

박 중국
배 준경 *

경희대 전자과
경희대 전자과

1. 서 론

SCR 은 제어능력, 간략성, 빠른 응답 및 고도의 정확성 그리고 낮은 제조비용 때문에 AC/DC 모터 제어 스위칭 소자로서뿐만 아니라 모터 제너레이터에서 부터 ac commutator 시스템에 이르기 까지 산업 및 전력 계통의 응용분야에 널리 사용되고있다. (1)

한편 많은 논문이 마이크로프로세서를 다른 방법을 이용하여 위상제어를 위한 이론을 제시하였지만, 실제 전력 계통의 제어에 대한 상세한 설계를 제시한 논문은 별로 없었다. (2)-(4)

본 논문에서는 SCR 을 이용한 브리지 정류회로를 구성하고, 마이크로프로세서를 사용하여 위상제어를 하는 방법을 제시하는데, 이를 위하여 하드웨어 구성과 프로그램 설계방법을 제시하였다.

그리고 마이크로 프로세서를 이용한 제어의 이점은 아래와 같다.

- 1) 비선형 제어 함수가 쉽게 프로그램될 수 있다.
- 2) 제어의 수정이 하드웨어보다는 프로그램에 의해서 이루어질 수 있다.
- 3) 좋지않은 Timing 기준을 제거할 수 있는 능력 같은 특징과 결부될 수 있다.

2. 전력 회로의 점화 조건 및 기본

마이크로 프로세서 구성 제어 하기위한 전력회로는 그림 1의 (a)와같이 점화신호는 그림1의 (b)로 표시된다.

이것은 마이크로 프로세서에 의하여 만드는 것이 가장 편리하다.

이를 위한 Apple II를 사용한 기본 구성도는 그림 2와 같은데 M6502 는 MPU (계산) 와 RAM(일시저장) 기능을 가진 소자이고, M6821 은 PIA로서 입력 제어 신호를 제공하면서 A/D Converter 에 연결된 8bit 입력단자와 SCR 점화 회로에 6 개의 출력신 및 영점검출기에 연결된 두개의 입력선으로 구성된다.

M6840 은 PTM 으로 3개의 카운터가 있고, 이것은 프로그램에의해 어떠한지 형태로 작용하지만, 본 논문에서는 2 개의 카운터만 사용한다. 2716 EPROM 은 프로그램과 Lookup table을 저장하기위해 사용된다. 그외의 회로로서는 전원공급기, 출력신호를 SCR 게이트에 전송하는 증폭기, 영점검출기가 있다.

이 중에 영점검출기는 시스템에 대한 기준신호 발생때문에 중요하다.

3. 프로그램 설계 및 세부사항

3.1 프로그램 설계

a. 기존 타이밍 발생

한개의 고정 클럭이 기존 타이밍 신호로서 사용되었으며 두개의 카운터 중 하나는 선로에 의해 리셋되고 기준 클럭적으로 사용된다. 다른 하나는 자유롭게 구동하여 60 도구간을 측정함으로써 점화각 발생을 트리거한다.

b. 제어 수행의 세부사항

타이밍 목적을 위한 비동기 클럭 사용이 그림 3 에 나타나 있는데 Ref1은 Vab 에 연결된 영점 검출기에 의해 만들어진다. 이것은 ϕ 만큼 Vab 보다 지연되는데 검출기내의 필터 특성 때문이다. 그림 3의 두번째 카운터는 공급주기의 60 도를 나타내는 시간에서 0도까지 연속적으로 계속하며 0도에서 Interrupt가 발생하여 재순환한다.

c. 점화신호의 동기화

실제 시스템에서 60 도계수는 정확하게 60도가 되지 않기 때문에 동기화 루틴에서 보상해주게 되는데 오차는 주기당 여섯번 또는 적은 계수를 하게 된다.

동기화는 매 주기당 한번 검토되는데 interrupt중의 하나가 기준으로 정의되면 그림 3에서 점 A 가 이 점이 된다.

d. 동기화 기법의 이점

- 1) 브리지 점화각의 규칙적인 구간에서 일어난다.
- 2) 제어는 동기화를 유지하기 위해 아주 적은 수정을 요한다.
- 3) interrupt는 단일 전원에서 규칙적인 방법으로 발생된다.

3-2. 프로그램의 세부동작 설명

a. 공급원의 위상 순차검정

순차는 그림 3의 Ref1과 Ref2를 사용하여 결정된다. 이들은 PIA 의

PB7 과 PB6 에 연결되어 있으며 Ref2가 Ref1보다 120도 느린 공급 순차를 보여준다. 양순차 공급원에 대해 Ref1의 positive edge는 Ref2의 저상 태 또는 0상태에 대응한다.

b. 초기 입력값 판독

한개의 아날로그 제어 신호가 A/D Converter 의 입력 단자에 연결됨으로써 Converter 의 출력이 발생된다.

입력은 첫번째 점화신호의 위치를 결정하기 위하여 프로그램 초기화동안 입력지며, 계속하여 매 공급 주기당 6번 읽는다.

c. 카운터의 동기화

초기입력값이 PIAORA로 부터 입력된 뒤에 60 도카운터, 즉 Timer1에 들어간 초기값을 결정하여야한다. 칩이 동작하면 Timer1이 동작을 시작하도록 PTM 이 이용된 반면 Timer2는 Ref1이 0 도상태에서 동작한다.

d. 주 프로그램 경로

카운터가 동기화 된후에 프로그램은 제어 스위치 ON동안 반복적으로 수행하는 경로로 들어간다.

이 경로안의 첫단계는 interrupt를 기다리고 그런후에 interrupt 루틴으로 들어간다.

e. Interrupt 루틴

interrupt 루틴의 초기작업은 Timer2 의 순시값을 읽고 저장하는 것이다. 이 순시값이 올바른 동기점인지 아닌지를 또한 결정하고 그런후에 링 카운터가 진행된다. 카운터의 기능은 interrupt 수를 계산하여 어떤 시간에 요구되는 게이트를 결정한다.

f. 오차계산

주 프로그램으로 되돌아오자마자 링 카운터는 동기화가 적절했는가를 결정하기 위하여 조사한다.

적절히 이루어졌다면 기준 계수가 위상각 ϕ 와 점화각 α 로부터 결정되어

진다. 오차는 60 도계수당 적당한 오차를 얻기 위하여 8로 나누어진다.

g. 새로운 입력값 판독

초기입력값과의 차이는 새로운 값의 변화율이 제한이 가해져야 한다는 것인데, 이유는 새로운 값과 이전의 값 사이의 차이에 관심이 있기때문이다. 새로운 값이 Timer1에 읽혀졌을때 프로그램은 주정도의 처음으로 돌아가서 다음 interrupt를 기다린다. 평균 출력전압은 증가되어지는 만큼 빨리 감소하지 않는다.

g의 감소를 제한이 더 체계적인 응답을 초래한다.

h. 입력 Timing look-up table 발생

프로그램은 마이크로 프로세서의 클럭 주파수가 고정되어있고 또한 선주파수가 고정되어 있다고 가정하고 설계하였는데 입력은 8bit 이고 Timer 는 Latch 하기 위해 16 bit 가 필요하게 된다.

A/D Converter로부터 얻어지는 입력값과 Timer 에 사용된 통가 Timing 사이의 관계가 존재하는데 선형이거나 역어연관계식이 가장 일반적으로 선택되어진다.

4. 실험 결과 및 고찰

마이크로 프로세서의 2장에서 설명한 전력회로와 interface 회로를 구성한 뒤에 EPROM 에 3장에서 설명한 것을 프로그램에 저장시켜 실험하였다.

잡음이있는 선도에 대해 양호한 기준신호를 얻는것이 어려울 수도 있는데 일시적인 잡음은 프로그램에서 보상될수 있지만 가능한 안전한 출력신호를 제공하기 위해 필터가 검출기 내에 포함되었다.

또한 look-up table 내의 값은 각 입력값에 대응하는 시간인데 table 내의 값은 공급 주파수와 원하는 전달 특성에 따라서 결정된다.

점화각의 범위는 일반적으로 $= 0$ 에서 $= 180$ 도까지 선택되는데 V_{ab}, V_{cb}, V_{ca} 는 양전류와 전압원용, V_{ba}, V_{bc}, V_{ac} 는 음전류를 제어하는데 사용된다.

양전류가 제어되면 점화각이 0-59 도 범위일때 V_{ab} 가 전압차로 선택되며 범위가 60-119도도 되면 V_{cb} 가 선택되고 범위가 120 ~ 179 도이면 V_{ca} 가 선택되어 출력된다.

5. 결론

이상에서 설명하였듯이 마이크로 프로세서에 의한 제어는 아날로그에 의한 제어보다 소자의 수가 적게 소모되고 제어 응용부분이 수정될때 프로그램을 변경함으로써 쉽게 적용할수 있는 이점이 있다.

그리고 본 논문에서는 주파수가 일정한 상태에서 연구하였는데 차후에는 주파수가 일정하지 않은 경우에 대한 연구가 있어야한다.

REFERENCE

- (1) RK Sugandhi and KK Sugandhi, Thyristors : Theory and Application, John Wiley & Sons, 1981.
- (2) J. Arrillaga, G. Galanos, and E. t. Posenr, "Direct digital control of HVDC converters," IEEE Trans. Power App. Syst., PAS-89, no. 8, pp. 2056-2065, 1970
- (3) J. Arrillaga and G. Galanos, "Theoretical basis of a digital method of grid control for HVDC converters," IEEE. Power App. Syst., vol. PAS-89, no. 8, pp. 2049 - 2055, 1970.
- (4) D. Singh and R. G. Hoft, "Microcomputer-controller single-phase cycloconverter," IEEE Trans. Ind. Electron. Contr. Instrum., vol. IECI-25, no. 3, pp. 233 -238, 1970.

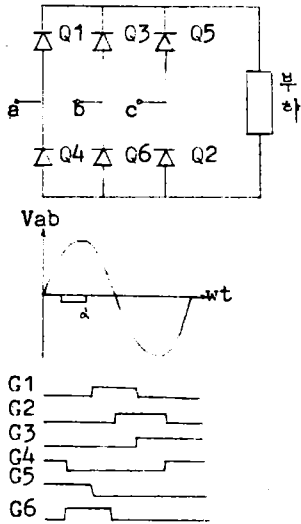


Fig.1. Three-phase controlled rectifier power circuit and firing signals.

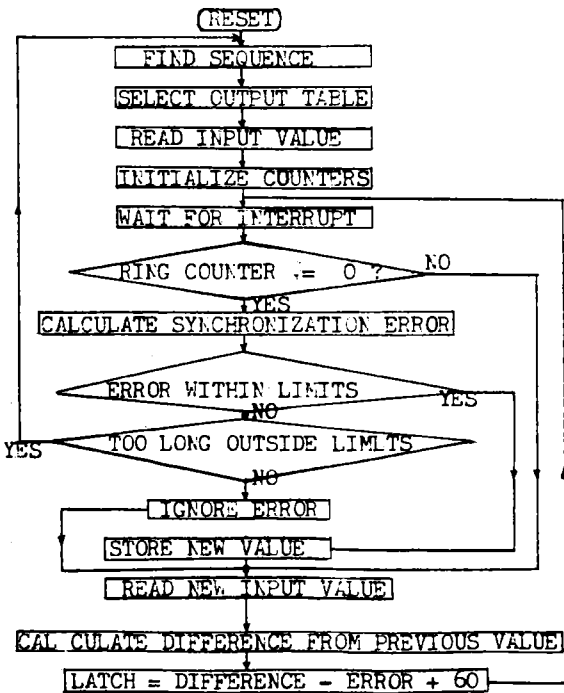
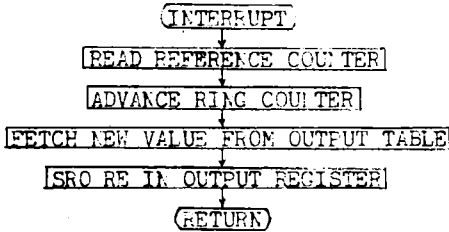


Fig.4. Flowchart for three-phase bridge controller.

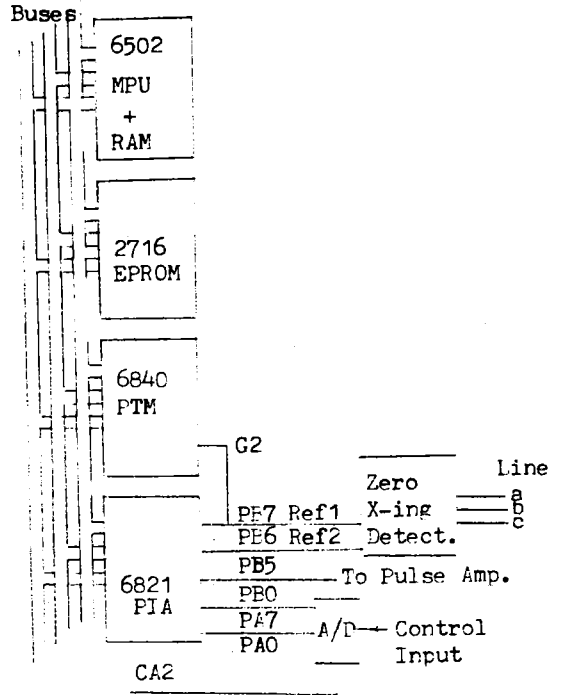


Fig.2. Microprocessor based three-phase bridge controller

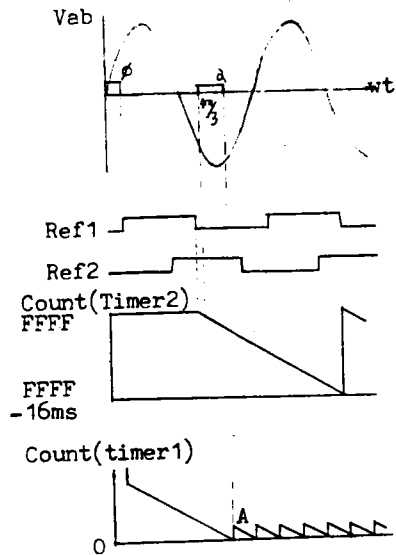


Fig.3. Timer operation from initial synchronization.