H2 ENGINE
Manufacturing & development

شرکت فنی و مهندسی دانش نوین هیدروژن آسیا

کاتالوگ دستگاه تست پیل سوختی با ظرفیت ۱۲۵ وات

آدرس: اصفهان - بلوار دانشگاه صنعتی اصفهان - شهرک علمی و تحقیقاتی اصفهان - پارک علم و فناوری شیخ بهایی، ساختمان کریستال، واحد ۵

تلفکس: ۰۳۱۱-۳۹۳۲۰۹۹

پست الکترونیکی: hydrogenengine@yahoo.com

سیستم ارائه شده، دستگاه تست پیل سوختی با ظرفیت تست تک پیل یا توده پیل سوختی با ظرفیت ۱۲۵ وات است و قادر می‌باشد خوراک را تحت شرایط کنترل شده و دقیق به پیل سوختی تزریق کرده و توان تولید شده در پیل سوختی را به صورت کنترل شده و قابل برنامه‌ریزی، اندازه‌گیری و داده‌ها را ثبت کند. دستگاه تست از سه قسمت مهم تشکیل شده است: لود بانک و سیستم کنترل و ثبت داده، کامپیوتر و واحد تأمین گاز و مرطوب سازی.

۱- لود بانک[1] و سیستم کنترل و ثبت داده[2]: از طریق لود بانک، لود الکتریکی بر پیل اعمال می‌شود و در واقع از توان خروجی پیل استفاده می‌شود. اتصال لود بانک به پیل سوختی با استفاده از اتصال حسگر[3]های ولتاژ و جریان و به قطب‌های مثبت و منفی پیل سوختی صورت می‌گیرد.

مهمترین قسمت الکترونیک دستگاه طراحی سیستم‌های کنترل و منابع تغذیه است. این سیستم قابلیت ارتباط با دستگاه را دارد و اعمال کلیه پارامترهای ورودی از طریق دستگاه و یا کامپیوتر و ثبت کلیه پارامترهای ورودی و خروجی از سیستم لود بانک و تأمین کننده گاز توسط این قسمت انجام می‌شود.

سیستم کنترل دستگاه براساس نرم افزار اتوماسیون صنعتی است که با کامپیوتر نیز قابل تنظیم می‌باشد و از کارت‌های جمع آوری اطلاعات جهت دریافت سیگنال‌هایی نظیر ولتاژ، جریان، دما و فشار استفاده می‌شود. دستگاه این قابلیت را دارد که در صورت لزوم بعضی از پارامترها به صورت دستی تنظیم شوند. کنترل‌گر دما در این واحد وجود دارد که دمای پیل و مرطوب سازهای آندی و کاتدی را از طریق سنسور دما و هیتر، اندازه‌گیری و کنترل می‌کند.

۲- کامپیوتر: امکان نمایش، کنترل و ذخیره پارامترهای پیل سوختی و آنالیز آنها را فراهم می‌سازد. پارامترهایی از قبیل جریان گازهای ورودی، بار الکتریکی و دمای پیل،آند و کاتد با اعمال مقادیر توسط کاربر از طریق کامپیوتر تنظیم می‌شود. نرم افزار کنترلی تحت Lab view برای کار با دستگاه تست مورد نظر تهیه و مورد استفاده قرار گرفته است. این برنامه، سیستم کنترل و پردازنده ثبت داده را کنترل می‌کند.

---

[1] Load Bank
[2] Data acqussion
[3] Sense

۳- واحد تأمین گاز و مرطوب سازی آن[1]: وظیفه تنظیم سرعت جریان جرمی، دما، فشار، رطوبت، استوکیومتری گازهای ورودی را قبل از ورود به پیل سوختی بر عهده دارد. اجزاء اصلی موجود در این قسمت عبارتند از: رگلاتورهای فشار[2]، کنترل‌گرهای جریان جرمی[3] گازها، سنسور فشار، سنسور دما، تنظیم کننده فشار پیل و شیرهای برقی.

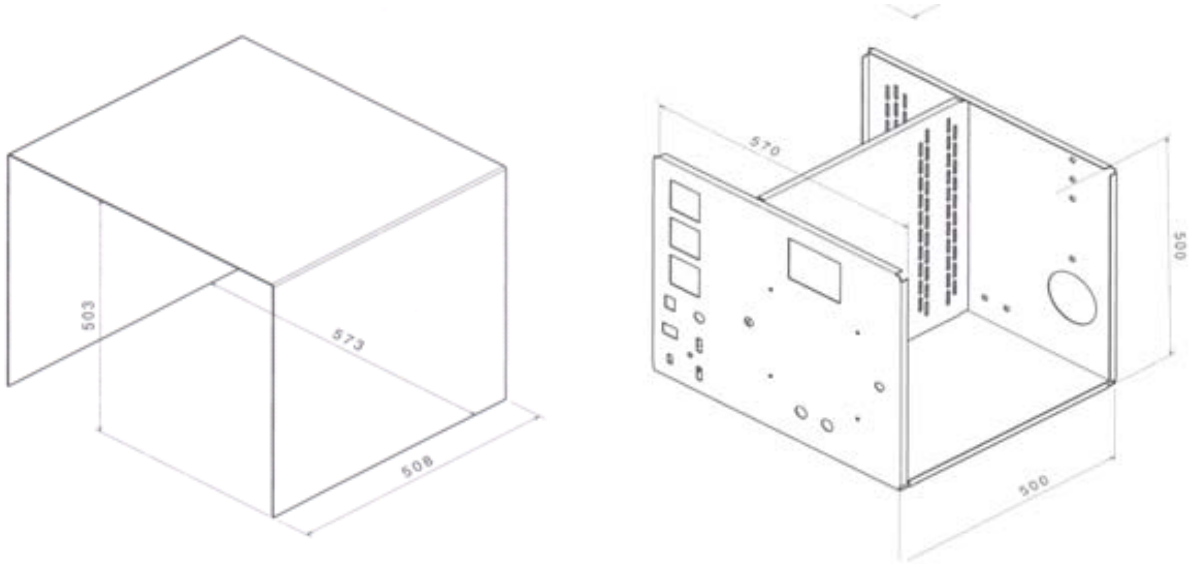
. در ادامه مطالب اجزاء به کار رفته در دستگاه تست و مشخصات فنی هر کدام به تفصیل مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

۱- شرح اجزاء و قطعات فرایندی

۱-۱- بدنه

بدنه دستگاه از جنس ورقه آهن است. نقشه بدنه دستگاه در شکل ۱ نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می‌شود مکان‌هایی برای تعبیه نمایشگرها، خروجی گازها و اتصال دهنده‌های ولتاژ و جریان در پانل جلویی بدنه در نظر گرفته شده است. در قسمت پانل پشتی بدنه دستگاه، مکان‌های ورودی‌های گازهای واکنشگر و نیتروژن ورودی، آب جهت پر نمودن مرطوب ساز و فن دستگاه تعیین شده است.

[1] Gas supply& Humidification unit
[2] Pressure regulator
[3] Mass flow meter



شکل ۱: نقشه بدنه دستگاه تست پیل سوختی

۱-۲- اجزاء مربوط به پیل و گازهای واکنشگر

- رگلاتور

رگلاتورهای فشار، برای کنترل و تنظیم فشار خروجی گازهای واکنشگر و نیتروژن در خروجی سیلندر قرار گرفته‌اند و به صورت دستی قابل تنظیم می‌باشند. محدوده فشار گازهای ورودی باید بین ۳ تا ۵ بار باشد.

- کنترل‌گر جریان جرمی

کنترل کننده‌های جریان جرمی ساخت شرکت سون استار[1] مدل D07-19B، برای اندازه‌گیری و کنترل جریان جرمی هیدروژن، اکسیژن و نیتروژن در سیستم به کار برده می‌شود که تصویری از آن در شکل ۲ نشان داده شده است. مشخصات فنی کامل کنترل‌گر جریان جرمی در جدول ۱ آورده شده است.

[1] Seven star

شکل ۲: کنترل‌گر جریان جرمی گازهای واکنشگر ساخت شرکت سون استار

جدول ۱: مشخصات فنی کنترل‌گر جریان جرمی سون استار	
Full scale range (N_2)	1/ 2/ 3/ 5/ 10/ 20/ 30SLM
Accuracy	> 10SLM: ± 2% F. S.
Linearity	> 10SLM: ± 2% F. S.
Repeatability	± 0.2% F. S.
Response Time	≤ 4sec
Valve Rest Position	Normally Close
Differential Pressure	> 10SLM: (0.1~0.3)MPa
Max Pressure	10MPa
Leak integrity	1× 10 -9 atm• cc/sec He
Seals Materials	Viton; Neporene
Operation Temperature	(5~45)º C
Input/ output Signal	(0~5) VDC
Electrical Connector	DB15 pin(Male)

- هیتر

هیتر مورد استفاده دارای توان ۱۵۰ وات است و بدنه آن از جنس استیلنس استیل ۳۱۶ می‌باشد. هیتر گازهای واکنشگر در قسمت مرطوب ساز دستگاه قرار دارد. به عبارتی گازها طی عبور از مرطوب سازها، گرم و مرطوب می‌شوند. تنها سنسوری که روی خود سیستم پیل سوختی قرار می‌گیرد سنسور هیتر پیل است که قطری حدود mm ۳-۲ دارد و محل نصب آن بر روی پیل‌ها تعبیه شده است و یا به سادگی نصب می‌شود.

- مرطوب ساز[1]

مرطوب سازها جهت گرم و مرطوب نمودن گازهای ورودی به پیل تا رطوبت ۱۰۰٪ و یا به صورت خشک به کار برده می‌شود. گازها وارد مخزن استوانه‌ای می‌شوند و از طریق پاشنده، درون فاز مایع (آب ASTM Type I, 18 mΩ - cm) پخش شده و طی عبور از مخزن مرطوب می‌شوند. تصویری از مرطوب ساز ساخته شده در شکل ۳ نشان داده شده است.

شکل ۳: تصویر مرطوب ساز ساخته شده

[1] Humidifire

در هر یک از مرطوب سازهای آندی و کاتدی سنسور دما وجود دارد و هیتر درون مخزن سبب گرم نمودن گاز می‌گردد. قطع و وصل شدن رله مربوط به هیتر از طریق کامپیوتر قابل کنترل است. دمای گازها توسط سنسور دما اندازه‌گیری و بر روی صفحه اصلی برنامه پیل سوختی و پانل جلویی دستگاه نمایش داده می‌شود. طراحی ویژه این مرطوب ساز به گونه‌ای است که امکان عبور گاز از مسیر خشک وجود دارد. در این مسیر گاز در تماس با آب قرار نمی‌گیرد و طی عبور از مرطوب ساز فقط گرم می‌شود. قطر مخزن استوانه‌ای شکل مرطوب ساز ۱۰ cm و ارتفاع آن ۲۸ cm می‌باشد. بدنه از جنس استیلنس استیل است.

پر و خالی نمودن مرطوب ساز به صورت دستی از طریق پمپ آب انجام می‌شود. شیر سه راهی در پشت دستگاه تعبیه شده است که می‌توان از طریق آن مرطوب سازها را پر نمود. چرخاندن شیر در جهت چپ، آب را به قسمت مرطوب ساز کاتدی و جهت راست ، آب را وارد مرطوب ساز آندی می‌کند. سطح آب مرطوب سازها را می‌توان با استفاده از نمایشگر سطح آب که در جلوی دستگاه تعبیه شده است، کنترل نمود. تخلیه مرطوب ساز نیز با باز نمودن شیر بدون اتصال به پمپ صورت می‌گیرد.

- واحد کنترل دما

دمای مرطوب سازهای آندی و کاتدی و سل توسط کنترلگرهای ساخت شرکت اتونیک[1] مدل TZN4M کنترل می‌شود. تصویر کنترلگر و مشخصات فنی آن در شکل ۴ و جدول ۲ آورده شده است [۱۳].

شکل ۴: تصویر کنترلگر دما ساخت شرکت اتونیک

[1] Autonics Co

جدول ۲: مشخصات فنی واحد کنترل دما ساخت شرکت اتونیک	
Power Supply	100-240VAC 50/60 Hz
Allowable voltage range	90-110% of rated voltage
Power consumption	Approx. 6 VA
Display method	7 segment LED display Processing value (PV): Red, Setting value(SV): Green
Input sensor	Thermocouple:K(CA), J(IC), R(PR), E(CR), T(CC), S(PP), N(NN), W(TT) (Tolerance line resistance is max. 100 ohm)
	RTD: DIN Pt100 ohm, JIS Pt 100 ohm, 3 wire type
	Voltage: 1-5VDC, 0-10VDC, Current: 4-20 mADC
Control method	ON/OFF Control
Control output	Relay contact output:25VAC 3A 1c
	SSR output: 12VDC ±3V Max. 30mA
	Current output: 4-20mADC (load resistance: Max. 600ohm)
function	PV retransmission, Sv setting
Sub output	Evnt 1, 2 output: Relay contact output 250VAC 1A 1a
Display accurancy	±3% based on F.S or 3°C Max.
	Setting by front push buttons
Control time	0-120 second
Sampling time	0.5 sec.
Ambient temperature	-10 to 50 oC(at non freezing state)
Ambient Humidity	35 to 85 %
Weight	Approx. 250 gr

- شیر یک طرفه

در اثر حرکت گاز خروجی از مرطوب ساز در خلاف جهت مسیر حرکت فرایندی، احتمال وارد شدن آب به کنترل‌گرهای جرمی جریان وجود دارد. به همین منظور از شیرهای یک طرفه[1] در مسیر فرایند بعد از مرطوب سازها استفاده می‌شود. این شیر به طور خودکار و بدون دخالت هر عامل خارجی مسیر برگشت را بسته و مسیر را یک‌طرفه می‌کند. تصویری از شیر یک طرفه به کار رفته در دستگاه تست ساخت شرکت سواجلاک در شکل ۵ نشان داده شده است.

شکل ۵: تصویری از شیر یک طرفه ساخت شرکت سواجلاک[2]

- فیلتر آب

دو دریچه در قسمت خروجی پیل قرار دارد که آب و ناخالصی‌های همراه گاز را جدا می‌نماید. این دریچه از یک فیلتر تفلونی متخلخل ساخته شده است که گاز با عبور از این فیلتر تمیز می‌گردد. دریچه آب دارای یک شیر سولونوئید است که میزان‌آب را کنترل می‌نماید. امکان تخلیه دستی آب وجود دارد.

[1] Check valve
[2] Swagelok

تصویری از فیلتر ساخت شرکت فستو[1] در شکل ۶ نشان داده شده است. مشخصات فنی کامل آن در جدول ۳ آورده شده است.

شکل ٦: فیلتر آب ساخت شرکت فستو

جدول ۳: مشخصات فیلتر آب ساخت شرکت فستو	
Standard nominal flow rate	840 l/min
Upstream pressure max.	14 bar
Operating pressure	Max 12 bar
Filter element	5 µm average pore size
Condensate volume	43 cm^3
Temperature range	-10 to +60 ^oC
Material	Husing: poluamide, glass fiber reinforced Filter bowl: special polyamide, Seals: Perbunan

[1] Festo

ـ تنظیم کننده فشار درونی پیل

شیر رلیف[1] RV-5300-60-W/K با پورت 1/8" NPT ساخت شرکت آمریکایی ایر ترول[2] برای تنظیم فشار انتهایی به کار برده می‌شود. تصویر و مشخصات فنی آن به ترتیب در شکل ۷ و جدول ۴ آورده شده است.

شکل ۷: تصویری از شیر تنظیم کننده فشار ساخت شرکت ایر ترول

جدول ۴: مشخصات فنی شیر تنظیم کننده فشار ساخت شرکت ایر ترول	
WETTED MATERIALS	Polysulfone, Silicone, Buna-N
TEMPERATURE RANGE	40° - 150° F (4° - 66° C)
REPEATABILITY	< +/- 1% F.S
FLOW CAPACITY	7 CFM (19 LPM) @ 30 PSI (207 kPa) set
ADJUSTING OPTION	W/K = WITH ADJUSTING KNOB

[1] Relief
[2] Air Trol

۱-۲- لود بانک

لود بانک در دستگاه تست پیل سوختی برای استفاده از توان خروجی پیل سوختی مورد نیاز است. معمولاً در دستگاه‌های پیل سوختی از یک دستگاه مقاومت استفاده می‌شود که با متصل نمودن آن به پیل سوختی، جریان در آن برقرار می‌شود. در این حالت گفته می‌شود که یک لود الکتریکی برای پیل به کار برده شده است.

لود بانک‌های الکتریکی، سیستم‌های نیمه هادی هستند که قادرند مقدار جریان زیادی (جریانی برابر و یا بزرگتر از خروجی پیل سوختی) را عبور دهند و این جریان را به صورت گرما به محیط انتقال دهند. یک سیستم لود بانک الکتریکی باید ماکزیمم جریان، پتانسیل و توانی متناسب با پیل سوختی در حال تست داشته باشد. علاوه بر ویژگی‌های مذکور، لود بانک الکتریکی باید مقاومت درونی کمی داشته باشد تا ماکزیمم جریان خروجی از سل در مینیمم مقدار پتانسیل پیل به دست آید.

جریان پیل توسط مینیمم مقاومت لود بانک و مقاومت کابلها و اتصالات بین لود و پیل سوختی کاهش می‌یابد. برنامه کامپیوتری، تنظیمات لود بانک را کنترل می‌کند. دو استراتژی برای ایمنی اپراتور و پیل وجود دارد. یک روش آن است که تنظیمات لود بانک به یک تقویت کننده باز متصل است و هنگامی که کلید اضطرار فشرده می‌شود، توان افت پیدا می‌کند. روش دوم کنترل ولتاژ پیل توسط برنامه کامپیوتری است که هنگامی که ولتاژ کمتر از حد معین خود می‌شود، لود بانک را خاموش می‌نماید.

سیستم لود بانک مدل ۱۰/۵۰/۱۰۰ آمپر برای اعمال لود به پیل سوختی استفاده می‌شود که می‌تواند حداکثر ۲۰ ولت، ۱۰۰ آمپر و ۱۰۰ وات توان از پیل سوختی خارج نماید.

سیستم لود می‌تواند در چهار حالت کار کند: در حالت اول می‌تواند به گونه‌ای تنظیم شود که جریان مشخصی از پیل بکشد. در حالت مشابه دیگر سیستم لود بانک می‌تواند در یک ولتاژ مشخص توان از پیل بگیرد. همچنین می‌تواند به گونه‌ای تنظیم شود که مقدار توان مشخصی از پیل بگیرد. در نهایت لود میتواند مانند یک مقاومت ثابت در مسیر مدار پیل سوختی عمل کند. معمولاً لود بانک در دو حالت جریان و ولتاژ ثابت به کار برده می‌شود.

نمودارهای پلاریزاسیون که مهمترین نمودار در بررسی عملکرد پیل محسوب می‌گردد، معمولا در حالت جریان ثابت به دست می‌آید. بدین صورت که ولتاژ پیل در هر جریان با تغییر جریان ثبت می‌گردد. میزان دقت جریان بسته به میزان جریان خروجی متغیر است که بستگی به محدوده جریان دارد. میزان دقت جریان در ^{o}C ۲۵ حدود ۰/۳ درصد از حداکثر جریان در محدوده جریان انتخابی است.

همچنین برای لود بانک محدوده حفاظتی وجود دارد که از ازدیاد بار جلوگیری می‌کند. حد توان تقریباً ۱۰۰ وات است و در لودهای بالاتر از حد دستگاه، لود برداشته می‌شود و لود بانک خاموش می‌شود. هنگامی که دماهای درونی بیشتر از ^{o}C ۱۰۰ می‌شود، سیستم به طور اتوماتیک خاموش می‌شود.

۳-۱-۴- اجزاء کنترل/ اندازه‌گیری

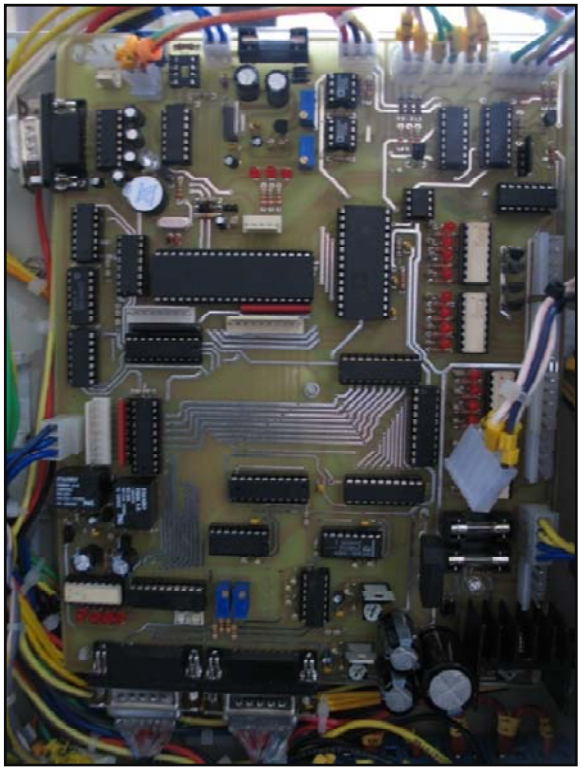
کنترل و اندازه‌گیری پارامترها در دستگاه تست پیل سوختی توسط برنامه کامپیوتری انجام می‌شود. کامپیوتر باید واحد پردازشگر Pentium III 400MHZ با حافظه 512MB داشته باشد. برنامه پیل سوختی تحت Lab View برای کنترل سیستم پردازنده ثبت و کنترل داده تهیه شده است. با استفاده از این دو سیستم، ثبت داده و برنامه، کلیه اندازه‌گیری‌ها و کنترل‌ها انجام می‌شود. برنامه کنترل ۴ هدف را دنبال می‌کند. اولاً همه اندازه‌گیری‌های انجام شده توسط سیستم در حین گرفتن تست را ثبت می‌کند. ثانیاً می‌تواند تنظیمات دلخواه را روی دستگاه تست اجرا کند. هدف بعدی برنامه کنترل، کمک به ارزیابی بهتر عملکرد پیل در حین تست است و در نهایت برنامه کنترل تصمیمات کلیدی سریعی که امکان آن برای اپراتور وجود ندارد را انجام می‌دهد.

ولتاژ پیل از جمله مهم‌ترین پارامترهایی است که برنامه به طور مستقیم در حین تست پیل اندازه می‌گیرد. برنامه دستگاه، ولتاژ پیل را تقریباً هر نیم ثانیه می‌خواند و اگر ولتاژ پیل کمتر از صفر ولت (یا مینیمم انتخاب شده) باشد نشان می‌دهد که وضعیت خطرناکی است و باید لود برداشته شود. در ادامه به تشریح کاملتر اجزاء سیستم کنترل و اندازه‌گیری پرداخته می‌شود.

الف- اجزاء سیستم کنترل

- سیستم کنترل و ثبت داده

سیستم برد اصلی[1] دستگاه برای اندازه‌گیری همه پارامترهای کارکردی مطلوب پیل سوختی در حالت تست مورد نیاز است و داده‌های اندازه‌گیری شده را به فرم گرافیکی یا عددی برای اپراتور قابل استفاده می-سازد. همچنین از طریق این سیستم، کلیه پارامترهای ورودی از طریق دستگاه و یا کامپیوتر اعمال می‌شود. تصویری از برد اصلی ساخته شده برای دستگاه تست مورد نظر در شکل ۸ نشان داده شده است. معمولاً پارامترهای عملیاتی اندازه‌گیری شده عبارتند از پتانسیل پیل، جریان پیل، توان پیل، سرعت جریان‌های جرمی، دمای پیل و دمای مرطوب گازها. ماکزیمم ولتاژ قابل اندازه‌گیری ۲۰ ولت است. میزان دقت در اندازه‌گیری ولتاژ حدود ۳ mV ± یا ٪ ۰/۳ ± ولتاژ خوانده شده است. دقت ولتاژ ۱ میلی ولت می‌باشد. سرعت خواندن داده جریان و ولتاژ، ۱۰۰ هرتز می‌باشد.



شکل ۸: تصویری از برد اصلی ساخته شده دستگاه تست پیل سوختی

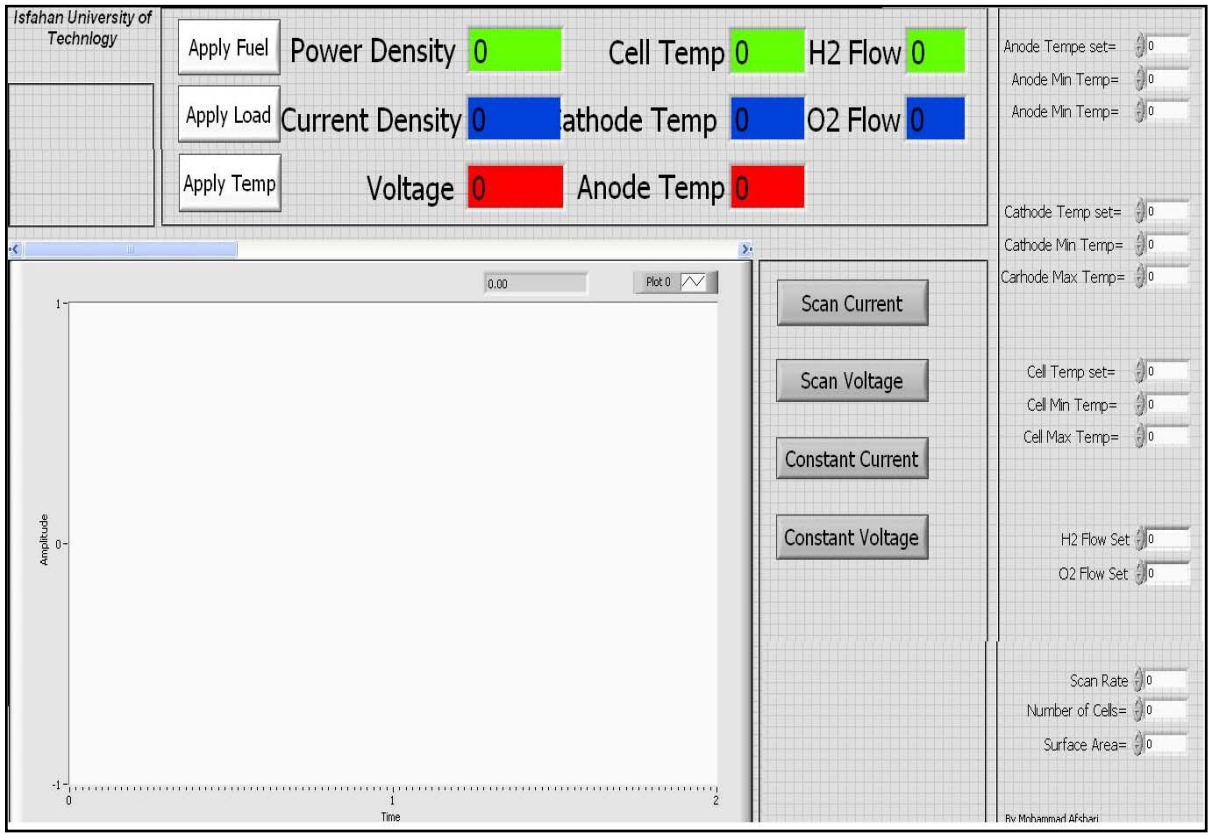
[1] Mother Board

ـ قابلیت اتصال دستگاه به کامپیوتر

به منظور نمایش بهتر داده‌ها، دستگاه قابلیت اتصال به کامپیوتر را دارد. به طوری که می‌تواند از طریق آن فرمان بگیرد و تمام داده‌ها را در فایل مناسب ذخیره نماید.

– نرم افزار

نرم افزار کار با دستگاه تست پیل سوختی مورد نظر با زبان برنامه‌نویسی Lab View طراحی شده است. . اعمال فرمان از کامپیوتر به دستگاه از طریق این نرم افزار صورت می‌گیرد. شکل ۹، تصویر صفحه اصلی نرم افزار را نشان می‌دهد. نرم افزار قادر به نمایش پارامترهای عملیاتی اندازه‌گیری شده توسط دستگاه تست از قبیل ولتاژ، جریان، دمای پیل، آند و کاتد، سرعت جریان جرمی آند و کاتد می‌باشد. با استفاده از این نرم افزار، شرایط عملیاتی حاکم بر پیل تعیین و تست‌های عملکردی به منظور ارزیابی پیل سوختی انجام می‌شود.



شکل ۹ : تصویری از صفحه اصلی نرم افزار کنترلی تهیه شده دستگاه تست پیل سوختی

ب) اجزاء سیستم اندازه‌گیری فرایند

- شیر برقی[1]

شیرهای برقی از نوع شیرهای کنترلی هستند که امکان عبور و یا توقف جریان گاز را فراهم می‌سازند. این شیرها تحت کنترل سیستم مدار ایمنی هستند که در هنگام افت فشار گاز یا افت توان الکتریکی به اپراتور هشدار داده می‌شود و به طور اتوماتیک مسیر سوخت بسته و گاز بی‌اثر به درون سیستم تزریق می‌شود تا گازهای قابل اشتعال‌زا از سیستم خارج شوند.

- سنسور دما

از سنسورهای دما نوع (PT 100) استفاده می‌شود. این نوع دتکتورها از قرار گرفتن فیلم پلاتین بر روی بستر سرامیکی ساخته شده‌اند. سایزهای مختلفی از این دتکتور وجود دارد و برای کاربردهایی که نیاز به سایز کوچک دتکتور، پاسخ سریع به تغییرات دمایی، اندازه‌گیری سطح و مقاومت در برابر ارتعاش و لرزش دارد، مناسب است. محدوده دمایی این دتکتور از ۵۰- تا ۸۵۰ درجه سانتیگراد می‌باشد و میزان مقاومت آن ۱۰۰ اهم است. تصویری از این سنسور در شکل ۱۰ شان داده شده است.

شکل ۱۰: سنسور دما PT100

[1] Electrical valve

– سنسور فشار

این سنسورها ساخت شرکت سوئیسی ترافگ[1] هستند. از مدل سنسورهای فشار ECT 6.OA استفاده می-شود. رنج کارکردی آنها صفر تا ۶ بار با سیگنال mA ۲۰-۴ است. مشخصات فنی این سنسور در جدول ۵ آورده شده است. تصویر این سنسور در شکل ۱۱ نشان داده شده است.

جدول ۵: مشخصات فنی سنسور فشار ساخت شرکت ترافگ

Category	Pressure transmitters
Kind of measurement	relative pressure
Sensor technology	thick film on ceramic
Sensor material	Al2O3, AISI303 (1.4305), FKM
Pressure connection	G1/4"
Output	4...20 mA
Electrical connection	EN175301-803
Operating temperature	-25...+85 °C
Media temperature	-25...+125 °C
Range	0...6 bar
Max. overpressure	12 bar
Supply	9...30 VDC
Accuracy NLH (BSL)	±0.2

[1] Trafag

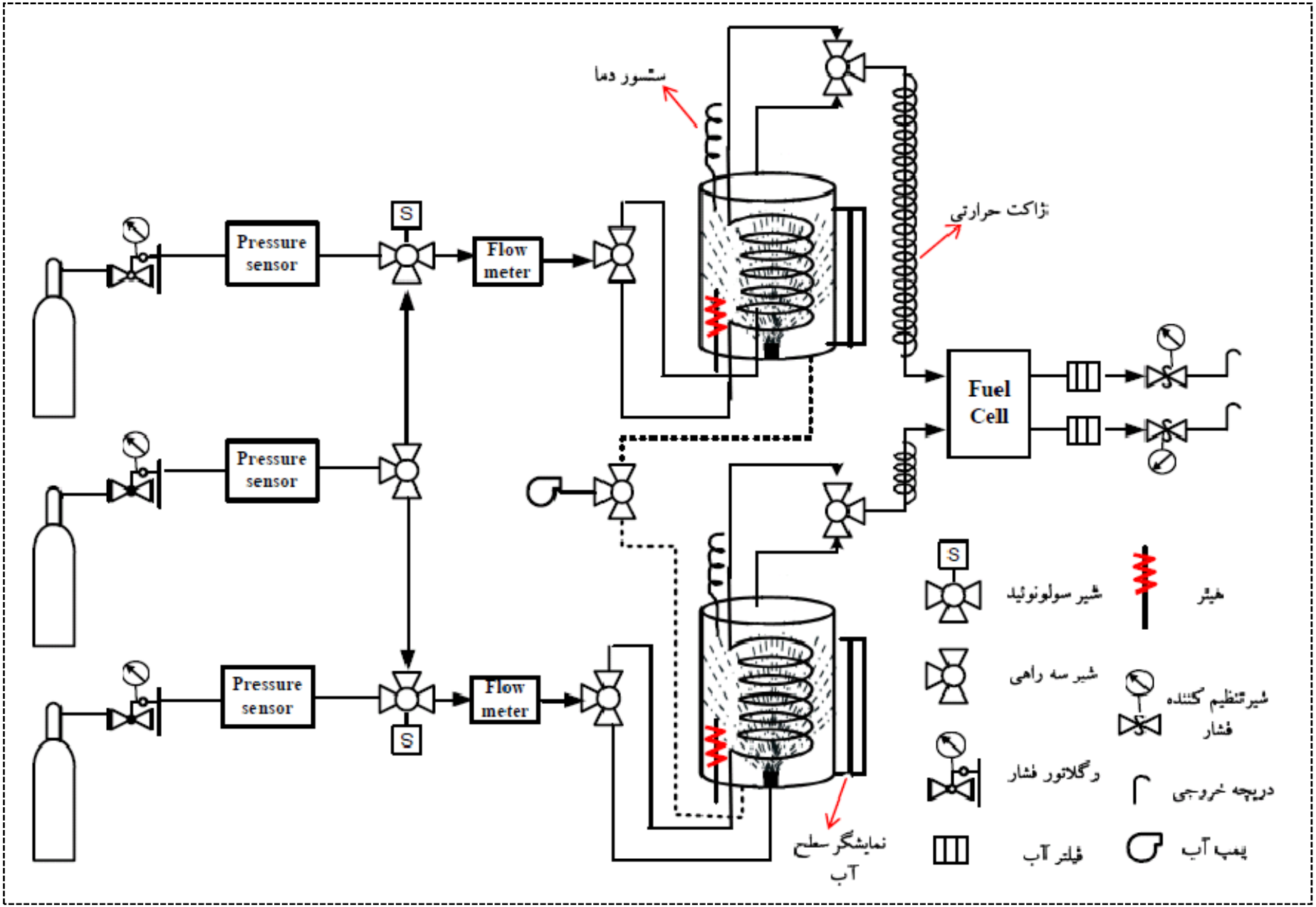
شکل ۱۱: سنسور فشار ساخت شرکت ترافگ

۲- شرح فرایند

دو مسیر برای انتقال گازها به پیل سوختی وجود دارد. در حالت عادی، این دو مسیر از سیلندر گاز نیتروژن شروع و بعد از عبور از پیل به اتمسفر ختم می‌شود. در صورت اعمال فرمان به کار بردن سوخت در سیستم توسط کاربر از طریق کامپیوتر، تزریق نیتروژن متوقف و هر یک از گازهای هیدروژن و اکسیدان در یکی از دو مسیر جریان پیدا می‌کنند. اگر کلید قطع اضطراری فشرده شود و یا ولتاژ از حد معینی کاهش یابد، دستگاه به طور اتوماتیک فرمان قطع جریان گازهای هیدروژن و اکسیدان را صادر و نیتروژن در دو مسیر تزریق می‌شود. اجزاء موجود و ترتیب آنها در هر دو مسیر، یکسان است.

نقشه P&ID سیستم تأمین گاز دستگاه تست در شکل ۱۲ نشان داده شده است. فشار گاز خروجی از سیلندر (هیدروژن، اکسیدان و نیتروژن) توسط رگلاتور سر سیلندر بین فشار ۵-۳ بار تنظیم می‌شود. سپس گاز وارد سنسور فشار شده و فشار آنها ثبت می‌گردد. در صورتیکه فشار کمتر از ۳ بار باشد، سیستم هشدار می‌دهد که فشار گاز ورودی افزایش یابد و بین ۵-۳ بار تنظیم گردد. شیر ۲ به ۳ برقی در مسیر گازهای هیدروژن و اکسیدان قرار دارد. این شیر در مواقع قطع جریان‌های هیدروژن و اکسیدان، نیتروژن را عبور می‌دهد و نیتروژن جایگزین آنها می‌شود. گازهای واکنشگر بعد از عبور از شیرهای برقی وارد کنترل کننده‌های جرمی که در مسیر هر یک از گازها وجود دارد، می‌شوند. کنترلگرها میزان دبی گازها را برحسب مقدار تنظیم شده توسط کاربر تعیین می‌کنند.

بعد از تعیین میزان دبی گاز، شیر سه راهی دو مسیر را برای گاز فراهم می‌سازد که یکی از مسیرها از مرطوب ساز عبور می‌کند و گاز در طی آن رطوبت دهی می‌شود و مسیر دیگر که مسیر خشک نامیده می-شود، گاز را بدون عبور از مرطوب ساز فقط گرم می‌کند و وارد شیر یک طرفه می‌کند. گاز در مسیر مرطوب علاوه بر رطوبت‌دهی، از طریق هیتر تعبیه شده در مرطوب ساز، گرم نیز می‌گردد و سپس وارد شیر یک طرفه می‌شود. شیرهای یک طرفه از برگشت گاز به هر کدام از مسیرها جلوگیری می‌کند. سه راهی معمولی تعبیه شده در مسیر دو شیر یک طرفه مرطوب و خشک، در نهایت یک مسیر را برای عبور گاز فراهم می‌کند. این مسیر توسط ژاکت حرارتی پوشانده شده است تا طی عبور گاز از آن، دما کاهش نیابد و احیاناً مایع شدن آب در اثر پدیده شبنم رخ ندهد. بعد از عبور از مسیر ایزوله شده، گازها وارد پیل سوختی می‌شوند. واکنش الکتروشیمیایی در پیل رخ داده و جریان الکتریکی تولید می‌شودکه از طریق حسگرهای دستگاه که به پیل متصل هستند، اندازه گیری و ثبت می‌شوند. سپس گازها از سوی دیگر پیل خارج می‌شوند. گازهای خروجی از پیل حاوی مقداری آب هستند که این آب یا محصول واکنش الکتروشیمیایی است که همراه گاز اکسیدان خارج می‌شود و یا ناشی از میعان رطوبت موجود در گازها در اثر ایزوله نبودن مسیر بعد از پیل است. بنابراین بعد از خروج گازها از پیل، سیستم جداسازی آب و گاز تعبیه شده است که در این سیستم ناخالصی‌ها و آب موجود در گازها در طی عبور از یک فیلتر تفلونی به دام می‌افتند و در مخزن آن جمع‌آوری می‌گردند. گازها بعد از عبور از فیلتر آب، وارد شیر رلیف می‌گردند که در آنجا فشار پشتی تنظیم می‌شود و مازاد آن وارد دریچه خروجی و نهایتا اتمسفر می‌گردند.

طراحی دستگاه به گونه‌ای است که هرگاه افت فشار در طول مسیر ایجاد شود و یا میزان آب درون مرطوب ساز کمتر از حد معین باشد، دستگاه هشدار می‌دهد.

شکل۱۲: نقشه P&ID سیستم تأمین گاز دستگاه تست پیل سوختی