(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0046756
(43) 공개일자 2020년05월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02M 3/335 (2006.01) *H02M 1/44* (2007.01)
H02M 3/158 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H02M 3/33507 (2013.01)
H02M 1/44 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0128332
(22) 출원일자 2018년10월25일
심사청구일자 2018년10월25일

(71) 출원인
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
한국동서발전(주)
울산광역시 중구 종가로 395(북정동)
(72) 발명자
정지훈
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과학기술원
김민아
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과학기술원
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인지원

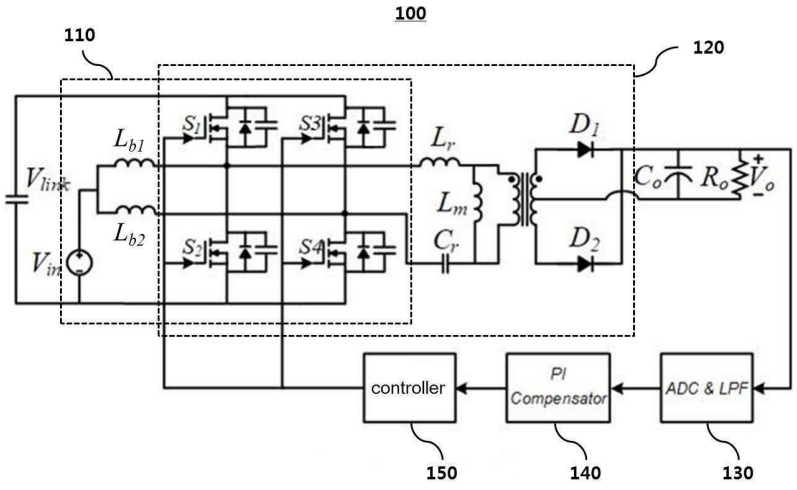
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 **전류원 LLC 공진형 컨버터**

(57) 요 약

본 발명은 전류원 LLC 공진형 컨버터에 관한 것이다. 본 발명의 일 실시예에 따른 전류원 LLC 공진형 컨버터는 입력 전압을 승압하는 인터리브드(interleaved) 부스트 회로; 상기 인터리브드 부스트 회로에 포함된 적어도 하나의 스위치의 스위칭 주파수 및 듀티 사이클에 기반하여 상기 승압된 입력 전압으로부터 조절된 출력 전압을 출력하는 풀브릿지(full-bridge) LLC 회로; 및 상기 스위칭 주파수를 조절하고, 상기 스위칭 주파수에 대응하여 상기 듀티 사이클을 조절하는 제어부;를 포함할 수 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
H02M 2003/1586 (2013.01)
(72) 발명자
박화평
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과학기술원
김명재
울산광역시 남구 중앙로75번길 7, 우남팜파스 102-1404

명 세 서

청구범위

청구항 1

입력 전압을 승압하는 인터리브드(interleaved) 부스트 회로;

상기 인터리브드 부스트 회로에 포함된 적어도 하나의 스위치의 스위칭 주파수 및 듀티 사이클에 기반하여 상기 승압된 입력 전압으로부터 조절된 출력 전압을 출력하는 풀브릿지(full-bridge) LLC 회로; 및

상기 스위칭 주파수를 조절하고, 상기 스위칭 주파수에 대응하여 상기 듀티 사이클을 조절하는 제어부;

를 포함하는,

전류원 LLC 공진형 컨버터.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제어부는,

EMI(electromagnetic interference) 값에 따라 상기 스위칭 주파수를 조절하는,

전류원 LLC 공진형 컨버터.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 풀브릿지 LLC 회로는,

상기 스위칭 주파수에 반비례하는 상기 출력 전압을 출력하는,

전류원 LLC 공진형 컨버터.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 스위칭 주파수의 파형과 동일하도록 상기 듀티 사이클의 파형을 조절하는,

전류원 LLC 공진형 컨버터.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 풀브릿지 LLC 회로는,

상기 듀티 사이클에 비례하는 상기 출력 전압을 출력하는,

전류원 LLC 공진형 컨버터.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 인터리브드 부스트 회로는,

상기 입력 전압을 링크 전압으로 승압하고,

상기 풀브릿지 LLC 회로는,

상기 스위칭 주파수 및 상기 듀티 사이클에 기반하여 상기 링크 전압으로부터 조절된 상기 출력 전압을 출력하는,

전류원 LLC 공진형 컨버터.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 스위치는,

상기 풀브릿지 LLC 회로에 포함되는,

전류원 LLC 공진형 컨버터.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 인터리브드 부스트 회로는,

제1 인덕터, 제2 인덕터 및 상기 적어도 하나의 스위치를 포함하는 풀브릿지 스위치 회로를 포함하는,

전류원 LLC 공진형 컨버터.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 풀브릿지 LLC 회로는,

상기 적어도 하나의 스위치를 포함하는 풀브릿지 스위치 회로, LLC 공진 탱크, 변압기, 제1 다이오드 및 제2 다이오드를 포함하는,

전류원 LLC 공진형 컨버터.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 LLC(inductor-inductor-capacitor) 공진형 컨버터에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 SST(spread spectrum technique)를 수행하여 발생된 출력전압의 리플을 감소시키기 위한 LLC 공진형 컨버터에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 공진형 컨버터는 전력 변환 장치의 소형화, 고효율에 대한 요구를 만족시키기 위한 좋은 대안 중 하나로써, 이에 대한 관심이 지속적으로 증가하고 있다. 특히 전류원 LLC 공진형 컨버터의 경우, 고효율 동작과 노이즈 발생 저감의 이유로 그 응용범위가 확대되고 있는 추세다.

[0004] 이에 따라, 최근 컴퓨터, TV 등의 다양한 전자제품을 제조하는 산업계에서 전류원 LLC 공진형 컨버터의 적용을 고려하고 있다. 그러나, 전자 제품을 시장에 출시하기 위해서는 EMI 기준을 만족해야 하는 문제점이 있다. 따라서, EMI 기준을 만족하면서도 성능이 열화되지 않는 전류원 LLC 공진형 컨버터의 개발이 요구되나 이에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) [특허문헌 1] 한국공개특허 제10-2012-0005762호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 전술한 문제점을 해결하기 위하여 창출된 것으로, SST(spread spectrum technique)를 수행하여 발생된 출력전압의 리플을 감소시키기 위한 LLC 공진형 컨버터를 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

[0008] 또한, 본 발명은 전류원 LLC 공진형 컨버터의 스위칭 주파수를 조절하는 것을 그 목적으로 한다.

[0009] 또한, 본 발명은 전류원 LLC 공진형 컨버터의 스위치의 듀티 사이클을 스위칭 주파수에 대응하도록 조절하는 것을 그 목적으로 한다.

[0010] 본 발명의 목적들은 이상에서 언급한 목적들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기한 목적들을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 전류원 LLC 공진형 컨버터는 입력 전압을 승압하는 인터리브드(interleaved) 부스트 회로; 상기 인터리브드 부스트 회로에 포함된 적어도 하나의 스위치의 스위칭 주파수 및 듀티 사이클에 기반하여 상기 승압된 입력 전압으로부터 조절된 출력 전압을 출력하는 풀브릿지(full-bridge) LLC 회로; 및 상기 스위칭 주파수를 조절하고, 상기 스위칭 주파수에 대응하여 상기 듀티 사이클을 조절하는 제어부;를 포함할 수 있다.

[0013] 실시예에서, 상기 제어부는, EMI(electromagnetic interference) 값에 따라 상기 스위칭 주파수를 조절할 수 있다.

[0014] 실시예에서, 상기 풀브릿지 LLC 회로는, 상기 스위칭 주파수에 반비례하는 상기 출력 전압을 출력할 수 있다.

[0015] 실시예에서, 상기 제어부는, 상기 스위칭 주파수의 파형과 동일하도록 상기 듀티 사이클의 파형을 조절할 수 있다.

[0016] 실시예에서, 상기 풀브릿지 LLC 회로는, 상기 듀티 사이클에 비례하는 상기 출력 전압을 출력할 수 있다.

[0017] 실시예에서, 상기 인터리브드 부스트 회로는, 상기 입력 전압을 링크 전압으로 승압하고, 상기 풀브릿지 LLC 회로는, 상기 스위칭 주파수 및 상기 듀티 사이클에 기반하여 상기 링크 전압으로부터 조절된 상기 출력 전압을 출력할 수 있다.

[0018] 실시예에서, 상기 적어도 하나의 스위치는, 상기 풀브릿지 LLC 회로에 포함될 수 있다.

[0019] 실시예에서, 상기 인터리브드 부스트 회로는, 제1 인덕터, 제2 인덕터 및 상기 적어도 하나의 스위치를 포함하는 풀브릿지 스위치 회로를 포함할 수 있다.

[0020] 실시예에서, 상기 풀브릿지 LLC 회로는, 상기 적어도 하나의 스위치를 포함하는 풀브릿지 스위치 회로, LLC 공진 탱크, 변압기, 제1 다이오드 및 제2 다이오드를 포함할 수 있다.

[0021] 상기한 목적들을 달성하기 위한 구체적인 사항들은 첨부된 도면과 함께 상세하게 후술될 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다.

[0022] 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라, 서로 다른 다양한 형태로 구성될 수 있으며, 본 발명의 개시가 완전하도록 하고 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자(이하, "통상의 기술자")에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해서 제공되는 것이다.

발명의 효과

[0024] 본 발명의 일 실시예에 의하면, SST를 수행하여 전류원 LLC 공진형 컨버터의 스위칭 주파수를 조절함으로써 EMI를 감소시킬 수 있다.

[0025] 또한, 본 발명의 일 실시예에 의하면, 전류원 LLC 공진형 컨버터의 스위치의 듀티 사이클을 스위칭 주파수에 대응하도록 조절함으로써, SST를 수행하여 발생된 출력 전압의 리플을 감소시킬 수 있다.

[0026] 본 발명의 효과들은 상술된 효과들로 제한되지 않으며, 본 발명의 기술적 특징들에 의하여 기대되는 잠정적인 효과들은 아래의 기재로부터 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0028] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 전류원 LLC(inductor-inductor-capacitor) 공진형 컨버터의 회로도를 도시한 도면이다.

도 2a는 종래의 SST를 수행하지 않는 전류원 LLC 공진형 컨버터의 EMI(electromagnetic interference) 그래프를 도시한 도면이다.

도 2b는 본 발명의 일 실시예에 따른 SST(spread spectrum technique)를 수행하는 전류원 LLC 공진형 컨버터의 EMI 그래프를 도시한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 SST를 수행하는 전류원 LLC 공진형 컨버터의 동작 주파수 그래프를 도시한 도면이다.

도 4a는 종래의 SST를 수행하지 않는 전류원 LLC 공진형 컨버터의 출력전압 그래프를 도시한 도면이다.

도 4b는 본 발명의 일 실시예에 따른 SST를 수행하는 전류원 LLC 공진형 컨버터의 출력전압 그래프를 도시한 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 전류원 LLC 공진형 컨버터의 스위칭 패턴을 도시한 도면이다.

도 6a는 본 발명의 일 실시예에 따른 스위칭 주파수에 따른 전류원 LLC 공진형 컨버터의 전압이득 그래프를 도시한다.

도 6b는 본 발명의 일 실시예에 따른 듀티 사이클에 대한 전류원 LLC 공진형 컨버터의 전압이득 그래프를 도시한다.

도 7a는 본 발명의 일 실시예에 따른 SST를 수행하지만 듀티 사이클을 변동하지 않는 전류원 LLC 공진형 컨버터의 출력전압 그래프를 도시한다.

도 7b는 본 발명의 일 실시예에 따른 SST를 수행하고 듀티 사이클을 변동하는 전류원 LLC 공진형 컨버터의 출력전압 그래프를 도시한다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 SST를 수행하고 듀티 사이클을 변동하는 전류원 LLC 공진형 컨버터의 EMI

그래프를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고, 여러 가지 실시예들을 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 이를 상세히 설명하고자 한다.

[0030] 청구범위에 개시된 발명의 다양한 특징들은 도면 및 상세한 설명을 고려하여 더 잘 이해될 수 있을 것이다. 명세서에 개시된 장치, 방법, 제법 및 다양한 실시예들은 예시를 위해서 제공되는 것이다. 개시된 구조 및 기능상의 특징들은 통상의 기술자로 하여금 다양한 실시예들을 구체적으로 실시할 수 있도록 하기 위한 것이고, 발명의 범위를 제한하기 위한 것이 아니다. 개시된 용어 및 문장들은 개시된 발명의 다양한 특징들을 이해하기 쉽게 설명하기 위한 것이고, 발명의 범위를 제한하기 위한 것이 아니다.

[0031] 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우, 그 상세한 설명을 생략한다.

[0032] 이하, 본 발명의 일 실시예에 따른 전류원(current-fed) LLC(inductor-inductor-capacitor) 공진형 컨버터의 동작 방법을 설명한다. 일 실시예에서, 전류원 LLC 공진형 컨버터는 공진형 DC-DC 컨버터를 포함할 수 있다.

[0034] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 전류원 LLC 공진형 컨버터(100)의 회로도를 도시한 도면이다.

[0035] 도 1을 참고하면, 전류원 LLC 공진형 컨버터(100)는 인터리브드(interleaved) 부스트 회로(110), 풀브릿지(full-bridge) LLC 회로(120), ADC(analog-to-digital converter)/LPF(low-pass filter)(130), PI(proportional integral) 보상부(140) 및 제어부(150)를 포함할 수 있다.

[0036] 인터리브드 부스트 회로(110)는 입력 전압(V_{in})을 링크 전압(V_{link})로 승압할 수 있다. 인터리브드 부스트 회로(110)는 제1 인덕터(L_{b1}), 제2 인덕터(L_{b2}) 및 풀브릿지 스위치 회로(S1-S4)를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 풀브릿지 스위치 회로의 제1 스위치(S1) 및 제2 스위치(S2)는 레프트 레그(left leg)를 구성하고, 제3 스위치(S3) 및 제4 스위치(S4)는 라이트 레그(right leg)를 구성할 수 있다.

[0037] 이 경우, 제1 인덕터(L_{b1})가 레프트 레그의 중간점(midpoint)에 연결됨으로써 제1 부스트 컨버터가 구성되고, 제2 인덕터(L_{b2})가 라이트 레그의 중간점에 연결됨으로써 제2 부스트 컨버터가 구성될 수 있다. 이 때, 제1 부스트 컨버터와 제2 부스트 컨버터는 인터리빙으로 동작하고 180도(degree) 위상 시프트될 수 있다.

[0038] 풀브릿지 LLC 회로(120)는 풀브릿지 스위치 회로(S1-S4), LLC 공진 탱크(L_r, L_m, C_r), 변압기(T)와 제1 다이오드(D_{o1}) 및 제2 다이오드(D_{o2})를 포함할 수 있다. 이 경우, 풀브릿지 LLC 회로(120)는 풀브릿지 스위치 회로의 제1 스위치(S1)의 스위칭 주파수(switching frequency) 및 듀티 사이클(duty cycle)에 기반하여 링크 전압으로부터 조절된 출력 전압(V_o)을 출력할 수 있다. 또한, 풀브릿지 LLC 회로(120)는 인터리브드 부스트 회로(110)와 풀브릿지 스위치 회로(S1-S4)를 공유할 수 있다.

[0039] ADC/LPF(130)는 출력 전압의 아날로그 신호를 디지털 신호로 변경하고, 특정 주파수 이하의 주파수만을 통과시킬 수 있다. PI 보상부(140)는 ADC/LPF(130)로부터 전달받은 출력신호에 대한 오차를 산출하여 이를 보상할 수 있다.

[0040] 제어부(150)는 PI 보상부(140)로부터 전달된 출력신호를 이용하여 PWM(pulse width modulation) 제어를 수행할 수 있다. 즉, 제어부(150)는 전류원 LLC 공진형 컨버터(100)의 출력 전압을 일정하게 유지하도록 제어할 수 있다.

[0041] 또한, 제어부(150)는 SST를 수행하여, 즉, 스위칭 주파수를 조절하여 전류원 LLC 공진형 컨버터(100)의 EMI를 감소시키고, 제1 스위치(S1)의 듀티 사이클을 조절함으로써, SST 수행으로 인해 발생된 출력 전압의 리플을 감소시킬 수 있다. 일 실시예에서, 제어부(150)는 EMI 값에 따라 상기 스위칭 주파수를 조절할 수 있다.

[0043] 도 2a는 종래의 SST를 수행하지 않는 전류원 LLC 공진형 컨버터의 EMI 그래프를 도시한 도면이다. 도 2b는 본 발명의 일 실시예에 따른 SST를 수행하는 전류원 LLC 공진형 컨버터(100)의 EMI 그래프를 도시한 도면이다.

[0044] 도 2a를 참고하면, 전자 제품을 시장에 출시하기 위해서는 EMI 기준(즉, 임계값)을 만족해야 하는데, 종래의 SST를 수행하지 않는 전류원 LLC 공진형 컨버터의 경우, EMI가 기준값인 CISPR 25보다 높게 측정되기 때문에 EMI 기준을 만족하지 못함을 확인할 수 있다.

[0045] 도 2b를 참고하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 SST를 수행하는 전류원 LLC 공진형 컨버터(100)의 경우, SST를 수행함으로써 EMI가 변동되는 주파수로 분산되어 임계값보다 낮게 측정되기 때문에 EMI 기준을 만족함을 확인할 수 있다. 여기서, SST는 풀브릿지 스위치 회로(S1-S4)의 스위칭 주파수를 변동시키는 것을 의미할 수 있다.

[0047] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 SST를 수행하는 전류원 LLC 공진형 컨버터의 스위칭 주파수 그래프를 도시한 도면이다.

[0048] 도 3을 참고하면, SST는 제어 코드를 통해 구현할 수 있으며, 예를 들어, 삼각파 변조(triangular modulation), 삼각파 변조(sinusoidal modulation), 카오스 변조(chaotic modulation), 랜덤 변조(random modulation) 등을 사용하여 구현할 수 있다. 이 때 만들어지는 SST 제어 신호는 최종 제어 신호의 스위칭 주파수에 더해져 스위칭 주파수를 변동시킬 수 있다. 예를 들어, 전류원 LLC 공진형 컨버터(100)가 PFM(pulse frequency modulation)을 사용하여 스위칭 주파수를 결정하는 경우, SST를 수행하여 상기 결정된 스위칭 주파수에서 높아지거나 낮아지는 동작을 할 수 있다. 이 경우, 평균 스위칭 주파수는 PFM에 의해 결정되나 순간 스위칭 주파수는 SST에 의해 변동하는 것을 확인할 수 있다.

[0049] 일 실시예에서, 평균 동작 주파수는 PFM에 의해 결정되나 실시간으로 변동하는 순간 동작 주파수는 삼각파 변조를 사용하는 SST에 의해 결정되는 것을 볼 수 있다. 여기서, 삼각파 변조는 스위칭 주파수가 삼각파로 변동하는 것을 의미할 수 있다.

[0051] 도 4a는 종래의 SST를 수행하지 않는 전류원 LLC 공진형 컨버터의 출력전압 그래프를 도시한 도면이다. 도 4b는 본 발명의 일 실시예에 따른 SST를 수행하는 전류원 LLC 공진형 컨버터(100)의 출력전압 그래프를 도시한 도면이다.

[0052] 도 4a 및 도 4b를 참고하면, SST를 사용하는 경우, EMI를 감소시킬 수는 있지만 스위칭 주파수에 따라 출력전압 이득이 변동하여 출력 전압의 리플이 과도하게 커진다. 이 경우, 도 4b의 SST를 수행하는 전류원 LLC 공진형 컨버터는 도 4a의 SST를 수행하지 않는 전류원 LLC 공진형 컨버터에 비하여, 6배 이상의 출력 전압의 리플을 가지고, 이러한 리플은 전력 변환 품질을 떨어뜨린다. 이에 따라, 본 발명의 일 실시예에 따른 전류원 LLC 공진형 컨버터는 SST를 수행함에 따라 발생되는 출력 전압의 리플을 감소시키기 위해 풀브릿지 스위치 회로(S1-S4)의 제1 스위치(S1)의 듀티 사이클을 조절할 수 있다.

[0054] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 전류원 LLC 공진형 컨버터(100)의 스위칭 패턴을 도시한 도면이다.

[0055] 도 5를 참고하면, 풀브릿지 스위치 회로(S1-S4)의 제1 스위치와 제3 스위치는 동일한 듀티 사이클 D를 갖고 180도 위상 시프트될 수 있다. 또한, 제2 스위치와 제4 스위치는 동일한 듀티 사이클 1-D를 갖고 180도 위상 시프트될 수 있다.

[0056] 이 경우, 전류원 LLC 공진형 컨버터(100)의 출력 전압은 제1 스위치(S1)의 듀티 사이클 D에 비례하므로, 제1 스위치(S1)의 듀티 사이클 D를 SST를 수행하는 스위칭 주파수 f_s의 변동에 대응되도록 조절하는 피드포워드(feedforward) 보상을 수행하여 출력 전압의 리플을 감소시킬 수 있다. 여기서, 스위칭 주파수 f_s는 풀브릿지 스위치 회로(S1-S4)의 스위치가 온(on)된 후 다음 주기에 다시 온(on)되는 스위칭 사이클 T_s의 역수를 의미할 수 있다.

[0058] 도 6a는 본 발명의 일 실시예에 따른 스위칭 주파수에 따른 전류원 LLC 공진형 컨버터의 출력전압 이득 그래프를 도시한다. 도 6b는 본 발명의 일 실시예에 따른 듀티 사이클에 대한 전류원 LLC 공진형 컨버터(100)의 출력전압 이득 그래프를 도시한다.

[0059] 도 6a를 참고하면, 제1 스위치(S1)의 듀티 사이클을 변경하지 않는 경우의 스위칭 주파수의 변동에 따른 전류형

LLC 공진형 컨버터의 출력전압 이득을 확인할 수 있다. 즉, 스위칭 주파수에 따라 출력전압 이득이 변경되기 때문에, 전류원 LLC 공진형 컨버터가 SST를 수행하게 되면 출력 전압에 스위칭 주파수와 같은 파형의 리플이 생기는 것을 확인할 수 있다.

[0060] 도 6b를 참고하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 전류형 LLC 공진형 컨버터(100)의 제1 스위치(S1)의 듀티 사이클에 따른 출력전압 이득(G)을 확인할 수 있다. 이 경우, 출력전압 이득(G)은 인터리브드 부스트 회로(110)의 출력전압 이득(G_{boost})과 풀브릿지 LLC 회로(120)의 출력전압 이득(G_{LLC})의 곱으로 나타나기 때문에, SST를 수행할 때 변동하는 풀브릿지 LLC 회로(120)의 출력전압 이득(G_{LLC})을 인터리브드 부스트 회로(110)의 출력전압 이득(G_{boost})을 통해 보상할 수 있다.

[0062] 도 7a는 본 발명의 일 실시예에 따른 SST를 수행하지만 듀티 사이클을 변동하지 않는 전류원 LLC 공진형 컨버터의 출력전압 그래프를 도시한다. 도 7b는 본 발명의 일 실시예에 따른 SST를 수행하고 듀티 사이클을 변동하는 전류원 LLC 공진형 컨버터(100)의 출력전압 그래프를 도시한다.

[0063] 도 7a를 참고하면, SST를 수행하지만 듀티 사이클을 변동하지 않는 전류원 LLC 공진형 컨버터의 경우, 출력 전압이 스위칭 주파수에 반비례함을 확인할 수 있다.

[0064] 도 7b를 참고하면, SST를 수행하고 듀티 사이클을 변동하는 전류원 LLC 공진형 컨버터(100)의 경우, 출력 전압이 제1 스위칭(S1)의 듀티 사이클에 비례하기 때문에, SST를 수행하는 스위칭 주파수의 변동에 대응되도록 제1 스위칭(S1)의 듀티 사이클을 조절함으로써 출력 전압의 리플을 감소시킬 수 있다. 구체적으로, 전류원 LLC 공진형 컨버터(100)는 스위칭 주파수의 파형과 동일하도록 듀티 사이클의 파형을 조절할 수 있다.

[0065] 일 실시예에서, 본 발명의 일 실시예에 따른 전류원 LLC 공진형 컨버터(100)의 출력 전압은 하기 <표 1>과 같이 나타날 수 있다.

표 1

[0066]

출력 전압	구성	spread spectrum
0.11 V	종래의 LLC 공진형 컨버터	No
3.08 V	종래의 LLC 공진형 컨버터 + SST 수행	10 kHz
0.85 V	본 발명의 일 실시예에 따른 전류원 LLC 공진형 컨버터(100)	10 kHz

[0067] 즉, 상기 <표 1>을 참고하면, SST만을 수행하는 경우 출력 전압의 리플(3.08V)이 발생하지만, SST를 수행하는 스위칭 주파수의 변동에 대응되도록 제1 스위칭(S1)의 듀티 사이클을 조절함으로써 출력 전압의 리플(0.85V)을 감소시킬 수 있다.

[0069] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 SST를 수행하고 듀티 사이클을 변동하는 전류원 LLC 공진형 컨버터(100)의 EMI 그래프를 도시한다.

[0070] 도 8을 참고하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 전류원 LLC 공진형 컨버터(100)는 SST를 수행함으로써 EMI도 감소시킬 뿐만 아니라, 제1 스위칭(S1)의 듀티 사이클을 조절함으로써 출력 전압의 리플을 감소시킬 수 있다.

[0071] 일 실시예에서, 본 발명의 일 실시예에 따른 전류원 LLC 공진형 컨버터(100)의 EMI는 하기 <표 2>와 같이 나타날 수 있다.

표 2

[0072]

피크(peak) EMI	구성	spread spectrum
78.75 dBV	종래의 LLC 공진형 컨버터	No
65.3 dBV	본 발명의 일 실시예에 따른 전류원 LLC 공진형 컨버터(100)	10 kHz

[0073] 즉, 상기 <표 2>를 참고하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 전류원 LLC 공진형 컨버터(100)는 SST를 수행함으로

써 EMI가 78.75 dBV에서 65.3 dVB로 감소함을 확인할 수 있다.

[0074] 이상의 설명은 본 발명의 기술적 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로, 통상의 기술자라면 본 발명의 본질적인 특성이 벗어나지 않는 범위에서 다양한 변경 및 수정이 가능할 것이다.

[0075] 따라서, 본 명세서에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술적 사상을 한정하기 위한 것이 아니라, 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예들에 의하여 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

[0076] 본 발명의 보호범위는 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 이해되어야 한다.

부호의 설명

[0078] 100: 전류원 LLC 공진형 컨버터

110: 인터리브드 부스트 회로

120: 풀브릿지 LLC 회로

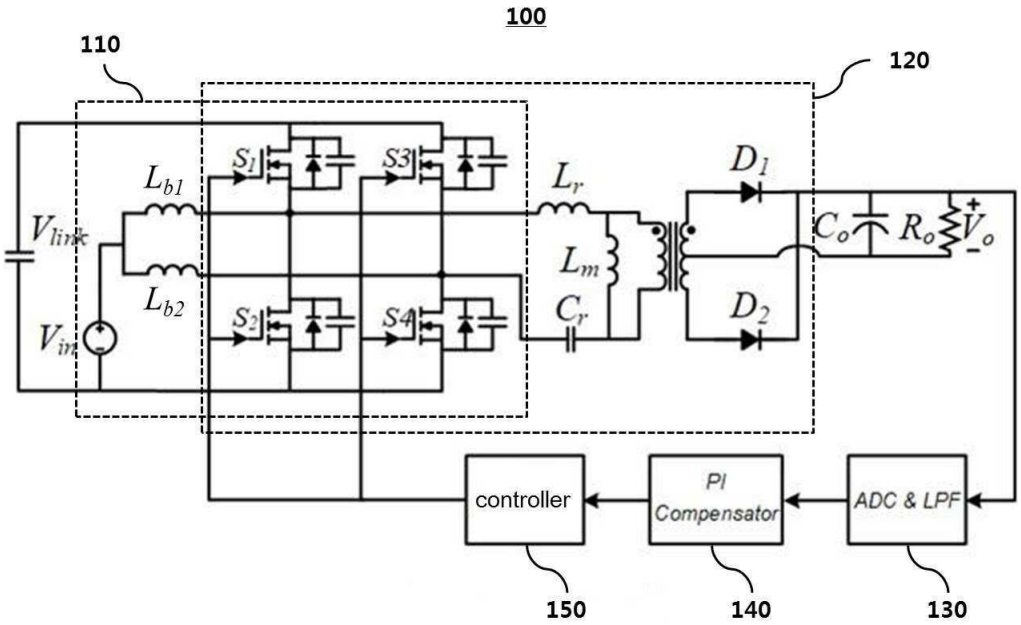
130: ADC/LPF

140: PI 보상부

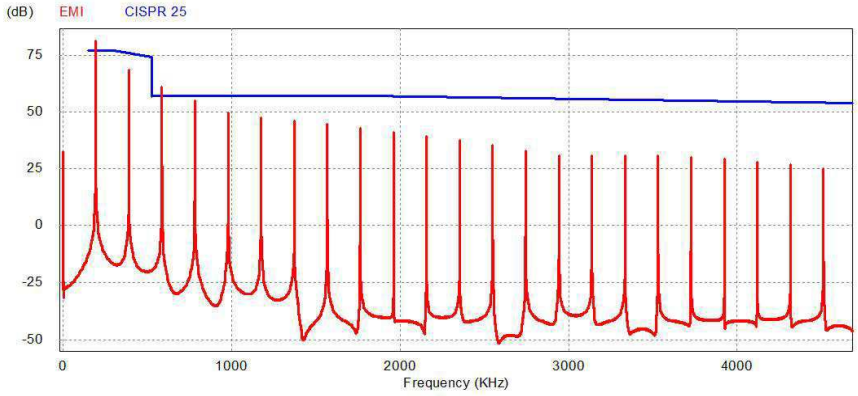
150: 제어부

도면

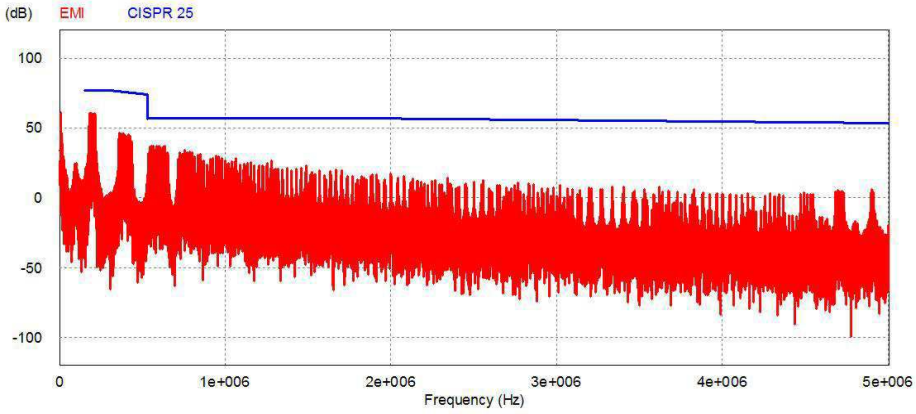
도면1



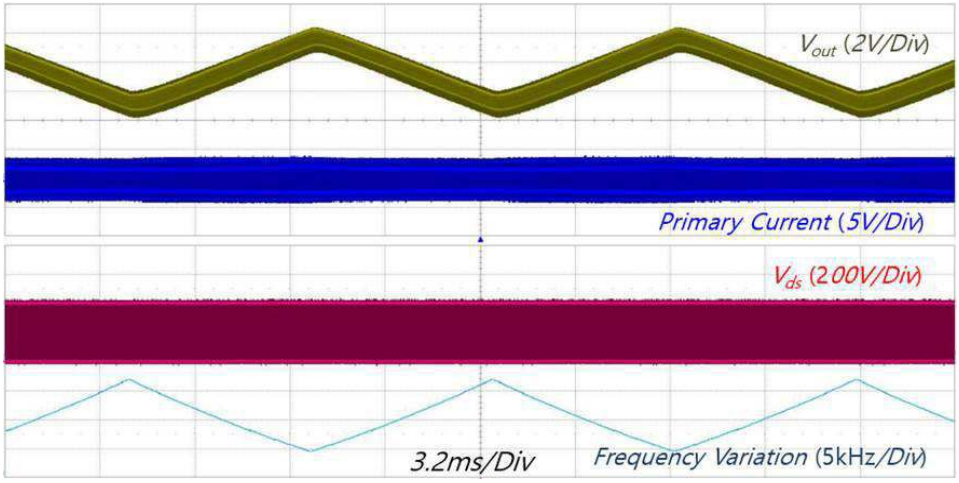
도면2a



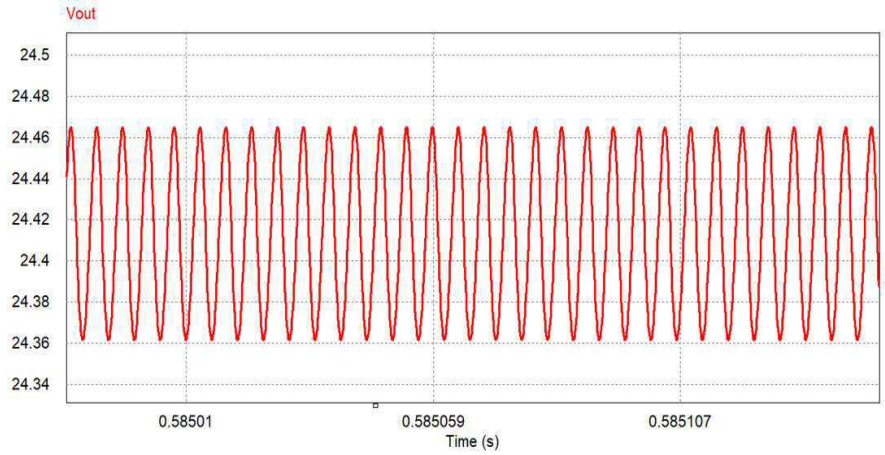
도면2b



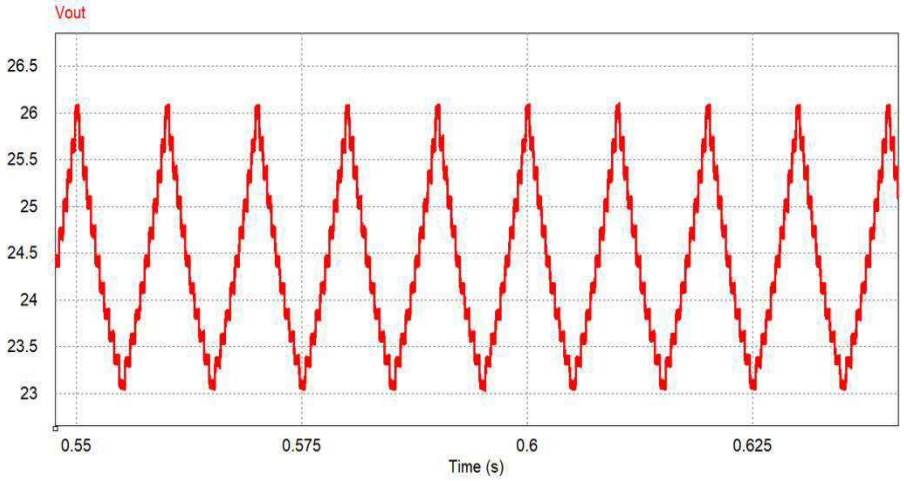
도면3



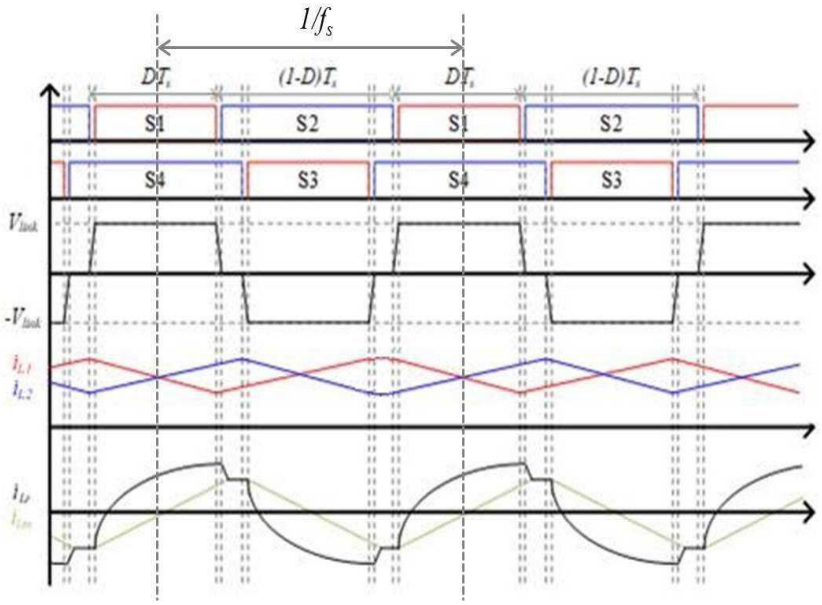
도면4a



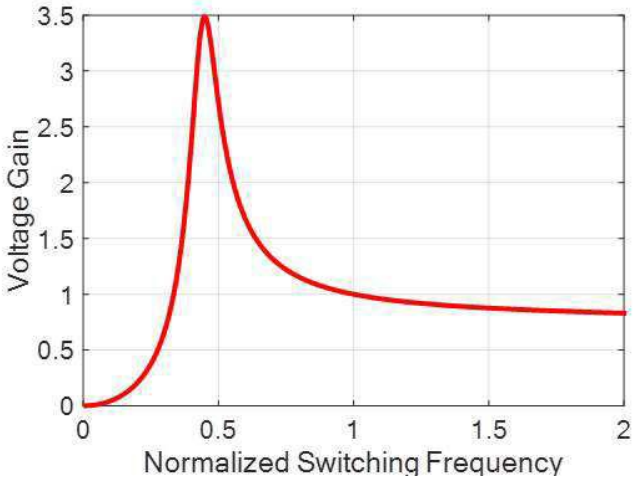
도면4b



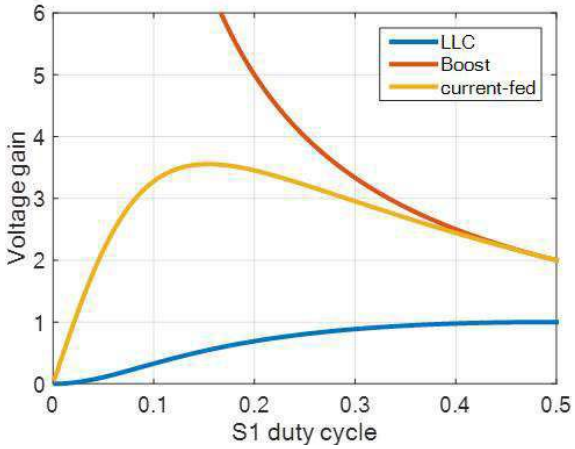
도면5



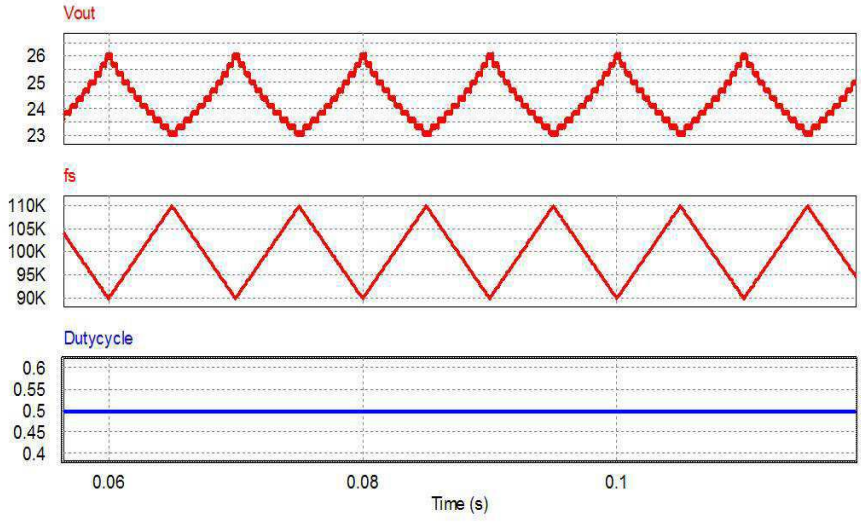
도면6a



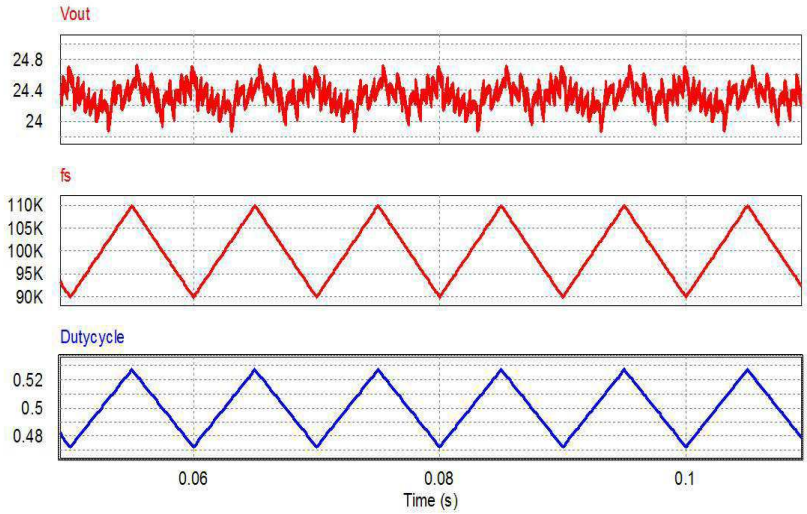
도면6b



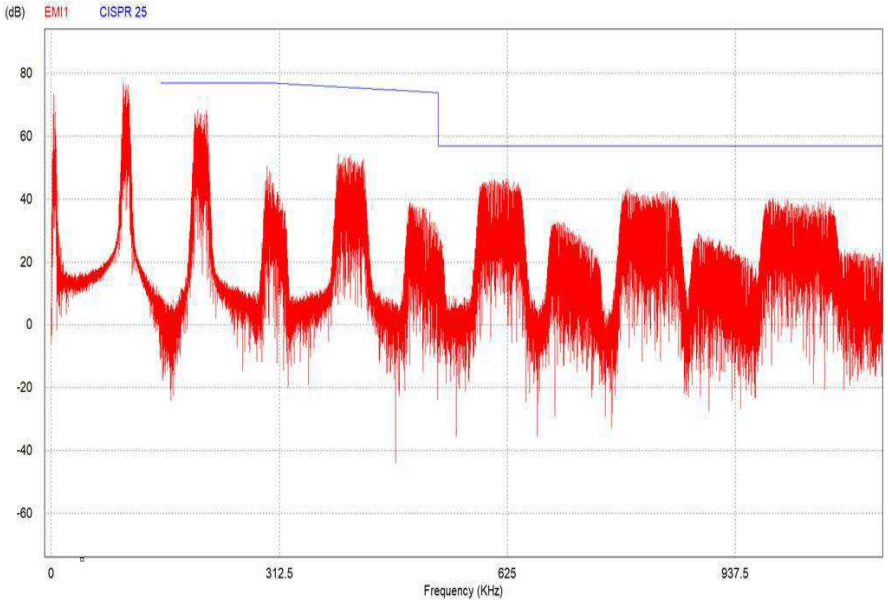
도면7a



도면7b


Vout
24.8
24.4
24
fs
110K
105K
100K
95K
90K
Dutycycle
0.52
0.5
0.48
0.06
0.08
0.1
Time (s)

도면8


(dB)
EMI1
CISPR 25
80
60
40
20
0
-20
-40
-60
0
312.5
625
937.5
Frequency (KHz)