

1.2kW Ballard NEXA 연료전지 시스템 활용

윤주홍, 최규영, 강현수, 이병국

성균관대학교 정보통신공학부

1.2kW Ballard NEXA Fuel Cell System

Joo-Hong Yoon, Gyu-Yeong Choe, Hyun-Soo Kang, Byoung-Kuk Lee
School of Information & Communication Engineering, Sungkyunkwan University

Abstract - 본 논문에서는 연료전지 시스템 설계를 위해 활발히 활용되고 있는 Ballard NEXA 시스템의 특성에 대해서 상세히 살펴보며 그 효용성에 대해서 고찰하였다.

1. 서 론

연료전지는 무공해, 높은 발전 효율과 폐열 이용을 등으로 전체 에너지효율 향상을 도모할 수 있어, 신재생에너지로써 각광 받고 있다. 연료전지는 다른 전력 생산 시스템들과 달리 SOx, NOx를 배출하지 않아 환경보호에 크게 공헌함으로써 근래에 크게 각광 받고 있는 기술이다. 특히 연료전지 중 고분자전해질 연료전지(PEMFC)는 전해질로 액체를 사용하지 않고 고분자 막을 사용해 취급이 용이하고 다른 연료전지보다 부피와 무게 작고 상온에서 동력 효율이 좋으며 시동과 정지가 용이한 장점이 있다.[3] NEXA 파워 모듈은 장점이 많은 PEMFC를 사용하여 처음 연료전지를 접하는 사람이 많이 사용한다. 하지만 공학을 하는 사람들로써는 시스템의 구성과 동작원리를 이해하기 힘든 문제점이 있다.

본 논문에서는 NEXA 연료전지 시스템을 구현하고 동작원리 기계적, 소프트웨어적, 전기적인 측면으로 분석하였으며 실험을 통해 확인하였다.

2. 연료전지 시스템 분석

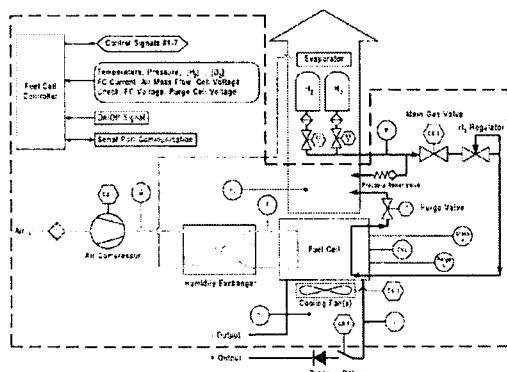


그림 1 연료전지 시스템 구성도

그림 1은 연료전지 시스템 구성도이고 4가지 시스템(연료전지 컨트롤러, 수소 시스템, 산소 시스템, 쿨링 시스템)으로 구성되어 있으며, 각 시스템이 상호 보완적으로 작동한다.

2.1 기계적 인터페이스

수소 공급, 산소 공급, 쿨링 인터페이스를 통해 기계적 인측면에서 동작 원리를 설명하였다.

2.1.1 수소 공급

연료전지의 안전한 동작을 위해서는 수소연료의 공급방법이 중요하다. 일반적으로 연료전지에 수소를 공급할 때는 적당한 압력과 습도가 중요한 조건이다. NEXA 파워 모듈의 경우는 압력 경감 밸브를 이용하여 압력을 $70\text{kPa(g)} \sim 1720\text{kPa(g)}$ 내로 유지 시켜준다. 압력이 2400kPa(g) 를 초과하면 압력 경감 밸브가 열려 압력을 낮춘다. 하지만 과잉 압력이 지속적으로 유지되는 경우는 경감 밸브가 온보드 안에 있는 수소 누출 감지기 근처로 수소를 방출하여 수소누출로써 시스템의 동작을 차단시킨다. 습도의 경우는 외부의 수소 탱크로부터 수소가 공급되어지므로 가습을 할 필요는 없다.

2.1.2 산소 공급

NEXA 연료전지 시스템의 산소 공급은 수소와 달리 외부 공기로부터 공급 받는데, 공급부분은 크게 주입구와 배기구로 구성된다. 산소의 공급을 위한 외부공기의 조건은 풍부한 산소량과 적은 불순물이다. 이러한 이유로 NEXA 파워 모듈을 환기가 잘 되는 실내에 배치하여 사용하는 것이 좋다. 공기내의 불순물의 경우는 공기 펌프 주입구에 부착된 필터로 제거되어진다. 연료전지의 생성물로써 물과 열을 생성되는데 여기서 과잉 생산된 물은 수증기와 액체 상태로 산소 배기구를 통해 방출된다.

2.1.3 Cooling Air

PEMFC의 경우 동작 온도는 80°C 내외이다. 하지만 NEXA 파워 모듈의 경우는 65°C 에서 그 성능이 최고에 이른다. NEXA의 Cooling 시스템의 주된 역할은 연료전지 스택 작동 최적 온도인 그 65°C 를 유지 시켜주는 것이다. 이밖에 쿨링 팬들은 연료전지 내부를 환기 시켜주거나 과잉 공급된 수소가 Cooling air stream으로 정화되어 수소 농도를 끓게 만들어 안전성을 높여준다.

2.2 소프트웨어적 인터페이스

그림 2는 소프트웨어 플로차트이다. 동작 상태는 크게 OFF, Standby, Start Up, Normal Shutdown, Failure Shutdown으로 동작 구간이 나누어진다. OFF 상태는 외부 배터리가 인가되지 않은 상태이다. Standby 상태에서 배터리 전력이 인가되어지고 컨트롤 보드가 동작한다. 각 센서들로부터 스택 상태 정보가 컨트롤 보드로 전달되어지고 모든 조건이 충족되면 Start Up 상태로 진행된다. Start Up에서 공기 흡입기, 쿨링팬, 솔레노이드 밸브가 올바르게 작동하고 스택 전압이 38V 이상이 되면 외

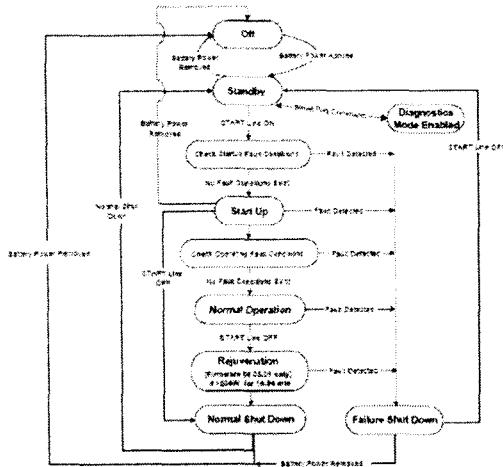


그림 2 소프트웨어 플로차트

부 배터리 전력을 차단한다. 외부 배터리 전력이 차단되면 시스템의 내부 부하를 스택으로 옮기고 정상 동작하게 되는데 이 상태는 Normal Operation이다. Normal Operation 일 때 연료전지는 전력발전기로써 사용된다. Start line이 꺼지면 Normal Shutdown 상태가 된다. 이 과정에서는 60초 동안 스택의 동작을 정지시키고 Standby 모드로 돌아가게 한다. 60초를 초과해도 스택의 동작이 계속 되면 relay의 연결차단이나 스택동작 온도를 떨어뜨려 강제로 정지시킨다.

2.3 전기적 인터페이스

Start Up과 Shut Down 시 외부 배터리 전력이 보조 전력으로써 DC모듈에 공급되어진다. 작동 하지 않을 때는 배터리 소모를 방지하기 위해 스위치를 통해 NEXA 컨트롤 보드로 연결된다. 또한, 시스템이 동작하기 전 연료전지로부터 전력 소모를 방지하기 위해 연료전지 터미널은 load relay를 통해 부하에 연결된다. 스택으로부터 전력 공급이 가능하다고 시스템이 감지하면 컨트롤 보드는 load relay를 동작 시켜 연료전지가 전력을 공급하게 한다. 이와 같이 시스템이 동작되기 위해서는 외부의 5V 입력 신호가 필요하다. 그리고シリ얼 통신 인터페이스도 반드시 제공되며 NEXA 컨트롤 보드로부터의 상태 데이터와 성능 분석이 가능하다.

2.4 NEXA 파워 모듈 활용

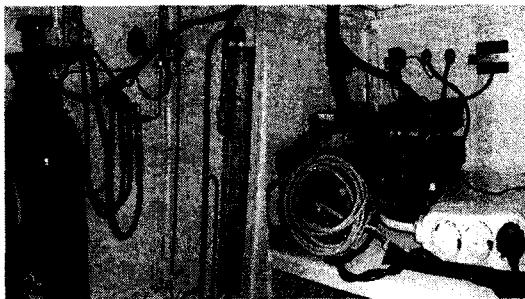
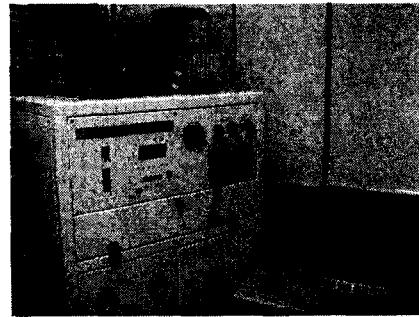


그림 3은 연료전지 시스템의 내부 구성이다. 수소 탱크, 씨리얼 포트 그리고 컨트롤 보드로 구성 되어있다.



부하 변동에 따른 전압, 전류의 변동을 알아보기 위해 그림 4와 같이 부하를 연결하였다.

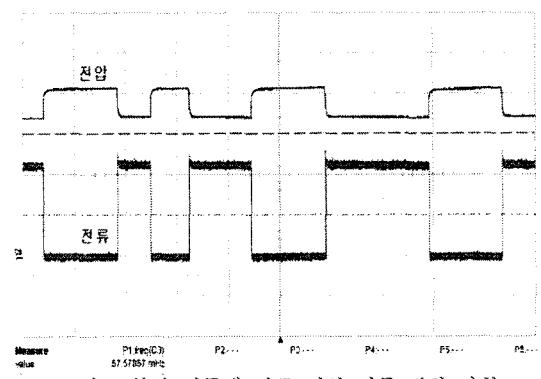


그림 5 부하 변동에 따른 전압 전류 변화 파형

무 부하에서 74W로 부하 변동 시 PEMFC 출력 특성상 전류는 0A에서 2.2A로 증가하고 전압은 41V에서 34V로 감소하였다. 부하 변동을 여러 번 시도한 결과 전압과 전류의 값은 위와 같은 값을 유지했다. 시뮬레이션 결과 부하 변동에도 연료전지 시스템(NEXA) 안정함을 확인하였다.

3. 결 론

본 논문에서는 연료전지 시스템(NEXA)을 기계적, 소프트웨어, 전기적 측면에서 분석하였으며 시스템 활용을 위한 시스템 구성을 하였고 이를 실험을 통해 증명하였다. 본 논문은 연료전지 시스템을 구성할 때 활용이 가능하다.

[참 고 문 헌]

- [1] "Nexa Power Module User's Manual", Ballard Power System, 2003
- [2] Hal H Ottesen, "Dynamic Performance of the Nexa Fuel Cell Power Module", University of Minnesota Rochester, 2004
- [3] 김창수, "고분자 연료전지의 개발 현황 및 전망", 전기학회지, 50권6호, pp22-33, 2001