دو روی یک محور پشت به یکدیگر قرار گرفته‌اند، به همراه یک محفظه احتراق با سوخت گازی که توانایی کار با پروپان، بوتان یا ترکیبی از این دو سوخت را داراست، تولیدکننده گاز سیستم (Gas Generator) را تشکیل می‌دهند. گاز خروجی از تولیدکننده گاز با فشار و دمای بالا وارد توربین قدرت (Power Turbine) شده و سپس از اگزوز تخلیه می‌شود. توربین قدرت همانند توربین تولیدکننده گاز به صورت شعاعی است، اما به دلیل انبساط گاز در توربین تولیدکننده گاز، اندازه بزرگتری داراست. وظیفه اعمال بار بر توربین قدرت، جذب توان تولید شده و همچنین اندازه‌گیری گشتاور حاصل شده، بر عهده یک دینامومتر است. در فرآیند استارت، دمنده الکتریکی کمکی که در داخل دستگاه قرار گرفته، هوا را به درون چشم کمپرسور هدایت کرده و مجموعه کمپرسور/توربین را به حرکت می‌اندازد. وجود هوای راه‌انداز کمکی پس از تشکیل شعله در محفظه احتراق، تا هنگامی که تولیدکننده گاز به سرعت خوداتکایی برسد ضروری خواهد بود.

سیستم روغن برای هر دو بخش کمپرسور/توربین تولیدکننده گاز و توربین قدرت در داخل دستگاه قرار داده شده و شامل مخزن، پمپ همراه با موتور الکتریکی، فیلتر و خنک‌کننده روغن است. میدل حرارتی از آب به عنوان سیال خنک‌کننده استفاده کرده و به طور خودکار دمای روغن را تنظیم می‌نماید. در طراحی STI3001 توانایی کارکرد در شرایط محیطی سخت در نظر گرفته شده و این دستگاه می‌تواند در محیط با دمای بیش از 40°C و رطوبت نسبی 80% کار کند.

حمل و نقل و نصب

دستگاه بر روی شاسی فلزی مقاوم ساخته شده که به خوبی وزن قطعات و بارهای دینامیک وارده را تحمل می‌نماید. هر یک از چرخ‌های دستگاه توانایی تحمل وزن کل سیستم به صورت دائم را دارا بوده و پس از انتقال به محل نصب، می‌توان از قابلیت تعبیه شده در آن‌ها به منظور تثبیت و تراز نمودن دستگاه استفاده نمود. صفحه کنترل دستگاه دارای کیفیت رنگ پایدار بوده و اطراف دستگاه نیز با استفاده از صفحات فلزی پوشانده شده است. ابعاد دستگاه به نحوی است که به راحتی از چهارچوب استاندارد عبور کرده و الزامات مرتبط با نصب آسان، سطح پایین آلودگی صوتی، کارکرد آسان و ایمنی، در طراحی دستگاه رعایت گردیده است.

ابزار دقیق

تجهیزات اندازه‌گیری نصب شده بر روی دستگاه مقادیر دما و فشار در محل‌های مختلف سیکل توربین گاز، نرخ جریان هوا و سوخت،

سرعت دورانی محور کمپرسور/توربین تولیدکننده گاز و توربین قدرت و در نهایت توان خروجی توربین قدرت را بر روی صفحه کنترل نمایش می‌دهند. مقادیر دما در نواحی داغ سیستم با استفاده از سه ترموکوپل *NiCr/NiAl* و در نواحی دیگر با استفاده از چهار دماسنج مقاومتی که در دماهای پایین دارای دقت و تکرارپذیری بهتر هستند، اندازه‌گیری می‌شود.

برای اندازه‌گیری فشار در محل‌های مختلف سیکل از فشارسنج-های بوردون، نرخ جریان هوا از سیستم پیتوت، نرخ جریان سوخت از دبی‌سنج با مساحت متغیر (روتامتر)، سرعت‌های دورانی از تاکومتر الکترونیکی و در نهایت توان خروجی از سیستم‌های الکترونیکی اندازه‌گیری توان، استفاده شده است. تجهیزات اندازه‌گیری به منظور تسهیل فرآیند داده‌برداری به صورتی منطقی در صفحه کنترل دستگاه قرار داده شده‌اند.

سیستم سوخت

در آب‌وهوای معتدل از پروپان و در آب‌وهوای گرم و مرطوب از بوتان (یا ترکیب این دو گاز) به عنوان سوخت استفاده می‌گردد. بکارگیری مخزن سوخت علاوه بر سادگی، به لحاظ ایمنی نیز ترجیح بیشتری دارد چرا که در صورت عدم ایجاد شعله درون محفظه احتراق، مقادیر فراوان سوخت در محیط اطراف دستگاه پخش نخواهد شد. شرایط احتراق پایدار در این دستگاه به سرعت قابل دستیابی است و به علت اختلاف فشار بسیار کم مورد نیاز برای تزریق سوخت به درون محفظه احتراق، هر گونه افزایش سرعت کارکرد سیستم سبب افت نرخ جریان سوخت خواهد شد. وجود چنین ویژگی در دستگاه بسیار مطلوب است، زیرا به صورت ذاتی، همچون یک سیستم گاورنر، سرعت کارکرد را در مقدار تنظیم شده حفظ خواهد نمود.

سیستم کمپرسور/توربین

کمپرسور از آلیاژی سبک ساخته شده و در نسبت فشار تقریبی ۲:۱ کار می‌کند. محفظه احتراق با بازدهی بالا، در رنج وسیعی از نرخ جریان کارکردی پایدار داشته و توزیع یکنواختی از درجه حرارت را در خروجی ارائه می‌دهد. توربین تولیدکننده گاز بر حسب میزان سوخت ورودی به محفظه احتراق، در بازه سرعت $40,000\text{ RPM}$ تا $120,000\text{ RPM}$ کار کرده و توربین قدرت را در بازه سرعت $10,000\text{ RPM}$ تا $36,000\text{ RPM}$ به گردش درمی‌آورد که توانی معادل 4 kW تولید می‌نماید.

ایمنی سیستم

ایمنی در کارکرد سیستم از اولویت‌های طراحی بوده و توجه ویژه به آن گردیده است. دستگاه در مقابل افزایش دمای بیش از حد گاز

ورودی توربین، افت فشار روغن و همچنین نوسانات برق محافظت شده است. در هنگام بروز چنین شرایطی، جریان سوخت به صورت خودکار قطع شده و به منظور راهاندازی مجدد دستگاه باید با استفاده از دکمه Reset وضعیت سیستم را به حالت اولیه بازگرداند. یک صفحه فلزی در جلوی دستگاه، قطعات اصلی را پوشانده و کاربر را از هر گونه کارکرد ناصحیح قطعات بخش‌های دوار محافظت می‌نماید. با به کارگیری فیلتر در کلیه ورودی‌های هوا، امکان آسیب به سیستم به واسطه ورود گرد و غبار و اجسام خارجی (FOD) به حداقل می‌رسد.

راهنمای کارکرد و آزمایش‌ها

دستورالعمل کامل نحوه کارکرد به همراه توضیح جامع آزمایش‌های قابل انجام و نحوه داده‌برداری، به همراه دستگاه در اختیار کاربر قرار خواهد گرفت.

توربین گاز دو محور STI3001 در یک نگاه

دستگاه توربین گاز دو محور بر روی شاسی قابل حمل ساخته شده و شامل کمپرسور/توربین تولیدکننده گاز، محفظه احتراق با سوخت گازی پروپان/بوتان یا ترکیبی از این دو سوخت، توربین قدرت، ماشین الکتریکی کالیبره شده برای اندازه‌گیری گشتاور و توان تولیدی، سیستم جرقه‌زن، مخزن، پمپ، فیلتر و مبدل حرارتی روغن، صفحه کنترلی تمام رنگی نمایش‌دهنده مقادیر اندازه‌گیری شده، دبی‌سنج هوای ورودی، دبی‌سنج سوخت، تاکومتر، سه عدد ترموکوپل، چهار عدد دماسنج مقاومتی، چهار عدد فشارسنج بوردون در سیکل اصلی، فشارسنج روغن و فشارسنج سوخت می‌باشد.

سیستم راه‌انداز به همراه فیلترهای هوای ورودی درون دستگاه تعبیه شده و تمامی کنترل‌ها بر روی صفحه کنترل قابل دستیابی است. دستگاه قابلیت کارکرد در شرایط محیطی با دمای بالاتر از 40°C و رطوبت نسبی 80% را داراست. مخزن سوخت با توجه به مدت زمان به کارگیری دستگاه، مطابق نیاز مرکز آموزشی، تامین خواهد گردید.

- تغذیه الکتریکی: ۲۲۰/۲۴۰ ولت، ۵۰ هرتز، تک فاز (بسته به درخواست کاربر قابل تغییر است).
- سوخت: پروپان/بوتان در مخزن استاندارد (استفاده از مخزن ۴۵ کیلوگرمی توصیه می‌شود)، مصرف سوخت دستگاه در حداکثر بار 7 kg/hr است.
- آب خنک‌کن: لوله قابل انعطاف با قطر داخلی ۹ میلی‌متر و حداقل دبی 10 litres/min .
- گاز آگزوز: غیرسمی و غیرقابل اشتعال است اما به منظور کارکرد طولانی‌مدت باید با استفاده از کانال به بیرون از فضای آزمایشگاه انتقال یابد.

مشخصات فنی STI3001

وزن خالص (kg)	طول (m)	عرض (m)	ارتفاع (m)
۳۶۰	۱/۷۲	۰/۸۵	۱/۶۵



توربین صنعت سپهر

دفتر مرکزی

تهران، کرمان جنوبی، ساختمان حدیث، طبقه سوم، واحد ۱۰

تلفن: ۲۶۳۱۸۹۹۰ (۰۲۱)

فکس: ۲۶۳۰۲۸۷۵ (۰۲۱)

کارخانه

نظرآباد، شهرک صنعتی سپهر، خیابان شهرپور غربی

تلفن: ۴۵۳۳۴۲۳۷ (۰۲۶)

فکس: ۴۵۳۳۴۲۲۰ (۰۲۶)

پست الکترونیک info@sepehrturbine.com