

Development of the Ubiquitous-based Intelligent Digital Switchgear Panel for Home Automation

高 鈞 錫[†] · 金 豪 溶^{*} · 尹 錫 烈^{**}
 (Yun-Seok Ko · Ho-Yong Kim · Seok-Yeul Yun)

Abstract - This paper proposes a new concept of IDSP(Intelligent Digital Switchgear Panel) which can solve the problem of the safety, the reliability and the convenience to correspond to the requirement of the general electric customer or electric power company under the ubiquitous-based home automation environments. By analyzing their requirement functions, a 32-bit micro processor is adopted as main controller to support the designed functions efficiently. The DSP-based single phase power management device is utilized to collect the electric power information and the ethernet convertor to communicate through internet among the IDSPs and the remote computer system. In the proposed IDSP, the several functions are implemented such as the earth leakage level display and waveform transmission, the electric fee display, the voltage management, the load management and the load control function. Finally, the prototype of the IDSP is made experimently based on the designed results, and then the effectiveness is verified by testing its basic functions.

Key Words : IDSP(Intelligent Digital Switchgear Panel), Distribution Systems, Voltage Management, Load Control

1. 서 론

일반적으로 주택내에는 전기, 가스, 수도 그리고 보안설비 등 다양한 설비들이 설치되어 있는데, 가스안전 및 일부 보안설비 등은 주택 자동화 시스템에 포함되어 발전되어 왔으나 주택 전기보호제어 설비의 경우 자동화나 디지털화가 미비하여 전기사용의 안정성과 신뢰성 그리고 편의성에 심각한 문제가 제기되고 있다.

일반적으로 전기 수용가들은 주택 화재 시 원인을 둘러싼 분쟁의 위험을 경험할 수 있으며, 전기사용량에 대한 합리적, 경제적 이용에 어려움을 느끼고 있다. 또한 저전압이나 정전으로 인해 심각한 피해나 불편을 경험할 수 있으며, 개별 방문점검으로 인해 범죤나 프라이버시 침해의 위험에 노출되어 있어 전력회사에 고품질 전력공급과 자동점검을 요구하고 있다. 그러나 기존의 주택 전기 기기들은 기계식이어서 전기 수용가들의 요구하는 누전정보 기록, 부하제어나 전력요금 표시 기능 그리고 전압품질 관리기능 등의 서비스를 제공하지 못한다. 특히, 전압 관리 및 부하관리 기능은 일반 전기 수용가에 고품질 전력을 공급할 의무가 있는 전력회사 측면에서도 매우 큰 관심영역에 속하고 있다[1-2]. 따라서 최근 전기수용가들은 물론 전력회사에서는 주택 자동화 시대에 대비하여 급속한 발전을 이루고 있는 디지털 및 IT기

술의 장점을 살려 기존 주택 전기설비들의 단점을 보완하고 직접적이고 다차원적인 혜택을 제공할 수 있는 새롭고 혁신적인 개념의 유비쿼터스 기반 지능형 디지털 분전반을 요구하고 있다.

지금까지 이러한 전기 수용가의 요구에 부응하기 위한 다양한 연구노력이 있었다. 먼저 참고문헌 [3-4]에서는 대규모 시스템에서의 자동점검 시스템 설계 방법론을 제안하며, 참고문헌 [5]에서는 전압 및 부하관리 문제를 해소하기 위해 15분주기 평균 전압, 전류 데이터를 기록하는 전자식 적산전력량계를 제안한다. 또한 참고문헌 [6]에서는 원격관리 기반 주변압기 ULTC 정정치 설정 전략을 제안하며, [7]에서는 다중 부하 중심점 기반 온라인 퍼지 ULTC 운전제어 전략을 제안한다. 그러나 [5-6]에서는 8비트 프로세서의 적산 전력계를 기반으로 하기 때문에 일반 전기 수용가의 안정성과 신뢰성 그리고 편의성 요구를 만족시킬 수 있는 주택용 디지털 분전반의 솔루션으로 적용될 수 없다.

따라서 본 연구에서는 일반 전기 수용가는 물론 전력회사의 요구에 부응하여 유비쿼터스 환경 하에서 주택 전기사용의 안전성, 신뢰성 그리고 편의성을 확보할 수 있는 지능형 디지털 분전반(IDSP : Intelligent Digital Switchgear Panel)을 새로이 제안한다. 먼저, 일반 전기 수용가나 전력회사의 요구기능을 분석하여 IDSP 기능을 설계하며, 단상 전력관리 정보를 수집하기 위한 디바이스를 신호 전처리기로 채택한다. 또한 설계기능을 효율적으로 지원할 수 있도록 주 제어 장치를 32비트 프로세서로 채택하며, 원격관리가 가능하도록 TCP/IP 컨버터를 사용하여 이더넷 통신을 실현한다. 끝으로, 설계 결과를 기반으로 IDSP를 실험 제작하며, 제작된 IDSP에 대해 기본이 되는 전압, 전류, 전력 측정의 정확성

[†] 교신전자, 正會員 : 남서울大學 電子工學科 副教授 · 工博
 E-mail : ysko@nsu.ac.kr

^{*} 正會員 : 韓國電氣研究院 試驗人證本部長 · 工博

^{**} 正會員 : (주)제니스테크 代表理事

接受日字 : 2008年 1月 17日

最終完了 : 2008年 3月 26日

검증 및 원격관리 기능에 의한 부하제어, 전압관리, 부하관리 기능 등을 평가함으로써, 제안된 지능형 디지털 분전반의 정확성과 유용성을 검증한다.

2. IDSP 요구분석

최근 들어, 센서 네트워크 및 디지털 정보통신 기술의 급속한 발전으로 주택 자동화는 홈 네트워크에 기반하여 주택 내의 제반설비와 생활가전 부하, 웰빙 부하 등을 통합 관리할 수 있는 방향으로 급속히 진화하고 있다.

2.1 수용가 요구기능

이러한 추세속에서 전기수용가들에게는 IT기술에 기반한 디지털 시스템의 장점을 살려 첫째, 누전화재를 피하고 원인을 분명히 할 수 있도록 누전상태 정보나 화재 시 누전과형을 원격 관리소로 전송할 수 있는 전기보호제어 관리 기능, 둘째, 전기 다리미 등 전기부하로부터 화재의 위험을 제거할 수 있도록 전기부하를 원격에서 제어할 수 있는 전기부하 원격제어 기능, 셋째, 지능화된 요금관리 및 여름철 변압기 과부하로 인한 정전문제를 해소하기 위한 부하제어 기능, 끝으로, 범죄로부터의 노출을 피하고 편이성 등을 얻기 위해 원격점검 기능을 요구하고 있다. 현재, 고압 수용가는 CDMA기반 원격점검을 실현하고 있으나 저압 전기 수용가의 경우는 경제성 등의 문제로 실현에 어려움을 겪고 있다. 그러나 만약 전기 통합관리를 실현한다면 경제성이 크게 개선될 수 있다.

2.2 전력회사 요구기능

전력회사의 경우도 경제적인 고품질 전기 공급 및 감시 시스템을 구축하기 위해서 지능형 주택전기관리 시스템이 요구된다. 전력회사는 일반 수용가에 전압 및 정전시간 측면에서 고품질 전기를 공급하기 위해서 주기적으로 전압관리와 부하관리를 실시하고 있다. 또한 수용가별로 사용량 검침을 실시하고 있다. 이때, 전압관리기기 및 부하관리 기기 그리고 적산 전력계가 필요함은 물론 상당한 시간비용이 요구되는데, 통합된 시스템을 구현하면 별도의 기기와 설치 및 철거비용이 요구되지 않으며 오차율을 줄여 경제적이면서 전기의 품질을 크게 개선할 수 있다.

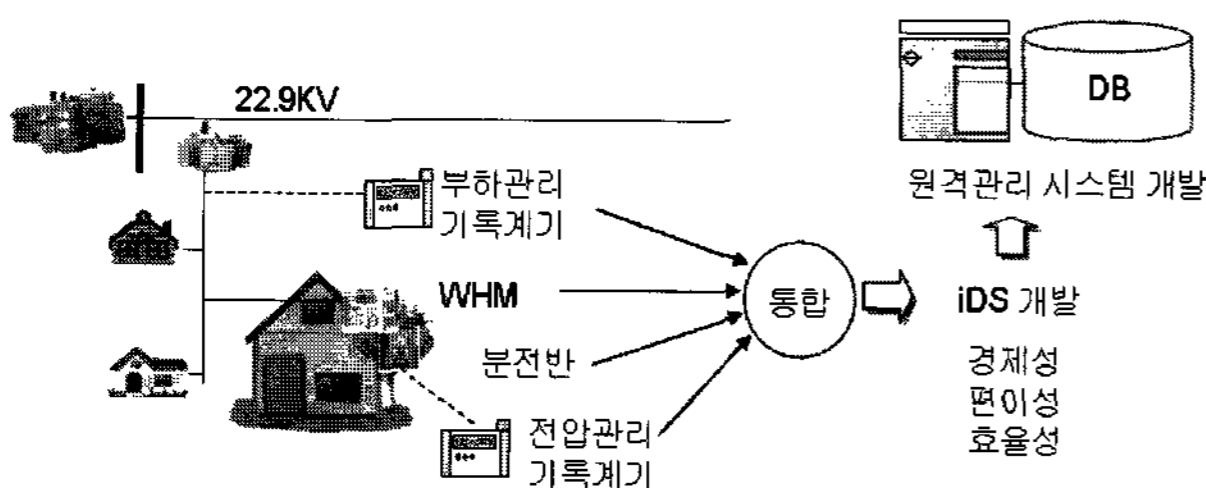


그림 1 IDSP 통합 요구기능

Fig. 1 IDSP integration requirement functions

따라서 일반 전기 수용가와 전력회사의 요구조건 분석결과를 고려하면 그림 1과 같이 경제성과 효율성 그리고 정확성을 확보할 수 있도록 주택용 분전반 기능, WHM 기능,

그리고 현재 전력회사에서 사용 중인 전압관리 기록계기 기능 그리고 부하관리 기록기능 등이 통합된 IDSP가 요구된다.

3. 단상 전력 신호처리 메카니즘

본 연구에서 제안되는 유비쿼터스 기반의 디지털 지능형 분전반(IDSP)는 전력관리 디바이스를 이용하여 전력정보를 수집한다. 이때 전력관리 디바이스는 전력회로부터 저항 분압회로 및 CT(Current Transformer)를 통해 입력되는 소신호 전압 및 전류 신호를 기반으로 실효 전압과 전류, 유효 전력, 무효전력, 유효전력량 등 다양한 전력정보를 관리, 기록한다[8].

3.1 실효 전압, 전류

디지털 분전반의 기본신호는 정현파 신호인 인가전압 $v(t)$ 와 이로 인해 부하로 흐르는 전류 $i(t)$ 이며 각각 식 (1)과 (2)로 표시된다

$$v(t) = \sqrt{2} V \sin(\omega t) \quad (1)$$

$$i(t) = \sqrt{2} I \sin(\omega t - \theta) \quad (2)$$

이 연속 신호들은 독립적 또는 프로세서내에 주어지는 AD 컨버터에 의해서 일정한 주기를 가지는 이산 신호 데이터로 변화되는데, 이를 기반으로 전압, 전류의 실효치를 구하면 식 (3), (4)로 표시될 수 있다.

$$V = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n v^2[n]} \quad (3)$$

$$I = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n i^2[n]} \quad (4)$$

그러나 식 (3)과 (4)로 표시되는 실효치 전압, 전류를 얻기 위해서는 한 주기 동안 $v^2(n)$ 와 $i^2(n)$ 를 누적해야하는 불편함이 있다. 이 문제는 식 (5)와 (6)과 같이 $v^2(t)$ 와 $i^2(t)$ 를 구한다음, LPF(Loss Pass Filter)를 이용하여 2ω 성분을 제거하면 직류성분 V^2 과 I^2 이 얻어진다. 따라서, 이 값에 제곱근을 구하면 누적과정 없이 보다 쉽게 전압 실효값 V , 전류 실효값 I 를 구할 수 있다.

$$v^2(t) = v(t) \times v(t) = V^2 - V^2 \cos(2\omega t) \quad (5)$$

$$i^2(t) = i(t) \times i(t) = I^2 - I^2 \cos(2\omega t) \quad (6)$$

3.2 유효전력

일반적으로 순시전력 $p(t)$ 는 정현신호인 전압과 전류의 곱, $v(t) \times i(t)$ 로 표시된다. 이때, 유효전력 P 는 평균전력으로 샘플주기가 ΔT , 주기 수가 n 인 경우 식 (7)과 같이 표시된다.

$$P = \frac{1}{nT} \int_0^{n\Delta T} p(t) dt = VI \quad (7)$$

즉, 유효전력 P는 식 (7)에 보인바와 같이, VI로 표시되는데, 앞에서 설명된 바와 같이, 식 (8)을 취한 후 저역필터(LPF)를 통해 2ω성분을 제거하면 1사이클 동안 순시전력의 누적과정이 필요 없이 직접 얻어질 수 있다.

$$p(t) = v(t) \times i(t) = VI\cos(\theta) - VI\cos(2\omega t - \theta) \quad (8)$$

그림 1은 순시전류 i(t), 전압 v(t) 그리고 순시전력 p(t)를 보인다. T는 1사이클의 주기를 표시한다.

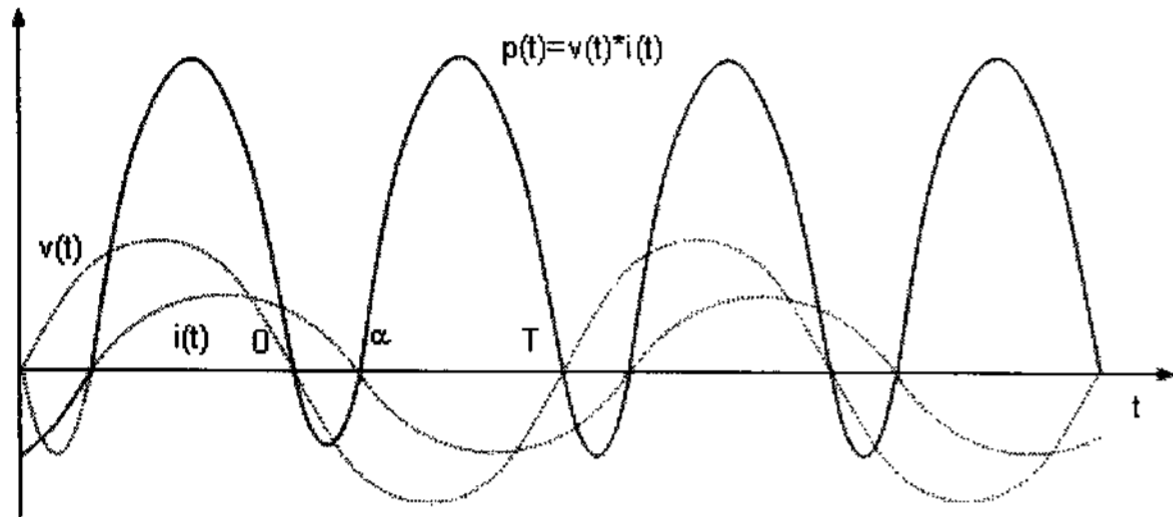


그림 2 교류 순시전압, 전류 그리고 전력파형
Fig. 2 AC instantaneous voltage, current and power waveform

3.3 에너지

에너지 즉 전력량은 유효전력의 누적 값으로서 식 (9)로 표시될 수 있는데, ΔT는 샘플주기, n은 샘플 수를 표시한다. 식 (9)는 보다 간단히 E=VI×t로 표시될 수 있다.

$$E = \int p(t) dt = \lim_{T \rightarrow 0} \left\{ \sum_{n=0}^{\infty} p(n\Delta T) \times T \right\} \quad (9)$$

4. 지능형 디지털 분전반 설계

제안되는 IDSP에는 일반 전기 수용가, 전력회사의 요구조건 분석 결과에 따라 주택 전기공급의 안전성, 신뢰성 편이성, 그리고 효율적인 요금관리가 가능하도록 주택내의 누전관리, 요금관리, 전압관리, 부하관리 기능 등을 구현하였다.

표 1 IDSP의 설계 사양
Table 1 IDSP design specification

상 선식	공급 전압	기능		통신 방식	
1P 2W	220V 30A	보호제어기능	ELCB, MCCB ₁ , MCCB ₂ , MCCB ₃ , MCCB ₄	이더넷 컨버터	
		누전 관리	레벨		A,B,C,D,E 레벨
			파형		이벤트 전후 1사이클 기록
		요금 관리	kWh		사용전력량 기록(전월/현월)
			원		사용요금 원단위 표시
		전압관리	3일간 10분주기 평균전압		
		부하 관리	관리		3일간 10분주기 평균부하
제어	부하선 On/Off 제어 기능				
역률관리	역률기록				

본 연구에서는 기본적으로 단상 2선식 220V, 30A를 IDSP의 기준사양으로 설계하였다. 표 2는 표 1에 분석된 요구기능을 기반으로 한 IDSP의 설계 사양이다. 첫째 전기 보호제어기능은 누전 및 과전류로 인한 전기화재로부터 주택내 전기설비 및 인명, 재산 피해를 최소화하기 위해서 기존 분전반의 메카니즘을 검토하여 ELCB 1대와 각 분기선에 4대의 MCCB를 각각 장착하여 일반 가정의 분전반 형태로 설계한다. 누전관리 기능은 누전전류의 크기에 따라 A, B, C, D 그리고 E레벨로 분류하여 기록한다. 그리고 이벤트 시 누전 전후 1사이클 누전파형을 기록한다. 요금관리 기능은 사용전력량(kWh) 표시는 물론 사용요금을 원단위로 표시한다. 특히 사용 전력량은 전월과 현월을 기록한다. 전압관리와 부하관리를 위해 10분 주기별로 평균전압과 평균부하전류를 기록하도록 하였으며 특히, 부하선을 On/Off할 수 기능을 설계한다. 통신방식은 RS232C 이더넷 컨버터를 이용하여 이더넷 통신기능이 지원되도록 설계한다.

4.1 IDSP 구성

그림 3은 분석된 요구기능을 실현하기 위해 설계된 IDSP의 구성을 보인다. IDSP는 크게 기존 가정용 분전반의 보호제어요소인 누전차단기(ELCB), 배선차단기(MCCB)와 새로이 설계된 디지털 분전반 주제어장치 및 부하제어용 릴레이들로 구성된다.

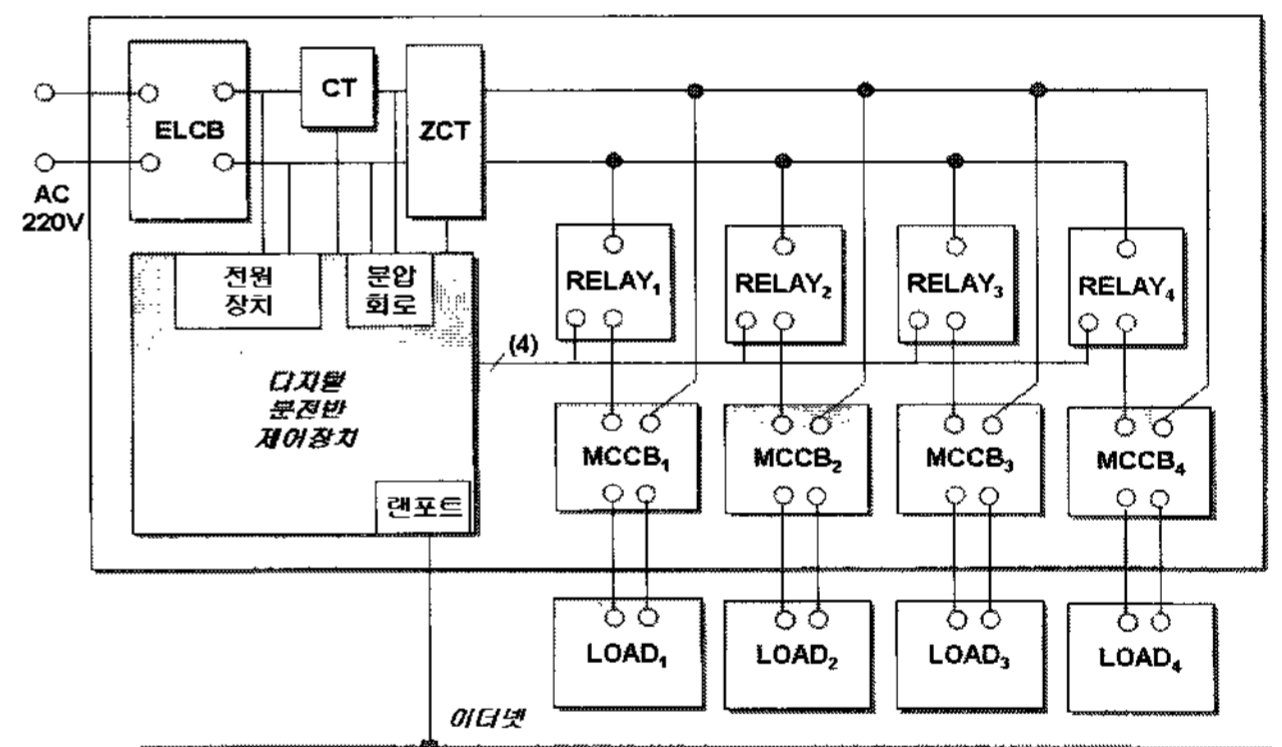


그림 3 IDSP의 구성
Fig. 3 The configuration of IDSP

그림 3의 ELCB는 수용가 누전전류가 동작전류 이상으로 감지될 때 전기화재로부터 수용가를 보호하기 위해 공급전기를 차단한다. MCCB는 각 부하 선에 고장전류가 흐르거나 과부하가 걸려 전기기기의 파손이나 화재가 우려되는 경우 담당 부하 선을 차단한다. 그리고 제안된 디지털 분전반 주제어장치는 변류기(CT)와 분압회로를 이용하여 AC 220V로부터 전압, 전류 신호를 입력받아 사용 전력량 기록 등 다양한 기능을 실현하였으며, 영상변류기(ZCT)로부터 누전신호를 입력받아 누전정보를 관리하는 기능을 구현하였다. 또한 원격지의 요청에 따라 계전기(RELAY)를 직접 제어함으로써 전열 부하나 냉방 부하 라인을 제어할 수 있다. 특히, 이더넷을 통해 누전 정보 및 전압, 전류관리 관련 수용가 정보를 원격지에 전송할 수 있도록 구현하였다.

4.2 IDSP 주 제어장치 설계

주제어부는 CT, 분압회로, ZCT, 신호 전처리기, 32비트 마이크로프로세서, EEPROM, LCD, RTC, 배터리 그리고 이더넷 컨버터 등으로 구성된다. 단상전력관리 디바이스는 실제 전력선 220V로부터 분압회로와 CT를 통해 전압, 전류신호를 입력받아 전압 실효치, 전류 실효치, 사용량 데이터, 전력 데이터 등 다양한 데이터를 주기적으로 계산, 지정된 레지스터에 저장한다.

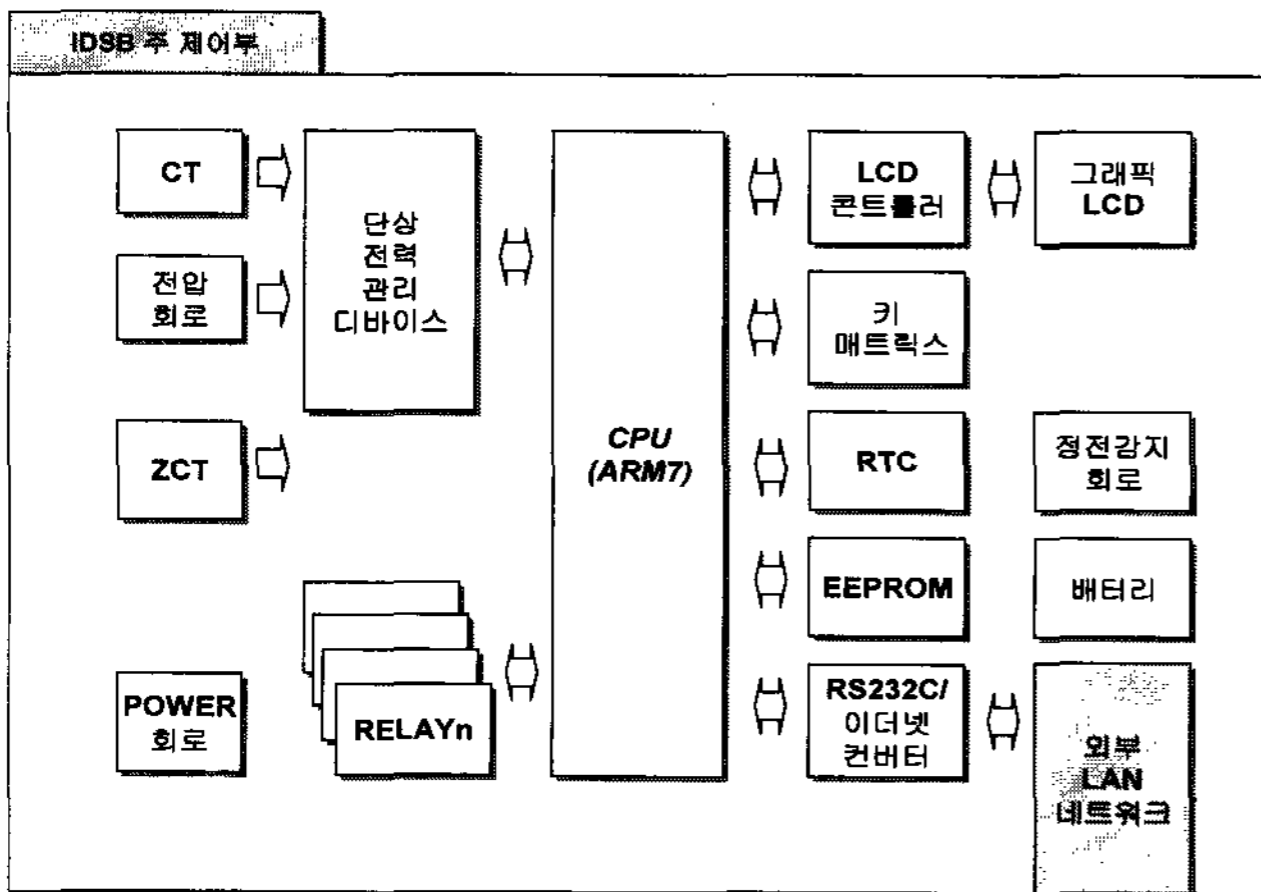


그림 4 디지털 분전반 제어부
Fig. 4 The main control part of digital switchgear

또한 ZCT로부터 제공되는 누전전류는 보호회로를 마이크로프로세서의 ADC 채널에 입력된다. 마이크로프로세서는 ADC 채널을 통해 입력되는 누전신호로부터 누전정도를 판단, 누전레벨을 LCD에 표시하며 누전조건을 만족하는 경우 누전과형을 EEPROM에 기록하고 누전정보를 이더넷 통신을 통해 원격지에 전송한다. 또한 실시간 클락(RTC)의 인터럽트 기능에 따라 1초마다 주기적으로 단상전력관리 디바이스와 SPI 통신을 통해 전압 실효값, 전류 실효값 그리고 사용전력량 등을 읽어 RS232C 통신을 통해 LCD에 표시하고 이들 데이터를 누적하며 전압 및 전류 실효값의 경우 일정 주기별(10분)로 평균치를 취해 EEPROM에 저장한다. 그리고 외부 통신 요구에 응하여 릴레이(그림 2의 RELAYn)를 제어, 부하선을 On/Off함으로써 부하제어를 실현한다. 정전감지회로는 정전 감지 시 배터리를 구동시켜 마이크로프로세서로 하여금 누전 이벤트 정보를 원격지에 전송할 수 있도록 지원한다. 또한 외부로부터의 명령에 근거하여 사용전력량 데이터, 시간대별 전압 데이터, 시간대별 부하전류 데이터, 누전레벨 데이터 등을 이더넷 컨버터를 통해 원격지로 전송한다.

5. 실험제작 및 평가

본 연구에서는 유비쿼터스 기반의 지능형 디지털 분전반 IDSP를 제안, 설계하였다. 따라서 여기에서는 먼저 제안된 IDSP의 시작품을 실험제작하며, 다음 220V 전구부하 세트를 이용, 부하시험을 통해 IDSP의 유효성과 정확성이 검증된다.

5.1 IDSP 시작품 제작

IDSP의 시작품은 수차례의 실험제작 과정을 통해 얻어진 지식을 바탕으로 비교적 축소 지향적으로 설계되었다. PCB는 주제어장치 부, 계전기 장치 부, CT 부 그리고 LCD 부로 설계되었다. 그림 5는 IDSP의 최종 시작품을 보인다.

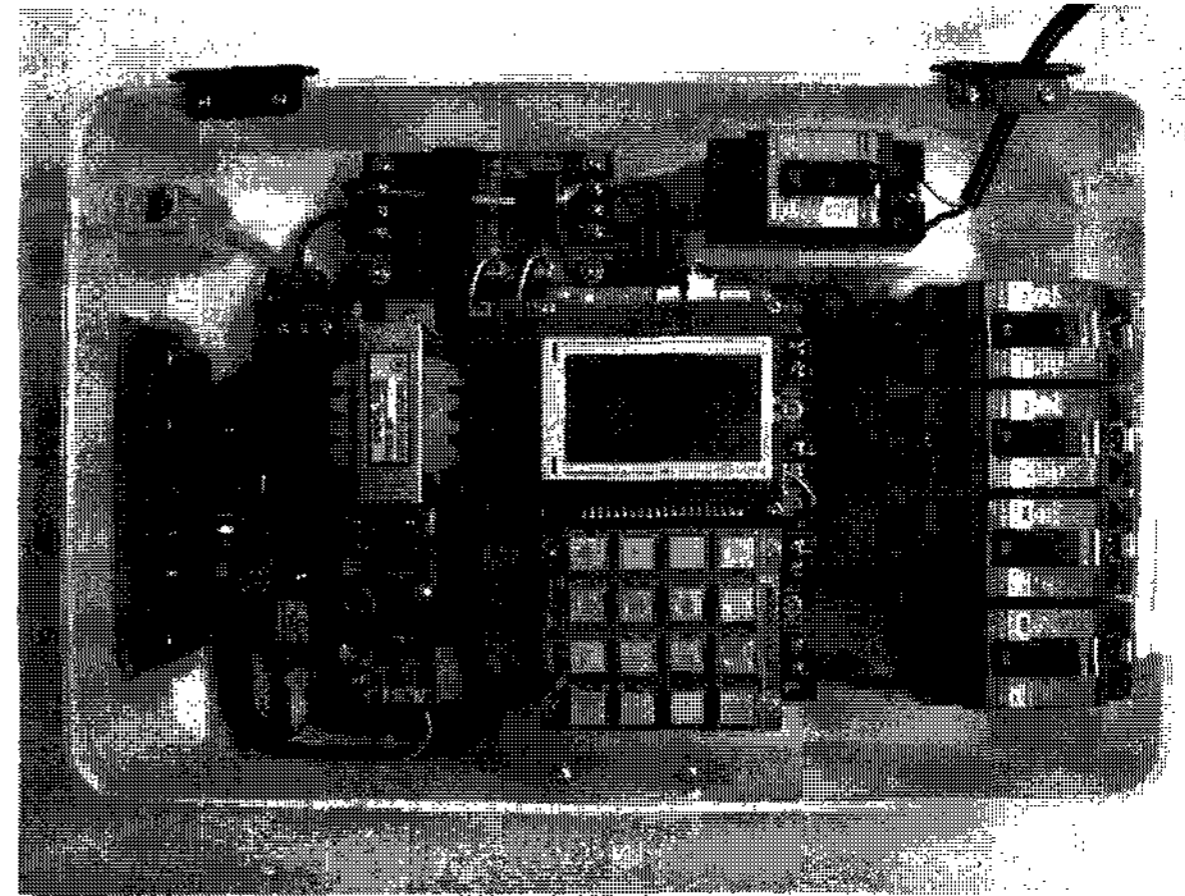


그림 5 IDSP 시작품 사진
Fig. 5 IDSP prototype photograph

5.2 IDSP 성능평가

여기에서는 IDSP의 유효성과 정확성을 검증하기 위해서 구현된 기능에 대해서 개별적인 시험을 실시한다. 먼저, IDSP의 기본 기능인 전압, 전류 측정의 정확도를 검증한다.

5.2.1 실효 전압 및 전류 평가

정확도 검증은 측정범위에 대한 측정 오차와 선형성이 검증돼야 한다. 먼저 전압 측정의 정확도를 평가한다. 실제적으로는 목표전압 값을 정하고 측정범위 내에서 가변할 수 있는 정전압 조정기를 이용하여 IDSP에 인가해야 하나, 여기에서는 대신에 저항 분압비를 고려하여 목표전압에 대응하도록 결정된 전압신호를 함수 발생기를 이용하여 전압채널에 입력한 후, LCD로 측정한 결과를 확인한다. 그리고 식 (10)을 이용하여 백분율 오차를 계산한다.

$$\text{백분율 오차} = \frac{\text{계기표시값} - \text{참값}}{\text{참값}} \times 100 \quad (10)$$

식 (10)은 산자부 기술표준원에서 제공하는 “전력량계 기술기준”에 준해 백분율 오차를 계산, 표시한다.

그림 6은 목표전압 100-310[V]에 대한 측정결과 오차율을 보이는데, 최대 0.47[%]로 0.5[%]이내임을 알 수 있다. 따라서 주어진 전압범위 내에서 매우 만족할만한 선형성을 가지고 있음을 확인할 수 있다.

다음, 전류측정의 정확도를 검증한다. 정전압 인가상태에서 목표전류 값을 정하고 CT비를 고려하여 목표전류에 대응하도록 결정된 입력신호 전압을 함수 발생기를 이용하여 전류채널에 입력한 후, LCD로 측정한 결과를 확인한다. 그리고 식 (1)을 이용하여 백분율 오차를 계산한다. 그림 7은 목표전류에 대한 오차율을 보인다. 그림 7은 목표전류 0-30[A]에 대한 측정결과 오차율을 보이는데, 최대 0.24[%]

로 0.5[%]이내임을 알 수 있다. 따라서 설계 정격 전류범위 내에서 매우 만족할만한 선형성을 가지고 있음을 확인할 수 있다.

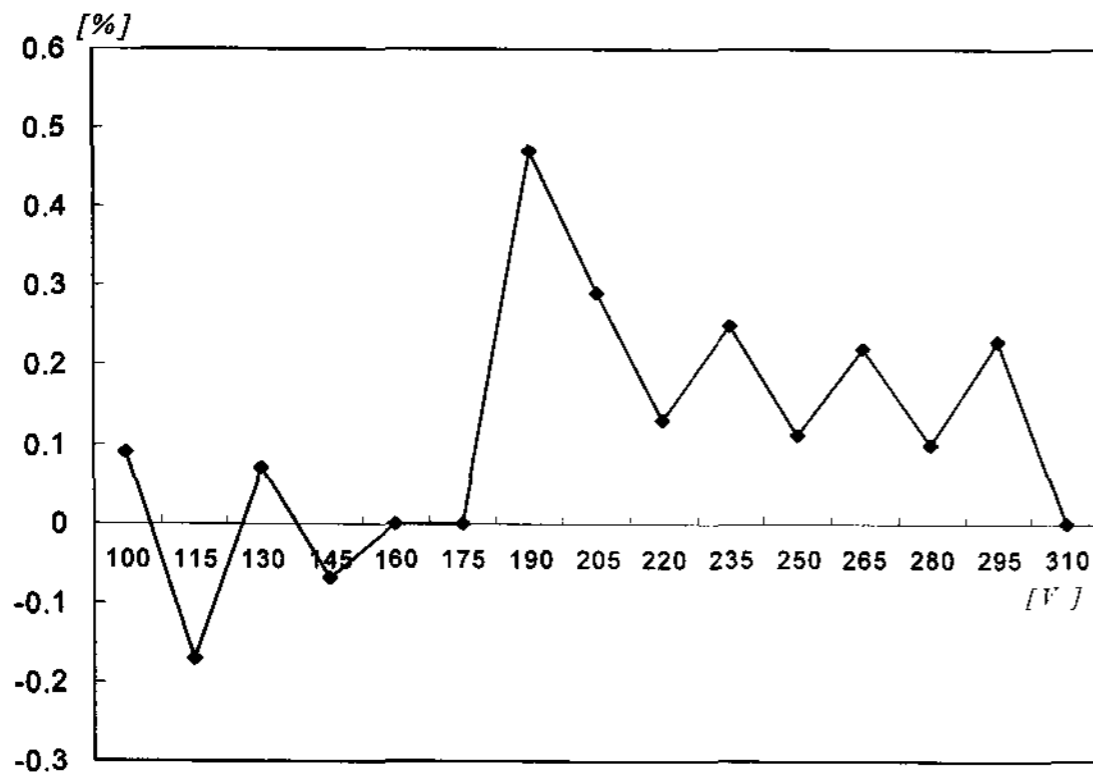


그림 6 목표전압에 대한 IDSP 측정 오차율[%]
Fig. 6 IDSP measurement error to the target voltage

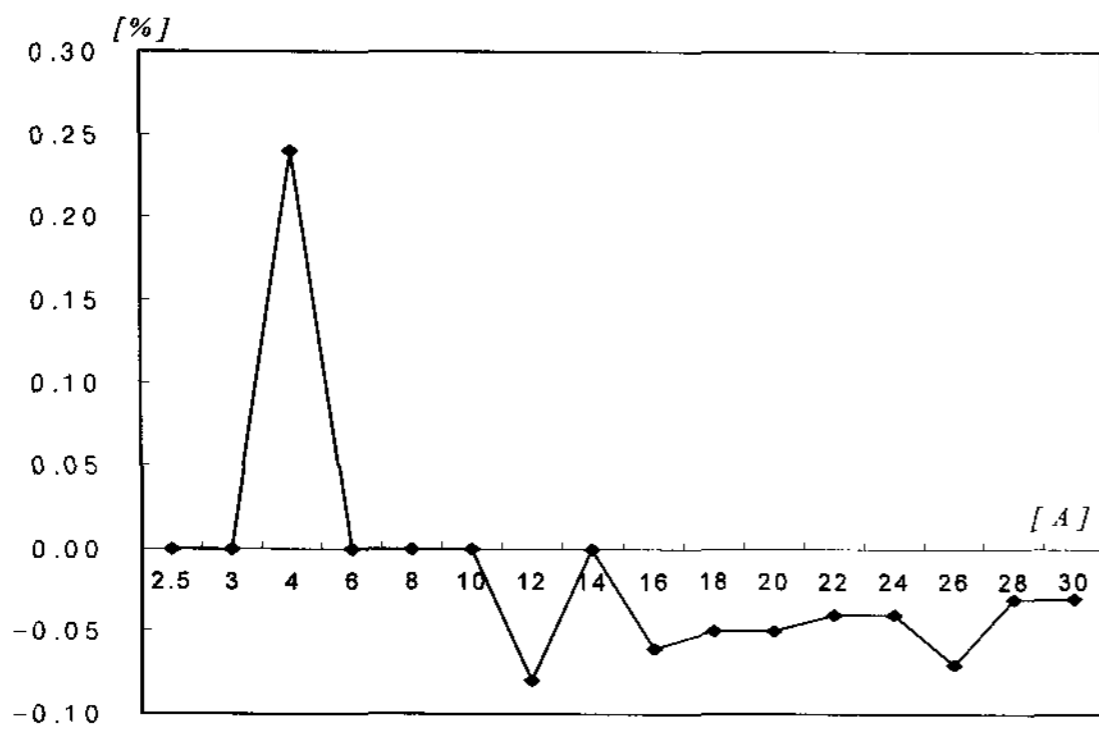


그림 7 목표전류에 대한 IDSP 측정 오차율[%]
Fig. 7 IDSP measurement error to the target current

5.2.2 유효전력 평가

다음, 유효전력의 정확도를 검증한다. 목표전압 값, 목표전류 값을 정하고 저항 분압비, CT비를 고려하여 목표전류에 대응하도록 결정된 입력신호 전압 및 전류 신호를 함수발생기를 이용하여 전압, 전류채널에 입력한 후, LCD로 측정된 결과를 확인한다.

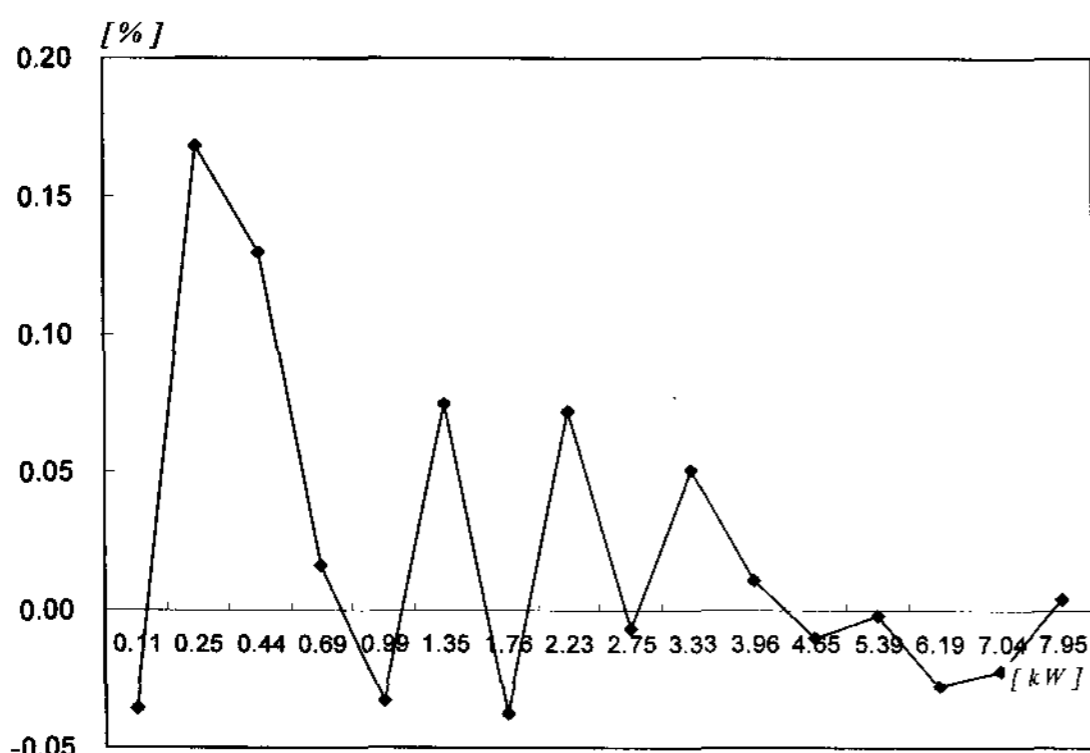


그림 8 목표전력에 대한 IDSP 측정 오차율[%]
Fig. 8 IDSP measurement error to the target power

그리고 식 (1)을 이용하여 백분율 오차를 계산한다. 그림 8은 목표전력에 대한 오차율을 보인다. 그림 8은 목표전류 0-8[kW]에 대한 측정결과 오차율을 보이는데, 최대 0.16[%]로 만족할 만한 수준임을 알 수 있다. 따라서 설계 정격 전류범위 내에서 매우 만족할만한 선형성을 가지고 있음을 확인할 수 있다.

5.2.3 부하시험

다음은 보정결과를 바탕으로 실제 220V 전압선로에 부하세트를 연결한 후 부하시험을 행하였다. 이때, 부하시험 하에서 개발된 디지털 분전반 LCD와 파워미터 (YOKOGAWA WT210)측정 결과에 대한 오차를 표로 작성한다.

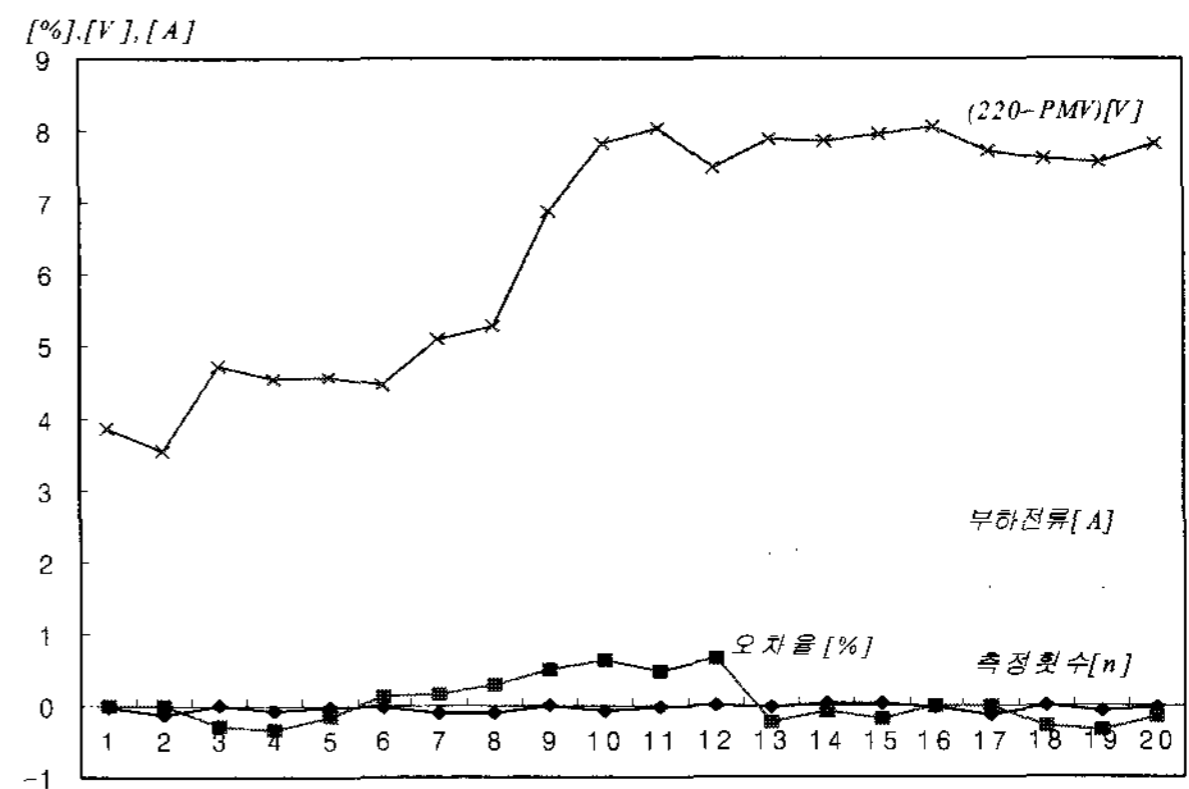


그림 9 220V 부하시험에 대한 IDSP 성능평가
Fig. 9 IDSP output results for real 220V load test

부하세트는 60W 전구 10개로 구성된 전구부하로서 최대 600W까지 소비할 수 있다. 그림 9는 IDSP의 220V 부하시험 평가 결과를 보인다. x는 220-PMV, ▲부하전류, ◆는 전압 오차, ■는 전류오차를 보인다. 여기서 PMV는 파워미터 측정값을 표시한다.

5.2.4 적산전력량

본 연구에서는 에너지의 측정 정확도를 확인하기 위해 부하시험을 시행하였다. x축은 측정횟수를 표시한다.

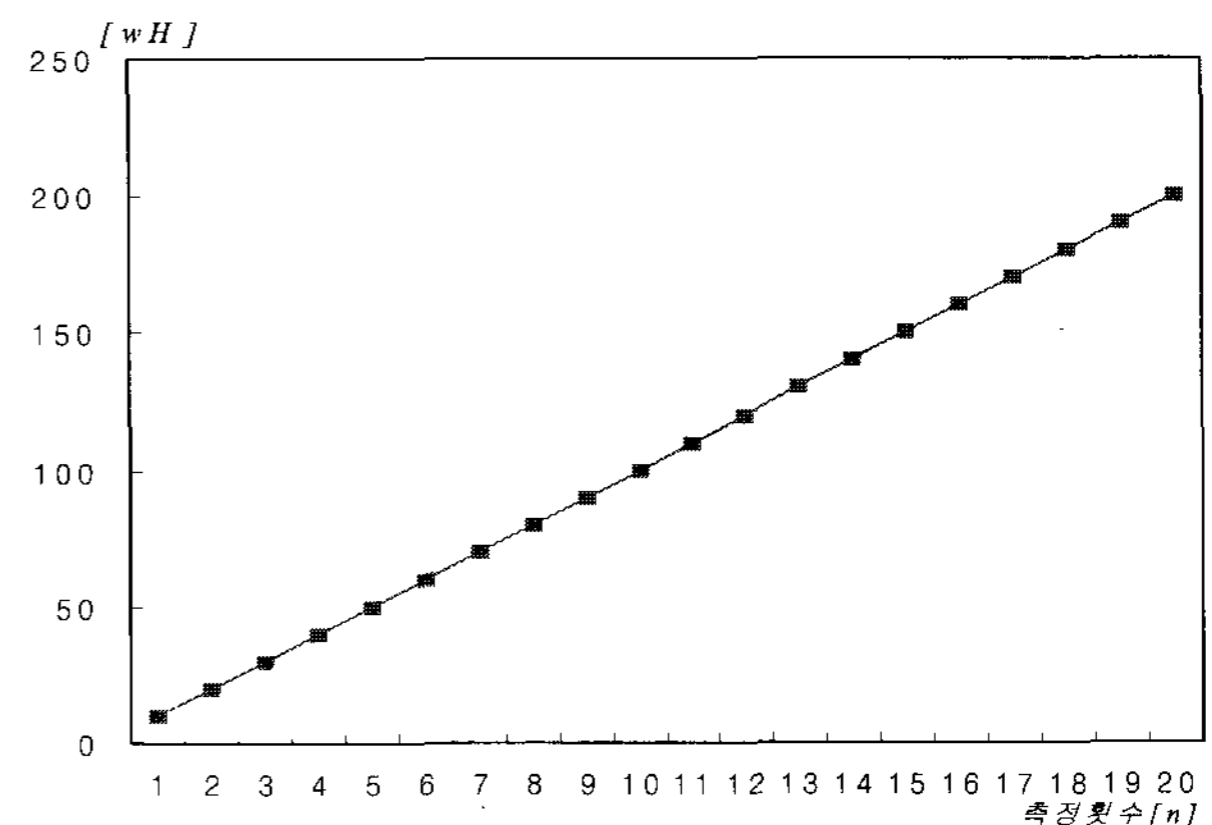


그림 10 파워미터와 IDSP의 에너지 증가
Fig. 10 The energy comparison of IDSP and power meter

그림 10에서 심볼 x는 파워미터 측정값, 심볼 ▲는 IDSP 측정 값을 보인다. 그림 10을 통해 파워미터와 IDSP의 측정 결과가 오차 없이 동일한 추세로 증가함을 알 수 있다.

5.3 원격제어 및 관리 기능 검증

본 연구에서는 HOST 컴퓨터와 IDSP간의 이더넷 통신을 통한 성능 검증을 위해 비주얼 C++의 MFC 기능을 이용하여 이더넷 기반의 원격관리 프로그램을 개발하였다. 따라서 여기에서는 이더넷 컨버터를 통해 TCP/IP 기반으로 부하제어 및 데이터 수집명령을 전송, 부하제어 결과와 수집된 전압 및 부하관리 데이터를 확인한다. 그림 11은 원격관리 프로그램을 보인다.

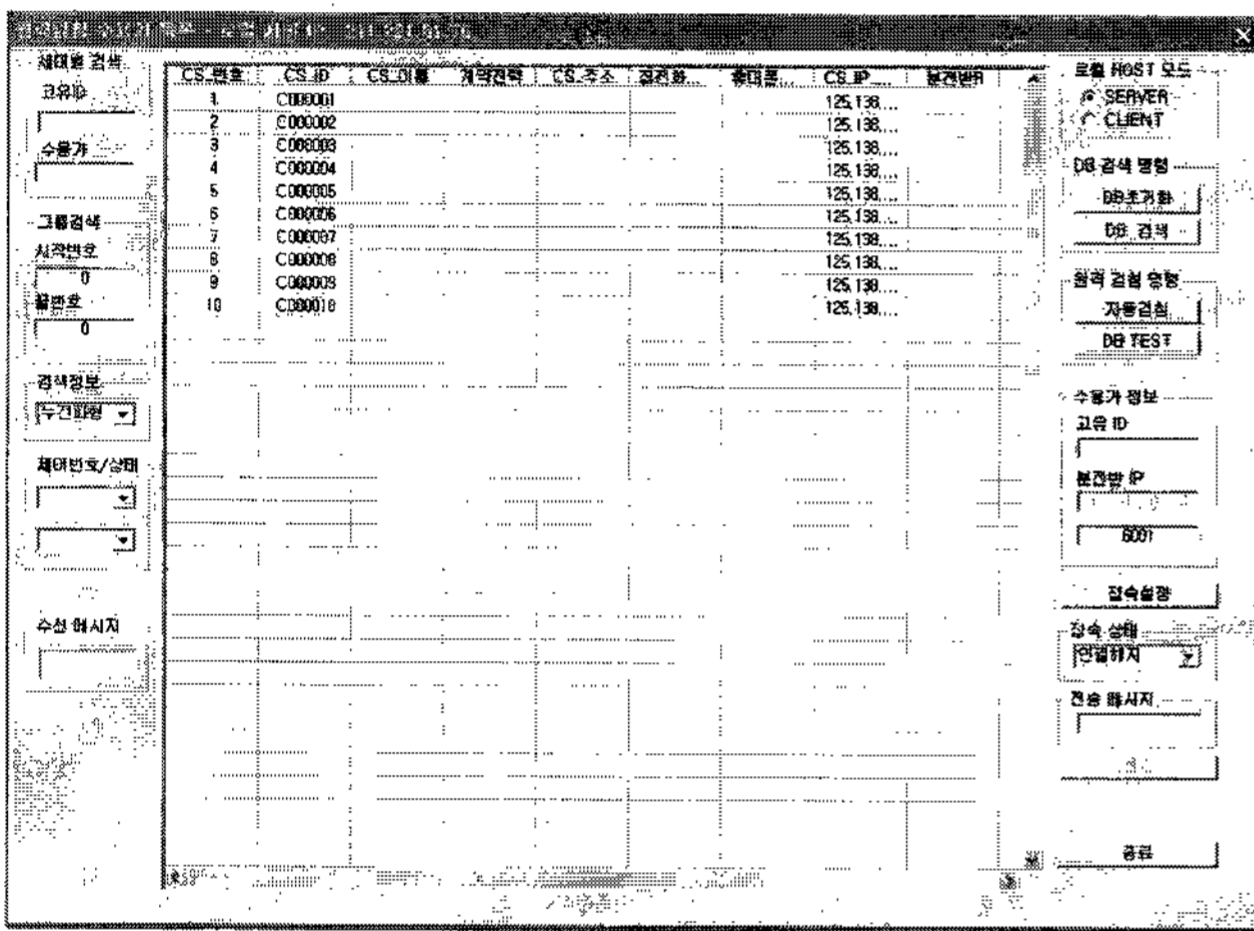


그림 11 원격관리 프로그램
Fig. 11 The remote management program

5.3.1 부하제어시험

PC상의 원격 프로그램을 이용하여 전구 부하세트의 전구를 온/오프 하는 실험을 통해 부하제어 성능을 검증한다. 그림 12는 원격 컴퓨터(PC)에서 릴레이를 동작시켜 전구를 동작시키기 위한 부하선 ON 명령에 대한 IDSP의 응답결과를 보인다. 정확하게 전구가 동작하였음을 확인할 수 있다.



그림 12 IDSP 부하제어 시험 장면
Fig. 12 IDSP-based load control test photography

5.3.2 전압/부하관리 기능 검증

원격관리 프로그램을 이용하여 IDSP에 원격 전압관리 및 부하관리 데이터 수집 명령을 내린 후 데이터를 수집한다. 그림 13, 14는 IDSP로부터 수집되는 전압관리 및 부하관리 패턴을 보인다.

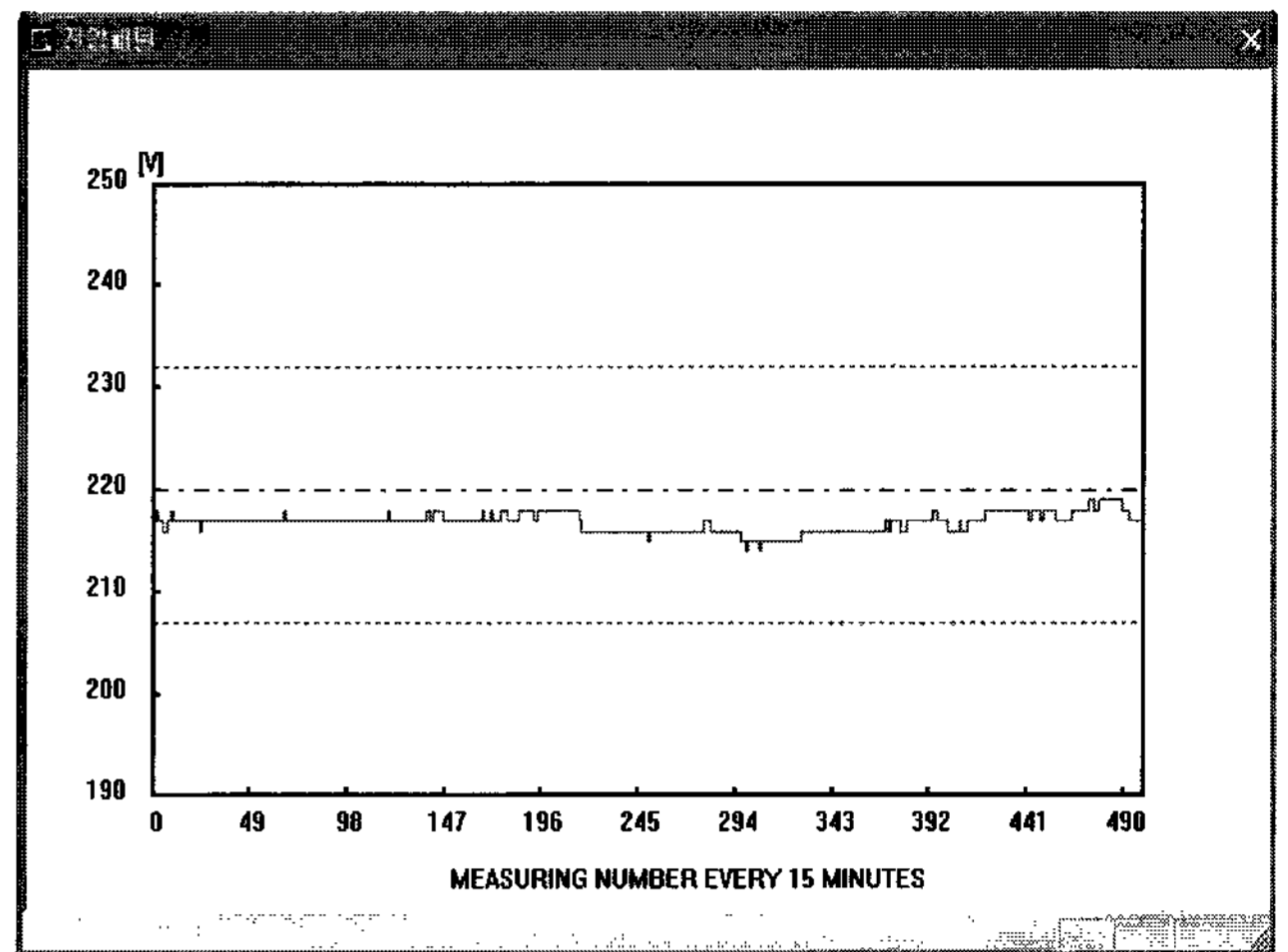


그림 13 수집된 전압관리 데이터 파형
Fig. 13 Voltage management waveform collected from IDSP

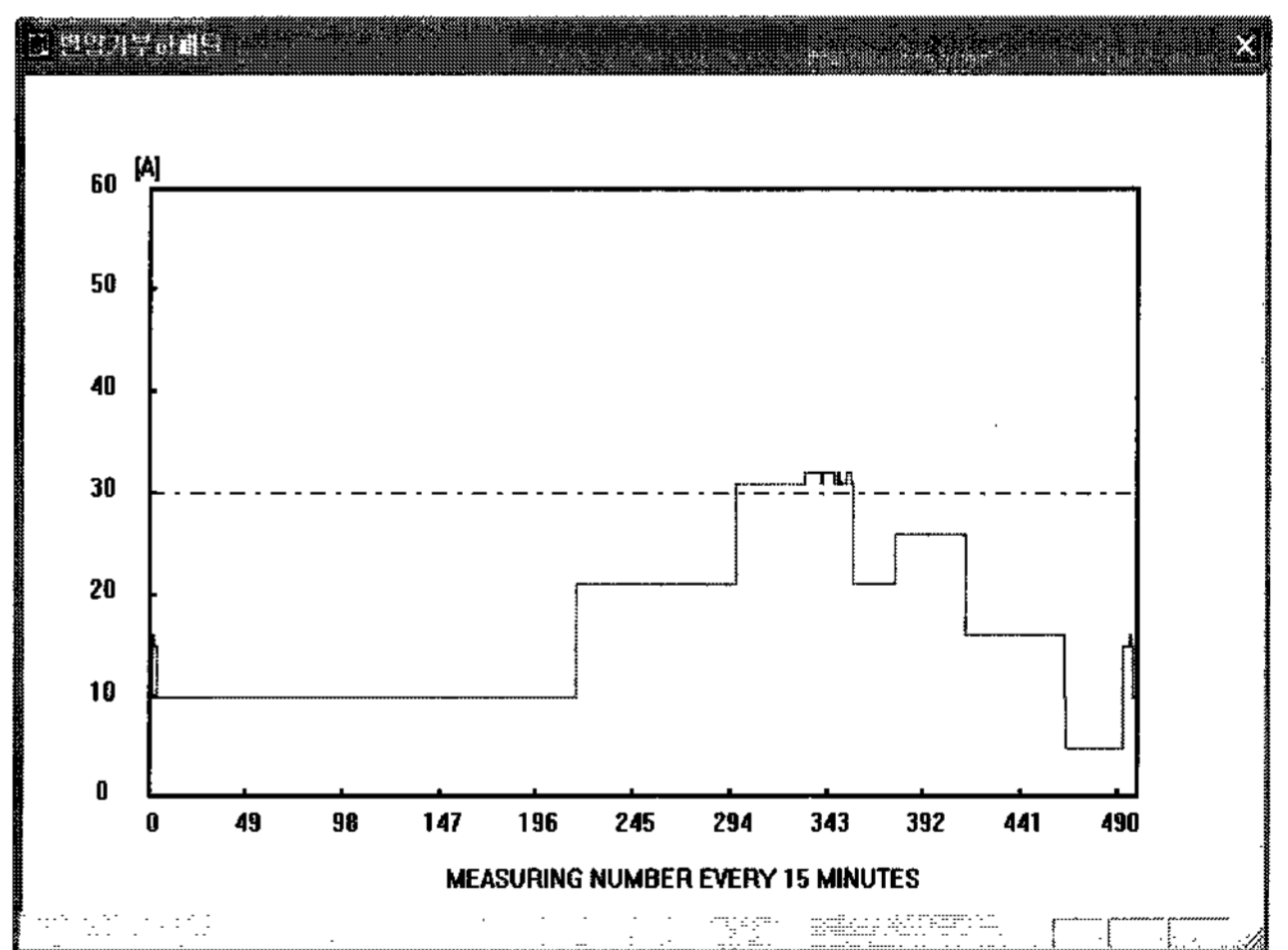


그림 14 수집된 부하관리 데이터의 파형
Fig. 14 Load management waveform collected from IDSP

이상과 같이 IDSP는 전압, 전류 실효 값, 유효전력, 유효전력량 측정의 정확도를 보인다. 또한 원격 컴퓨터의 요구에 정확하게 전압관리 및 부하관리 데이터를 전송함을 확인할 수 있다. 단, 여기에서는 가변 정 부하를 얻기 어려워 함수 발생기 신호를 인가하여 시험하였기 때문에 CT 및 분압저항의 오차가 고려되지 않았다.

5. 결 론

본 연구에서는 일반 전기 수용가나 전력회사의 요구에 부응하고 유비쿼터스 환경을 기반으로 하는 주택 자동화 시대에 대비한 새로운 개념의 지능형 디지털 분전반 IDSP를 제안, 설계, 구현하였다. IDSP는 먼저, 일반 전기 수용가나 전력회사의 요구기능을 효과적으로 지원할 수 있도록 32비트 프로세서를 주제어장치로 채택하여 설계되었다. 그리고 전력 정보를 수집하기 위해 DSP기반의 단상 전력 관리 디바이스를 활용하였으며, 원격관리가 가능하도록 이더넷 컨버터를 사용하여 네트워크 통신이 가능하도록 하였다. 제안되는 IDSP는 평가결과에서 전압, 전류 실효 값, 유효전력, 유효전력량 측정에서 유효범위내의 오차를 보였으며, 원격 서버의 요청에 따라 부하제어 및 원격 전압관리 및 부하관리 데이터를 효과적으로 제공함으로써 그 유효성을 입증하였다. 따라서 IDSP는 앞으로 유비쿼터스 기반의 주택 자동화 시대에 서 일반 수용가는 물론 전력회사 모두에게 매우 유용한 솔루션으로 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 끝으로, 누전에 관한 기능은 평가 작업의 어려움으로 여기에서는 언급되지 않으며, 앞으로 아크고장의 연구추진 결과와 함께 다루어질 예정이다.

감사의 글

본 연구는 산자부의 지원에 의해 한국산업기술평가원 신기술실용화사업(과제번호:10023380-2005)으로 수행되었음

참 고 문 헌

- [1] 배전전압 관리개선을 위한 전압조정장치의 최적운용연구, 한전연구소보, 1985.
- [2] 전압관리 기법의 효율화 방안에 관한 연구, 한전연구보고서, 1988.
- [3] S.Mak and D.Radford, "Design Considerations for Implementation of Large Scale Automatic Meter Reading", IEEE Transactions on Power Delivery, Vol.10 No.1, pp 97-103, Jan. 1995.
- [4] Cameron L. Smallwood, "Power Quality Issues Reading to Power Line Carrier Automated Meter Reading", Proceedings of the 2001 Rural Electric Power Conference, B1-1-8, April 2001.
- [5] 고윤석, 윤상문의 2인, "차세대 디지털 적산전력계 개발", 전기학회논문지, Vol. 21, No. 2, pp. 541-551, 2004년 8월.

- [6] 고윤석, 하복남, "차세대 디지털 적산전력계에 기반한 배전원격관리 시스템 설계 및 프로그램 개발, 전기학회 논문지, Vol. 54, No. 4, pp. 185-192, 2005년 4월.
- [7] 고윤석, "다중 부하중심점에 기반한 온라인 퍼지 ULTC 제어기 설계에 대한 연구", 전기학회논문지, Vol. 55, No. 12, pp. 514-521, 2006년 12월.
- [8] Analog Devices, Energy Measurement IC Data Sheet.

저 자 소 개



고 윤 석 (高 鈞 錫)

1984년 2월 광운대 공대 전기공학과 졸업. 1986년 2월 광운대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1996년 2월 광운대 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1986년 3월~1996년 3월 한국전기연구소 선임연구원. 1996년 4월~1997년 2월 포스코 경영연구소 연구위원. 1997년 3월~현재 남서울대학교 전자공학과 부교수.



김 호 용 (金 豪 溶)

1979년 2월 서울대 공대 전기공학과 졸업. 1983년 2월 텍사스 오스틴대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1985년 2월 텍사스 오스틴대 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1986년 2월 한국전기연구원 입소. 현재 한국전기연구원 시험인증본부장.



윤 석 열 (尹 錫 烈)

1987년 2월 광운대 공대 전기공학과 졸업. 1990년 2월 광운대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1998년 2월 광운대 대학원 전기공학과 박사과정 수료. 1990년 3월~1999년 5월 포스콘기술연구소 책임연구원. 1996년 6월~2002년 5월 에이스트로닉스 연구소장. 2002년 6월~현재 (주) 제니스텍 대표이사.