

상업용 연료전지 발전 시스템을 위한 빌딩 시스템 모델링

조경훈, 최규영, 강현수, 이병국  
 성균관대학교 정보통신공학부

Building System Modeling for Commercial Fuel Cell Generation System

Kyung Heum Cho, Gyu-Yeong Choe, Hyun-Soo Kang, Byoung-Kuk Lee  
 School of Information & Communication Engineering, Sungkyunkwan University, Korea

**Abstract** - 본 논문에서는 실제 사무용 빌딩에서 많이 사용하는 부하를 조사하여 종류와 시간대별 부하 패턴을 전기적으로 모델링하였고 일반 저항 부하모델과 연료전지의 입력전류 패턴을 비교분석하여 빌딩부하 모델의 타당성을 검증하였다.

1. 서 론

연료전지용 전력변환장치는 연료전지의 출력전력을 직접 사용하지 않고 계통으로 보내야 하기 때문에 인버터가 반드시 필요하게 된다. 이때 인버터의 스위칭 영향으로 연료전지에 비 주기적인 전류가 유입된다.[1] 이 비주기적인 전류는 전기화학작용에 영향을 주어 cathode표면에서의 화학적 반응 느리게 만들고 이는 곧 연료전지 stack의 성능 및 수명에 부정적인 영향을 미치게 된다.[2] 이와 같은 문제를 확인하기 위해서는 부하의 정확한 모델링이 필요하다. 하지만 여러 모델링은 주로 간단한 저항으로만 시뮬레이션 되므로 정확한 데이터를 알 수 없다. 그러므로 건물에서 사용하는 부하를 조사하고 그 부하의 정격전력, 사용시간을 조사한 뒤 가장 현실에 맞게 부하를 모델링하여 시뮬레이션을 해야 한다.

본 논문은 실제 빌딩부하를 부하 사용시간과 종류에 따라 PSIM 시뮬레이션 툴을 사용하여 모델링 하였으며, 시간에 따라서 모델링한 부하가 연료전지의 저주파 리플에 어떠한 영향을 미치는지 파악하였고 일반 저항부하와 차이점을 비교했다.

2. 본 론

2.1 빌딩부하 분석

저주파 리플현상은 시스템의 사양, 동작조건이 동일하다 할지라도 부하조건에 따라 그 값이 변동한다. 그러므로 부하를 정확하게 분석하는 것이 중요하다.

부하모델로는 하루 중 70%이상의 전력을 차지하는 주요 사무용빌딩부하 6개를 선정하였다. 표1은 세부적으로 부하의 정격전력, 사용시간, 구성에 대해 나열하였다.

조명에서 현광등은 FL40SIGN-D제품을 스탠드는 SP-3028스탠드를 사용하였다. 그리고 조명은 부하에서 저항으로만 구성하였다. 일반 동력으로는 위생설비, 환기/공조 설비, 화재설비, 엘리베이터, 통신설비로 구성되어 있고 정격전력은 설비기준법을 따라 평당 들어가는 전력을 설정했다. 냉난방동력은 냉난방기로 휘센 LHK1453T 사용하였고 저항과 캐패시터로 구성하였다. 사무자동화 기기로는 컴퓨터본체는 삼성매직스태이션DB-P63A, PC 모니터는 LG M228WA, 프로젝터는 3M AD20-X, 복사기는 롯데캐논IR-3570을 사용하고 저항과 캐패시터로 구성하였다. 위 제품의 개수는 100평 공간의 사무실용 기준으로 부하가 차지하는 공간 및 효율성을 기준으로

표 1 빌딩 주요 부하의 전기적 모델링

분류	갯수*전력(W)*시간(h)	전력량(kWh)	부하	R(L)	C
형광등 스탠드	60*40*12 7*27*5	28.8 0.945	R(L)	20.16 256.08	
일반동력	1*14850*5	7.425	R	3.25	
냉난방기	2.5*4600*8	92	C*RL	4.2(냉방) 38.72(난방)	600u
데스크탑 MONITOR	8*300*7 8*50*5/8*1*2	16.8 2.016	C*R	20.166 121	600u
프로젝터	1*350*3	1.05	R	138	
복사기	2*1350*4	10.8	C*RL	17.925	600u
TOTAL					159.836(kWh)

표1 과 같이 배치하였다. 이 부하들의 정격전력과 개수를 고려하여 여분있게 50kW의 전력을 빌딩에 공급함을 설계를 가정하였다. 각 부하의 모델은 근대 사무자동화를 염두 하여 최신식 기기들로 구성하였다.

2.2 빌딩부하 모델링

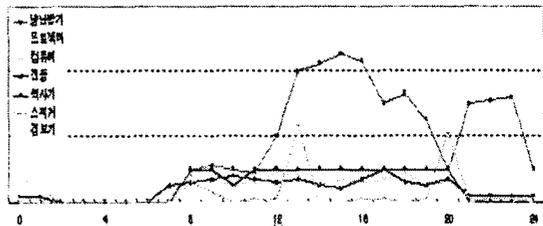


그림 1 여름철 시간에 따른 부하 패턴

그림 1은 여름철 시간별로 본 부하사용 패턴이다. 주로 직장인들의 근무 시간대에 부하사용이 증가하고 저녁과 새벽시간은 사용량이 거의 없다.[3]

사무용빌딩의 경우 냉난방기의 전력소비량은 계절에 따라 변동한다. 위 그림처럼 냉방기는 가장 더운 오후 2시때와 열대야 현상이 발생하는 저녁쯤에 사용이 증가한다. 그러나 냉 난방기를 제외한 나머지 부하는 계절에 관계없이 거의 일정한 값을 보였다.

전력소비가 근무시간에 집중하고 있는 것은 전력변환기의 모델링에 있어 중요한 자료이다. 그리고 사무용빌딩은 건물사용목적에 따라 그 특성이 크게 변하지 않고 일정한 패턴을 유지한다.

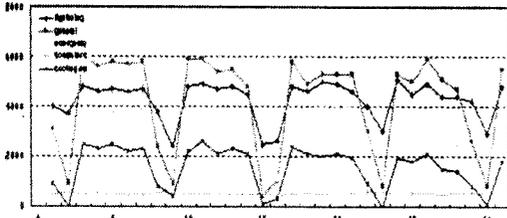


그림 2 여름철 일별 수송가 전력 사용 곡선

그림 2. 는 냉방기간 중 전기소비량이 가장 많은 8월의 부하종류별 일 전기소비량을 나타낸 것이다. 또, 일요일을 제외한 주중 전기소비량은 전동용 조명동력, 일반동력, 비상동력 및 냉방동력이 각각 평균 4,666, 5,410, 3,768, 2,092 kWh를 나타내면서 일정한 소비 패턴을 나타내고 있다. 일별 전력 사용량은 주기적인 특성을 보이고 있다. 주중 근무 특성 및 반복되는 근무 작업으로 여름철뿐만이 아닌 다른 계절에서도 냉난방기를 제외한 특성은 거의 일치하므로 전력변환설비 설계 시 일정한 값을 유지 할 수 있다.

### 2.3 시뮬레이션

그림 2 는 상업용 연료전지 전력변환기 회로도도 나타낸 것이다. 회로도는 풀브리지 컨버터와 단상 인버터로 구성하였다.

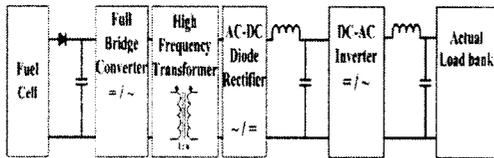


그림 2 상업용 연료전지 전력변환기

본 논문에서 제안된 부하모델과 일반적으로 사용되는 부하모델링간의 차이점을 분석하기 위해 PSIM을 사용하여 시뮬레이션 하였다.

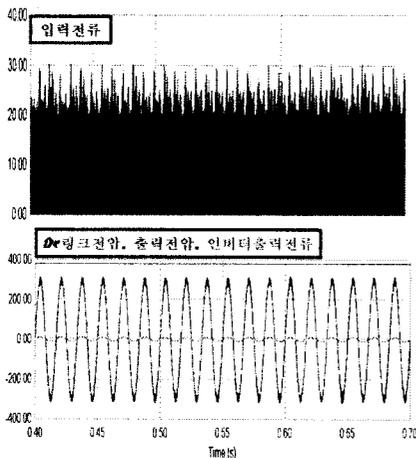


그림 3 일반 저항부하 모델시 출력파형

그림 3 의 위 그림은 일반 저항부하 모델일 때의 연료전지 출력전류파형을 본 것이다. 위 전류파형을 통해 일정 저항부하로 시뮬레이션 할 경우 거의 일정한 전류가 흐르는 것을 알 수 있다. 아래 그림은 인버터 출력전압, DC 링크전압, 인버터 출력 전류의 파형이다. DC 링크전압은 380V 정전압제어가 되

며, 순수 저항부하 이므로 인버터 출력전압과 출력전류는 동상임을 확인 할 수 있다.

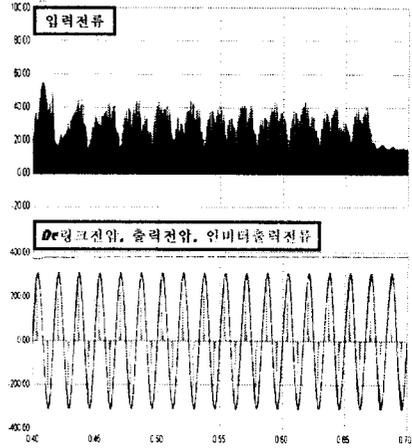


그림 4 실제 부하 모델시 출력파형

그림 4는 시간과 부하종류에 따른 실제 부하모델일 때의 연료전지 출력전류와 인버터 출력 전압, 전류, DC 링크 전압을 나타낸다. 부하모델은 PSIM의 게이팅 블록을 사용하여 부하증감을 표현 하고, 실제부하를 다이오드 정류기, 저항과 캐패시터로 모델링하였다. 실제부하 계산값은 사전에 조사한 100평 사무형 빌딩을 기준으로 하였다. 그림 4의 위 그림은 일반적인 저항 부하 모델과 비교 하였을 때 비 주기적인 특성을 보이고 있다. 그러므로 이와 같은 비주기적인 전류변동은 연료전지에 문제를 일으킬 수 있다. 또한 인버터 출력전류는 정류 캐패시터 부하 때문에 일반 저항부하와 차이가 나타남을 알 수 있다.

시뮬레이션을 통해 부하모델 따라 연료전지에 유입되는 전류파형이 달라지므로 정확한 부하모델이 필요하고, 전력변환기 또한 달라져야 함을 알 수 있다.

### 4. 결 론

본 논문에서는 실제 빌딩에서 사용되는 부하를 시간에 따라 전기적인 부하로 모델링 하였으며 일반적으로 사용하는 저항부하와 비교하여 연료전지 입력전류패턴에 큰 차이가 존재함을 시뮬레이션을 통해 확인하였다. 본 논문은 빌딩용 연료전지 전력변환기 설계시 활용 될 수 있다.

### [참 고 문 헌]

- [1] R. S. Gemmen, "Analysis for the Effect of Inverter Ripple Current on Fuel Cell Operating Condition", *Journal of Fluids Eng.*, vol. 125, no.3, 2003, pp.576-585.
- [2] C. Liu, J. S. Lai, "Low Frequency Current Ripple Reduction Technique with Active Control in a Fuel Cell Power System with Inverter Load", *Con. Rec., IEEE PESC'05*, pp.2905-2911.
- [3] 박병윤, "사무소건물의 용도 및 측정기간에 따른 에너지 소비특성", *설비공학 논문집 제17권 제1호*, 2005, pp82-87