

# **5. PRAKTIKA**

## **ERREGAI PILA BATEAN OINARRITUTAKO KOGENERAZIO-SISTEMA**



## **FUNTZIONAMENDUA ETA ERAGINKORTASUN ELEKTRIKO ETA TERMIKOAREN KALKULUA**

Kurtsoa: 2015/2016

SORKUNTZA BANATUKO TEKNOLOGIAK

Fco. Javier Asensio De Miguel

## 1. PRAKTIKAREN GIDOIA

Praktika honetan PEM erregai pila batean oinarritutako kogenerazio-sistema baten gainean saiakuntza esperimental bat egingo da, **SISTEMAREN ERAGINKORTASUN ELEKTRIKOA ETA TERMIKOA ETA BERE FUNTZIONAMENDUA AZTERTZEKO HELBURUAREKIN.**

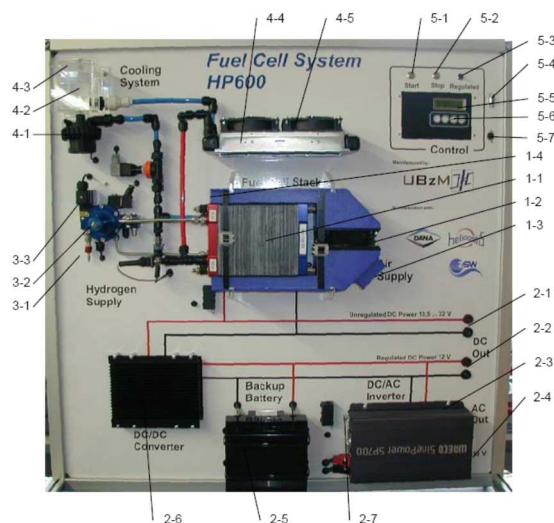
Horretarako, saiakuntzan egin beharreko pausuak emango dira eta geroago behar diren kalkuluak egiteko tentsio, intentsitate, temperatura eta hidrogeno eta fluido hozgarriaren emarien datuak hartuko dira. Behin saiakuntza eginda, praktika honi dagokion dokumentua osatuko da, eta egela plataformaren bidez dagokion xedeetarako prestatu den atalean entregatuko da.

## 2. BEHARREZKO MATERIALA

- HP600 Erregai pila
- Hidrogeno kaudalimetroa
- Ur ponpaketa sistema
- Bero trukagailua
- FLUKE 435 sare analizatzailea
- 12 V-ko bateria
- DC/DC bihurtzailua
- DC/AC bihurtzailua
- Karga elektronikoko programarria

## 3. FUNTZIONAMENDUA

Ondoren HP600 erregai pilaren sistema deskribatzen da. 1. Irudian sistemaren modulu osoaren osagai guztiak banan-banan aipatzen dira.



1. Irudia. HP600 sistema.

HP 600 erregai-pilaren sistema, hidrogeno garbia eta airearekin operatzeko diseinaturik dago. Elektrikoki erregulatutako (1-2) haizagailuak inguruetik airea hartzen du (1-3) iragazki baten bidez eta erregai-pilaren (1-1) stack-an sartzen du. Hidrogenoa (3-2) presio-erreduktore balbula baten bidez eta (3-1) akoplamendu azkarreko sarrera baten bidez hidrogeno iturritik ekipora sartzen da.

Erregai-pilaren sistemak hidrogenoa eta ingurunean dagoen oxigenoa elektrizitatean bihurtzen du prozesu elektrokimiko baten bidez. Erreakzio kimikoaren ondorioz lortutako ura (1-4) ihes-irekidura batetik airean askatzen da aire heze eran. Irteera-irekiduraren zeharkako sekzioa elektrikoki aldatu daiteke. Erreakzioak beroa ere sortzen du, eta hau berreskuratu daiteke.

Erregai-pilaren stack-a seriean konektaturiko 24 zeldaz osaturik dago. Sortutako potentzia kanpoan dauden bi borneen bidez eskuragarri dago. Potentzia horretatik kopuru txiki bat ekipoa ematen diren barne prozesuetan kontsumitzen da. Gainerakoa kanpoko kargetan erabil daiteke.

(2-6) DC/DC bihurtzaileak stack-a sortutako tentsioa kontuan hartu gabe beti erregulatutako tentsio bat ematen du. Bihurtzaile honek (2-2) erregulatutako DC irteeran paraleloan konektaturiko (2-5) bateriaren karga egokia bermatzen du. Bateriatik energia xurgatzen denean, hau segidan kargatu egiten da erregai-pila eta DC/DC bihurtzailearen bidez.

Horrela, HP600 erregai-pilaren sistemak, kanpo karga batendako, hidrogenoaren horniketa moztu ez bada, sekulan deskargatu ezin daitezkeen bateria bat bezala funtzionatzen du. Korrante zuzeneko 12 V-ko eta (2-3) DC/AC bihurtzailearen bidez (2-4) korrante alternoko 230 V-ko karga konektatu daitezke.

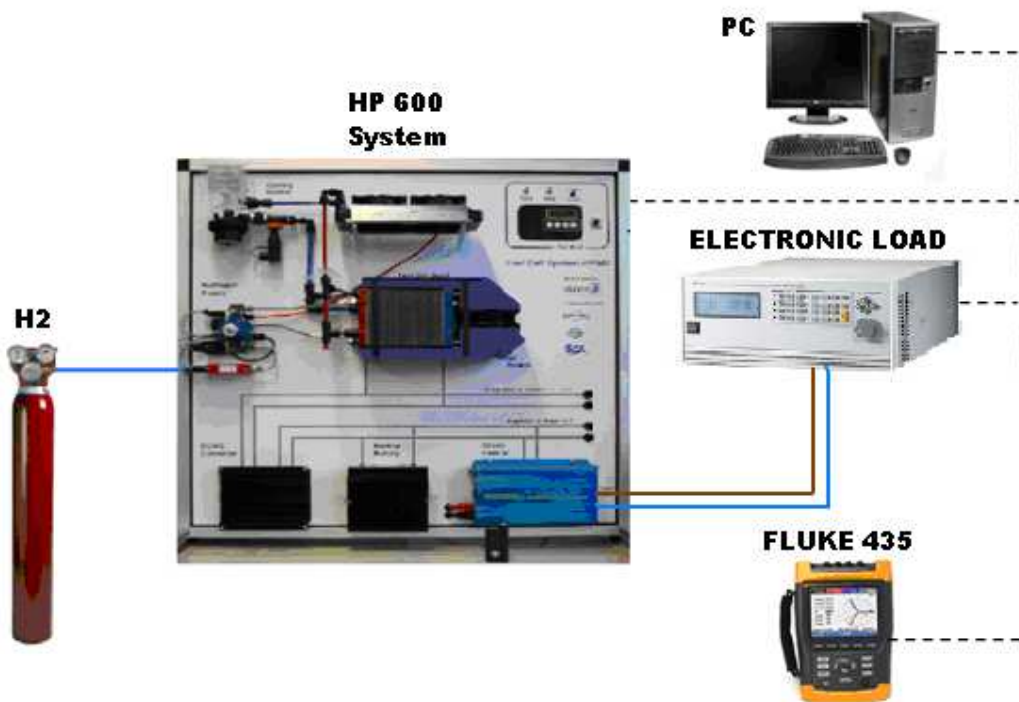
Prozesuan sortutako beroa hozte-zirkuitu batean askatzen da. Stack-a hozte-uraren, (4-1) ur-ponpa elektriko batek ur hozgarria stack-aren barnealdetik, (4-4) bero trukagailutik eta (4-2) ur-erreserbagatik zirkularazten du. Beroa (4-5) RPM-n bidez erregulatutako haizagailu batzuen eta bero trukagailuaren bidez ingurunean disipatzen da. Ingurunean disipatutako bero hau UBS-a produzitzeko (Ur Bero Sanitarioa), beroketa-sistema bat martxan jartzeko edota beste prozesu termiko batean erabili litzateke.

## 4.BURUTU BEHARREKO ESPERIMENTUA

Eraginkortasun elektrikoa eta termikoa kalkulatzeko saiakuntza bakarra egingo da. Eraginkortasunak kalkulatzeko, karga elektronikoa erabiliz 550 W eskatuko dira eta sistema egonkortu dadin, stack-a 60 bat graduko tenperatura lortu arte itxarongo da.

H<sub>2</sub> eta fluido hozgarriaren emaria neurtzeko kaudalimetro bi erabiltzen dira, eta tenperaturak neurtzeko tenperatura-zunda bi erabiltzen dira. Hauek guztiek, dagozkien magnitudeak (emariak eta tenperaturak) LabView-an oinarritutako SCADA sistema baten bidez bidaltzen dituzte (3. irudia). Intentsitate eta tentsioen neurketaren kasurako, FLUKE 435 sare analizatzaile bat, pintza anperemetrikoak eta tentsio krokodiloak erabiltzen dira.

2. irudian egin beharreko saiakuntzaren sistemaren eskema azaltzen da.



2. irudia. Eraginkortasuna kalkulatzeko sistemaren eskema.

## 4.1. ERAGINKORTASUN ELEKTRIKOAREN KALKULUA

Eraginkortasun elektriko osoa kalkulatzeko, erregai-pila, DC/DC bihurgailua, eta DC/AC bihurgailuaren eraginkortasunak banan-banan kalkulatu dira.

### 4.1.1. ERREGAI-PILAREN ERAGINKORTASUN ELEKTRIKOA

Erregai-pilaren eraginkortasuna kalkulatzeko, sartzen den  $H_2$ -a eta stack-aren irteeraren tentsioa eta intentsitatea neurtuko dira. Erregai-pilaren eraginkortasuna (1) ekuazioan azaltzen da.

$$\eta_{e\_FC} = \frac{V_{stack} \cdot I_{stack}}{P_{H_2}} \quad (1)$$

non  $P_{H_2}$  erregai-pilan sartzen den emariari dagokion potentzia da. Kalkulatzeko hurrengo erlazioa kontuan hartu behar da:  **$H_2$ -ko  $1Nm^3$  batek  $3\text{ kW}$ -orduko energiaren baliokidea da.**

#### 4.1.2. DC/DC BIHURGAILUAREN ERAGINKORTASUN ELEKTRIKOA

DC/DC bihurgailuaren eraginkortasuna kalkulatzeko, bihurgailuaren sarreraren eta irteeraren tentsioak eta intentsitateak neurtuko dira. DC/DC bihurgailuaren eraginkortasuna (2) ekuazioan azaltzen da.

$$\eta_{e\_DC/DC} = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{V_{DC/DC} \cdot I_{DC/DC}}{V_{stack} \cdot I_{stack}} \quad (2)$$

#### 4.1.3. DC/AC BIHURGAILUAREN ERAGINKORTASUN ELEKTRIKOA

DC/AC bihurgailuaren eraginkortasuna kalkulatzeko, bihurgailuaren sarreraren eta irteeraren tentsioak eta intentsitateak neurtuko dira. DC/AC bihurgailuaren eraginkortasuna (3) ekuazioan azaltzen da.

$$\eta_{e\_DC/AC} = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{V_{DC/AC} \cdot I_{DC/AC}}{V_{DC/DC} \cdot I_{DC/DC}} \quad (3)$$

#### 4.1.4. ERAGINKORTASUN ELEKTRIKO OSOA

Sistemaren eraginkortasun elektriko osoa kalkulatzeko, energia konbertsio prozesu guztiak seriean ematen direnez, aurretik kalkulaturako eraginkortasunak biderkatuko dira,

$$\eta_e = \eta_{e\_FC} \cdot \eta_{e\_DC/DC} \cdot \eta_{e\_DC/AC} \quad (4)$$

#### 4.2. ERAGINKORTASUN TERMIKOAREN KALKULUA

Sistemaren eraginkortasun termikoa kalkulatzeko, fluido hozgarriaren emari eta sarrerako eta irteerako tenperaturen datuak hartuko dira. Sistemaren eraginkortasun termikoa (5) ekuazioan azaltzen da.

$$\eta_{th\_FC} = \frac{P_{th}}{P_{H2}} \quad (5)$$

non  $P_{th}$  erregai-pilatik atera daitekeen potentzia termikoa baita, eta (6) ekuazioaren bidez kalkulaten da.

$$P_{th} = Q \cdot \Delta T \cdot c \cdot \gamma \quad (6)$$

non:

$Q$  fluido hozgarriaren emaria baita ( $\text{Nm}^3/\text{orduko}$ ).

$\Delta T$  jauzi termikoa baita ( $T_{\text{out}} - T_{\text{in}}$ ) ( $^{\circ}\text{C}$ ).

$c$  fluido hozgarriaren bero espezifikoa baita ( $\text{Kcal}/\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C}$ )

$\gamma$  fluido hozgarriaren pisu espezifikoa baita ( $\text{kg}/\text{dm}^3$ ).

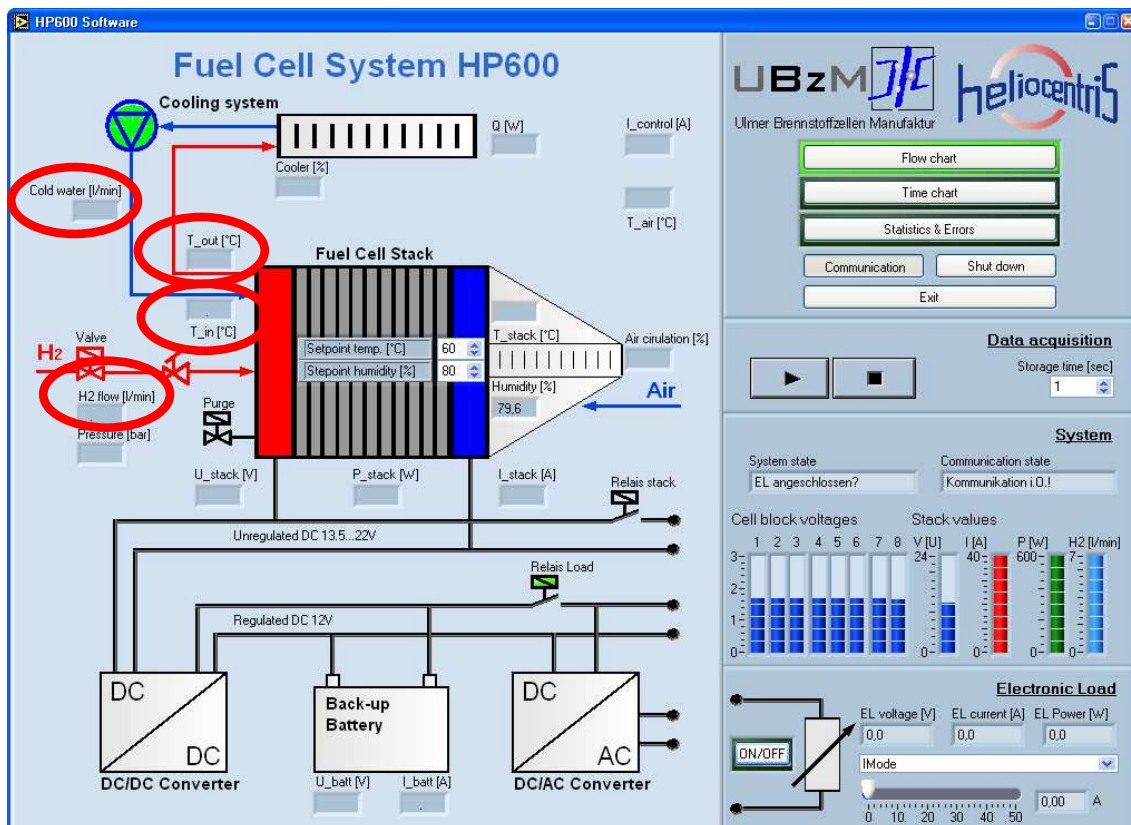
#### 4.4. NEURKETA TAULAK

1. Taula. Eraginkortasun elektrikoa kalkulatzeko neurketak.

H2 emaria	Stack		DC/DC Bihurgailua		DC/AC Bihurgailua	
l/min	Tentsioa (V)	Korrontea (A)	Tentsioa (V)	Korrontea (A)	Tentsioa (V)	Korrontea (A)

2. Taula. Eraginkortasun termikoa kalkulatzeko neurketak.

Ur emaria	Stack-aren sarrera	Stack-aren irteera
l/min	Tenperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Tenperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )



3. Irudia. HP600 sistemaren potentzia-fluxuen grafikoa.