(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0126751
(43) 공개일자 2015년11월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H03K 3/53 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0053477
(22) 출원일자 2014년05월02일
심사청구일자 2014년05월02일

(71) 출원인
주식회사 이비
경남 김해시 대청로210번길 34, 803(대청동,장유빌딩)
창원대학교 산학협력단
경상남도 창원시 의창구 창원대학로 20(퇴촌동)
(72) 발명자
진종호
경남 김해시 덕정로 108, 107동 601호 (관동동, 팔판마을1단지부영이그린타운아파트)
김재형
경상남도 창원시 성산구 삼정자로 79 유니온빌리지아파트 112동 1406호
정은태
경상남도 창원시 성산구 동산로 115 대동아파트 120동 2504호
(74) 대리인
이민영

전체 청구항 수 : 총 2 항

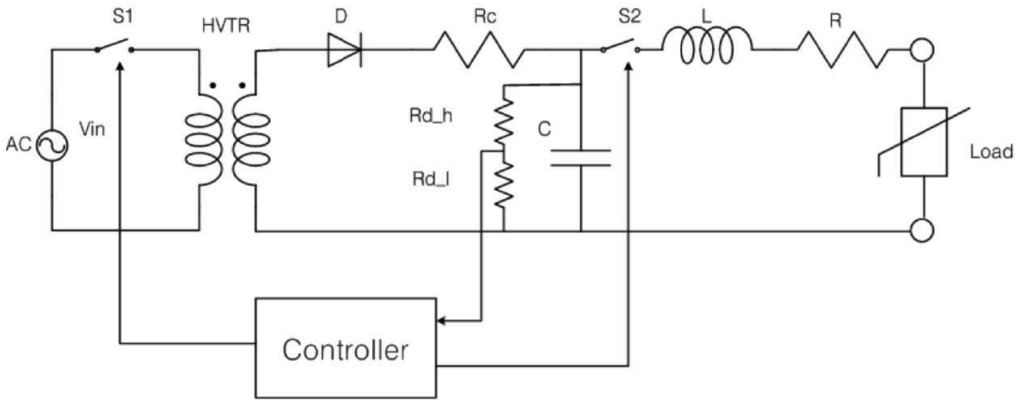
(54) 발명의 명칭 **커패시터 부하 충전제어용 전원장치**

(57) 요 약

본 발명은 커패시터 부하 충전제어용 전원장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 임펄스 발생시 초기에 큰 전류가 발생하는 것을 방지하기 위하여 고압변압기의 1차 측에 AC전압의 위상을 제어함으로써 고압변압기의 2차 측에 구성된 충전기의 충전속도를 제어하는 것이 특징인 커패시터 부하 충전제어용 전원장치에 관한 것이다.

본 발명은 커패시터 부하 충전제어용 전원장치는 충전되는 전류를 일정하게 유지하여 충전시간을 전압에 비례하여 조절할 수 있으며, 전압에 비례하여 정확한 충전시간과 부하를 제어할 수 있기 때문에 임펄스 발생시 초기에 큰 전류가 발생하는 것을 방지함으로써 충전장치의 파손 등을 방지할 수 있다는 등의 현저한 효과가 있다.

대 표 도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 2013-0135-0000
부처명 교육부
연구관리전문기관 한국산업기술진흥원
연구사업명 메카융합산업단지캠퍼스 조성사업
연구과제명 해양플랜트 전자제어기기의 내성 평가 시스템 개발
기 여 율 1/1
주관기관 창원대학교 산학협력단
연구기간 2013.07.01 ~ 2014.04.30

명 세 서

청구범위

청구항 1

커패시터 부하 충전제어용 전원장치에 있어서,

임펄스 발생시 초기에 큰 전류가 발생하는 것을 방지하기 위하여 고압변압기의 1차 측에 AC전압의 위상을 제어함으로써 고압변압기의 2차 측에 구성된 충전기의 충전속도를 제어하는 것이 특징인 커패시터 부하 충전제어용 전원장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 충전기는 고압변압기의 1차 측에 싸이리스터 모듈과 절연된 드라이버 회로 및 이를 제어하기 위한 마이크로 컨터롤러와 영점에서 스위칭하기 위한 위상 검출회로로 구성되는 것이 특징인 커패시터 부하 충전제어용 전원장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 커패시터 부하 충전제어용 전원장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 임펄스 발생시 초기에 큰 전류가 발생하는 것을 방지하기 위하여 고압변압기의 1차 측에 AC전압의 위상을 제어하는 것이다.

배 경 기 술

[0002] 반도체 기술의 발전과 더불어 디지털 전자기기의 소형화와 복잡화가 가속화되고 있으나 이로 인해, LEMP(Lighting Electromagnetic Pulse) 등과 같은 이상 과전압에 대한 취약성은 증가하고 있다.

[0003] 일반적인 임펄스 발생장치는 커패시터에 충전된 전하를 R, L, C 회로에 방류시킴으로써 원하는 출력파형을 성형하는 방식으로 커패시터를 고압으로 충전하기 위해 고압 변압기와 다이오드 정류 회로를 사용한다.

[0004] 임펄스 발생기의 출력파형의 크기를 제어하기 위해서는 커패시터의 충전전압을 조정하여야 하며 출력파형이 소전류에서 대전류까지 요구되는 경우에는 충전전압을 정밀하게 제어할 필요가 있다.

[0005] 이를 위해 본 발명에서는 싸이리스터로 구성되는 전력조정기를 이용하여 고압 변압기의 1차 측 입력 전력을 제어함으로써 커패시터에 충전되는 전압의 정밀도를 높이고 디바이더회로 및 스위치 제어장치 등이 안정적으로 동작하도록 하였으며 커패시터의 충전전류를 분산하여 하드웨어의 부담을 경감시킬 수 있었다.

[0006] 싸이리리스터를 이용한 전력조정기의 종래기술로는 등록특허공보 제1271316호에 실제 전기철도차량을 전력공급에 따른 전동기의 구동과 절연구간에서의 자동통과를 위한 절체시스템을 모의하기 위해서 외부의 전원을 2상의 전원으로 변환하는 스콧변압기; 절연구간에서 상기 스콧변압기로부터 전원과 내부충전기의 충전된 전원간의 스위칭을 위한 정지형 자동절체기; 정지형 자동절체 장치로부터의 고전압을 전기차량내 소자들이 구동할 수 있는 전압으로 변환하는 차량용 변압기; 차량용 주변압기로부터 전송된 전원을 통해 견인전동기를 조절하는 견인전동기 제어기; 상기 견인전동기 제어기에 의해 구동되는 견인전동기; 상기 견인전동기의 상태를 검출하여 그 상태에 따라 부하용전동기를 제어하는 부하용전동기 제어기; 상기 부하용전동기 제어기의 제어신호에 의해 구동되는 부하용전동기; 상기 스콧변압기에서 변환된 2차측 2상 전압의 T상과 M상 각각에 대하여 위상을 검출하는 위상검출기; 상기 차량용 변압기의 1차측 전압크기와 위상 및 잔류자속을 검출한 후 싸이리스터 스위치 점호 위상각을 연산하는 스위칭 제어기;로 구성되되, 연산된 상기 싸이리스터 스위치 점호 위상각만큼 내부 충전기와의 연

결을 위해 싸이리스터 스위치를 이동시켜 상기 내부 충전기로부터 전기철도차량에 필요한 전력을 상기 차량용 변압기에 공급하여 실제 절연구간을 통과하는 전기철도차량에서의 전력의 순간적인 절체에 대한 상황을 모의하여 실험할 수 있는 것을 특징으로 하는 싸이리스터 스위칭 소자를 이용한 전기철도차량의 절연구간내 자동통과 모의장치가 등록공개되어 있다.

[0007] 또 다른 종래기술로는 등록특허공보 제1083819호에 역률보상 무변압기형 고효율 충전기 인버터 장치에 있어서, 교류 입력전압을 필터하는 입력 노이즈 필터와; 상기 노이즈 필터에 직렬로 연결되는 정류기 레그와; 평상시에는 전력을 충전하여 두고, 비상시에는 충전된 에너지로 전력을 공급하는 배터리와; 상기 정류기 레그와 상기 배터리의 사이에 연결되어 상기 정류기 레그에서 정류된 직류전압으로 상기 배터리를 충전하거나 상기 배터리에서 방전되는 전류를 전력 계통에 공급하는 충방전 레그와; 상기 정류기 레그에서 공급되는 직류전압이나, 배터리에서 공급되는 직류전압을 교류전압으로 변환하는 인버터 레그와; 상기 인버터 레그의 교류전압을 스위치하는 제 1 싸이리스터와; 입력전압이 일정한 변동폭 이내에 있을 때, 전력변환 회로를 바이패스하도록 바이패스 회로을 형성하는 제1 스위치와; 상기 제 1 스위치에 직렬로 연결되어 교류 전력을 스위치하는 제 2 싸이리스터와; 상기 배터리가 입력전압에 의해 충전되도록 상기 배터리가 입력전압에 연결되도록 하는 제 2 스위치와; 상기 바이패스 회로의 제 2 싸이리스터 및 제 1 싸이리스터에 직렬로 연결되어 노이즈를 제거하는 출력 노이즈 필터와; 상기 출력 노이즈 필터에 직렬로 연결되어 전력 계통을 On 또는 Off되게 하는 제 3 스위치와; 입력전압의 변동폭이 기 설정한 변동폭 이내에 있을 때에는, 상기 제 1 스위치와 상기 제 2 스위치와 상기 제 2 싸이리스터를 On하여 상기 바이패스 회로로 전력이 통과하게 하고, 입력전압의 변동폭이 기 설정한 변동폭을 벗어나는 경우 상기 제 1 싸이리스터을 On하고, 상기 제 2 싸이리스터을 Off되게 하는 제어부와; 상기 제어부의 지시에 따라, 사용자가 입력한 설정치를 출력하여 표시하게 하는 표시부;를 구비하여 이루어지고, 전력 계통에 장애가 발생하여 정상적으로 전력 계통을 운용할 수 없을 때에는 비상 연결 경로를 제공하는 비상회로와; 상기 비상회로를 통하여 입력전압이 출력에 제공되도록 연결하는 제 4 스위치;를 더 포함하여 이루어지며, 정류기 레그와 인버터 레그 사이에 공통 레그를 삽입하여 저주파인 입력전압 Vs와 동일한 동일한 주파수로 스위칭하고, 상기 공통 레그의 스위치(T7와 D7)는 인버터 레그의 스위치(T8과 D8)와 결합하여 풀브릿지 구조의 인버터로 작동하여 출력 전압의 주파수로 스위칭하게 되는 것을 특징으로 하는 ECO MODE(Economic 모드)를 적용한 역률보상 무변압기형 고효율 충전기 인버터 장치가 등록공개되어 있다.

[0008] 그러나 종래의 제어회로는 그 구성이 매우 복잡하고, 비효율적이며, 임펄스 발생시 초기에 큰 전류가 발생하는 등의 단점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 특히 임펄스 발생시 초기에 큰 전류가 발생하는 것을 방지하기 위하여 고압변압기의 1차 측의 AC전압의 위상을 제어하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명은 커패시터 부하 충전제어용 전원장치는 임펄스 발생시 초기에 큰 전류가 발생하는 것을 방지하기 위하여 고압변압기의 1차 측에 AC전압의 위상을 제어함으로써 고압변압기의 2차 측에 구성된 충전기의 충전속도를 제어하는 것이 특징이다.

발명의 효과

[0011] 본 발명은 커패시터 부하 충전제어용 전원장치는 충전되는 전류를 일정하게 유지하여 충전시간을 전압에 비례하여 조절할 수 있으며, 전압에 비례하여 정확한 충전시간과 부하를 제어할 수 있기 때문에 임펄스 발생시 초기에 큰 전류가 발생하는 것을 방지함으로써 충전장치의 파손 등을 방지할 수 있다는 등의 현저한 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 임펄스 발생장치의 회로구성도.

도 2는 본 발명 커패시터 부하 충전제어용 전원장치의 회로구성도.

도 3은 싸이리스터를 이용한 고압 충전기의 회로구성도.

도 4는 시뮬레이션 결과를 나타낸 그래프.

도 5는 출력 파형을 측정한 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 본 발명 커패시터 부하 충전제어용 전원장치는 임펄스 발생시 초기에 큰 전류가 발생하는 것을 방지하기 위하여 고압변압기의 1차 측에 AC전압의 위상을 제어함으로써 고압변압기의 2차 측에 구성된 충전기의 충전속도를 제어하는 것이 특징이다.

[0014] 또한, 고압변압기의 1차 측에 AC전압의 위상을 제어하기 위하여 고압변압기의 1차 측에 싸이리스터 모듈과 절연된 드라이버 회로 및 이를 제어하기 위한 마이크로 컨터롤러와 영점에서 스위칭하기 위한 위상 검출회로로 구성되는 것이 특징이다.

[0015] 본 발명 커패시터 부하 충전제어용 전원장치를 첨부한 도면에 의해 상세히 설명하면 다음과 같다.

[0016] 도 1은 임펄스 발생장치의 회로구성도이다.

[0017] 도 1에 도시된 바와 같이 임펄스 발생장치는 커패시터에 직류고전압을 충전한후 방전스위치가 트리거되면 R, L로 구성된 파형성형회로를 거쳐 부하기기에 임펄스 전압/전류를 인가하는 구조이다.

[0018] 이때 커패시터의 충전전압은 저항성 디바이더회로를 통해 컨트롤러에서 측정되며 설정전압으로 충전되면 방전스위치를 턴온시켜 원하는 크기의 임펄스를 발생시킨다.

[0019] 종래에는 상용전압을 승압변압기를 통해 고압으로 승압후 다이오드와 충전저항을 통해 커패시터를 충전시킨다.

[0020] 이때 충전시간은 커패시턴스와 충전 저항 값에 의한 시정수와 변압기의 출력전압에 따라 결정되어지며 커패시터의 충전전압은 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다.

[0021] $$v_c = V_i(1 - e^{-1t/RC}) \quad (1)$$

[0022] v_c = 커패시터 충전전압

[0023] V_i = 인가 직류 전압

[0024] 이와 같은 방법에서는 커패시터의 충전 전압은 충전 초기에 급격히 증가하다가 시간이 지날수록 충전 속도가 지수비로 감소하며 충전 전류는 초기에 대전류에서 지수비로 감소하는 형태로 나타난다.

[0025] 충전시간을 단축하기 위해서는 변압기와 저항소자의 에너지가 충분히 커야하며 소자의 용량선정시 충전 초기상태를 고려하여야 하므로 충전 효과대비 과도한 하드웨어가 필요할 수 있다.

[0026] 또한, 낮은 출력파형을 발생하고자 할 때에는 과도하게 빠른 충전 시간으로 인해 충전전압의 정확한 제어가 어려운 단점이 있다.

[0027] 이를 반도체를 이용한 전력 조정기를 사용하여 변압기의 1차 전력을 조절하면 이러한 단점을 보완하고 하드웨어의 부담을 줄일 수 있다.

[0028] 싸이리스터를 이용한 AC 전압 조정기는 AC전원의 주기 또는 위상을 조절하여 출력의 실효 에너지를 조절하는 방법이며 이러한 형태의 제어는 높은 기계적 관성이나 높은 시정수를 갖는 응용에 주로 이용될 수 있다.

[0029] 본 발명에서는 고압 커패시터의 충전 시간 제어와 전압의 선형적 충전을 위해 PI제어기, 싸이리스터, 승압 트랜스, 정류용 다이오드로 구성된 DC 충전기를 제시하였으며, 싸이리스터의 영전압 스위칭을 이용하여 스위칭 동작

에 의해 발생되는 노이즈를 최소화하였다.

[0030] 그리고 Pspice를 이용하여 본 발명에 의해 안출된 충전장치를 시뮬레이션하였다.

[0031] 싸이리스터 스위치가 AC전원과 부하 사이에 연결된다면 전력의 흐름은 부하에 공급되는 AC전압의 실효치를 가변함으로써 제어될 수 있으며, 이러한 형태의 전력 회로를 AC전압 제어기라고 한다.

[0032] 전력 전달에 있어서는 온-오프제어와 위상각 제어 방식이 있다.

[0033] 온-오프 제어방식은 입력 전압의 n주기 동안은 부하로 연결하고 m주기 동안은 부하로 연결하지 않는 방식으로 일정 주기만 부하로 연결하여 부하로의 실효치를 조절하는 방식이다.

[0034] 이는 연결하는 시간과 차단하는 시간이 길다는 단점이 있으나 영전압에서 스위칭작용이 일어나므로 스위칭 소자의 안전성과 고조파 감소의 장점이 있다.

[0035] 위상각 제어 방식은 부하로의 전력 흐름을 전체 주기 T중 T-a만큼만 연결하여 부하로의 실효치를 조절하는 방식이다.

[0036] 이는 부하로의 연결과 차단이 반복되는 주기 T가 비교적 짧아 리플이 적은 장점이 있으나 전류가 흐르고 있는 상태에서 스위칭 동작이 필요함으로 스위칭 노이즈가 발생하게 되는 단점이 있다.

[0037] 도 2는 본 발명 커패시터 부하 충전제어용 전원장치의 회로구성도이다.

[0038] 도 2에 도시된 바와 같이 고압변압기의 1차 측에 AC전압의 위상을 제어하기 위하여 펄스변압기에 스위칭 소자인 트라이악(Triac)을 구성하였다.

[0039] 트라이악은 2개의 실리콘 제어 정류기(SCR)가 역병렬로 접속된 것과 동일한 기능을 갖는 양방향 싸이리스터로서, 일반적으로 교류 전원 컨트롤용으로 사용된다.

[0040] 도 3은 싸이리스터를 이용한 고압 충전기의 회로구성도.

[0041] 도 3에 도시된 바와 같이 고압 충전기는 고압변압기의 1차 측에 연결된 싸이리스터 모듈과 절연된 드라이버 회로 및 이를 제어하기 위한 마이크로컨트롤러, 영점에서 스위칭하기 위한 위상 검출회로 등으로 구성된다.

[0042] 본 발명에서는 온-오프제어방식을 사용하여 일정사이클 동안에만 변압기 1차측에 전력을 공급하도록 구성하였으며 온-오프 시간을 조정함에 따라 커패시터의 충전시간을 제어 가능하도록 하였다.

[0043] 도 4는 시뮬레이션 결과를 나타낸 그래프이다.

[0044] 상술한 충전기의 성능을 테스트하기 위해 Pspice를 통해 시뮬레이션을 하였다.

[0045] Pspice 시뮬레이션 회로는 저항과 인덕턴스를 포함하며 전압비와 전류비로 이루어진 변압기 등가회로와 싸이리스터, 커패시터 등으로 구성되어 있으며, 입력 전원의 도통 사이클을 10%, 25%, 50%, 100%로 변경해 가면서 시뮬레이션을 수행하였다.

[0046] 실험을 위해 Microchip 사의 PIC Microcontroller를 이용한 제어장치와 승압 트렌스, 고압 다이오드 등을 이용하여 충전장치를 제작하였으며, 그 사양은 다음과 같다.

[0047] - 입력전압 : AC - 220V - 출력전압 : DC - 1.4kV

[0048] - 변압기 : 1차전압 220V, 2차전압 1kV, 용량 : 5kVA

[0049] - 커패시터 용량 : 16uF / 1.8kV

[0050] - Cycle 제어 단위 : 10% ~ 100% - MCU : PIC16F1939

[0051] 입력전압의 위상을 측정하여 사용자의 출력 비율을 버튼을 통해 입력받아 싸이리스터를 입력전압의 위상과 동기화하여 제어하는 방식을 택했다.

[0052] 도 5는 출력 파형을 측정한 그래프이다.

[0053] 도 5는 입력전압의 도통사이클이 각각 10%, 25%, 50%, 100% 인 경우에 대한 출력 파형이며 입력 전압의 변화에 따라 충전 속도의 제어가 가능하며 시뮬레이션 결과와 유사한 특성을 나타내었다.

[0054] 결국, 커패시터의 충전전압은 RC의 시정수에 따라 지수형태로 나타나며 초기에 큰 전류가 흐른다. 따라서 임펄

스 발생장치 설계시 이러한 초기 전류를 고려하여 소자의 용량을 선정하여야 한다.

[0055] 또한, 낮은 전압을 충전할때는 디바이더 등과 같은 제어기의 응답특성을 초과하여 매우 빠른 시간에 충전이 완료됨으로 정확한 제어를 하기 곤란하다.

[0056] 이와 같은 단점을 보완하기 위해 AC 전력 조정기를 이용하면 입력되는 AC 전력을 조절함으로서 충전되는 전류를 일정하게 유지하여 충전 시간을 전압에 비례하여 조절할 수 있다.

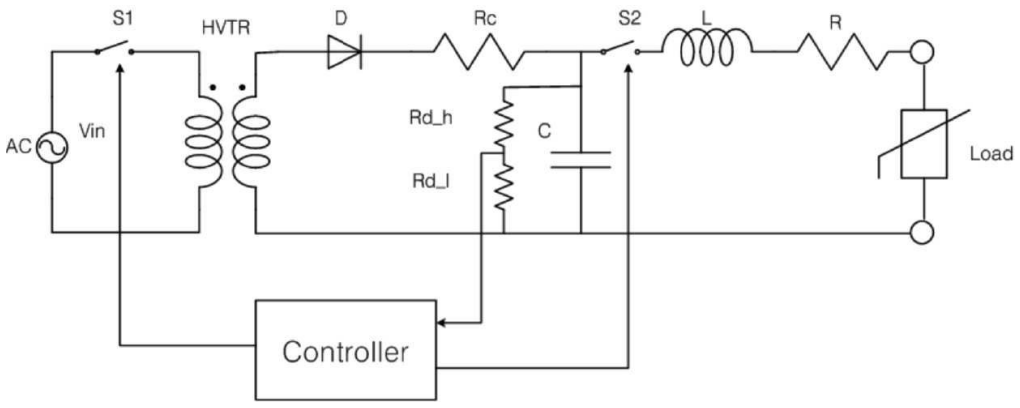
[0057] 본 발명에서는 시제작된 충전장치가 정확히 동작함을 확인하였으며 이로 인해 충전부의 하드웨어 부담을 경감시킬 수 있다.

[0058] 이러한 형태의 충전장치는 20kV/10kA급의 임펄스 발생장치의 커패시터 충전장치로 활용 가능하다.

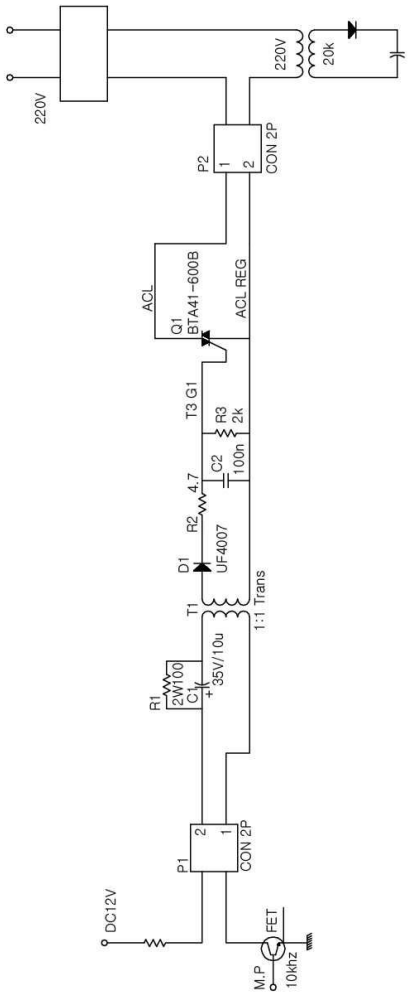
[0059] 본 발명은 커패시터 부하 충전제어용 전원장치는 충전되는 전류를 일정하게 유지하여 충전시간을 전압에 비례하여 조절할 수 있으며, 전압에 비례하여 정확한 충전시간과 부하를 제어할 수 있기 때문에 임펄스 발생시 초기에 큰 전류가 발생하는 것을 방지함으로써 충전장치의 파손 등을 방지할 수 있다는 등의 현저한 효과가 있다.

도면

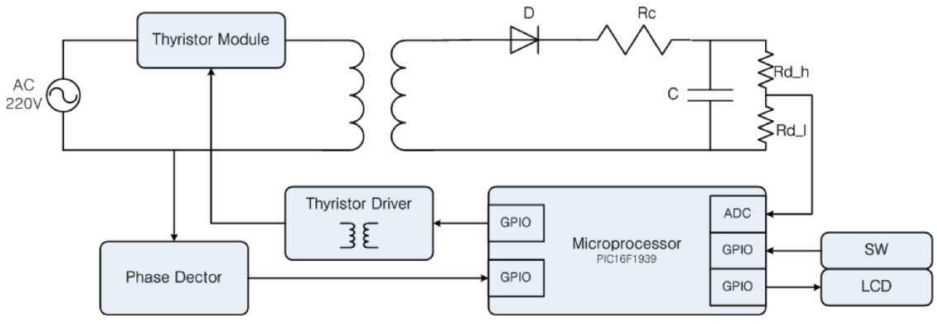
도면1



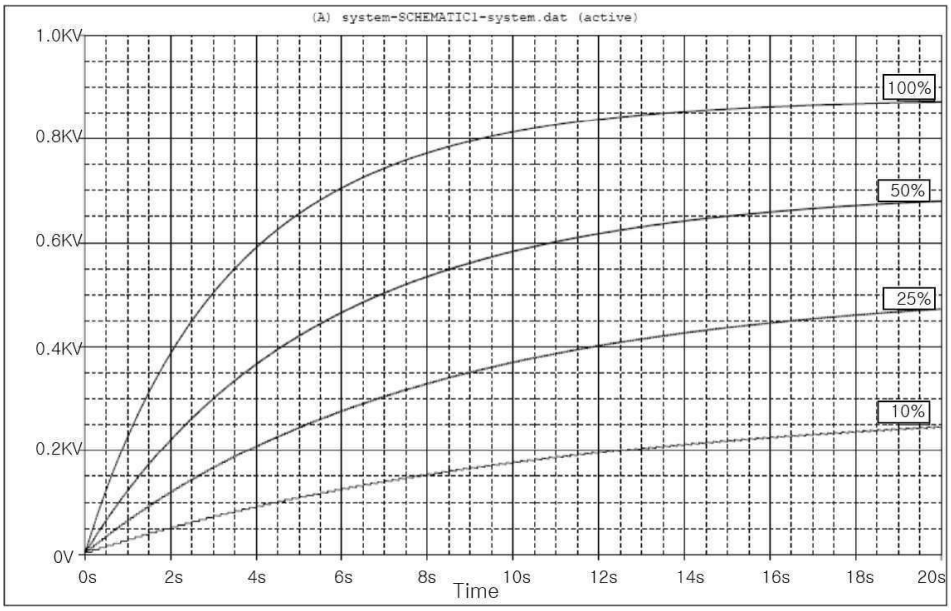
도면2


220V
220V
20k
P2
1
2
CON 2P
ACL
Q1
BTA41-600B
ACL REG
T3 G1
R3
2k
C2
100n
4.7
R2
D1
UF4007
T1
1:1 Trans
R1
2W100
C1
35V/10u
P1
2
1
CON 2P
DC12V
FET
M.P
10khz

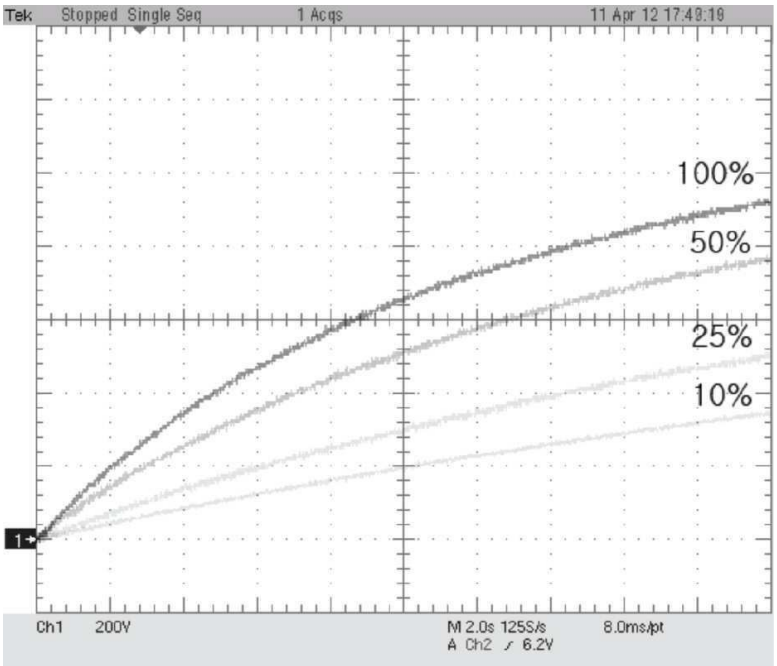
도면3


Thyristor Module
AC
220V
D
Rc
C
Rd_h
Rd_l
Thyristor Driver
Phase Dector
GPIO
GPIO
Microprocessor
PIC16F1939
ADC
GPIO
GPIO
SW
LCD

도면4


(A) system-SCHEMATIC1-system.dat (active)
1.0KV
0.8KV
0.6KV
0.4KV
0.2KV
0V
0s
2s
4s
6s
8s
10s
12s
14s
16s
18s
20s
Time
100%
50%
25%
10%

도면5


Tek Stopped Single Seq 1 Acqs 11 Apr 12 17:43:19
100%
50%
25%
10%
Ch1 200V
M 2.0s 125S/s 8.0ms/pt
A Ch2 ⟋ 6.2V