

컴퓨터를 이용한 전력 계측기 시스템 개발 Development of Power Measurement System Using Computer

김태성* 전남대학교 공과대학 전기공학과
이우기* 전남대학교 공과대학 전기공학과
오무송** 조선대학교 공과대학 컴퓨터공학과
최장주*** 조선대학교 공과대학 전기공학과
오수홍* 전남대학교 공과대학 전기공학과

* : Dept of Electrical Eng., Chonnam National University
** : Dept of Computer Eng., Chosun University
*** : Dept of Electrical Eng., Chosun University

Abstract

The Power measurement that can measure a single quantity does not smooth to install a system, and are not convenient to use.

These measuring values are vary difficult for mutual operation and analyzing, and that have too many problems to compile measured databases.

If each single measured values are mutual assist, correction and reform, the system will be able to be improved by minimizing differences between measure quantities and as making many different measurement system(Voltage, Current, Power and Resistor) is installed in one system.

This study is useful to develop the power measurement system that is easier to analyze and management by database all of the parameter values because the power measurement system is able to be interbased with PC as requirement of industrialization and information age.

1.서론

단일량을 계측하도록 설계되어 있는 전력 계측기들은 다양한 전력 계측량들간 시스템 구성이 원활하지 못하고 사용하기에 번잡스러운 뿐만 아니라 이런 측정값들의 상호연산 및 분석은 매우 어렵고 측정치의 데이터베이스를 구성할수 없다는 문제점이 있다.

계측량들간의 오차를 최소화하고 전압, 전

류, 전력 및 저항 등 다수의 계측기를 하나의 계측기로 시스템화해서 각 측정값을 상호 보완, 수정 및 교정하면 측정값의 신뢰도와 편리성을 향상시킬 수 있다. 또한 산업화와 정보화 시대에 맞추어 PC와의 인터페이스 하므로써 모든 파라미터의 값들을 데이터베이스화 해서 이런 측정값들의 분석 및 관리가 용이한 전력 계측 시스템의 개발이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 직류, 교류의 전원

부하의 전압, 전류 등 여러 가지 전기량을 측정할 수 있는 계측 시스템으로 적산 전기량을 측정할 수 있는 시스템을 개발하고, 컴퓨터와 통신프린트, 디스플레이 등을 할 수 있는 다기능 시스템 및 디지털미터로 여러 가지 전기량을 상호 연계시키면서 종합적으로 계측량을 표시할 수 있는 시스템을 연구 개발하였다.

2. 전력 계측 시스템의 구성과 성능

(1) 구성

전압, 전류, 역률, 위상각, 주파수 등을 컴퓨터와 연계하여 하나의 계측 시스템으로 측정할 수 있는 계측 시스템을 개발하고자 한다.

따라서 본 연구의 시스템 구성은 다음과 같다.

- ① 직류, 교류 전원 부하의 전압, 전류 등 여러 가지 전기량을 측정할 수 있는 계측 시스템으로 적산량을 측정할 수 있는 시스템 개발
- ② 컴퓨터와 통신 프린트, 디스플레이 등을 할 수 있는 다기능 시스템 개발
- ③ 디지털미터 4종으로 여러 가지 전기량을 상호 연계시키면서 종합적으로 표시할 수 있는 시스템

상기와 같은 전력계측 시스템의 기술개발의 내용 및 범위를 구체적으로 기술하면 다음과 같다.

- ① 측정에 고속 샘플링 오프셋 전류·전압 측정이 가능한 메뉴기능 설계 및 제작
- ② 외부 노이즈를 제거하는 A/D변환기의 적분시간을 6단으로 설정하는 가변적분기능의 설계
- ③ 자동화 시스템용으로 편리한 GPIB 인터페이스 표준으로 장착 기술개발
- ④ 시스템화의 자동측정 소프트웨어의 프로그램 개발
- ⑤ 정밀 미소전류 측정 및 절연저항 측정부 설계

⑥ 고정밀 A/D 변환부의 설계

- ⑦ 최종적으로 ①~⑥의 기능을 갖는 디지털 피코 전류계의 설계, 제작, 시험 및 평가

전압, 전류, 역률, 위상각 및 주파수 등을 컴퓨터와 연계하여 전력 계측 시스템을 개발하는데 따른 연구의 구성과 추진체계는 다음과 같다.

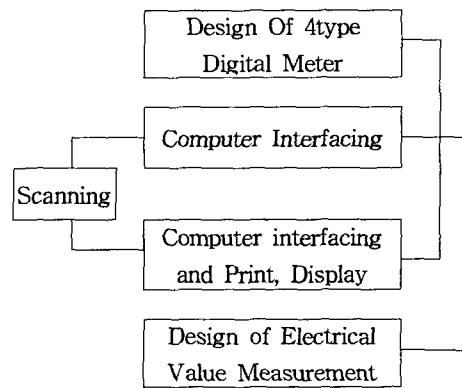


Fig. 1. Block diagram of construction and research processing

(2) 성능

① 직류 교류전력(자동레인지)

측정범위 : 200[W], 2000[W] (분해능력 0.1[W], 1[W])

측정확도 : ±1[%]이내

입력범위 : 0~300[V], 0~20[V]

② 직류 교류전압(자동레인지)

측정범위 : 200[V], 750[V] (분해능력 0.1[V], 1[V])

측정확도 : ±1[%]이내

③ 직류 교류전류(자동레인지)

측정범위 : 20[A], 20[A] (분해능력 0.001[A], 0.01[A])

측정확도 : ±1[%]이내

④ 역률(직접 W, V, A)

$$PI = \frac{Watt}{V \cdot A}$$

⑤ 주파수

측정범위 : 2[kHz]~20[MHz]

(분해능력1[Hz]~10[Hz])

측정확도 : ±1[%]이내

- ⑥ 표시 3½Digit LED 4개
- 측정시간 : 2.5(times/sec)

3. 회로설계 및 제작

컴퓨터를 이용한 전력 계측 시스템은 다음과 같은 내용의 특징이다.

- ① 전류, 전압, 위상각, 주파수를 하나의 계측기로 측정하고, 에너지[cost/kW/h], 피상전력, 무효전력, 전력량등을 계산할 수 있는 compact한 계측 시스템이다.
- ② 직류 또는 교류 전원부하의 전력량을 측정할 수 있는 계측 시스템으로 일, 월, 년 간의 소비량을 측정할 수 있는 시스템이다.
- ③ RS-232C, GPIB Board를 통한 컴퓨터와 통신 프린트, Display 등을 할 수 있는 기능의 시스템이다.
- ④ Digital Meter 4개를 사용하여 측정치가 4가지 측정기능이 종합적으로 표시할 수 있다.

본 기기는 디스플레이 및 외부와의 인터페이스를 사용 제어섹션과 측정하는 가드(guard) 섹션부로 구성하였다.

제어섹션은 정 1차 데이터 처리, 표시, GPIB인터페이스 제어섹션, BCD DATA OUTPUT의 제어, 패널 스위치의 제어 또는 각종 연산 처리를 한다.

가드섹션은, 제어섹션 또는 전원부로 완전히 분리되어, 가드기구내에 들어있는 측정부이다. 여기서는 입력신호를 전압변환을 한 후 A/D변환을 하지않고, 측정 1차 데이터로서 제어섹션으로 데이터를 전송하 든가, 전압 소그의 출력 전압을 D/A 변환하여 출력한다. 제어섹션과 가드섹션을 각각 독립한 마이크로프로세서에 따라 제거하여, 포토커플러로 분리한 신호에 따라서 정보교환을 한다.

(2)ADC Function의 구성

S1~S6의 스위치는 다음과 같이 접속한다.
S1, S3 : OFF, S2, S4 : ON S5 : C-1, S6 : C-1

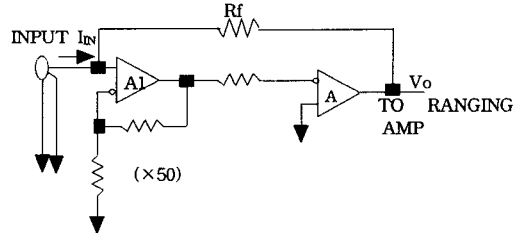


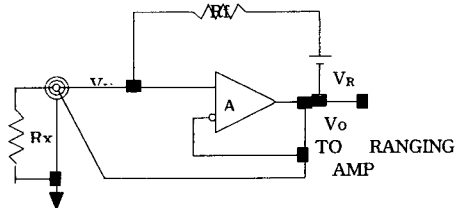
Fig. 8. Structure of ADC function

A1과 A2의 2개의 앰프로 하나의 Inversion AMP로서 동작한다.

레인지에 있어서 제한저항 Rf가 전환된다.

(3) OHM Function

S1~S6의 스위치는 다음과 같이 접속한다.
S1, S4 : OFF, S2, S3 : ON, S5 : C-2, S6 : C-3



$$V_o = R_x \frac{V_i}{R_f}$$

Fig. 9. Structure of OHM function

A1은 ×1의 고입력 임피던스 앰프로서 동작하며, 다음과 관계식부터 Vo와 Rx의 관계식으로 구해진다.

$$V_e = -(V_R + V_o) \times \frac{R_x}{R_x + R_f} \quad (1)$$

$$V_{IN} = V_o \quad (2)$$

식1, 식2에서

$$V_o = R_x \frac{V_i}{R_f} \quad (3)$$

(4) COULOME Function

S1~S6의 스위치는 다음과 같이 접속한다.
 S1, S4 : ON, S2, S3 : ON S5 : C-1,
 S6 : C-1

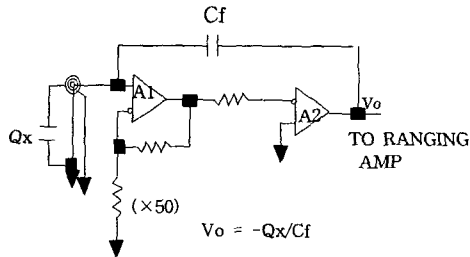


Fig.10. Structure of COULOMEC function.

A1과 A2와는 하나의 Inverting AMP로서 동작할 때, 캐한 콘덴서 C_f 의 전하가 영일때, 입력에 Q_x 의 전하가 가해지므로 $Q_x = C_f \cdot V_0$ 의 관계가 성립하므로 프리앰프 출력은 피 측정 전하에 전압이 나타나게 된다.

(5) Ranging AMP 와 A/D 변환기

레인지앰프와 A/D 변환기의 구성은 Fig. 11과 같다.

프리앰프의 출력전압은 Function · Range에 있어서 $\pm 20VFS$, $\pm 2VFS$, $\pm 0.2VFS$ 의 3종류가 있다.

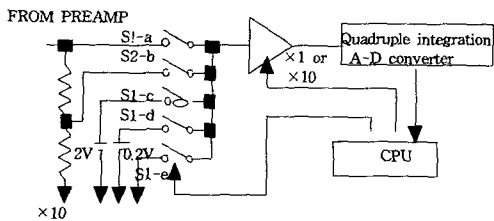


Fig. 11. Ranging AMP and A/D converter

A/D변환기는 4중 적분방식으로서, 입력전압의 적분시간은 SHORT 2CMS(16.7[ms]), MED(LOG

E) 200[ms]의 종류가 있다.

또 A/D변환기는 레인지 앰프로 포함하여 일정주기를 자기교정을 하게 되며 적분시간의 Short, MED(LONG)의 각각으로 0.2[V]레인지 플러스 · 제로, 플러스 · 폴스케일의 6종류

의 교정을 하게된다.

(6) 제로 · 캔셀과 교정(CAL-1~CAL-3)

기기는 프리앰프 제로점의 오차를 보정하기 때문에 제로 · 캔셀 기능이 있어 제로 · 캔셀이 AUTO의 상태에서 앞에서 말한 A-D 교정이 일정 회수 종료한때에 1회의 분해에 맞추어 A-D교정에 쓰이고, 제로 · 교정이 MANUAL에 설정될때에는 1회만 쓰인다. 교정(CAL-1~CAL-3)시는, 입력회로를 절연시켜 내부의 기준저항 EH는 기준전류를 측정한다.

CAL-1~CAL-3을 지정하므로, 교정시에 기억하여 교정 · 데이터와 현재의 교정 · 데이터를 비교하여 그 데이터의 변화를 연산시, 계수로서 다음의 측정 데이터부터 보정을 가한다.

(7) V SOURCE 출력

Fig. 13 에는 V source 출력회로를 나타내었다.

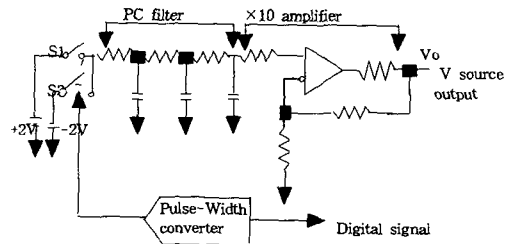


Fig. 13. V source output circuit

V source 출력은 12bit의 펄스 폭 변조방식의 D/A변환기와 $\pm 23[V]$ 또는 출력 앰프로 부터 구성한다.

D-A변환기는 $\pm 2[V]$ 의 기준전압을 디지털 신호 데이터에 맞추도록 펄스폭 스위칭한다.

그 후, RC필터에 있어서 필터 후 정확한 10배의 출력 앰프로 증폭하여 출력한다.

4. 연구결과

산업계의 전기분야의 직류전압, 전류, 전력 등을 하나의 compact한 계측기로 측정할 수

있으며, 교류전원의 전류, 전력, 역률, 위상각 및 주파수를 측정하고, 교정할 수 있는 다기능 계측 시스템을 개발하였다.

본 계측 시스템은 다음과 같은 특징과 성능이 있다.

(1) 직교류 전원부하의 전력량을 일, 월, 년간의 적산량으로 계측할 수 있는 시스템이다.

(2) 계측 시스템과 컴퓨터와 연계 시킬수 있는 기능의 시스템이다.

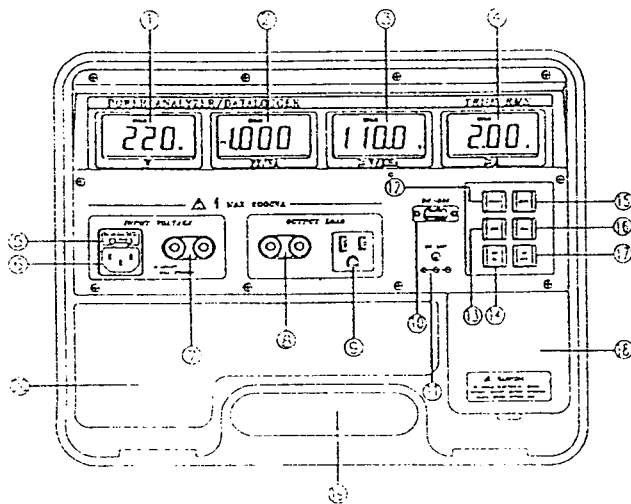
(3) 측정치 4종이 디지털 미터로 측정기능이 종합적으로 표시되는 계측 시스템이다.

(4) 본 계측 시스템의 성능

- 전압, 전류, 전력, 주파수, 교류 위상각 측정
- 에너지 cost/kW/h, 피상전력, 무효전력 측정
- Kilo-Watt hour, 종합 kilo-watt, day/month/year 측정
- 표시 : Watt, Power factor, Volt/Hz, Amps
- 3½ digit LED 4개
- 측정시간 : 2.5 times/sec

(5) 시작품의 전면 개략도

제작된 컴퓨터를 이용한 전력 계측 시스템의 외관 개략도는 Fig. 14와 같다.



- | | |
|----------------------|-----------------------------------|
| 1. LCD for Watt | 11. DC 12V Adaptor Input |
| 2. LCD for PF/VA | 12. Hold |
| 3. LCD for V/KHz | 13. Max Button |
| 4. LCD for A | 14. PF/VA Select Button |
| 5. 20A Fuse | 15. REC button |
| 6. Input Receptacle | 16. KHz |
| 7. Input Terminal | 17. On/Off Button |
| 8. Output Terminal | 18. Battery Compartment Cover |
| 9. Output Receptacle | 19. Carrying Handle |
| 10. RS-232C Terminal | 20. Storage Space for Accessories |

Fig. 14. Front panel description of measuring system

5. 참고 문헌

- 1) W. R. Myers, "The Electromanometer", Instr. Control Systems. 1935
- 2) 박진욱, "전기·전자공학개론", 청문각
- 3) E. J. Rogers, "semiconductor Pressure Transducer Features Mechanical Compensation", Instr. Control System, 1996
- 4) 이무영, 김규철, "전기공학", 동명사
- 5) Tompkins, Webster, "IBM Pc와 센서의 인터페이스", 대영사
- 6) 임영철, 장영학외 5인, "C언어를 이용한 IBM PC와 인터페이싱", 대영사
- 7) H. Chelner, "High Frequency Semiconductor Probe Pressure Transducer", AIAA Paper, 1997
- 8) 지철근, "전기응용", 문운당
- 9) 김철운, 김태성, 김영민, "디지털 논리회로", 베델출판사
- 10) 오석주, "전기·전자재료", 형설출판사
- 11) Cooper, "Electronic Instrumentation and Measurement Techniques", Prentice-Hall, 1995
- 12) Ernest O. Doebelin, "Measurement systems", International Student, 1996