



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0078398
(43) 공개일자 2013년07월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H02M 1/42 (2007.01) *H02M 7/155* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-0147322

(22) 출원일자 2011년12월30일

심사청구일자 2011년12월30일

(71) 출원인

부경대학교 산학협력단

부산광역시 남구 신선로 365 (용당동,
부경대학교)

(72) 발명자

노의철

부산광역시 남구 용호1동 LG메트로시티아파트 12
5동 2003호

박해영

부산광역시 남구 대연2동 1627-6 대성주택 가동
102호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인 동원

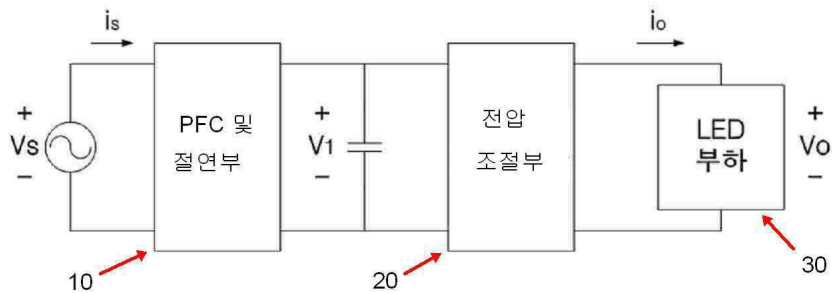
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 필터커패시터 용량을 최소화한 조명용 LED 구동 AC / DC 컨버터

(57) 요약

본 발명은 필터커패시터 용량을 최소화한 조명용 LED 구동 AC/DC 컨버터에 관한 것으로, 출력전압에 일정량의 리플성분을 포함하고 있으므로, 필터커패시터의 용량을 최소화 하면서 고역률, 고효율 및 출력성능을 확보할 수 있고, 출력전압 V_1 을 위한 직류 커패시터의 용량을 최소화하고, 최소화된 커패시터는 cost 및 수명 측면에서 매우 유리하며, PFC의 스위칭 소자의 전압스트레스를 최소화 할 수 있고, 스위칭 소자의 전압스트레스가 최소화되면 전력변환 회로의 손실을 줄여서 효율을 높일 수 있고 가격도 저렴해진다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

정재현

부산광역시 남구 문현동 333-9번지 대성주택 11동
203호

유영문

서울특별시 관악구 봉천4동 풍림아이원아파트
201-204

특허청구의 범위

청구항 1

입력 교류 측의 PFC(Power Factor Crrrection)와 절연을 수행하고, 1차측 전압을 변압기와 듀티비를 이용하여 강압하며 교류 입력전류의 위상을 전압과 동상이 되도록하는 PFC 및 절연부;

LED 부하로의 직류 출력전압 V_1 을 일정 전압으로 평활 및 안정화시키는 전압 조절부를 포함하는 필터커패시터 용량을 최소화한 조명용 LED 구동 AC/DC 컨버터.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 전압 조절부의 출력 전압 V_1 은 일정값의 리플 성분을 포함하는 것을 특징으로 하는 필터커패시터 용량을 최소화한 조명용 LED 구동 AC/DC 컨버터.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 전압 조절부는

출력 전압 V_1 을 피드포워드(Feedforward) 제어하는 것을 특징으로 하는 필터커패시터 용량을 최소화한 조명용 LED 구동 AC/DC 컨버터.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 전압 조절부는,

리플성분이 포함된 입력전압을 일정 전압으로 평활시켜 출력하는 전압 레귤레이터;

상기 전압 레귤레이터를 구동시키는 게이트 드라이버;

상기 게이트 드라이버를 PWM 제어하는 PWM 제어기; 및

상기 전압 레귤레이터의 출력을 피드포워드(Feedforward) 제어하여 상기 PWM 제어기에 출력하는 PI 제어기를 포함하는 것을 특징으로 하는 필터커패시터 용량을 최소화한 조명용 LED 구동 AC/DC 컨버터.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 조명용 LED 구동 AC/DC 컨버터에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 필터커패시터의 용량을 최소화 하면서 고역률, 고효율 및 출력성능을 확보할 수 있는 필터커패시터 용량을 최소화한 조명용 LED 구동 AC/DC 컨버터에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로 LED 조명 시스템은 AC를 DC로 바꾸어 주는 정류부, DC전원을 원하는 크기로 바꾸어 주는 DC/DC 컨버터 부로 구성된다. DC/DC 컨버터의 경우 PWM 전력변환 방식을 주로 사용하며 제어하고자 하는 대상에 따라 정전류 제어 방식의 AC/DC 컨버터와 정전압 방식의 컨버터로 구분된다.

[0003] LED 조명 시스템은 정전류 제어 및 정전압 제어 모두 부하에 공급하는 전압 또는 전류의 조절이 가능하다. LED 출력인 광속은 전류에 비례하기 때문에 전류가 변화하면 광속이 변하게 된다. 정전압 방식의 경우는 LED의 광속이 온도에 따라 변화할 수 있는 문제가 존재한다.

[0004] 대한민국 등록특허공보 제10-674867호(2007.01.20)에는 과전류/과전압 보호 기능을 갖는 직류-직류 컨버터 및

이를 구비한 LED 구동회로가 개시되어 있다.

- [0005] 개시된 선행기술은 과전류/과전압 보호 기능을 갖는 직류-직류 컨버터 및 이를 이용한 LED 구동회로에 관한 것으로, PWM 제어부에서 출력되는 스위칭 펄스의 폭을 조절하여 스위치의 온/오프 시간을 제어함으로써 일정한 전압을 부하에 제공하는 직류-직류 컨버터에 있어서, 상기 부하의 일단으로부터 전압을 검출하고, 검출 전압이 기 설정된 전압보다 큰 경우 이상 신호를 발생시키는 마이크로 컨트롤러; 상기 이상 신호를 입력받아 0V의 전압을 출력하는 디지털-아날로그 변환부; 및 상기 디지털-아날로그 변환부로부터 0V의 전압을 입력받아 상기 PWM 제어부에서 출력되는 스위칭 펄스의 온 시간을 0으로 가변시키는 제어신호를 생성하여 상기 PWM 제어부에 제공하는 아날로그 디밍부를 포함하는 직류-직류 컨버터를 제공한다.
- [0006] LED 소자의 수명은 길지만 LED 조명 시스템의 수명을 결정하는 것은 전원장치이다. 왜냐하면 직류필터를 목적으로 사용하는 전해커패시터의 수명이 제한적이기 때문이다.
- [0007] 장수명화를 달성하기 위해서는 근본적으로 전해커패시터를 없애고 필름커패시터를 사용해야 한다. 하지만, 이러한 경우에는 가격상승의 요인이 발생한다.
- [0008] 따라서 필터커패시터의 용량을 최소화 하면서 고역률, 고효율 및 출력성능을 확보할 수 있는 조명용 LED 구동 AC/DC 컨버터를 제안하고자 한다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0009] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-674867호(2007.01.20)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 본 발명은 상술한 종래기술의 문제점을 극복하기 위한 것으로서, 필터커패시터의 용량을 최소화 하면서 고역률, 고효율 및 출력성능을 확보할 수 있는 필터커패시터 용량을 최소화한 조명용 LED 구동 AC/DC 컨버터를 제공하는 데에 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명은, 입력 교류 측의 PFC(Power Factor Crrection)와 절연을 수행하고, 1차측 전압을 변압기와 듀티비를 이용하여 강압하며 교류 입력전류의 위상을 전압과 동상이 되도록하는 PFC 및 절연부; LED 부하로의 직류 출력전압 V_1 을 일정 전압으로 평활 및 안정화시키는 전압 조절부를 포함하는 필터커패시터 용량을 최소화한 조명용 LED 구동 AC/DC 컨버터를 제공한다.
- [0012] 전압 조절부의 출력 전압 V_1 은 일정값의 리플 성분을 포함한다.
- [0013] 전압 조절부는 출력 전압 V_1 을 피드포워드(Feedforward) 제어한다.
- [0014] 상기 전압 조절부는, 리플성분이 포함된 입력전압을 일정 전압으로 평활시켜 출력하는 전압 레귤레이터; 상기 전압 레귤레이터를 구동시키는 게이트 드라이버; 상기 게이트 드라이버를 PWM 제어하는 PWM 제어기; 및 상기 전압 레귤레이터의 출력을 피드포워드(Feedforward) 제어하여 상기 PWM 제어기에 출력하는 PI 제어기를 포함한다.

발명의 효과

- [0015] 상기와 같이 구성된 본 발명에 따른 필터커패시터 용량을 최소화한 조명용 LED 구동 AC/DC 컨버터에 의하면, 출력전압에 일정량의 리플성분을 포함하고 있으므로, 필터커패시터의 용량을 최소화 하면서 고역률 및 출력성능을 확보할 수 있고, 출력전압 V_1 을 위한 직류 커패시터의 용량을 최소화하고, 최소화된 커패시터는 cost 및 수명 측면에서 매우 유리하며, PFC의 스위칭 소자의 전압 스트레스를 최소화 할 수 있고, 스위칭 소자의 전압 스트레스가 최소화되면 전력변환 회로의 손실을 줄여서 효율을 높일 수 있고 가격도 저렴해지는 다양한 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0016] 도 1은 본 발명에 따른 필터커패시터 용량을 최소화한 조명용 LED 구동 AC/DC 컨버터의 블록 구성도.
 도 2a 내지 2c는 100W 부하시 전원전압 V_s 와 교류 입력단 전류 i_s 의 시뮬레이션 결과를 나타낸 그래프.
 도 3은 강압용 변압기 2차측 전압을 정류한 파형을 나타낸 그래프.
 도 4는 V_o 의 시뮬레이션 파형 그래프.
 도 5는 본 발명의 전압 조절부의 일실시예를 나타낸 블록 구성도.
 도 6은 부하급변시 출력전압 파형(50W → 100W)을 나타낸 그래프.
 도 7은 전압 조절부의 스위치 턴오프시 등가회로.
 도 8은 스위치 턴오프시 전압과 전류 파형 및 스위칭 손실 파형을 나타낸 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명한다.
- [0018] 도 1은 본 발명에 따른 필터커패시터 용량을 최소화한 조명용 LED 구동 AC/DC 컨버터의 블록 구성도이다.
- [0019] 도시된 바와 같이, 입력 교류 측의 PFC와 절연을 담당하며, 1차측 전압을 변압기와 듀티비를 이용하여 강압하며 교류 입력전류의 위상을 전압과 동상이 되도록하는 PFC 및 절연부(10)와, LED 부하(30)의 직류 출력전압을 24V로 안정화시키는 전압 조절부(20)를 포함하여 구성된다.
- [0020] 본 실시예에서는 24V 100W급 LED 조명용 전원장치를 개시하였다. 전원장치는 크게 2단으로 구성되는데, PFC 및 절연부(10)는 입력 교류 측의 PFC(Power Factor Correction)와 절연을 담당하고, 전압 조절부(20)는 Voltage Regulator로서 직류 출력전압을 24V로 안정화시킨다. 각각에 대한 설계 및 시뮬레이션 결과는 다음과 같다.
- [0021] 도 2a 내지 2c는 100W 부하시 전원전압 V_s 와 교류 입력단 전류 i_s 의 시뮬레이션 결과를 나타낸 그래프로서, 도 2a는 V_s 와 i_s , 도 2b는 V_s 와 i_s 의 기본파, 도 2c는 i_s 의 확대파형 (i_s 최대치 부분)를 나타내었다.
- [0022] 도시된 바와 같이, PFC에 의해 교류 입력단 전류 i_s 의 기본파 성분의 위상이 전원전압 V_s 의 위상과 거의 일치하게 된다. PFC의 스위칭 주파수는 40kHz로 하였다.
- [0023] 도 2b로부터 역률이 0.99 이상임을 알 수 있다.
- [0024] 입력전류를 분석해 보면 다음의 수학식 1과 같다.

수학식 1

$$\begin{aligned} I_s &= \frac{P_o}{V_s \times \eta \times PF} \\ &= \frac{100W}{220 \times 0.92 \times 0.99} \\ &= 0.49 \text{ A} \end{aligned}$$

- [0025]
- [0026] 여기서, 도 2b의 입력전류 i_s 의 기본파 실효값은 0.47 A 임을 알 수 있는데 이것은 위에서 계산한 0.49 A 보다 더 작다. 이러한 이유는 시뮬레이션에서는 손실 없이 효율을 100%로 보고 분석하였기 때문이다.
- [0027] PFC 입력단 전압은 -311 V ~ +311 V 의 범위로 가변한다. 원하는 출력전압은 직류 24 V이므로 전압을 강하시킬 필요가 있는데, 전압강하와 동시에 입력과 출력을 전기적으로 절연시키기 위하여 강압용 변압기를 사용하였

다.

- [0028] 도 3은 강압용 변압기 2차측 전압을 정류한 파형을 나타낸다.
- [0029] 도시된 바와 같이, 기존의 일반적으로 사용되는 PFC와 상이한 점이 있다. 기존 방식에서는 V_1 에 해당하는 전압은 리플성분이 거의 없는 평활한 파형인데 본 발명에서 제안하는 방식은 어느 정도의 리플성분을 포함하고 있다. 이것은 다음과 같은 매우 중요한 의미를 갖는다.
- [0030] 첫째, V_1 을 위한 직류 커패시터의 용량을 최소화한다.
- [0031] 둘째, 최소화된 커패시터는 cost 및 수명 측면에서 매우 유리하다.
- [0032] 셋째, PFC의 스위칭 소자에 인가되는 전압을 최소화할 수 있다.
- [0033] 넷째, 스위칭 소자의 인가전압이 최소화되면 전력변환 회로의 손실을 줄여서 효율을 높일 수 있고 가격도 저렴해진다.
- [0034] 전압 조절부(20)는 도 3에 도시된 바와 같이, 상당한 양의 리플성분을 포함하고 있는 직류전원을 24V로 안정화하는 기능을 한다.
- [0035] 도 4는 V_o 의 시뮬레이션 파형 그래프로서, 전압 조절부(20)의 출력전압 V_o 를 나타낸다.
- [0036] 출력전압을 안정화하기 위한 제어기의 구성은 도 5와 같다.
- [0037] 도 5는 본 발명의 전압 조절부의 일실시예를 나타낸 블록 구성도이다.
- [0038] 전압 조절부(20)는, 리플성분이 포함된 입력전압을 일정 전압으로 평활시켜 출력하는 전압 레귤레이터(21)와, 상기 전압 레귤레이터(21)를 구동시키는 게이트 드라이버(22)와, 상기 게이트 드라이버(22)를 PWM 제어하는 PWM 제어기(23) 및 상기 전압 레귤레이터(21)의 출력을 피드포워드(Feedforward) 제어하여 상기 PWM 제어기(23)에 출력하는 PI 제어기(24)를 포함한다.
- [0039] 여기서, 제어기는 PI 제어기로 구성하였으며 V_1 의 리플전압에 의한 영향을 최소화하기 위하여 피드포워드(Feedforward) 제어기법을 사용하였다.
- [0040] 도 6은 부하급변시 출력전압 파형 (50W → 100W)을 나타낸 그래프로서, 부하가 50W에서 100W로 급변시의 출력전압 파형을 나타낸다. 도 6의 그래프를 통하여 알 수 있듯이 설계한 제어기는 부하급변 시에도 안정적으로 동작함을 알 수 있다.
- [0041] 전압 조절부(20)의 스위치 턴오프시 등가회로는 도 7과 같으며, 도 8은 스위치 턴오프시 전압과 전류 파형 및 스위칭 손실 파형을 보이고 있다.
- [0042] 턴오프시 스위칭 손실 P_s 는

수학식 2

$$P_s = v_Q \cdot i_s$$

[0043]

- [0044] 이고, 스위칭손실의 평균값 $P_{s,avg}$ 는 다음의 수학식 3과 같다.

수학식 3

$$P_{s,avg} = \frac{1}{T} \int_0^T v_Q \cdot i_s dt$$

[0045]

- [0046] 이때,

수학식 4

$$\begin{aligned} V_Q &= V_s + V_{11} \\ V_{11} &= V_1 \times n \\ n &= \frac{N_1}{N_2} \end{aligned}$$

[0047]

[0048] 이므로, 스위칭 손실은 V_Q 가 작을수록 감소한다. V_Q 는 주어진 V_s 에 대해 V_{11} 이 작을수록 작아지므로 결국 V_1 이 작을수록 스위칭 손실이 감소한다. 최악조건은 V_s 가 311V 인 경우이므로 이때의 스위칭 손실을 계산해 보면 아래와 같다. 단, 100W 출력시 i_s 의 최대값은 0.49[A] 이다.

[0049] 아래 표 1은 V_1 의 변화에 따른 스위칭 손실을 나타낸다.

표 1

V_1 [V]	30	40	50	60	70	80
P_{switch} [W]	262.64	299.39	336.14	372.89	409.64	446.39

[0050]

[0051] 따라서 V_1 을 80[V]로 했을 때 보다도 30[V]로 함으로써 58.84[%] 손실이 감소함을 알 수 있다.

[0052] 본 명세서에 기재된 본 발명의 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 실시예에 관한 것으로 발명의 기술적 사상을 모두 포괄하는 것은 아니므로, 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.

[0053] 따라서 본 발명은 상술한 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형실시가 가능한 것은 물론이고, 그와 같은 변경은 청구범위 기재의 권리범위 내에 있게 된다.

부호의 설명

[0054] 10 : PFC 및 절연부

20 : 전압 조절부

21 : 전압 레귤레이터

22 : 게이트 드라이버

23 : PWM 제어기

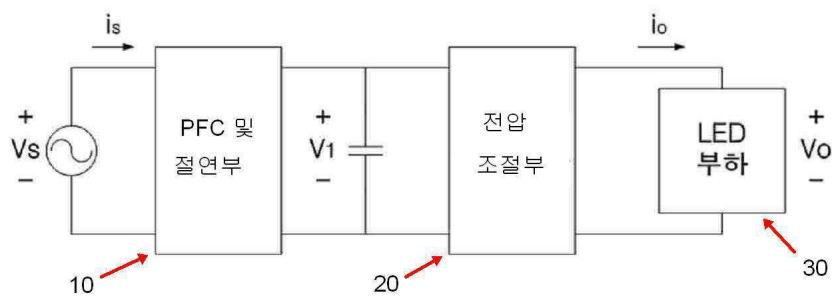
24 : PI 제어기

25 : 가산기

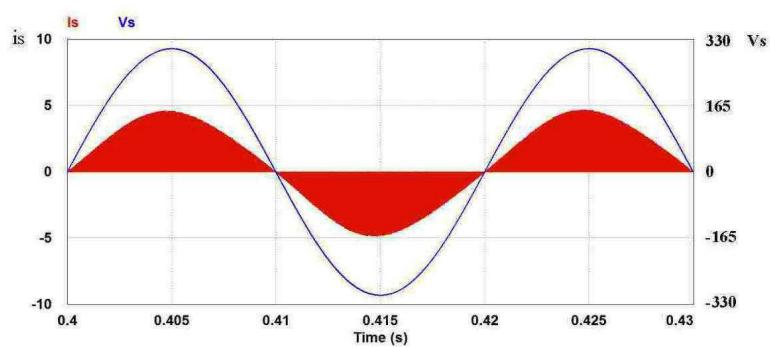
30 : LED 부하

도면

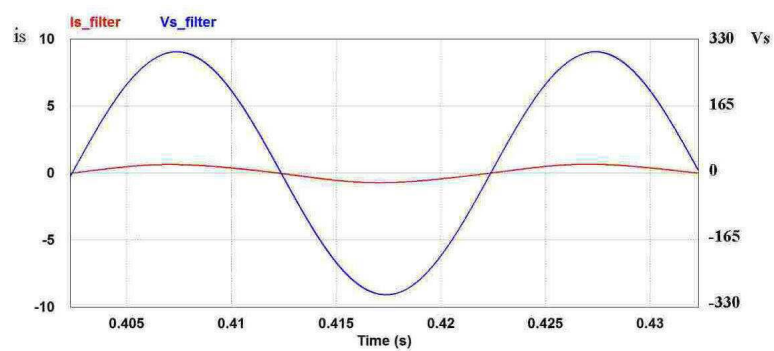
도면1



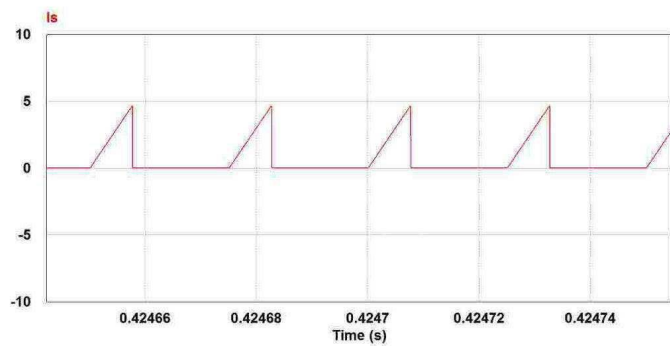
도면2a



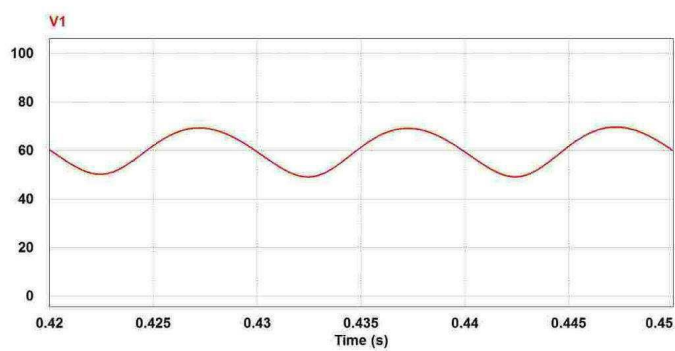
도면2b



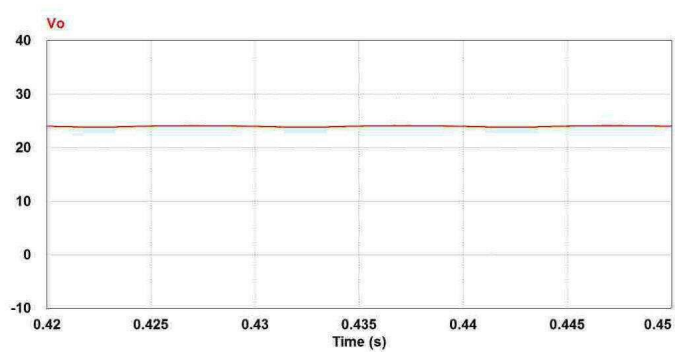
도면2c



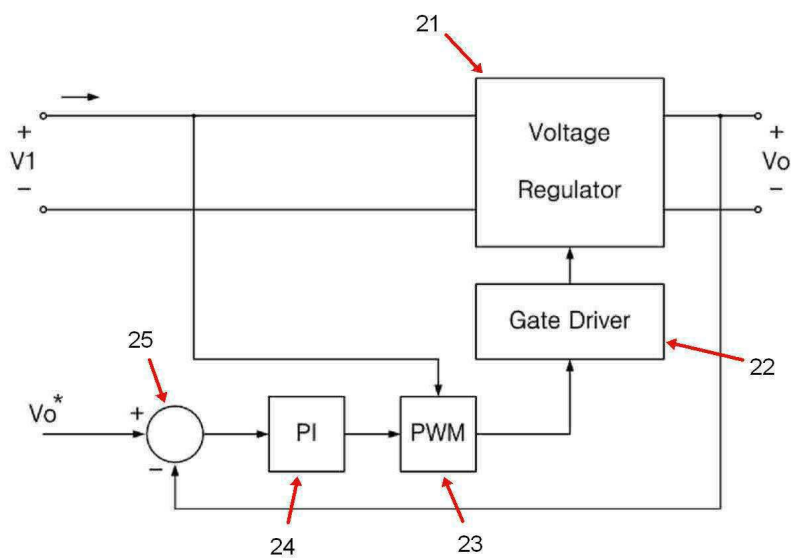
도면3



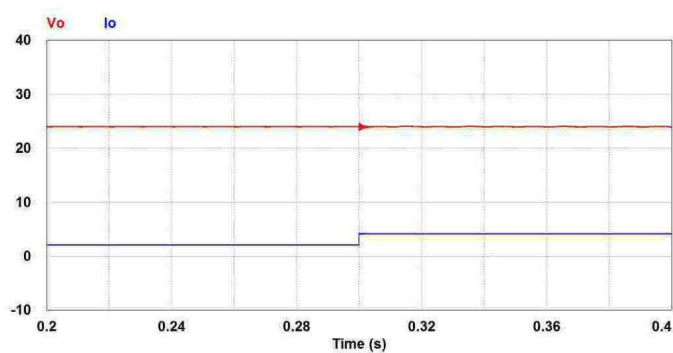
도면4



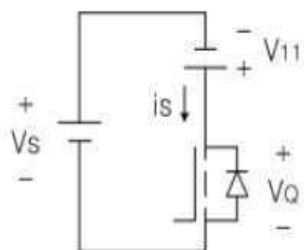
도면5



도면6



도면7



도면8

