



합성 계량기능 0.2급 정밀 전자식 전력량계 개발



조재형
KEPCO 배전운영처 전력계량팀장

1. 개 황

산업의 고도화 및 지식화 사회로 전환됨에 따라 청정에너지인 전기 에너지의 요구 및 사용량이 세계적으로 증가하고 있으며 고객의 전력설비 규모 또한 커지고 있다. 그러나 전력공급설비는 늘어나는 수요에 비례하여 증가할 수 없기 때문에 전력수요관리가 더

욱 중요해 지고 있다. 이에 정부는 2013년 8월 'ICT 기반 에너지 수요관리방안'을 발표하여 에너지 정책의 패러다임을 공급중심에서 수요관리형으로 전환하였다. 이 정책의 중심 도구인 에너지 관리시스템(EMS)의 적용을 위해서 전력사용의 최종 단말 정보 기기인 전력량계가 매우 중요하게 되었다.

전자식 전력량계는 전력계통의 최종 단말에서

고객에게 공급되는 전력을 계량하는 장치로서 2000년대 초반부터 진행된 KEPCO의 원격검침(AMR/AMI) 정책에 의해 현재 사용 전력의 많은 부분을 거의 실시간으로 수집할 수 있는 시스템이 구성되어 있다. 그러나 전력사용량이 많은 대용량 고객 중 2회선(송전 또는 배전선로)이상으로 공급 받는 고객에게 적용되는 합성계량장치는 현재 국산제품이 없어 수천만 원에 달하는 수입제품에 의존하고 있다. 또한 합성계량장치의 주요 기능이 최대수요전력의 관리임에도 불구하고 수입제품은 KEPCO의 원격검침 시스템과 호환이 되지 않아 효율적인 최대 수요전력 관리가 어려운 상황이다.

이에 따라 KEPCO의 원격검침 시스템과 호환이 가능하면서 경제적인 합성계량장치의 국산화가 필요하였다.

2. 현황

가. 국내·외 합성계량 관련 기술 동향

국내에는 고압고객을 대상으로 고압 표준형 전자식 전력량계(0.5급, 1.0급)를 이용하여 원격검침을

시행 중에 있지만 합성계량기능을 제공하는 장치(전력량계 포함)는 존재하지 않는다. 따라서 합성계량장치(0.2급)가 필요한 경우 외국에서 수입한 고가의 제품을 사용하여야 한다.

한편 해외에서는 여러 종류의 수요전력 합성장치들이 개발되었는데 이들 모두 전력량계가 아니라 데이터 이력 기록 장치로 적용되고 있다.

나. 합성계량의 기본개념

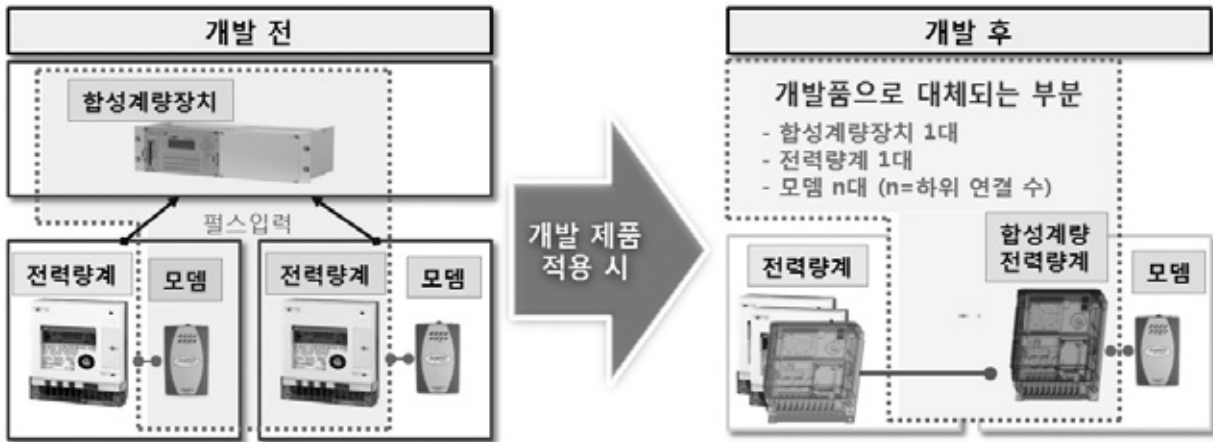
KEPCO의 전력요금은 최대 수요전력에 대한 기본요금을 부과하고 있다. 대용량 2회선 고객의 경우 각 회선에 설치된 전력량계의 최대 수요전력에 대하여 기본요금을 부과하지만 합성계량장치를 설치할 경우 실시간 합성 최대 수요전력을 측정할 수 있어 기본요금을 절약할 수 있고 최대 수요전력을 효율적으로 관리할 수 있다.

다. 합성기능 전력량계 개발 효과

합성 기능이 가능한 전력량계는 국내에서는 개발이 시도된 적이 없기 때문에 수요전력의 합성 및 관리에 관한 기술을 보유하지 못하고 있는 실정이다. 이 기술이 개발되면 수요전력 합성기술을 0.5급 및



[그림 1] 국내에서 사용중인 합성계량장치(수입품)



[그림 2] 합성기능 전력량계 개발 후 계량시스템 구성도 비교

1.0급 고압전력량계 등 소규모 전력 합성(Totalization)으로 기술 전이가 가능해진다.

합성 계량기능 0.2급 정밀 전자식 전력량계의 개발은 이미 적용되고 있는 양방향 계량, 오결선 등의 자기진단, 다양한 전력품질관리기능 등과 함께 모든 종류의 전력량계를 국산화함으로써 고가의 수입품 대체효과와 해외시장에 대한 기술경쟁력 확보가 가능하다.

합성 기능 전력량계는 합성장치와 전력량계를 하나로 적용함과 동시에 하위 전력량계 정보를 관리할 수 있어 현재 계량 시스템 구성도를 획기적으로 저감시켜줄 것으로 예상된다.

라. 합성 계량기능 0.2급 정밀 전자식 전력량계 개발

1) 사업개요

합성계량장치는 정확한 최대수요 전력관리 및 전기요금 절약을 위해 필요한 장치이나 고가이기 때문에 경제적 부담이 크고 전량 수입의존으로 국산화 개발이 필요하다.

합성 계량기능 전력량계는 초기 개발비(3억 원) 대비 소요물량이 적지만 정부와 KEPCO의 지원으로

국산화 시 150~500만 원대로 제작할 수 있어 경제적 효과가 클 뿐만 아니라, 계량오차도 0.5%에서 0.2%로 정밀도를 높임으로서 계량 신뢰도 또한 향상시킬 수 있다.

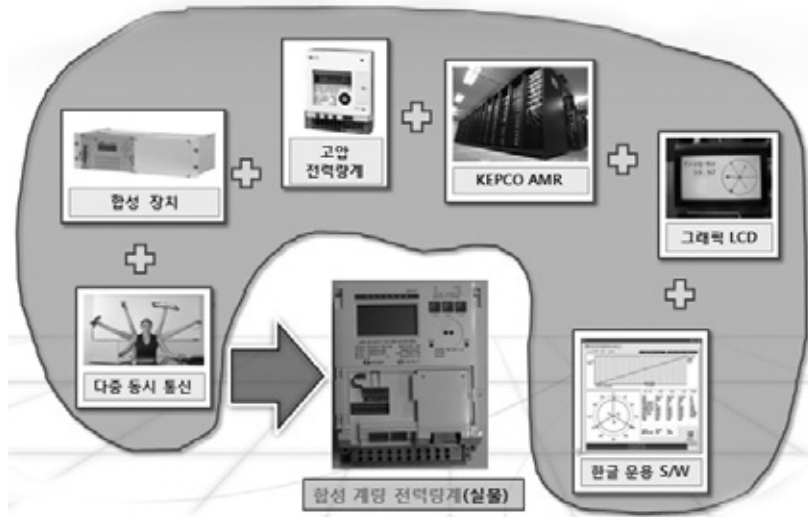
이에 원격검침이 가능한 합성 계량기능 0.2급 정밀 전자식 전력량계를 개발하기 위해 지난 2011년 12월부터 2013년 5월까지 18개월 동안 민·관 공동투자 기술개발과제로 추진하여 정부와 KEPCO가 공동투자하는 방식으로 참여하고 전력량계 전문 제작업체가 과제를 수행하였다.

2) 주요 개발 내용

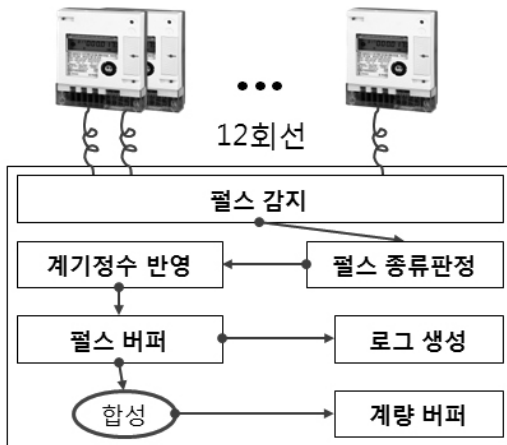
○ 수요전력의 합성기술 개발

수요전력의 합성은 두 대 이상의 고압 전력량계에서 외부출력 펄스를 입력 받아 마치 한 대의 전력량계에서 계량한 것처럼 수요전력을 하나로 합하여 계산하는 기능이다. 수요전력 합성은 그림 4와 같은 흐름으로 수행된다.

본 합성 전력량계는 최대 12회선의 펄스를 입력 받아 합성할 수 있으며, 현재 국내에서 요금 계산에 사용하는 유효 누적 사용량 및 유효 최대 수요전력



[그림 3] 합성기능 전력량계 개발 방향



[그림 4] 수요전력 합성 FLOW

값에 대하여 합성 전력량계가 입력 펄스들을 합성하여 계량하고 저장, 관리할 수 있다.

수요전력의 합성은 각 전력량계마다 출력부 계기정수 값이 다르기 때문에 단순히 펄스를 더해서 합성 전력을 보여줄 수 없다. 예를 들어 합성계기의 내부 계기정수는 10,000인데 출력부로 5,000의 계기정수가 펄스가 들어온다면 입력 펄스의 2배 값을 취해서 저장해야 한다.

○ 초정밀(0.2급) 오차 모듈(DSP) 개발

기존 상용화된 Metering IC와는 차별화된 0.2급 정밀도 전력량계에 적용될 수 있는 알고리즘을 개발하였고, 사용자 및 시장의 다양한 요구에 대응이 가능하도록 기능의 확장성이 용이하다는 장점을 가지고 있다.

○ 양방향 계량방식 적용

송전 및 수전 전력량을 구분하여 양방향 계량법을 구현하기 위해서 3상의 전력을 기준으로 상한별 구분, 계량 및 누적하는 방법으로 양방향 계량기능을 구현했다. 또한 계기의 계량 채널을 변경 설정할 수 있는 구

[표 1] 계량 채널의 구성

계량 채널	계량 항목	계량 채널	계량 항목
채널-1	순방향 유효전력(량)	채널-6	선택 무효전력(량)
채널-2	역방향 유효전력(량)	채널-7	지상 피상전력(량)
채널-3	선택 유효전력(량)	채널-8	진상 피상전력(량)
채널-4	지상 무효전력(량)	채널-9	선택 피상전력(량)
채널-5	진상 무효전력(량)	-	-

조로 설계하였고, 채널 용량은 한전의 고압고객용 전력량계에 준하는 9채널을 수용할 수 있도록 했다.

○ 그래픽 LCD 적용

기존 전력량계들은 7-Segment 방식의 LCD를 사용해왔는데 계량 값 등의 문자·숫자 데이터를 표시하기에는 무리가 없었지만 벡터도(Vector Diagram, 위상그래프 Phasor Graph)같은 그래픽은 표시할 수 없었다.

전력량계의 전력소비량이 2W를 넘어서는 안 되는 특성을 고려하여, 그래픽 성능이 뛰어난 제품을 적용하지는 못했지만, 펌웨어 안에서 벡터도를 표시하기 위해 그래픽 라이브러리를 개발하여 현장에서 LCD를 통해 볼 수 있게 하였다.

○ 중성선 전류 계측용 CT 적용

중성선 전류를 현장에서 Hook-On Meter로 측정하면 비교적 큰 전류가 흐르는 것을 발견할 수 있으며, 대부분의 경우 누전을 원인으로 간주하지만, 이는 영상분 고조파 등에 의한 현상이거나 MOF의 불량에 기인할 수도 있다.

현재 전자식 전력량계는 3상의 전류값 계산을 통해 추정하고 있어 정확한 값으로 보기 어렵다. 이러한 중성선 전류값을 정확히 계측하기 위해 중성선 전류 계측을 위한 별도 CT를 사용하고 DSP내 계량 알고리즘에 중성선 계측 부분을 추가하여 중성선 전류값을 계측할 수 있도록 하였다.

○ 전력 품질 관리기술 적용

고조파 분석, 전압·전류 THD, 전압변동(Sag/Swell) 감시 등 PQM 기능을 지원하며 전원 측과 부하 측의 전력품질을 감시하고, 카운터 및 이벤트 로그 등으로 기록해서 전력회사의 배전선로 및 고객부

하 관리에 유용한 정보를 제공한다.

○ 광, 모뎀, RS232/RS485 등의 다중 통신 매체 동시 통신 기술

원격으로 데이터에 접근하는 중에도 현장에서 데이터를 읽을 수 있어야 하기 때문에 2개 이상의 통신 매체를 통해 데이터의 깨짐이나 방해 없이 동시에 통신할 수 있는 기술을 지원한다.

○ 기타 개발 및 적용

그 외 전원 회로부, 레지스트 회로부, 외부 입출력 회로부 등 초정밀 전력량계에 걸맞는 하드웨어로 업그레이드 하였다. 이와 함께 고압 표준 프로토콜을 업그레이드하여 한전의 AMR 통신체계 적용을 통한 원격검침 기반을 마련하였고 전력량계 운영프로그램 또한 한전에서 운영 중인 고압 고객용 전력량계 및 배분전력용 전력량계와 호환이 가능하도록 개발하였다.

3. 향후 계획

이번에 개발된 합성 계량기능 0.2급 전자식 전력량계는 정부 최종평가 후 실증평가 및 현장 시범적용을 통하여 성능검증을 시행할 예정이며 시범적용 결과를 바탕으로 보완사항 확인 후 본격 도입을 추진할 예정이다. 초정밀(0.2급) 등급, 중성선 계측, 전력품질, 그래픽 LCD 등의 기술을 다른 전자식 전력량계에도 확대 적용할 경우 국내 전력량계 기술을 한단계 높일 것으로 예상되며, 본격적인 전력 수요관리 시대에 능동적으로 대응할 수 있는 기반이 마련될 것으로 전망된다. 