

마이크로 프로세서를 이용한 탭 절환용 전압조절기의 연구개발

김영남, 민병권, 윤재학, 신현주

현대 중전기 기술 연구소

Research and Development of AVR(Automatic Voltage Regulator) for OLTC(On Load Tap Changer) Using Microprocessor

Y.N.Kim, B.G.Min, J.H.Yun, H.J.Shin

HYUNDAI ELECTRIC ENGINEERING CO., LTD R & D CENTER

ABSTRACT

An AVR for OLTC controls motor tap in transformer in order to supply constant power source.

Recently for society which is higher informative and more automatic, in our research, the digital AVR for OLTC is developed that can perform more functions and higher functions (measurement, display, protection, control) using microprocessor in a different control method than the conventional AVR.

The experiment result is also present.

2. 탭 절환용 AVR 개요와 기능

2.1 AVR의 개요

AVR이란 교류전원을 사용하는 시스템에서 교류전원의 불규칙한 전압변동이나 부하변동에 관계없이 2차측 전압을 일정하게 자동적으로 유지 시키는 장치로서 컴퓨터 및 공업, 산업용 전원, 각종 정밀 고급의 전원용으로 사용된다.

본 연구에서 개발한 AVR은 실효치 검출방식을 이용한 트랜지스터 고속 스위칭방식이나 SCR을 이용한 위상제어 방식, 출력전압의 상승, 저하분을 자기 증폭기로서 감쇄 또는 증폭시키는 방식등의 일반적인 AVR과는 다르게 변압기의 탭을 절환시켜 전압을 안정화 시키는 AVR이다.

1. 서론

탭 절환용 전압 조절기는 변압기에 설치된 모터 탭을 절환하여 전력 변압기의 전압을 조절하기 위한 기기이다.

최근 생산과정이 고도화된 FA(Factory Automation) 공장등이 출현하고 있는 고도 정보화, 자동화 사회에서 전기의 의존도가 증가되면서 탭 절환용 전압 조절기에도 신뢰도면에서 고도의 기능과 안정된 전원의 공급이 요구되고 있다. 따라서 본 연구소에서는 기존의 아날로그형의 탭 절환용 전압 조절기를 고 기능화, 다 기능화 시키기 위해 마이크로 프로세서를 이용한 디지털형 탭 절환용 전압 조절기를 개발 하였다. 디지털형 탭 절환용 전압 조절기는 외부의 PT(Potential Transformer)와 CT(Current Transformer)의 아날로그값을 입력받아 A/D 변환기, 샘플 홀더, 멀티 플렉서를 거쳐 디지털값으로 변환한 변환치를 디지털 필터를 이용해서 나타내는 계속 기능과 전압 조절기의 오동작을 방지하며 AVR의 운전 상태를 표시하는 감시, 표시 기능 및 키보드에 의한 설정치와 현재 입력전압값을 비교 연산하여 과전압, 과전류, 저전압에 변압기를 보호하는 연산, 보호기능 및 불필요한 탭 절환을 방지하기 위한 제어 기능등이 부여된다.

본 논문에서는 2장에서 AVR의 개요와 기능에 대해 서술하고 3장에서는 개발된 디지털형 탭 절환용 AVR의 구성과 특성에 대해 서술하며 4장에서는 성능 실험 및 결과에 대하여 논하고 5장에서는 결론을 서술하였다.

2.2 AVR의 기능

탭 절환용 전압 조절기는 변압기의 출력 전압을 일정하게 유지 시키기 위하여 탭 절환용 모터를 사용하여 전력 변압기의 전압을 조절하는 기기로서 탭을 절환시키는 원리는 출력측 전압을 상한선과 하한선으로 폭(Bandwidth)을 설정하고 전압이 상한선을 초과하면 하강 제어신호가, 하한선 밑으로 내려오면 상승 제어신호가 AVR에서 발생되어 모터가 동작되고 따라서 탭이 절환 되도록 되어있다.

탭 절환용 AVR의 주요기능은 위의 절환 원리에서 기술한 바와같이 부하와 입력전압의 변화에 관계없이 안정된 전압을 공급하기 위한 RELAY 제어기능과 입력 전압의 정확한 계속기능으로 크게 나눌 수 있다. 이러한 주요한 기능은 산업 고도화 및 자동화로 인해 고도의 계속 기능 및 다기능의 제어기능의 강화를 요구하고있다. 따라서 마이크로 프로세서를 사용해 디지털제어를 함으로써 위의 요구에 만족시킬 수 있으며 또한 시각적인 용이함과 조작의 간편함을 위한 표시 및 조작제어기능과 과전류, 과전압, 저전압으로부터 변압기 보호를 위한 보호기능 강화에 디지털형 탭 절환 AVR의 적용이 요구되고 있다. 그리고 디지털형 탭 절환 AVR은 과전압, 과전류의 변압기에 후부됨으로서 노이즈에 대한 신뢰성이 요구된다.

3. 디지털형 탭 절환용 AVR의 구성 및 특성

본 연구에서 제시한 디지털형 탭 절환용 AVR은 다음과 같이 구성되며 전체 구성도는 그림 1과 같다.

3.1 하드웨어 구성

- . CPU 및 메모리 회로 (ROM, RAM)
- . 데이터 변환 회로(A/D Conv. , S & H, MUX)
- . 데이터 설정 회로(Keyboard)
- . 데이터 표시 회로(Display)
- . 릴레이 구동 회로
- . 전원 회로

디지털형 AVR은 변압기의 출력전압을 외부 PT, CT을 통해 1차 감쇄시킨후 AVR 내부 PT, CT에 입력 되어 그 출력 아날로그 값을 데이터 변환회로를 거쳐 디지털값으로 변환한 다음 마이크로 프로세서를 사용하여 현시전압을 계측하여 변압기의 운전 상태를 감지한다. 또한 PT와 CT의 위상차를 검출하여 선간 전압강하를 보상한다. 여기서 CPU는 8 비트의 원칩 마이크로 프로세서인 8051을 사용하였으며 A/D Converter는 분해능이 8 비트이고 변환시간이 15 μ sec인 소자를 사용 하였다. 계측기능을 통해 얻은 현시전압과 데이터 설정회로(Keyboard)에 의한 설정치를 비교 연산하여 과전압, 과전류, 저전압 제어 신호를 감지하여 부하를 보호하며 릴레이 구동회로를 통해

각각의 릴레이를 제어하고 LED와 7-Segment로 구성된 데이터 표시회로를 사용하여 표시 기능을 구현 한다. 이외에 불필요한 탭 절환을 방지하기 위한 Delay Time 제어기능이 있다.

3.2 소프트 웨어 구성

디지털형 AVR을 동작 시키기 위한 소프트 웨어는 크게 4부분으로 구분할 수 있으며 전체 프로그램 흐름도는 그림 2와 같다.

- . 기준치 입력 및 입력 신호 처리 루틴
- . 제어 신호 연산 루틴
- . 모니터링 루틴
- . 탭 절환 신호 출력 처리 루틴

기준치 입력 및 입력 신호 처리 루틴은 전압 조정을 위한 기준 전압과 기타 파라미터들을 데이터 입력회로에 의해 입력 받고 반파 정류된 PT, CT의 입력을 소프트웨어에서 샘플링 하여 데이터 변환회로를 거쳐 AC값을 DC값으로 정류하는 루틴이다. 제어 신호 연산 루틴은 AVR 출력 신호를 제어 하기 위한 주요 연산을 처리 하는 루틴으로 Tap Changer에 출력 신호를 보내기 위한 연산과 선간 전압보상을 연산 및 기타 제어를 위한 연산을 처리 한다. 모니터링 루틴은 입력된 PT의 전압값과 설정치와의 변이 전압의 %값을 7-Segment을 통해 표시한다. 탭 절환 신호 출력 처리 루틴은 전압 상승, 하강의 릴레이 제어 신호와 과전압, 과전류, 저전압 제어 신호를 출력 한다. 각각의 루틴마다 시스템의 오동작을 방지하기 위해 Watch Dog기능을 두었다.

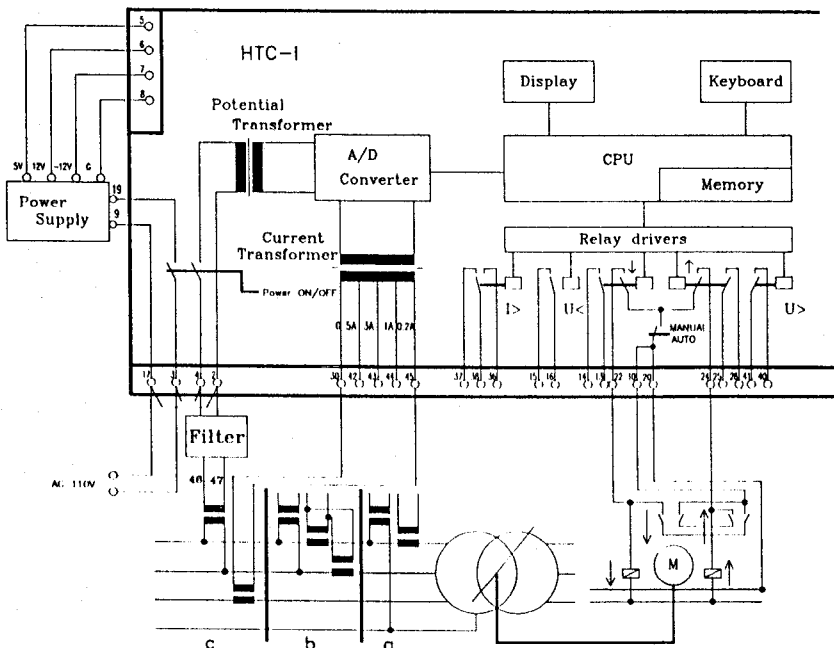


그림 1. 전체 구성도

4. 성능 실험 및 결과

그림 3은 입력 전압에 대한 계측 결과를 나타내고 있다. 그림에서 알 수 있듯이 입력 전압에 대해 0.5V 미만의 오차만이 생겨 계측 기능이 양호함을 알 수 있었다.

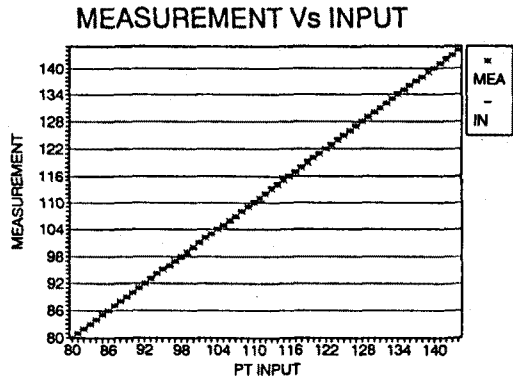


그림 3. PT 입력 및 계측

테이블 1은 각각의 기능에 대한 실험 결과치를 나타내고 있는데 정격출력으로 제어 됨을 보여 주고 있다

기능	정격	결과 (오차)
제어	Delay Time 0 - 180 (Sec)	0.1%이하
	상승, 하강 80 - 145 (V)	0.5V이하
	선간전압 0 - 25 (V)	1V 이하
보호	저전압 70 - 95 (%)	0.1% 이하
	과전압 105 - 130 (%)	
	과전류 100 - 210 (%)	
표시	LED & 7-Segment	원하는값, 상태 표시

테이블 1.

변압기의 휘부되기 때문에 노이즈에 대한 대책으로서 입력 전단에 Filter의 부착 및 PCB 회로에서 아날로그와 디지털을 분리하는등의 하드웨어적인 대책과 외란에 대한 자기 진단의 소프트웨어 기능 부여로 노이즈에 대해서 신뢰성이 있음을 확인 할 수 있었다.

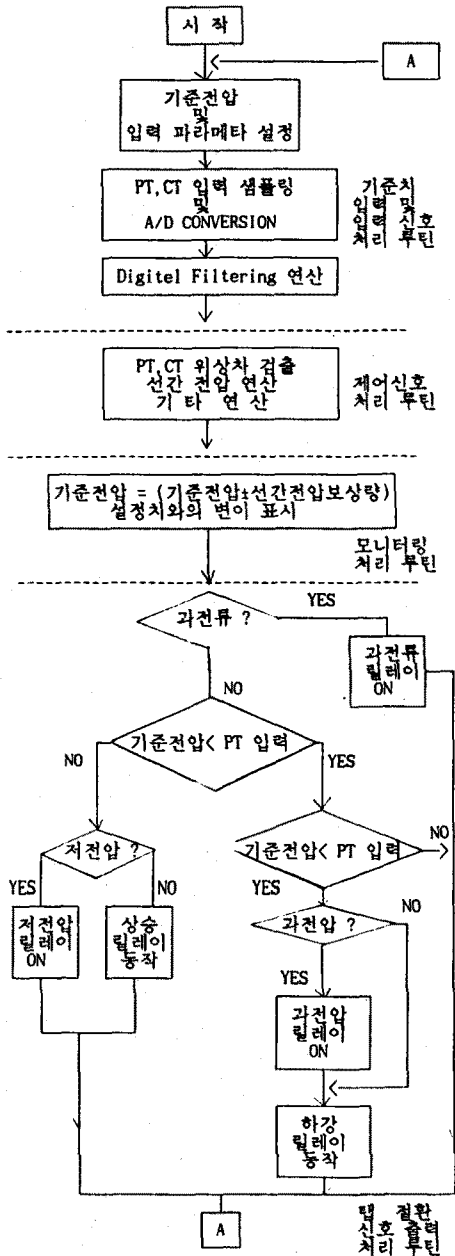


그림 2. 전체 프로그램 흐름도

5. 결론

본 연구에서 개발한 디지털형 탭 절환용 전압 조절기는 기존의 아날로그형 AVR을 마이크로 프로세서를 사용하여 다기능, 고기능의 특성으로 개선하고자 한 것이다. 4장의 실험 결과에서 알 수 있듯이 계측, 제어, 보호, 표시 기능에서 양호한 결과를 얻을 수 있었다. 앞으로 통신 기능의 부여로 근 거리 뿐만 아니라 원거리 제어가 가능한 연구가 필요하다.

참고문헌

- 1) E.O. Schweitzer, A. Aliaga, "Digital Programmable Time-Parameter Relay Offers Versatility and Accuracy", IEEE Trans. On PAS, Vol.99, No.1, 1980, pp. 152-157
- 2) Otmar Kilgenstein, "Switched - Mode Power Supplies in Practices "
- 3) Micro Controller User's Manual", INTEL, 1990
- 4) Andrews, M. "Programming Microprocessor interfaces for Control and Instrumentation", Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1982
- 5) ASEA RELAYS (RAYA) Manual
- 6) TAPCHANGER CONTROL(M-0067E) Instruction Book