

차세대 디지털 적산전력계에 기반한 배전원격관리 시스템 설계

고윤석*,이경호*,윤상문**,서성진**
*남서울대학교, **광운대학교

Design of DRMS(Distribution Remote Management System) Based on Advanced Digital Kwh-Meter

Yun-Seok Ko,Chul-Su Lim,Kyung-Ho Lee*,Yun-Jib Kim**,Sang-Moon Yun**,Seong-Jin Seo**
*Namseoul University, **Kwangwoon University

Abstract - This paper proposes a DRMS(Distribution Remote Management System) based on the advanced digital kwh-meter. The proposed DRMS is designed so as to be able to collect the voltage management data, the load management data as well as the used kwh data from advanced kwh-meter remotely. It makes the integrated management of distribution system possible and enhances highly the economics of the existing remote meter-reading system based on the only used kwh-data. Also it can improve highly the quality of power supplied to the electric customer by minimizing the voltage management cost and by enhancing the efficiency of load management.

1. 서론

21세기 정보통신 산업시대에서 일반 수용자들은 사용자 편의는 물론 전자제품이나 장비의 고성능화로 자동검침 서비스 및 고신뢰도, 고품질의 전력공급을 요구하고 있다. 따라서 국내의 전력회사에서는 일반 수용가 편의와 고품질의 전력공급을 위해 검침업무의 자동화 및 정전관리, 손실관리, 부하관리, 전압관리등의 관리목표를 정하고 그 목표를 달성하기 위해서 학계, 산업계, 연구소등을 중심으로 많은 노력을 기울이고 있다. 그러나 지금까지 배전자동화시스템의 연구개발을 통해 개폐기 원격제어 기능을 통한 정전관리나 손실관리 문제는 어느정도 해소할 수 있었으나 자동검침은 경제성 문제로, 또한 전압관리, 부하관리는 측정개소가 도시지역이나 장거리 배전선로에 분포하거나 측정개소 수의 문제로 수작업 과정에서 엄청난 부정확성과 비효율성 문제로 어려움을 겪고 있다. 따라서 본 연구에서는 자동검침을 이용하여 원격에서 배전 전압관리 및 부하관리를 실현함으로써 자동검침 시스템의 경제성을 제고하고 일반 전기 수용가에 대한 공급전력의 품질을 획기적으로 개선할 수 있는 차세대 디지털 적산전력계에 기반한 배전 원격관리 시스템을 설계하고자 한다. 배전 원격관리 시스템은 원격에서 차세대 디지털 적산전력계를 통해 신속하게 사용 전력량 데이터는 물론, 전압관리 데이터, 부하관리 데이터를 수집함으로써 통합원격관리(사용전력량 검침, 부하관리, 전압관리)를 가능케하여 기존의 사용 전력량에 근거한 원격 검침 시스템의 경제성을 크게 제고할 수 있다. 그리고 전압 측정개소, 실시횟수에 제약을 받지 않고 원격에서 정확하고 신속하게 전압관리 데이터의 수집이 가능하기 때문에 전압관리 비용을 최소화하고 일반 수용가에 공급되는 전압의 품질을 획기적으로 개선시킬 수 있다. 또한 저압부하관리의 경우 수용률이나 부동률 등 간이 계산방식 대신에 수전개소의 변대부하를 정확하게 측정, 정확한 최대수요전력의 산출이 가능하기 때문에 여름철 많은 변압기의 소손과 정전문제를 최소화함으로써 공급되는 전력의 품질을 크게 제고할 수 있다.

2. 자동검침 현황분석

1988년 한국통신의 전화선을 이용한 자동검침 시범사업으로부터 출발하여 한국전력에서 시행한 고압수용가 자동검침 사업의 성공으로 현재 저압수용가 자동검침 사업을 계획중에 있다. 표 1은 지금까지의 연도별 원격검침사업을 보인다.

표 1 원격검침사업 현황

사업연도	사업주체	대상범위	통신방식	비고
1988	한국통신	서울 영창동 등 강서지역에 480세대 대구지역 160세대	전화선	
1994	한국전력	한전 5000KW이상 대규모 수용가	전력선	
1997	한국전력	서울 강동지침	전력선	
2000	한국전력	한전 1000KW이상 8만호중 8000개소	무선 CATV	
2001	한국전력	서울경기지역 검침불량개소 3만호	무선	
2002	한국전력	지압 1600만호중 2000~3000호	무선, PLC	

한전의 검침사업은 고압수용가와 저압수용가로 분류된다. 수요전력 측면에서는 저압대 고압이 35% 대 65%인 반면 수용가 호수 측면에서는 1600만호 대 8만호로 저압측이 압도적이다. 저압의 경우 전력량계는 300만개 이상이며 매년 10%정도가 교체되고 있는 실정이다. 한전의 검침을 받는 관수시장과 아파트 등 집단주거지 세대에 공급되는 민수시장은 약 5:1 정도이다. 표 2는 한전내의 두 지사 BR1, BR2지사내의 사업소별 검침을 받는 저압 및 고압수용가 호수를 표시한다.

표 2 대표적인 사업소별 수용가 호수

사업소명	수용가호수		사업소명	수용가호수			
	저압	고압		저압	고압		
BR1 지사	A	185,501	1,652	BR2 지사	J	101,836	1,142
	B	241,001	1,660		K	165,193	2,253
	C	210,760	2,317		L	133,104	1,229
	D	179,782	2,597		M	79,768	1,231
	E	103,392	1,912		N	63,441	1,310
	F	45,225	190		O	87,263	1,389
	G	55,791	1,692		P	45,878	192
	H	85,264	901		Q	32,111	214
	I	8,276	68		R	15,576	116
합계	1,114,952	12,989	합계	707,170	9,076		

3. 배전 관리업무 분석

3.1 전압관리

일반적으로 전압관리는 일반수용가에 공급되는 전압을 적절한 전압범위내에서 유지하려는 노력이다. 배전체통

의 주 변압기는 ULTC를 통해, 주상 변압기는 탭 변경을 통해 공급전압을 제어함으로써 부하변화에 따라 수용가에 공급되는 전압이 일정하게 유지되도록 한다. 1년에서 1번 주변압기 적하나 5% 전압강하 지점내의 변태 직하와 말단 등을 전압관리를 위한 측정개소로 선정하여 주어진 기간동안 전압을 측정, 그 기록전압을 검토하여 전압이 상한전압이나 하한전압의 한계치를 초과하는 부적정 측정 개소를 확인한다. 그리고 이 결과를 바탕으로 전압 적정율로 개선하기 위한 노력을 기울이게 된다. 그림 1은 선로상의 전압관리 측정개소를 보인다.

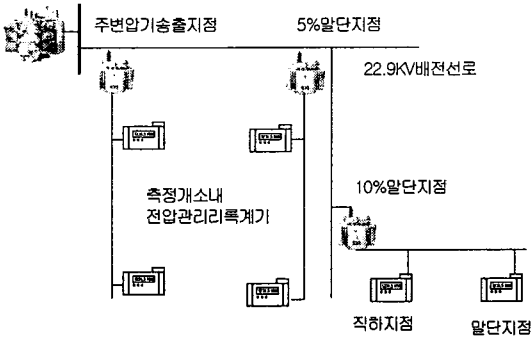


그림 1 전압관리 측정개소

여기서 전압적정 유지율은 전체측정개소에 대한 적정 측정개소의 백분율을 나타낸다. 실제 전압관리는 수십개의 선로들에 대해 1명의 담당자가 수주이내에 전압측정개소를 선정하고 그 측정개소에 전압기록계를 설치, 수거하는 실측업무를 담당해야 한다. 이때, 선로는 도심지를 통과할 뿐만 아니라 수 Km에서 수십 Km에 이르며 선로의 구성이 자주 바뀐다. 따라서 단기간내에 전압 측정 개소를 정확하게 선정하고 그 측정개소의 루트를 확인하는 작업은 매우 어렵다. 따라서 엄청난 시간비용과 노력을 요구하며 측정된 결과는 그 정확성을 보장하기 어렵다.

3.2 부하관리

부하관리란 고압부하관리와 저압부하관리로 분류되며, 수용가 및 전력회사 모두에 밀접하게 관계된다. 부하관리란 수용가 신설이 자주 일어나며 부하의 자연증가나 변화가 심하기 때문에 수용가 신설시는 물론 정상시에 일정주기별로 관리가 요구된다.

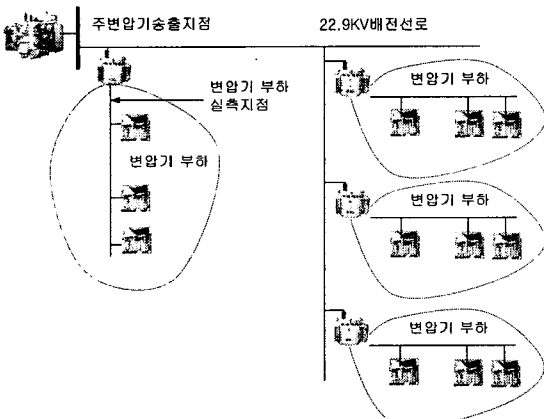


그림 2 주상변압기와 부하구성 관계

특히 저압부하관리란 고압 부하관리에 비해 관리해야 할 수용가 수가 엄청나며 현실적으로 이들 수용가 부하들에 대한 부하제어가 불가능하기 때문에 변태단위로 부하를 관리하여 과부하시 부하 이설이나 변압기의 신설 또는 증설을 실시하고 있다. 그러나 배전선로상의 변태수가 수천개소에 이르기 때문에 일정주기별로 또는 수용가 신설 요청시마다 주상변압기의 부하를 실측하여 정확하게 부하를 관리하는 것은 불가능하다. 따라서 수용가 신설이나 월별로 전산작업을 통해 과부하 예상 변압기를 결정 한 후, 대상 변압기에 대해서 현장에 출동하여 부하를 실측, 변압기 교체나 부하 이설등을 결정하게 되는데, 변태에 속한 수용가의 정확한 관리가 어렵고 수용률이나 부동률에 근거한 최대수요전력의 산출도 부정확하기 때문에 과부하 예상 변압기를 정확하게 결정하기는 사실상 불가능하며 이로 인해, 여름철 많은 변압기의 소손과 정전문제가 발생되고 있다. 그림 2는 주상변압기와 소속 수용가 부하들의 구성관계를 보인다.

4. DRMS 설계

4.1 배전원격관리 시스템 구성

DRMS는 차세대 디지털 적산전력계로부터 사용전력량 데이터는 물론 전압관리, 부하관리 데이터를 수집함으로써 원격 점검, 원격 전압관리, 원격 부하관리를 통합적으로 지원할 수 있도록 설계된다. DRMS는 사업소내에 설치되는 배전 원격관리 컴퓨터 서버 시스템, 통신망과 수용가내에 설치되는 게이트웨이와 차세대 디지털 적산 전력계로 구성된다. 그림 3은 DRMS의 구성도를 보인다. DRMS는 이중화된 서버로 구성된다.

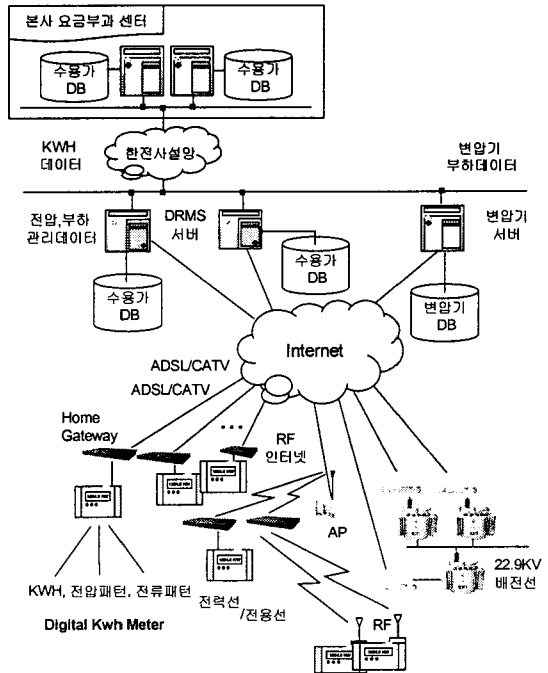


그림 3 DRMS 구성도

이때 DRMS 서버는 수용가 DB로부터 해당 IP어드레스에 대응하는 수용가 게이트웨이와의 통신을 통해 디지털 적산전력계의 운용모드를 변경하거나 검침 명령을 내려 디지털 적산전력계로부터 사용전력량, 전압관리, 부하관리 데이터를 수집할 수 있도록 한다. 1포인트 데이터 수집시간을 3초로 하여 10일 주기로 1개사업소의 20만 수용가 포인트의 데이터를 수집할 수 있도록 한다. 이때 배전원격관

리클 위한 통신망으로는 ADSL, CATV 또는 무선 인터넷 망으로 할 수 있다. 배전관리용 서버는 NMS로부터 데이터를 수집 가공하여 기록하며 각종 관리 응용프로그램 및 보고 프로그램을 실행하도록 설계한다.

4.2 차세대 디지털 적산전력계

차세대 디지털 적산 전력계는 기존 검침기능외에 전압 관리와 부하관리 데이터 기록기능을 가진다. 표 3은 본 연구에서 개발하기 위해 제안 한 차세대 디지털 적산 전력계의 기능에 대한 기능을 보인다.

표 3 차세대 디지털 적산전력계 기능 설계

상선식	공급전압	기능	통신방식
1P2W	220V	모드 적산전력모드, 통합관리모드	PLC RF 전용선
		KWH, A, B, C, D시간대 사용전력량 기록, 게이트웨이 전압, 전전압, 현원기록	
		전압 관리: 1주간 30분주기 평균전압 기록 Last 데이터 기록	
		부하 관리: 1주간 30분주기 평균부하 기록 Last 데이터 기록	
		단전: 전원 스위치 off 기능	

4.3 게이트웨이

게이트웨이는 DRMS 서버로부터의 ADSL, CATV 또는 무선 인터넷 망을 통해 전송되는 통신명령 요구에 따라 수용가내에서 데이터를 수집한다. 배전원격관리에서 가장 중요한 문제는 게이트웨이에서 디지털 적산전력까지의 통신방식이다. 구조적으로는 전력선 통신방식이 효과적이거나 기술적 신뢰도가 보장되지 않고 있다. 따라서 전력선 통신이나 전용선, 또는 블루투스 칩을 활용한 무선통신등 중에서 기술적 완성도와 경제성을 고려하여 결정하는 것이 바람직 할 것으로 사려된다. 또한 기능적인 측면에서 게이트웨이가 home automation과 직접적으로 관련되기 때문에 많은 요구사항이 존재할 수 있으나 본 연구에서는 게이트웨이를 통합검침 지원기능까지 그 기능을 제한하여 설계한다.

표 4 게이트웨이 기능설계

인터넷 통신망	홈내부 통신방식	데이터처리기능
ADSL	전력선통신	배전원격관리기능
CATV	전용선통신	수도사용량
무선 인터넷	무선(블루투스)	가스사용량

4.4 배전원격관리 전략

4.4.1 원격 전압관리 전략

원격전압관리의 경우 측정개소수에 영향을 받지 않고 전압측정개소를 선정하여 정확하고 신속하게 전체 전압 적정 유지율을 계산할 수 있다.

표 5 배전 원격관리 전략

관리 항목	현행(OFF-LINE)		원격관리(ON-LINE)		주기 년4회 (7일)
	측정개소	속정	측정개소	속정	
전압 관리	MTr 승출 직하지점	1년 1회 3일	MTr 승출 직하지점	5% 변대 직하지점 5% 변대 말단지점	수시 (7일)
	MTr 승출 말단지점		고정개소		
	임의개소		전체 수용가의 5%		
부하 관리	업종별 대표적인 PTr 승출 직하	1년 1회 3일	PTr 모든 PTr 승출직하	수용가 전 수용가 100%	

따라서 전압측정개소 수에 제한을 받지 않기 때문에 기존의 주변압기 전압 송출지점과 5%지점 변대의 직하와

말단외에 전체 수용가 호수의 5%를 무작위로 선정하여 전압측정개소로 한다. 또한 측정빈도도 1년에 1번에서 4번정도로 빈번하게 함으로써 연간 전압 적정유지율의 정확성을 대폭개선할 수 있도록 설계한다. 표 5는 배전 원격관리 전략을 보인다.

4.4.2 원격 부하관리 전략

원격부하관리의 경우 수용물이나 부동물 등 간이 계산 방식 대신에 변대부하를 정확하게 산출할 수 있도록 하기 위해 모든 수용가 인입지점에서 부하를 일정 주기별로 측정하여 기록한다. 그리고 업종별로 분류하여 수용가 부하의 부하모형을 개발한다. 주상변압기 부하는 그 주상 변압기로부터 전력을 공급받는 모든 수용가의 부하를 합산함으로써 산정한다. 그림 4는 수용가 부하들의 합산을 통해서 얻어지는 주상변압기 부하패턴을 보인다.

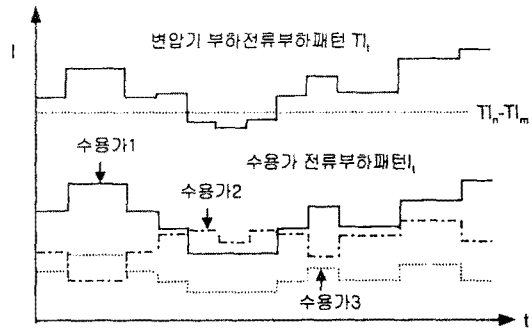


그림 4 수용가부하로부터 산출되는 주상변압기 부하패턴

이들 수집된 데이터들로부터 수용가 업종별로 정확한 부하의 모델링이 가능하며 이것은 변압기 증설이나 이설 신설시에 매우 효과적인 데이터로 활용될 수 있다.

5. 결 론

본 연구에서는 자동검침을 이용하여 원격에서 배전 전압관리 및 부하관리를 실현함으로써 자동검침 시스템의 경제성을 제고하고 일반 전기 수용가에 대한 공급전력의 품질을 획기적으로 개선할 수 있는 차세대 디지털 적산 전력계에 기반한 배전 원격관리 시스템을 제안하였다. 배전 원격관리 시스템은 원격에서 차세대 디지털 적산전력계를 통해 신속하게 사용 전력량 데이터는 물론, 전압 관리 데이터, 부하관리 데이터를 수집함으로써 통합원격 관리(사용전력량 검침, 부하관리, 전압관리)를 가능케 하여 기존의 사용 전력량에 근거한 원격 검침 시스템의 경제성을 크게 제고하고 일반 수용가에 공급되는 전력의 품질을 획기적으로 개선시킬 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구는 한국과학재단 특種기초연구(과제번호:R05-2002-000-00239-0)지원으로 수행되었음

(참 고 문 헌)

- [1] Cameron L. Smallwood, "Power Quality Issues Reading to Ppwer Line Carrier Automa ted Meter Reading", Proceedings of the 2001 Rural Electric Power Conference, B1-1-8, April 2001.
- [2] S.T.Mak, D.Radford/ Sioe T.Mak, Denny Radford, "Design Considerations for Implementation of Large Scale Automatic Meter Reading /Added Utilization Costs Associated with Different Communication Architectures for Dist.