

스마트 그리드 환경에 구성될 새로운 주택 부하기기 구성비 추정에 관한 연구

박현정*, 임재윤, 지평식, 황성욱, 김정훈**
 홍익대*, 대덕대, 충주대, KEPCO 전력연구원, 홍익대

A Study on the New Resident Load Composition Rate Estimation Method in Smart Grid

Hyeon-Jeong Park*, Jae-Yoon Lim, Pyeong-Shik Ji, Sung-Wook Hwang, Jung-Hoon Kim**
 Hongik University*, Daeduk University, Chunggu University, KEPCO Research Institute, Hongik University**

Abstract - 전력계통해석 중 전력조류계산과 안정도 해석에서 부하모델이 필요하다. 부하모델을 만드는 방법 중 미시적 방법에 의한 부하모델 방법은 몇 개의 부하군으로 분류하고, 전압, 주파수 변화에 따른 특성 실험에 의해 부하군의 개별부하 모델을 구축하고 각 부하군이 시간별 구성 비율을 이용하면 합성된 부하모델을 얻을 수 있다. 이 때, 부하구성비 추정이 필요로 하게 된다. 본 논문에서는 스마트그리드 환경에서 구성될 새로운 주택모습과 그 안에 구성될 부하기기를 추론하고, 10년전에 이루어졌던 부하모델 방법의 부하구성비와 스마트 그리드환경에서 구성될 새로운 주택의 부하구성비를 비교함으로써 부하모델을 10년 주기로 새로 예측해야 할 이유에 대해 서술하도록 한다.

1. 서 론

우리나라는 1990년대 외환위기가 발생하기 전까지 에너지 소비패턴이 급격하게 증가하는 모습을 보이고 있었다. 그러나 외환위기로 인해 경제가 크게 위축하고 에너지 소비패턴의 증가세가 조금 주춤 하는 모습이다. 그리고 최근 고유가가 지속되면서 에너지 소비패턴에도 변화가 발생하였다. 값비싼 난방용 석유나 가스대신 전기를 사용하게 된 것이다. 그로인해 전기에너지 사용은 급등하게 되었고, 양질의 전력을 공급하기 위해서 적정 부하모델링의 대한 관심이 고조되고 있다. 전력조류계산과 안정도 해석에서 부하모델의 중요함이 많은 연구에서 입증되었다.[1,2] 이와 같은 부하모델링의 방법에는 크게 두 가지가 있는데 거시적 방법과 미시적 방법이다. 거시적 방법은 모션부하에 값을 계속해 부하모델식의 파라미터 값을 결정하는 것이고, 미시적 방법은 모션의 부하를 부하의 특성에 따라 몇 개의 부하군으로 분류하고 전압, 주파수 변화에 따른 특성실험을 통해 각각의 개별부하모델을 구축한 다음, 개별부하모델을 부하축약에 의해 합성된 부하모델을 얻는 것이다.[3,4] 또한, 지구환경문제와 고유가문제, 최근 일본의 원자력 문제, 신재생 에너지의 사용 등을 해결 할 수 있는 해결책으로 스마트 그리드가 우리나라에서 대두되고 있다.

스마트그리드 환경이 되면서 부하의 운전 상태나 전기 전자통신 기술의 발달로 부하의 구성상태가 변화할 것으로 예상된다. 또한 신재생에너지 규모의 확대에 의해 전기에너지 주택이라는 새로운 주거형태가 발생하여 새로운 부하기기의 등장도 가속될 것으로 예상된다. 새로운 부하기기의 등장으로 전력계통의 부하의 전압, 주파수 특성이 달라져 그 해석을 위한 새로운 부하모델이 필요하게 된다. 미시적 방법에 의한 부하모델은 개개의 전압 주파수 특성과 부하구성비가 필요로 하므로 새로운 부하구성비 추정에 관한 연구가 필요할 것으로 보인다.

새로운 부하기기의 등장은 수요관리 대상 품목의 변화가 발생하기도 한다. 에너지 소비를 억제하기 위해서는 부하의 사용 시간대를 옮기거나 다른 형태로 옮기는 방법이 있다. 이를 위해서는 부하관리 대상을 확실하게 알아내고 우선 순위를 정해서 실행하는 것이 중요하다. 때문에, 대상 부하의 전체부하 구성비를 추정해야 할 것이다. 그러므로, 부하모델을 위해서도 수요관리를 위해서도 부하구성비 추정이 중요하다고 할 수 있다.

스마트그리드 환경에서 구성될 새로운 주택모습과 그 안에 구성될 부하기기를 추론하기 위해서 용도는 주거용으로만 제한하였고, 다른 산업용과 상업용의 경우는 같은 방법론을 통해 구하면 가능할 것이다. 부하구성비 및 미래의 부하구성을 알아야 하는데, 주택의 모든 부하구성비를 추론하는 것은 쉽지 않은 일이다. 그러므로 본 논문에서 2010년의 부하구성비를 구성하기 위해서 2006년의 전력거래소의 자료와 2010년 홍익대학교 학생 70명을 통한 설문조사를 통해 그 구성비를 추정하였다.

본 논문에서는 스마트 그리드 환경에서 구성될 새로운 주택모습과 그 안에 구성될 부하기기를 추론하고, 10년 전에 이루어졌던 부하모델 방법의 부하구성비와 스마트 그리드환경에서 구성될 새로운 주택의 부하구성비를 비교함으로써 부하모델을 10년 주기로 새로 예측해야 할 이유에 대해 서술하도록 한다.

2. 스마트 그리드 환경에 구성될 주택

스마트그리드 환경에서 구성될 주택의 모습을 한국과 일본의 주택모습을 비교하여 표준화 하였다. 주택 모습에서 주요하게 사용될 부하기기에 대해서 예측하여 보면서 부하구성비 추론한다.

2.1 한국의 전기에너지 주택

전기에너지 주택이란 지열 또는 공기열을 열원으로 하여 냉난방 및 급탕을 전기히트펌프를 통해 해결하고, 취사를 위해서 유도가열조리기를 사용하여 주택에서 사용되는 에너지가 모두 전기에너지로 변환하는 주택의 모습을 말한다. 전기에너지 주택의 개념도는 다음 <그림 1>과 같다.[5]



<그림 1> 전기에너지주택의 개념도

2.2 일본의 인텔리전트 하우스

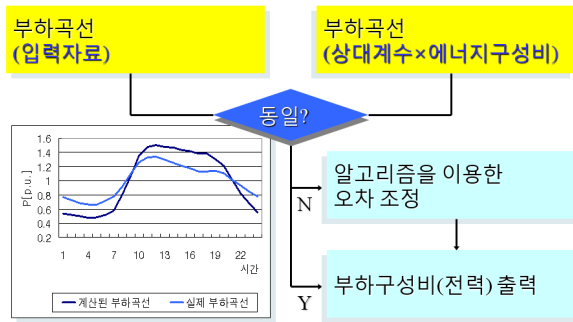
일본의 새로운 주택모습인 인텔리전트 하우스에서도 사용하는 에너지 중 대부분의 에너지가 전기에너지인 것으로 보인다. 인텔리전트 하우스에서는 자연의 공기순환을 이용하여 자동적으로 환기되는 공조시스템을 이용하고, 전기자동차의 충전이 가능하고, 전기자동차의 전기를 다시 인텔리전트 하우스로 옮기는 연구도 진행중이다. 그리고 새롭게 발생하는 부하기기를 살펴보면 전기커피, 유도가열다리미, 유도가열조리기 등이 사용 될 예정이다.[6]

3. 스마트 그리드 주택의 부하구성비 추정

3.1 부하구성비 추정 방법

부하구성비 추정에 필요한 입력자료는 실제부하곡선과 상대계수, 에너지 구성비 등이다. 부하곡선은 상대계수와 에너지 구성비를 통해 산출해 낼 수 있다. 부하구성비 추정의 모습을 그림으로 나타내면 다음 <그림 2>와 같다.

여기서 상대계수는 시간별 전력을 평균 전력으로 나눈 값으로 (즉, 상대계수*평균전력=시간별전력) 전력회사에서 많이 사용하는 값이며, 이 값은 가정용 대표부하군들에 대해 여러 조사 자료를 근거로 산출하게 된다. 가정용 전력량에 에너지 구성비율을 곱하면 각 부하군에 해당하는 전력량이 구해지며, 여기에 상대계수를 곱하면 부하군별 부하곡선이 계산되고, 다시 이 값들을 합산함으로써 가정용 부하곡선을 구성할 수 있다.



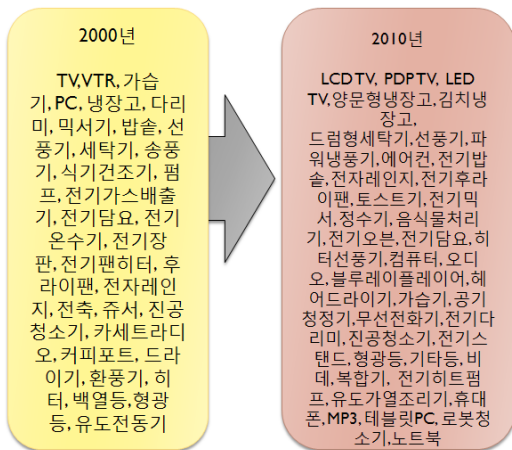
〈그림 2〉 부하구성비 추정 방법

만일, 이 부하곡선이 실제 부하곡선과 동일하다면 각 시간에 있어서 부하군별로 차지하고 있는 전력이 전체 용도에 대한 그 부하군의 구성비로서 결정 된다.

3.3 10년전과 현재 부하기기 비교

부하구성비 추정을 위해서는 각각의 대표부하들의 부하특성실험을 통해 부하곡선을 구하고, 부하특성이 비슷한 부하기기를 나누어 부하군을 결정한다. 때문에, 대표부하기기를 선정하고, 각각의 특성실험을 하는 것이 필요한데, 이는 산업과 신기술 발달로 인해 부하기기의 특성이 변하거나 부하기기의 수가 증가한다. 10년전 미시적 방법에 의한 부하모델링에 선정된 대표부하기기와 2010년 선정된 대표부하기기의 변화를 살펴보면 다음 <그림 3>과 같다.

2010년의 대표부하기기 추정을 위한 자료는 2006년 전력거래소 자료와 2010년 흥익대 설문조사를 자료를 이용하여 추론하였다.



〈그림 3〉 10년간의 대표부하의 변화

3.4 10년전과 현재 부하구성비 비교

2000년과 2010년에 위의 방법을 통해 계산한 값은 다음 <표 1> 과 <표 2>와 같다. 2010년의 데이터의 경우 현재 지역별 조사중이며 현재 전체 값을 기준으로 한 데이터 값이다.

서울의 전력사용량의 빈도가 높으므로 2010년의 전체와 2000년의 서울의 모습을 비교해 보면 가장 큰 차이점은 겨울철 두 부하값의 증가이다. 2000년에는 기타부하로 포함되어 그 차이가 여름기타부하와 겨울기타부하간의 차이가 모두 난방 기기라고 가정할 경우 그 값은 5.9%의 작은 차이밖에 보이지 않던 겨울 난방부하가 2010년엔 19%로 대폭 상승하였다. 그리고, 진공청소기의 비중의 매우 줄어 기타에 포함되어 버렸다.

핵가족의 영향으로 가정에서 밥을 해먹는 날이 줄어들어서 인치 취사 부하는 감소했고, 신기술 개발로 전력소모가 큰 TV의 개발로 전력 사용량이 증가해 그 구성비가 2배로 증가하였다. 냉장고도 김치냉장고라는 새로운 부하기기의 등장으로 부하구성비가 소폭 증가하였으나, 아마 여름에는 잘 사용하지 않는 김치냉장고 때문인지 여름의 경우에만 부하구성비가 소폭 감소하는 모습도 볼 수 있다.

4. 결 론

본 논문에서는 스마트그리드 환경에서 구성될 새로운 주택모습과 그 안에 구성될 부하기기를 추론하고, 10년 전에 이루어졌던 부하모델 방법의 부하구성비와 스마트 그리드 환경에서 구성될 새로운 주택의 부하구성비를 비교해 보았다.

새로운 주택의 등장, 그리고 신기술의 개발 등에 의해 새롭고, 달라진 부하기기들이 등장하게 되고, 그에 따라 부하구성비들의 모습도 변화함을 살펴 볼 수 있었다. 2000년에 연구한 부하구성비 값과 2010년에 연구한 부하구성비를 비교해 보니, 많은 차이가 발생함을 알 수 있었고, 새로운 부하구성비 예측으로 새로운 부하모델링이 발생 할 수 있다. 그러므로 10년을 주기로 새로운 부하모델을 만드는 것이 중요하겠다.

또한 전기에너지 사용의 증가로 인한 에너지 과소비형태를 막기 위해서 전력관리모델을 추후 반영해야 할 것이다.

〈표 1〉 2000년 부하구성비

계절	지역	대표 부하군							
		취사	냉방	TV	냉장고	조명	세탁기	진공청소기	기타
봄	서울	24.2	0.0	11.7	22.7	17.0	4.6	3.6	16.3
	광역시	28.6	0.0	10.4	20.4	19.6	3.9	3.0	14.3
	기타시	27.6	0.0	10.4	22.6	18.0	4.2	3.5	13.7
	군	37.6	0.0	8.2	20.7	16.5	3.5	3.4	10.1
여름	서울	18.3	16.5	7.4	24.6	14.0	4.7	2.7	11.8
	광역시	23.7	9.0	7.2	24.3	17.7	4.3	2.5	11.4
	기타시	22.5	9.8	7.1	26.4	16.0	4.6	2.8	10.7
	군	32.2	5.6	5.9	25.5	15.4	4.0	2.9	8.4
가을	서울	22.8	3.1	11.6	19.8	17.1	6.8	3.4	15.3
	광역시	27.4	1.6	10.5	18.1	20.1	5.8	2.8	13.7
	기타시	26.5	1.8	10.5	20.0	18.5	6.3	3.3	13.1
	군	36.5	1.0	8.4	18.6	17.2	5.3	3.3	9.8
겨울	서울	22.5	0.0	10.0	19.4	22.8	4.3	3.3	17.7
	광역시	26.3	0.0	8.8	17.3	26.0	3.5	2.7	15.4
	기타시	25.6	0.0	8.9	19.3	24.2	3.9	3.2	14.9
	군	35.2	0.0	7.1	17.9	22.3	3.3	3.2	11.1

〈표 2〉 2010년 부하구성비

계절	대표 부하군						
	취사	냉방	TV	냉장고	세탁기	난방	기타
봄	18.5	2.5	33.5	31.6	5.75	0.8	7.3
여름	11.9	40.1	18.1	20.3	4.98	0	4.54
가을	15.1	7.7	28.8	25.7	7.33	9.3	5.96
겨울	15.8	0	26.2	26.9	4.89	19	7.3

감사의 글

본 논문은 한국에너지기술평가원의 전력산업원천기술개발사업(2010T100100783)에 의하여 지원되었습니다.

[참 고 문 헌]

- [1] William W.Price, Kim A. Wirgau, Alexander Murdoch, James V. Mitsche, Ebrahim Vaahedi, Moe A. El-kady, "Load Modelling for Powr Flow and Transient Stability Computer Studies", IEEE Trans. Power System, Vol.3, No.1, Feb. 1988
- [2] Ebrabim Vaahedi, H. Magdy Zein El-Din, William W.Price, "Dynamic Load Modelling in Large Scale Stability Studies", IEEE Trans Power System, Vol.3, Aug. 1988
- [3] 한국전력공사, "전력계통 안정도 해석을 위한 적정 부하모델에 대한 연구", 1990.10
- [4] 한국전력공사, "전력계통 안정도 정밀해석을 위한 적정 부하 모델에 대한 연구", 2001.3
- [5] 황성욱외4, "한국과 일본의 전기에너지주택 보급 환경 비교 분석", '대한전기학회 본부 산하 스마트그리드 연구회 학술대회 논문집', 2010.5
- [6] 큐슈전력, "인텔리전트 하우스 소개자료", 2008.12
- [7] 전력거래소, "가전기기 보급률 및 가정용 전력 소비형태 조사", 2006.12
- [8] 흥익대학교 전자전기공학부 학부생 70명 설문조사