

이웃 간의 전력거래를 통한 전기요금 저감 장치

정다움¹, 이정환¹, 박성미², 박성준¹
 전남대학교 전기공학과¹, 한국승강기대학교²

Electric Charges Reducing Device through Power Trading between Neighbors

Da-Woom Jeong¹, Jung-Hwan Lee¹, Seong-Mi Park², Sung-Jun Park¹
 Dept. of Electrical Eng., Chonnam National University¹, Dept. of Design Lift, Korea Lift College²

ABSTRACT

전기 수요자의 다양성에 따라 새로운 전기 범주가 제정되고 있으며, 이에 대응하여 프로슈머(Prosumer)에 의한 이웃 간의 전력거래 움직임이 활발히 논의 되고 있다. 본 논문은 프로슈머가 아니더라도 이웃 간의 전력거래가 허가된다면, 전력거래를 통한 누진 요금을 저하 할 수 있는 가정용 Facts 전력 변환기 시스템을 제안한다. 제안된 이웃 간의 가정용 Facts의 타당성을 검증하기 위해 PSIM에 의한 시뮬레이션을 통하여 전기요금의 저감을 분석 하였다.

1. 서 론

현재 농어촌은 고령화로 인하여 전기수요가 적은 가구가 대다수이나, 귀농 및 귀촌을 하는 가구는 전기 수요가 많은 것이 현실이다. 또한 도시의 아파트 단지 내에서도 1인 가구 및 다인 가구가 혼재하여, 전기 수요에 대한 용량 차가 크게 벌어지고 있다. 이러한 전기 수요의 이중성으로 전기 수요가 큰 가구인 경우 전기 요금 중 누진세가 차지하는 비중이 급격히 증대하고 있다. 특히 여름과 겨울에는 전기 요금 중 누진세가 차지하는 비율이 매우 높아, 많은 전기 요금을 부담하여야 한다. 산자부와 한전은 프로슈머에 의한 누진세 등으로 인하여, 전기요금 부담이 많은 이웃에게 전기를 거래하는, 이웃 간의 전력거래 실증 사업을 실시하는 등 이웃 간의 전력 거래 움직임이 활발히 논의 되고 있다.^[1]

본 논문은 프로슈머가 아니더라도 이웃 간의 전력 거래가 가능하다는 가정 하에, 이웃 간의 전력 거래를 통하여 누진 요금을 저하 할 수 있는, 가정용 Facts 전력 변환기 시스템을 제안한다. 또한 가정용 Facts 전력 변환기 시스템은, 배전선로의 전력을 분담함으로써 효율적인 배전선로 이용에도 도움이 된다.

2. 본 론

2.1 현 전력 요금 구조

한국의 주택용 전기요금은, 전기를 쓰면 쓸수록 전기 요금이 인상되는 ‘누진세’를 적용하고 있으며, 표 1과 같이 100[kWh] 단위로 총 6단계로 되어 있다. 누진세의 기본 전제가 과도한 전기 사용량을 억제하고, 에너지 절약을 목적으로 작성되었으며, 표 1에 의하면 누진율의 최대 배율은 11배 이다.

표 1 전기 요금 체계

Table 1 Electric Charges System

전력량 요금(원/kWh)	
처음 100kWh 까지	60.7
다음 100kWh 까지	125.9
다음 100kWh 까지	187.9
다음 100kWh 까지	280.6
다음 100kWh 까지	417.7
500kWh 초과	709.5

표 2는 주택용 전기 요금 국제 비교를 나타내고 있으며, 표 2에 의하면 단계수와 누진 배율은 우리나라가 가장 높은 수준이며, 호주나 미국에 비해 10배 이상의 차이가 난다. 따라서 각 가정에서는 누진세 감소를 위한 다양한 시도가 이루어지고 있는 실정이다.

표 2 주택용 전기 요금 국제 비교

Table 2 Residential electricity rates international comparison

	한국	대만 (대만전력)	일본 (관서전력)	미국 (PSE&G)	호주
구간 수	6	5	3	2	2(2)
누진배율(배)	10~11.7	1.9(2.4)	1.4	1(1.1)	1.1(1.3)

주: 괄호 안의 숫자는 여름철의 누진단계와 누진배율을 의미하며 대만의 경우 6~9월, 호주의 경우 1~3월이 해당됨. 누진배율은 가장 낮은 요금과 가장 높은 요금의 비율을 의미함

실 예로 전기 요금, 부가세, 기반 기금을 통한 전기 요금 측정 시, 120[kWh/월] 가구는 10,790[원] 청구 되고, 720[kWh/월] 가구는 314,160[원]이 청구 되어져, 두 가구의 총 전기 요금은 324,950[원]이 된다. 만일 두 가구가 각각 평균 용량인 420[kWh/월] 만큼 사용한다면, 두 가구의 총 전기 요금은 184,560[원]이 되어, 부담하는 전기 요금은 56.8[%]로 저하된다. 따라서 이웃 간의 전력 거래를 한다면 전기 요금은 대략 절반으로 감할 수 있다.

2.2 제안된 시스템

그림 1은 기존 전력망을 사용하지 않고, 적산 전력계 이후 단에서 이웃 간의 전력 거래를 할 수 있는 가정용 Facts 전력 변환기 시스템을 제안하였다.

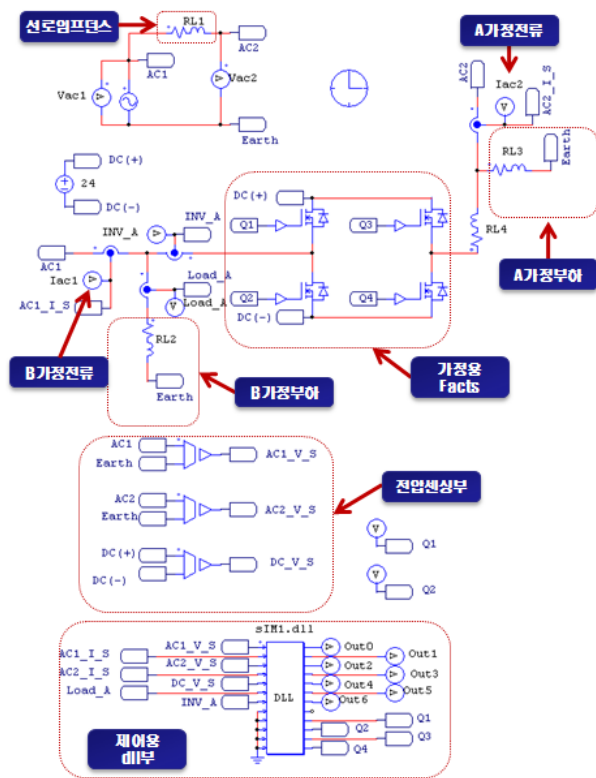


그림 1 이웃 간의 전력 거래용 Facts 시스템
Fig. 1 Facts system for power trading between neighbors

그림 1에서 RL1은 주상 변압기의 배전선로에서 이웃 간의 선로 임피던스를 나타내고 있으며, RL3은 A 가정 부하를 나타내고, RL2는 B 가정 부하를 나타내고 있다. RL4는 A 가정과 B 가정 간의 전력 거래가 가능한 선로의 임피던스를 나타내고 있다. 가정용 Facts는 150[W] 급으로 인버터의 전원은 24[V]를 사용한다. 이는 가정용 Facts는 선로 임피던스에 의한 전압 강하분만 제어할 수 있으면 됨으로, 전압이 높을 필요가 없다. 제어용 DLL 부분은 이웃 부하를 제어하는 부분으로, 다양한 시나리오에 의해 누진 요금을 절감할 수 있도록 프로그램되어 있다.

2.3 시뮬레이션 결과

그림 2는 제안된 이웃 간의 전력 거래를 위한 시스템의 타당성을 검증하기 위하여 PSIM을 사용한 시뮬레이션 결과이다. 제어부는 계통 전압을 검출하여, PLL에 의해 계통의 위상각을 추정하고, 추정된 위상각을 기초로 하여 각 가구의 전압 및 전류를 dq 변환을 통하여, 전력 및 전력량을 계측하고, 누진세 저감을 위해 주어진 시나리오에 의한 Facts 인버터를 제어하여, 이웃 간의 전력 거래를 행하게 된다. A 가구의 부하는 저항 80[Ω], 인덕터 2[mH]로 설정하였으며, B 가구의 부하는 저항 10[Ω], 인덕터 20[mH]로 설정하여, A 가구에서 B 가구로 전력 거래가 이루어지도록 설정 하였다. 시뮬레이션 상의 선로 임피던스는 저항 0.1[Ω], 인덕터 200[mH]로 가정하였다. 그림 2에서 보는 바와 같이, 가구의 부하 전류 차이는 현격하나, 적산 전력계를 통하여 인입되는 전류는 A 가구와 B 가구가 비슷하며, 현재 B 가구에서 필요로 하는 전력의 40[%]를 A 가구에서 공급하는 형태가 된다. 이 전력은 현재 적산 전력량에 따라 정해진 시나리오에 의해 동작된다.

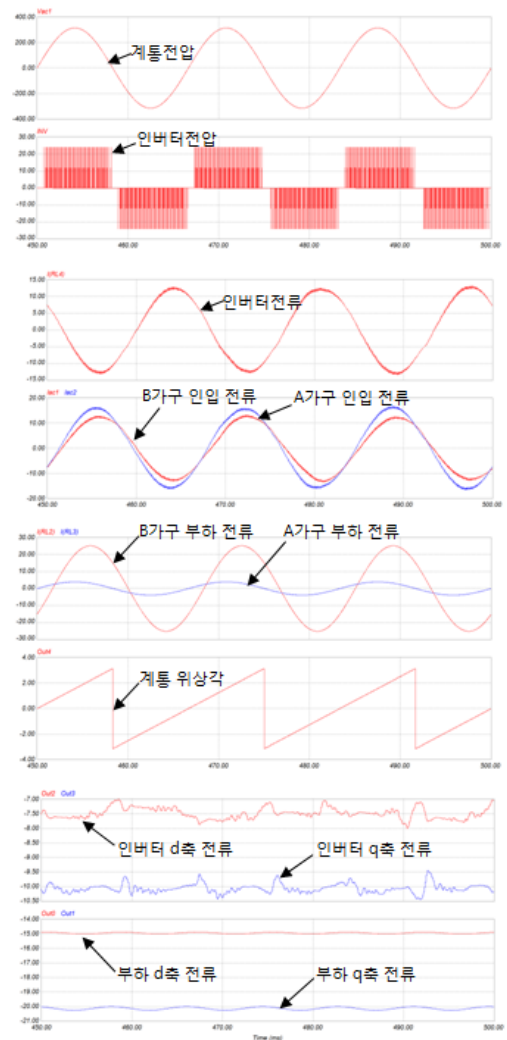


그림 2 시뮬레이션 결과
Fig. 2 Simulation results

3. 결론

계통 선로를 이용하지 않고, 적산 전력계 이후 단에서 이웃 간의 전력 거래를 할 수 있는 가정용 Facts 시스템을 제안하였으며, 제안된 시스템의 타당성을 검증하기 위해 시뮬레이션을 행한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다. 전기 수요에 대한 용량 차이가 크게 벌어지는 이웃 간에 본 시스템을 적용할 경우, 부하 평균화가 이루어지며, 이로 인한 누진 요금의 부담을 경감할 수 있을 것으로 사료된다.

제안된 가정용 Facts 전력 변환기 시스템은 배전선로의 전력을 분담하므로, 효율적인 배전선로 이용에 도움이 되며, 전원 이중화로 인입선 단선에 의한 정전을 보상할 수 있을 것으로 사료된다.

참고 문헌

[1] 강병욱, 원태식, 정현기, “계통 사고에 따른 FACTS 설비 제어의 문제점 분석”, 한국조명전기설비학회 학술발표회 논문집, 2013-11, pp108-109