



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0133412
(43) 공개일자 2013년12월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G05F 1/70 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2012-0056633

(22) 출원일자 2012년05월29일

심사청구일자 2012년05월29일

(71) 출원인

엘에스산전 주식회사

경기도 안양시 동안구 엘에스로 127 (호계동)

(72) 발명자

이재호

경기도 부천시 원미구 원미2동 204-52

박찬기

경기도 양평군 개군면 부리 354-2

진호상

경기도 안산시 단원구 초지동 그린빌주공14단지
1415동 1002호

(74) 대리인

조현동, 정중욱, 진천웅

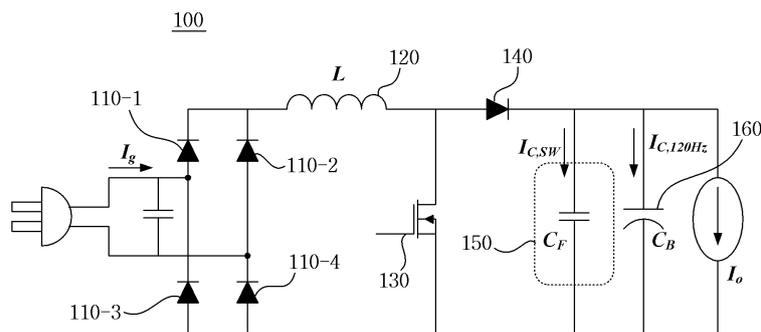
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 **역률보상회로**

(57) 요약

역률보상회로가 개시된다. 본 발명에 따른 역률보상회로는 전원 공급을 위한 전원공급부, 상기 전원공급부로부터 공급되는 전원을 정류하기 위하여 복수의 다이오드를 포함하는 정류부 및 상기 정류된 전원의 역률을 보상하기 위한 부스트(boost) 역률보상부를 포함하며, 상기 부스트 역률보상부는, 인덕터, MOS펄스관(MOSFET), 전해콘덴서 및 필름콘덴서를 포함하며, 상기 필름콘덴서는 상기 전해콘덴서와 병렬로 연결될 수 있다. 이에 의하여 전해 콘덴서의 리플 부담을 경감시켜 콘덴서의 용량을 줄이면서 수명을 연장할 수 있다. 또한 낮은 온도에서 전해 콘덴서의 내부 임피던스가 커지고 허용 전류 리플이 줄어들어 냉시동에 발생할 수 있는 문제점을 미연에 해소할 수 있게 된다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

전원 공급을 위한 전원공급부;

상기 전원공급부로부터 공급되는 전원을 정류하기 위하여 복수의 다이오드를 포함하는 정류부; 및

상기 정류된 전원의 역률을 보상하기 위한 부스트(boost) 역률보상부;를 포함하며,

상기 부스트 역률보상부는, 인덕터, MOSFET, 전해콘덴서 및 필름콘덴서를 포함하며, 상기 필름콘덴서는 상기 전해콘덴서와 병렬로 연결되는 것을 특징으로 하는 역률보상회로.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 필름콘덴서는 스위칭 주파수에 의한 고주파 전류의 리플을 흡수하며, 상기 전해콘덴서는 전원 주파수에 의한 전류의 리플을 흡수하는 것을 특징으로 하는 역률보상회로.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 전해콘덴서의 커패시턴스는 상기 필름콘덴서의 커패시턴스보다 큰 것을 특징으로 하는 역률보상회로.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 전해콘덴서의 커패시턴스는 상기 필름콘덴서의 커패시턴스의 5~10배인 것을 특징으로 하는 역률보상회로.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 필름콘덴서의 커패시턴스 C_F 는 아래의 식에 의하여 결정되는 것을 특징으로 하는 역률보상회로.

$$\left| \frac{1}{j2\pi f_{SW} C_F} \right| \ll R_B$$

(여기서, R_B 는 전해콘덴서의 기생저항값, f_{SW} 는 스위칭 주파수를 의미함.)

명세서

기술분야

본 발명은 역률보상회로에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 기존의 전해 콘덴서를 보완하여 제품의 사이즈 및 특성을 최적화할 수 있는 역률보상회로에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 역률보상회로(Power Factor Correction Circuit, PFC circuit)는 입력 전압과 위상이 맞게 입력전류를 제어하므로 출력전력은 입력 주파수의 두 배의 주파수를 가지면서 출력 전력의 두 배에 해당하는 전력 리플(ripple)을 가진다. 예를 들어 3.6kW의 역률보상회로의 경우 7.2kW의 최대치를 갖게 된다. 따라서 이를 평활하기 위해서는 역률보상회로의 출력 커패시터는 상당히 큰 값을 가지는 커패시턴스를 가져야 한다. 따라서 일반적으로 크기 대비 커패시턴스가 큰 전해 콘덴서가 이용된다.
- [0003] 역률보상회로의 출력 콘덴서를 결정하는데 있어 일반적으로 다음의 두 가지 요소를 고려한다. 입력 전압이 순간 0으로 떨어지는 경우에 에너지를 계속 공급해 주기 위한 홀드업 타임(hold-up time)과 전해 콘덴서의 수명, 자동차용 온 보드 충전기의 경우 크기 및 무게의 제한 등으로 인해 홀드업 타임에 대한 제약 조건은 일반적으로 없다. 따라서 전해 콘덴서의 수명을 고려해서 디자인되어야 함을 알 수 있다.
- [0004] 일반적으로 전해 콘덴서의 수명에 영향을 미치는 요소는 전해 콘덴서로 들어가는 전류 리플의 크기 및 전해 콘덴서의 중심부 온도이며, 두 가지 요소는 서로 연관되어 있다. 물론 주변 온도가 높아지면 중심부 온도도 상승하여 수명이 단축되나 주변부 온도가 같은 경우에 전류 리플이 작아야 중심부 온도 상승폭이 줄어들어 수명 단축을 줄일 수 있다.
- [0005] 다만 지금까지 개발된 역률보상회로의 경우 전해 콘덴서로 들어가는 전류 리플을 줄여 전해 콘덴서의 수명을 연장시킬 수 있는 방안이 존재하지 않았고, 전해 콘덴서의 크기를 줄이기 어려워 시스템의 전체적인 사이즈가 커질 수밖에 없는 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 본 발명은 상기 문제점을 감안하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 전해 콘덴서의 리플 부담을 경감시켜 콘덴서의 용량을 줄이면서 수명을 연장할 수 있는 역률보상회로를 제공함에 있다.
- [0007] 또한 본 발명의 또 다른 목적은 낮은 온도에서 전해 콘덴서의 내부 임피던스가 커지고 허용 전류 리플이 줄어들어 냉시동에 발생할 수 있는 문제점을 해소할 수 있는 역률보상회로를 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

- [0008] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 역률보상회로는 전원 공급을 위한 전원공급부; 상기 전원공급부로부터 공급되는 전원을 정류하기 위하여 복수의 다이오드를 포함하는 정류부; 및 상기 정류된 전원의 역률을 보상하기 위한 부스트(boost) 역률보상부;를 포함하며, 상기 부스트 역률보상부는, 인덕터, 모스펫(MOSFET), 전해콘덴서 및 필름콘덴서를 포함하며, 상기 필름콘덴서는 상기 전해콘덴서와 병렬로 연결된다.
- [0009] 그리고 상기 필름콘덴서는 스위칭 주파수에 의한 고주파 전류의 리플을 흡수하며, 상기 전해콘덴서는 전원 주파수에 의한 전류의 리플을 흡수할 수 있다.
- [0010] 또한 상기 전해콘덴서의 커패시턴스는 상기 필름콘덴서의 커패시턴스보다 클 수 있다.
- [0011] 그리고 상기 전해콘덴서의 커패시턴스는 상기 필름콘덴서의 커패시턴스의 5~10배일 수 있다.
- [0012] 또한 상기 필름콘덴서의 커패시턴스 C_F 는 아래의 수학식에 의하여 결정될 수 있다.

[0013]
$$\left| \frac{1}{j2\pi f_{SW} C_F} \right| \ll R_B$$

[0014] (여기서, R_B 는 전해콘덴서의 기생저항값, f_{sw} 는 스위칭 주파수를 의미함.)

발명의 효과

[0015] 상기 구성에 따른 역률보상회로에 의하면 전해 콘덴서의 리플 부담을 경감시켜 콘덴서의 용량을 줄이면서 수명을 연장할 수 있다. 또한 낮은 온도에서 전해 콘덴서의 내부 임피던스가 커지고 허용 전류 리플이 줄어들어 냉시동에 발생할 수 있는 문제점을 미연에 해소할 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1a 내지 도 1c는 역률보상회로의 기본적인 동작을 설명하기 위한 도면,
 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 역률보상회로의 구성을 나타내는 회로도,
 도 3 및 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 역률보상회로의 동작을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0018] 또한, 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

[0019] 도 1a 내지 도 1c는 역률보상회로의 기본적인 동작을 설명하기 위한 도면이다. 도 1a는 일반적인 역률보상회로의 구성을 나타내는 회로도이다. 도 1a에서와 같이 역률보상회로는 입력받은 전력을 정류한 후 리플을 제거하여 콘덴서(C_B)에 의해 안정적으로 전력을 공급하도록 설계되어 있다.

[0020] 도 1b는 기존 역률보상회로의 동작시 커패시터의 리플 전류를 도시한 것이다. 도 1b에 도시된 바와 같이 기본적으로 입력 주파수의 두 배에 해당하는 저주파수(60Hz인 경우 120Hz)와 부스트(boost) 역률보상회로의 스위칭에 의한 스위칭 주파수가 존재함을 알 수 있다.

[0021] 도 1c는 기존의 역률보상회로의 제어가 제대로 되어 정상 동작할 경우의 입력전압, 입력전류 및 출력전력을 위에서부터 차례대로 도시한 것이다. 도 1c에 도시된 바와 같이 역률보상회로는 입력전압과 위상이 맞게 입력전류를 제어하므로 출력전력은 입력 주파수의 두 배의 주파수를 가지면서 출력 전력의 두 배에 해당하는 전력 리플을 가진다. 따라서 이를 평활하기 위해서는 역률보상회로의 출력 커패시터가 상당히 큰 값을 가져야 하며 일반적으로 크기 대비 커패시턴스가 큰 전해 콘덴서를 사용하였다. 도 1a의 콘덴서(C_B)가 전해 콘덴서이다.

[0022] 입력전류와 전압의 역률이 '1'이고 시스템의 효율이 100%에 근접한다고 가정한다면 도 1b와 같이 커패시터의 전류 리플이 흐를 경우 이 전류의 RMS(root mean square) 값은 수학적 식 1에 의하여 구할 수 있다.

수학적 식 1

$$I_C = \sqrt{\frac{8\sqrt{2}}{3\pi} I_g I_0 - I_0^2}$$

[0023] 여기서 I_g 는 입력전류의 RMS값을 나타내며, I_0 는 출력전류의 RMS값을 의미한다.
 [0024] 위의 식을 이용하여 입력이 220V일 때를 가정하면, 3.6kW의 충전기의 경우 커패시터의 리플 전류의 RMS값을 구해보면 9.79A_{RMS}가 나온다. 이 결과를 보면 적어도 9.8A_{RMS} 이상의 허용전류 리플을 가지는 전해 콘덴서를 사용하

야 함을 알 수 있다.

[0026] 전원의 주파수에 해당하는 전류 리플 $I_{C,120Hz}$ 와 스위칭 주파수에 해당하는 전류 리플 $I_{C,SW}$ 는 아래의 수학적 2와 같은 결과를 가진다.

수학적 2

[0027]
$$I_c = \sqrt{I_{C,120Hz}^2 + I_{C,SW}^2}$$

[0028] 전원 주파수에 해당하는 전류 리플은 아래의 수학적 3에 의하여 구할 수 있다.

수학적 3

[0029]
$$I_{C,120Hz} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T I_C^2 dt} = \frac{I_o}{\sqrt{2}} = \frac{9}{\sqrt{2}} = 6.36A_{R.M.S}$$

[0030] 따라서 스위칭 주파수에 해당하는 전류 리플은 아래 수학적 4와 같다.

수학적 4

[0031]
$$I_{C,SW} = \sqrt{I_C^2 - I_{C,120Hz}^2} = \sqrt{9.79^2 - 6.36^2} = 7.44A_{R.M.S}$$

[0032] 여기서 입력전원의 주파수는 스위칭 주파수에 비해 매우 낮기 때문에 스위칭 주파수에 해당하는 전류 리플을 감당하는 방식을 고려하게 되면 전해 콘덴서의 전류 리플을 전원 주파수에 의한 전류 리플로 최소화하여 전해 콘덴서의 커패시턴스를 최소화할 수 있게 된다.

[0033] 이를 구현하기 위하여 본 발명의 일 실시예에 따른 역률보상회로는 도 2에서와 같이 전해 콘덴서(160)와 함께 필름 콘덴서(150)를 채용한다.

[0034] 도 2에 도시된 바와 같이 본 발명의 일 실시예에 따른 역률보상회로(100)는 정류부 및 부스트 역률보상부로 이루어진다.

[0035] 여기서 정류부는 4개의 다이오드(110-1, 110-2, 110-3, 110-4)를 구비하며 입력된 전원을 정류하는 기능을 가진다.

[0036] 한편 부스트 역률보상부는 정류된 전원의 역률을 보상하기 위하여 인덕터(120), MOS field-effect transistor(130), 다이오드(140), 전해콘덴서(160) 및 필름콘덴서(150)를 구비하며, 여기서 전해콘덴서(160) 및 필름콘덴서(150)는 병렬로 연결된 구조를 가진다. 또한 부스트 역률보상부의 스위칭 역할은 MOSFET(130)이 담당한다.

[0037] 전해콘덴서(160)와 필름콘덴서(150)는 주파수 특성이 다르다. 도 3을 보면 주파수 도메인에서 전해콘덴서의 주파수 특성은 실선으로 도시되어 있다. 일반적으로 주파수 도메인에서 보면 콘덴서는 저주파에서는 콘덴서의 특성을 가지고, 중간 대역의 주파수에서는 저항과 비슷한 특성을 가지며, 고주파수에서는 인덕터와 같은 특성을 가진다. 이는 콘덴서가 이상적인 특성을 갖지 않고 내부에 기생저항(parasitic resistance)과 기생인덕턴스(parasitic inductance)를 가지기 때문이다.

[0038] 일반적으로 전해콘덴서는 커패시턴스가 크고 내부 기생저항 성분이 크므로, 도 3에서와 같이 스위칭 주파수 대역(수십 kHz~수백 kHz)에서는 저항과 같은 임피던스 특성을 가지며, 이는 전해 콘덴서 내부의 기생저항 값에 따른다.

[0039] 한편 필름 콘덴서는 내부의 기생저항이 작기 때문에 도 3의 점선과 같은 특성을 가진다.

[0040] 본 발명의 일 실시예에 따른 역률보상회로(100)는 전해콘덴서(160)와 필름콘덴서(150)를 병렬로 연결했기 때문에 각각의 콘덴서로 들어가는 전류 리플은 리플의 주파수에서의 임피던스에 반비례하게 된다. 따라서 임피던스가 작은 쪽으로 리플 전류가 흐르게 된다.

[0041] 도 3에서 보면 전원 주파수에서는 전해콘덴서(160) 쪽이 임피던스가 작기 때문에 전원 주파수를 가지는 전류 리플은 전해콘덴서(160) 쪽으로 흐른다. 스위칭 주파수에서는 임피던스가 필름콘덴서(150) 쪽이 작기 때문에 스위칭 주파수 성분을 가지는 전류 리플은 필름콘덴서(150)로 흐르게 된다.

[0042] 이러한 방법으로 전해콘덴서(160)에서 스위칭 전류 리플을 제거함으로써 전해콘덴서(160)의 전류 리플을 전원 주파수에 의한 전류 리플로 억제해 전해콘덴서(160)의 사이즈를 줄이고 수명을 연장하게 된다.

[0043] 도 4는 스위칭 주파수에서의 출력단, 즉 병렬로 연결된 필름콘덴서(150)와 전해콘덴서(160)의 등가 회로를 나타낸 것으로 필름콘덴서(150)의 커패시턴스 C_F 와 전해콘덴서(160)의 기생저항 R_B 의 병렬 형태를 갖게 된다.

[0044] 따라서 스위칭 주파수 리플이 필름콘덴서(150)로 흐르게 하기 위해서는 아래의 수학적 식 5를 만족시킬 수 있도록 필름콘덴서(150)의 커패시턴스를 정하면 된다.

수학적 식 5

[0045]
$$\left| \frac{1}{j2\pi f_{SW} C_F} \right| \ll R_B$$

[0046] 일반적으로는 두 임피던스의 비율을 5~10배 정도 하면 적당하다.

[0047] 이처럼 전해콘덴서(160)와 병렬로 연결된 필름콘덴서(150)는 스위칭 주파수에 의한 고조파 전류 리플을 흡수하게 된다. 그 결과 전해 콘덴서(160)는 전원 주파수에 의한 리플만 감당하면 되므로, 전해 콘덴서의 전류 리플 부담을 경감시키게 된다.

[0048] 이러한 방법을 이용하면 전해콘덴서(160)의 수명에 영향을 주는 전류 리플에 대한 문제를 완화하여 온보드차저(on-board charger)를 포함한 대용량 역률보상회로의 수명에 가장 큰 영향을 주는 전해콘덴서(160)의 수명을 연장할 수 있다는 장점을 가진다.

[0049] 또한 전해콘덴서(160)는 전원 주파수에 해당하는 전류 리플만을 감당하면 되므로 커패시턴스를 줄일 수 있고, 제품의 전체적인 크기도 줄일 수 있다는 장점을 가진다.

[0050] 한편 일반적인 역률보상회로에서 낮은 온도(-40℃~0℃)에서 전해콘덴서의 내부 임피던스가 커지고 허용전류 리플이 줄어들어 냉시동에 문제가 발생하는데 이와 같은 문제점도 해결할 수 있게 된다.

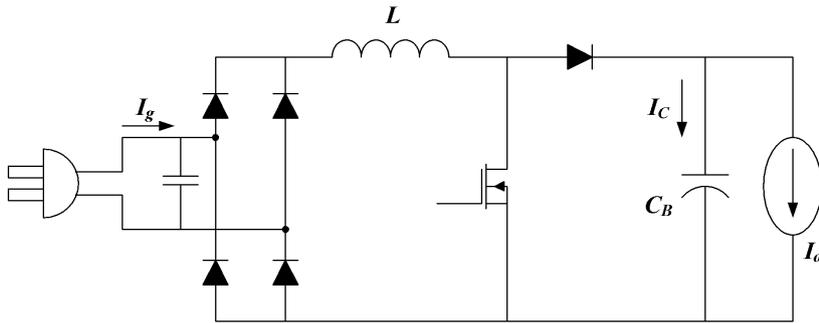
[0051] 상기한 바에서, 다양한 실시예에서 설명한 각 구성요소 및/또는 기능은 서로 복합적으로 결합하여 구현될 수 있으며, 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

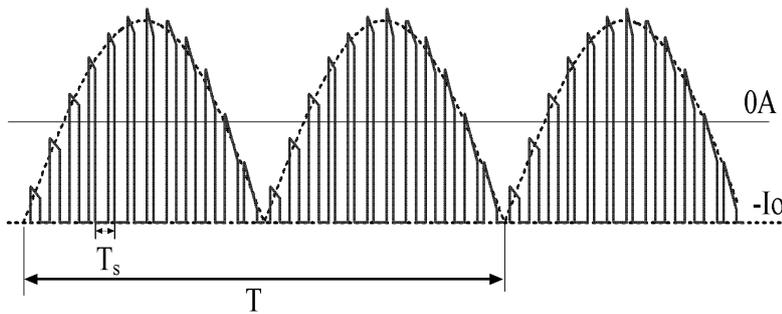
- [0052] 110-1, 110-2, 110-3, 110-4.....정류부
 120.....인덕터
 130.....모스펫
 140.....다이오드
 150.....필름콘덴서
 160.....전해콘덴서

도면

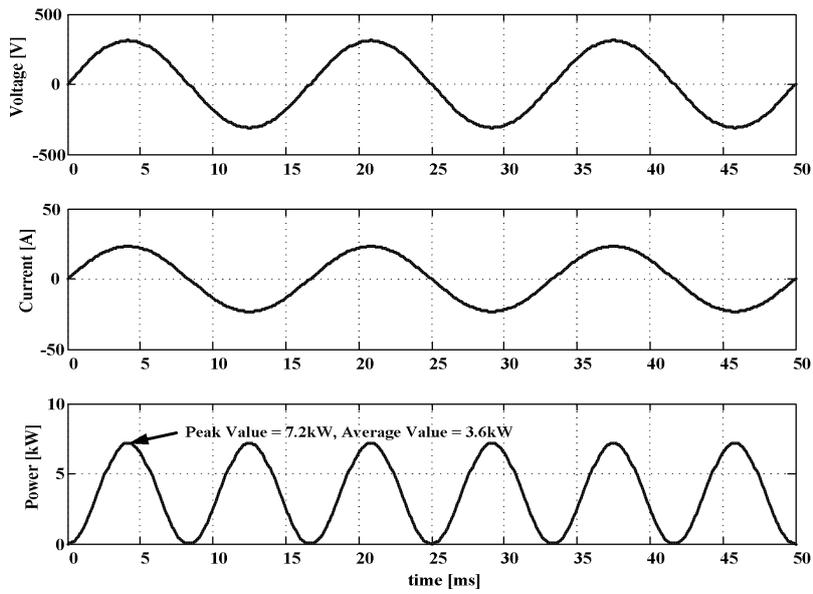
도면1a



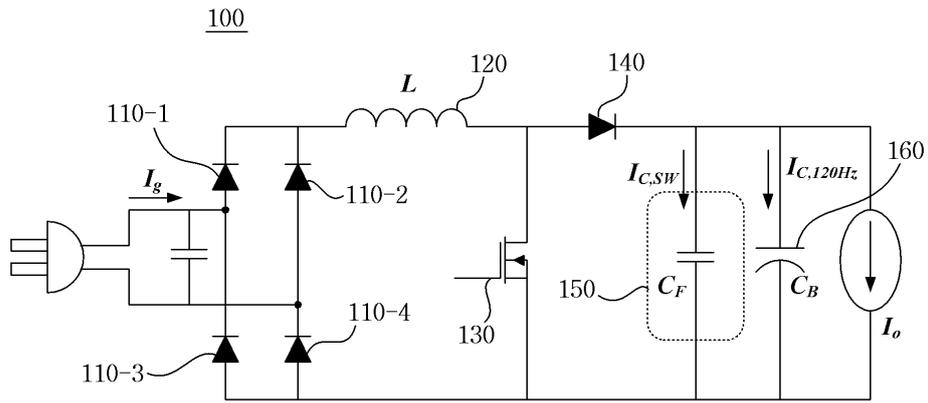
도면1b



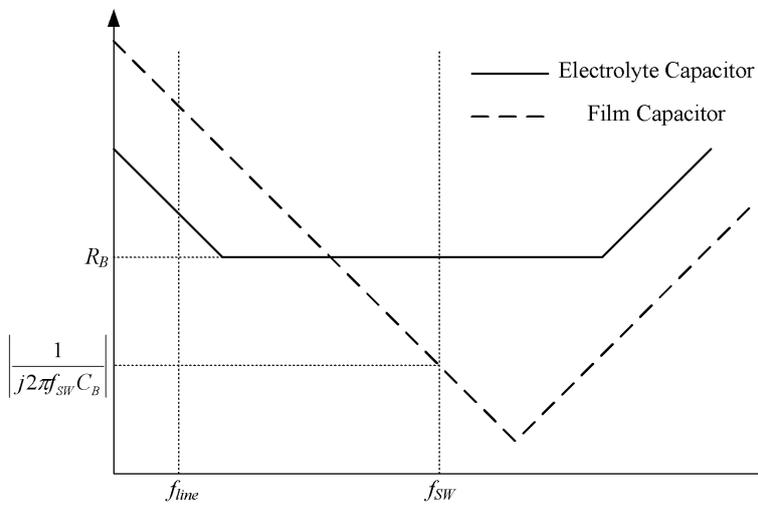
도면1c



도면2



도면3



도면4

