



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0078082
(43) 공개일자 2023년06월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H02M 3/07 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H02M 3/07 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0165491

(22) 출원일자 2021년11월26일

심사청구일자 2021년11월26일

(71) 출원인

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)

(72) 발명자

김창우

서울특별시 성동구 독서당로 218, 108동 1501호(옥수동, 옥수삼성아파트)

송유근

경기도 성남시 분당구 동판교로 156, 913동 1301호(삼평동, 봇들마을9단지금호어울림아파트)

(74) 대리인

김연권

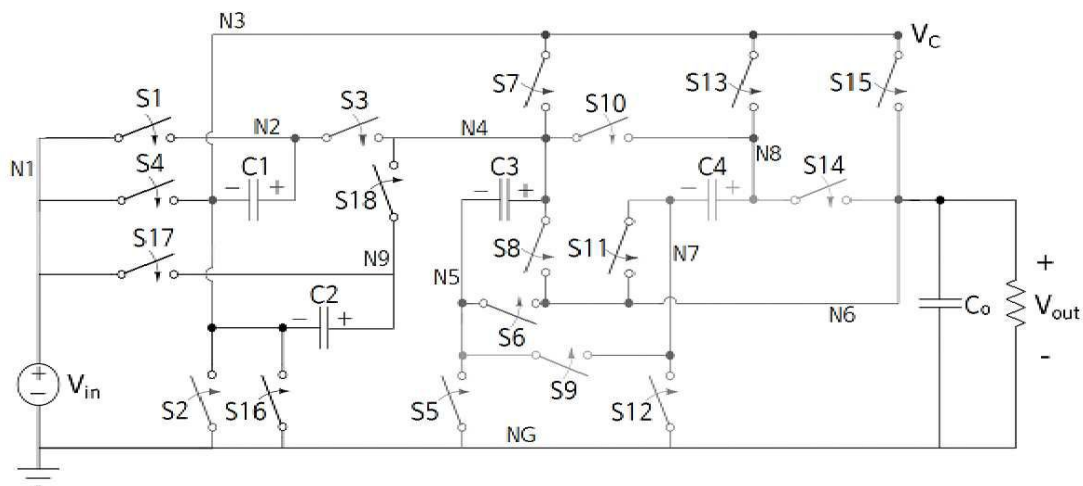
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 재구성 가능한 스위치드 커패시터 직류-직류 변환기, 및 이를 포함하는 직류-직류 변환 시스템

(57) 요약

직류-직류 변환 시스템은 재구성성이 가능한 스위치드 커패시터 직류-직류 변환기, 및 상기 스위치드 커패시터 직류-직류 변환기에 제어 신호를 인가하는 스위치 제어부를 포함할 수 있다. 스위치드 커패시터 직류-직류 변환기는 제1 내지 제4 플라이잉 커패시터, 및 제1 내지 제18 스위치를 포함할 수 있다. 스위치드 커패시터 직류-직류 변환기는 복수의 변환 모드에서, 상기 제1 내지 제4 플라이잉 커패시터 및 상기 제1 내지 제18 스위치의 조합으로 복수의 변환 비율을 가지는 출력 전압을 생성할 수 있다. 상기 복수의 변환 모드는 2/1 변환 비율의 제1 변환 모드, 1/2 변환 비율의 제2 변환 모드, 1/3 변환 비율의 제3 변환 모드, 2/7 변환 비율의 제4 변환 모드, 1/4 변환 비율의 제5 변환 모드, 및 1/5 변환 비율의 제6 변환 모드를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711147479
과제번호	2019R1F1A1052728
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	(혁신법) 기본연구
연구과제명	CMOS 기반 삼중 대역 무선전력전송 수신부 IC칩에 대한 연구
기 여 율	1/2
과제수행기관명	경희대학교(국제캠퍼스)
연구기간	2021.03.01 ~ 2022.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711125809
과제번호	2016-0-00291-006
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	(혁신법)정보통신기술인력양성/대학ICT연구센터육성지원
연구과제명	LOS/NLOS 환경에서 3차원 선택적 공간 무선전력전송 기술 연구
기 여 율	1/2
과제수행기관명	경희대학교 산학협력단
연구기간	2020.01.01 ~ 2021.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

제1 내지 제4 플라이잉 커패시터; 및

제1 내지 제18 스위치를 포함하고,

복수의 변환 모드에서, 상기 제1 내지 제4 플라이잉 커패시터 및 상기 제1 내지 제18 스위치의 조합으로 복수의 변환 비율을 가지는 출력 전압을 생성하고,

상기 복수의 변환 모드는,

2/1 변환 비율의 제1 변환 모드, 1/2 변환 비율의 제2 변환 모드, 1/3 변환 비율의 제3 변환 모드, 2/7 변환 비율의 제4 변환 모드, 1/4 변환 비율의 제5 변환 모드, 및 1/5 변환 비율의 제6 변환 모드를 포함하고,

상기 제1 스위치는 입력 전압이 인가되는 제1 노드와 연결되는 제1 단, 및 제2 노드와 연결되는 제2 단을 포함하고,

상기 제2 스위치는 그라운드 노드와 연결되는 제1 단, 및 제3 노드와 연결되는 제2 단을 포함하고,

상기 제3 스위치는 상기 제2 노드와 연결되는 제1 단, 및 제2 노드와 연결되는 제2 단을 포함하고,

상기 제4 스위치는 제1 노드와 연결되는 제1 단, 및 제2 노드와 연결되는 제2 단을 포함하고,

상기 제4 스위치는 상기 제1 변환 모드에 사용되는 것을 특징으로 하는,

스위치드 커패시터 직류-직류 변환기.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제5 스위치는 상기 그라운드 노드와 연결되는 제1 단, 및 제5 노드와 연결되는 제2 단을 포함하고,

상기 제6 스위치는 상기 제5 노드와 연결되는 제1 단, 및 제6 노드와 연결되는 제2 단을 포함하고,

상기 제7 스위치는 상기 제3 노드와 연결되는 제1 단, 및 상기 제4 노드와 연결되는 제2 단을 포함하고,

상기 제8 스위치는 상기 제4 노드와 연결되는 제1 단, 및 상기 제6 노드와 연결되는 제2 단을 포함하고,

상기 제9 스위치는 상기 제5 노드와 연결되는 제1 단, 및 제7 노드와 연결되는 제2 단을 포함하고,

상기 제10 스위치는 상기 제4 노드와 연결되는 제1 단, 및 제8 노드와 연결되는 제2 단을 포함하고,

상기 제11 스위치는 상기 제7 노드와 연결되는 제1 단, 및 상기 제6 노드와 연결되는 제2 단을 포함하는 것을 특징으로 하는,

스위치드 커패시터 직류-직류 변환기.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제12 스위치는 상기 그라운드 노드와 연결되는 제1 단, 및 상기 제7 노드와 연결되는 제2 단을 포함하고,

상기 제13 스위치는 상기 제3 노드와 연결되는 제1 단, 및 상기 제8 노드와 연결되는 제2 단을 포함하고,

상기 제14 스위치는 상기 제8 노드와 연결되는 제1 단, 및 상기 제6 노드와 연결되는 제2 단을 포함하고,

상기 제15 스위치는 상기 제3 노드와 연결되는 제1 단, 및 상기 제6 노드와 연결되는 제2 단을 포함하고,

상기 제16 스위치는 상기 그라운드 노드와 연결되는 제1 단, 및 상기 제3 노드와 연결되는 제2 단을 포함하고,

상기 제17 스위치는 상기 제1 노드와 연결되는 제1 단, 및 제9 노드와 연결되는 제2 단을 포함하고,
 상기 제18 스위치는 상기 제9 노드와 연결되는 제1 단, 및 상기 제4 노드와 연결되는 제2 단을 포함하는 것을 특징으로 하는,
 스위치드 커패시터 직류-직류 변환기.

청구항 4

제3항에 있어서,
 상기 제1 플라이잉 커패시터는 상기 제3 노드와 연결되는 제1 단, 및 상기 제2 노드와 연결되는 제2 단을 포함하고,
 상기 제2 플라이잉 커패시터는 상기 제3 노드와 연결되는 제1 단, 및 상기 제9 노드와 연결되는 제2 단을 포함하고,
 상기 제3 플라이잉 커패시터는 상기 제5 노드와 연결되는 제1 단, 및 상기 제4 노드와 연결되는 제2 단을 포함하고,
 상기 제4 플라이잉 커패시터는 상기 제7 노드와 연결되는 제1 단, 및 상기 제8 노드와 연결되는 제2 단을 포함하는 것을 특징으로 하는,
 스위치드 커패시터 직류-직류 변환기.

청구항 5

제4항에 있어서,
 상기 제6 노드와 상기 그라운드 노드 사이에 연결되는 출력 커패시터; 및
 상기 제6 노드와 상기 그라운드 노드 사이에 연결되는 출력 저항을 더 포함하는 것을 특징으로 하는,
 스위치드 커패시터 직류-직류 변환기.

청구항 6

제4항에 있어서,
 상기 제1 변환 모드는 제1 클록 위상 및 제2 클록 위상으로 제어되고,
 상기 제1 클록 위상에서,
 상기 제1 스위치, 상기 제17 스위치, 상기 제2 스위치, 상기 제16 스위치, 상기 제5 스위치, 상기 제6 스위치, 상기 제8 스위치, 상기 제11 스위치, 상기 제12 스위치, 및 상기 제15 스위치가 턴-온 되고,
 상기 제2 클록 위상에서,
 상기 제3 스위치, 상기 제18 스위치, 상기 제4 스위치, 상기 제10 스위치, 및 상기 제14 스위치가 턴-온 되는 것을 특징으로 하는,
 스위치드 커패시터 직류-직류 변환기.

청구항 7

제4항에 있어서,
 상기 제2 변환 모드는 제1 클록 위상 및 제2 클록 위상으로 제어되고,
 상기 제1 클록 위상에서,
 상기 제1 스위치, 상기 제17 스위치, 상기 제3 스위치, 상기 제18 스위치, 상기 제6 스위치, 상기 제10 스위치, 상기 제11 스위치, 및 상기 제15 스위치가 턴-온 되고,
 상기 제2 클록 위상에서,

상기 제2 스위치, 상기 제16 스위치, 상기 제3 스위치, 상기 제18 스위치, 상기 제5 스위치, 상기 제8 스위치, 상기 제12 스위치 및 상기 제14 스위치가 턴-온 되는 것을 특징으로 하는,
스위치드 커패시터 직류-직류 변환기.

청구항 8

제4항에 있어서,

상기 제3 변환 모드는 제1 클록 위상 및 제2 클록 위상으로 제어되고,

상기 제1 클록 위상에서,

상기 제2 스위치, 상기 제16 스위치, 상기 제3 스위치, 상기 제18 스위치, 상기 제6 스위치, 상기 제10 스위치, 및 상기 제11 스위치가 턴-온 되고,

상기 제2 클록 위상에서,

상기 제1 스위치, 상기 제17 스위치, 상기 제5 스위치, 상기 제8 스위치, 상기 제12 스위치, 상기 제14 스위치, 및 상기 제15 스위치가 턴-온 되는 것을 특징으로 하는,

스위치드 커패시터 직류-직류 변환기.

청구항 9

제4항에 있어서,

상기 제4 변환 모드는 제1 클록 위상, 제2 클록 위상, 제3 클록 위상, 및 제4 클록 위상으로 제어되고,

상기 제1 클록 위상에서,

상기 제2 스위치, 상기 제16 스위치, 상기 제3 스위치, 상기 제18 스위치, 상기 제6 스위치, 및 상기 제11 스위치가 턴-온 되고,

상기 제2 클록 위상에서,

상기 제2 스위치, 상기 제16 스위치, 상기 제5 스위치, 상기 제8 스위치, 및 상기 제14 스위치가 턴-온 되고,

상기 제3 클록 위상에서,

상기 제1 스위치, 상기 제17 스위치, 상기 제7 스위치, 상기 제9 스위치, 및 상기 제14 스위치가 턴-온 되고,

상기 제4 클록 위상에서,

상기 제1 스위치, 상기 제17 스위치, 상기 제6 스위치, 상기 제11 스위치, 및 상기 제13 스위치가 턴-온되는 것을 특징으로 하는,

스위치드 커패시터 직류-직류 변환기.

청구항 10

제4항에 있어서,

상기 제5 변환 모드는 제1 클록 위상, 제2 클록 위상, 및 제3 클록 위상으로 제어되고,

상기 제1 클록 위상에서,

상기 제2 스위치, 상기 제16 스위치, 상기 제3 스위치, 상기 제18 스위치, 상기 제6 스위치, 상기 제10 스위치 및 상기 제11 스위치가 턴-온 되고,

상기 제2 클록 위상에서,

상기 제2 스위치, 상기 제16 스위치, 상기 제5 스위치, 상기 제8 스위치, 상기 제12 스위치 및 상기 제14 스위치가 턴-온 되고,

상기 제3 클록 위상에서,

상기 제1 스위치, 상기 제17 스위치, 상기 제6 스위치, 상기 제7 스위치, 상기 제11 스위치, 및 상기 제13 스위치가 턴-온되는 것을 특징으로 하는,

스위치드 커패시터 직류-직류 변환기.

청구항 11

제4항에 있어서,

상기 제6 변환 모드는 제1 클록 위상, 제2 클록 위상, 제3 클록 위상, 및 제4 클록 위상으로 제어되고,

상기 제1 클록 위상에서,

상기 제2 스위치, 상기 제16 스위치, 상기 제5 스위치, 및 상기 제10 스위치가 턴-온 되고,

상기 제2 클록 위상에서,

상기 제5 스위치, 상기 제11 스위치, 상기 제12 스위치, 및 상기 제14 스위치가 턴-온 되고,

상기 제3 클록 위상에서,

상기 제1 스위치, 상기 제17 스위치, 상기 제5 스위치, 및 상기 제13 스위치가 턴-온 되고,

상기 제4 클록 위상에서,

상기 제2 스위치, 상기 제16 스위치, 상기 제3 스위치, 상기 제18 스위치, 및 상기 제6 스위치가 턴-온 되는 것을 특징으로 하는,

스위치드 커패시터 직류-직류 변환기.

청구항 12

제구성이 가능한 스위치드 커패시터 직류-직류 변환기; 및

상기 스위치드 커패시터 직류-직류 변환기에 제어 신호를 인가하는 스위치 제어부를 포함하고,

상기 스위치드 커패시터 직류-직류 변환기는 제1 내지 제4 플라이잉 커패시터, 및 제1 내지 제18 스위치를 포함하고,

상기 스위치드 커패시터 직류-직류 변환기는 복수의 변환 모드에서, 상기 제1 내지 제4 플라이잉 커패시터 및 상기 제1 내지 제18 스위치의 조합으로 복수의 변환 비율을 가지는 출력 전압을 생성하고,

상기 복수의 변환 모드는,

2/1 변환 비율의 제1 변환 모드, 1/2 변환 비율의 제2 변환 모드, 1/3 변환 비율의 제3 변환 모드, 2/7 변환 비율의 제4 변환 모드, 1/4 변환 비율의 제5 변환 모드, 및 1/5 변환 비율의 제6 변환 모드를 포함하고,

상기 제1 스위치는 입력 전압이 인가되는 제1 노드와 연결되는 제1 단, 및 제2 노드와 연결되는 제2 단을 포함하고,

상기 제2 스위치는 그라운드 노드와 연결되는 제1 단, 및 제3 노드와 연결되는 제2 단을 포함하고,

상기 제3 스위치는 상기 제2 노드와 연결되는 제1 단, 및 제2 노드와 연결되는 제2 단을 포함하고,

상기 제4 스위치는 제1 노드와 연결되는 제1 단, 및 제2 노드와 연결되는 제2 단을 포함하고,

상기 제4 스위치는 상기 제1 변환 모드에 사용되는 것을 특징으로 하는,

직류-직류 변환 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 직류-직류 변환기에 관한 것으로, 보다 상세하게는 제구성 가능한 스위치드 커패시터 직류-직류 변환기, 및 제구성 가능한 스위치드 커패시터 직류-직류 변환기를 포함하는 직류-직류 변환 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 직류-직류 변환기(DC-DC converter)는 임의의 직류 전원을 부하가 요구하는 형태의 직류 전원으로 변환시키는 전력변환장치이다. 상기 직류-직류 변환기의 종류로는 인덕터기반의 DC-DC 변환기와 스위치드 커패시터 기반의 DC-DC 변환기가 있다.
- [0003] 인덕터 기반의 DC-DC 변환기는 가장 간단한 형태의 변환기로서 반도체 스위치, 인덕터, 커패시터 등의 부품으로 구성되며, 고효율(90% 이상) 및 고출력(100mW 이상)이 필요한 분야에서 주로 사용된다.
- [0004] 한편, 스위치드 커패 시터 기반의 DC-DC 변환기는 반도체 스위치와 커패시터 등의 부품으로 구성되며, 낮은 전력(100mW 이하)이 필요한 분야와 에너지 효율 및 전압 제어 정도가 중요하지 않은 분야에서 주로 사용된다.
- [0005] 한편, 최근 환경에 대한 관심이 높아지고 저 탄소 녹색 성장이 중요시되는 현 시점에 저전력 반도체 설계가 반도체 시장에 큰 이슈가 되고 있다. 더 나아가 우리가 쉽게 무시하고 지나가는 산재 에너지를 전기 에너지로 바꾸는 친환경 기술인 에너지 하베스팅(energy harvesting) 기술이 소형기기에 활용되는 사례가 점차 늘어나고 있다. 빛 에너지, 열 에너지, 운동 에너지(진동, 압력 등), RF 에너지 등의 산재 에너지를 전기 에너지로 변환시키는 다양한 에너지 하베스터들이 존재한다. 하지만 산재 에너지는 주변 환경에 따라 얻어지는 에너지의 양에 큰 차이가 생기며, 이에 따라 직류-직류 변환기로 입력되는 전압이 크게 변하기 때문에 넓은 입력 전압 범위를 커버할 수 있는 직류-직류 변환기가 필요하다.
- [0006] 특히, 이러한 에너지 하베스팅과 관련된 기술 분야에서는 저전압 및 저전력으로 구동 가능하고, 저전력 집적회로의 설계에 유리한 스위치드 커패시터 기반의 직류-직류 변환기가 필요하다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0007] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제 10-2019-0032059호, "재구성가능한 스위치드 커패시터 어레이를 이용한 에너지 재활용 전압 스케일러 및 전압제어 방법"

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명의 일 목적은 스위치와 커패시터로 재구성된 변환 토폴로지를 사용하여 넓은 입력 전압에 대하여 스텝업 기능과 스텝다운 기능을 구현하는 스위치드 커패시터 직류-직류 변환기를 제공하는 것이다.
- [0009] 본 발명의 다른 목적은 스위치와 커패시터로 재구성된 변환 토폴로지를 사용하여 넓은 입력 전압에 대하여 스텝업 기능과 스텝다운 기능을 구현하는 스위치드 커패시터 직류-직류 변환기를 포함하는 직류-직류 변환 시스템을 제공하는 것이다.
- [0010] 다만, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 상기 언급된 과제에 한정되는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위에서 다양하게 확장될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0011] 본 발명의 일 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 실시예들에 따른 스위치드 커패시터 직류-직류 변환기는 제1 내지 제4 플라이인 커패시터, 및 제1 내지 제18 스위치를 포함할 수 있다. 스위치드 커패시터 직류-직류 변환기는 복수의 변환 모드에서, 상기 제1 내지 제4 플라이인 커패시터 및 상기 제1 내지 제18 스위치의 조합으로 복수의 변환 비율을 가지는 출력 전압을 생성할 수 있다. 상기 복수의 변환 모드는 2/1 변환 비율의 제1 변환 모드, 1/2 변환 비율의 제2 변환 모드, 1/3 변환 비율의 제3 변환 모드, 2/7 변환 비율의 제4 변환 모드, 1/4 변환 비율의 제5 변환 모드, 및 1/5 변환 비율의 제6 변환 모드를 포함할 수 있다. 상기 제1 스위치는 입력 전압이 인가되는 제1 노드와 연결되는 제1 단, 및 제2 노드와 연결되는 제2 단을 포함할 수 있다. 상기 제2 스위치는 그라운드 노드와 연결되는 제1 단, 및 제3 노드와 연결되는 제2 단을 포함할 수 있다. 상기 제3 스위치는 상기 제2 노드와 연결되는 제1 단, 및 제2 노드와 연결되는 제2 단을 포함할 수 있다. 상기 제4 스위치는 제1 노드와 연결되는 제1 단, 및 제2 노드와 연결되는 제2 단을 포함할 수 있다. 상기 제4 스위치는 상기 제1 변환 모드에

사용될 수 있다.

- [0012] 일 실시예에서, 상기 제5 스위치는 상기 그라운드 노드와 연결되는 제1 단, 및 제5 노드와 연결되는 제2 단을 포함할 수 있다. 상기 제6 스위치는 상기 제5 노드와 연결되는 제1 단, 및 제6 노드와 연결되는 제2 단을 포함할 수 있다. 상기 제7 스위치는 상기 제3 노드와 연결되는 제1 단, 및 상기 제4 노드와 연결되는 제2 단을 포함할 수 있다. 상기 제8 스위치는 상기 제4 노드와 연결되는 제1 단, 및 상기 제6 노드와 연결되는 제2 단을 포함할 수 있다. 상기 제9 스위치는 상기 제5 노드와 연결되는 제1 단, 및 제7 노드와 연결되는 제2 단을 포함할 수 있다. 상기 제10 스위치는 상기 제4 노드와 연결되는 제1 단, 및 제8 노드와 연결되는 제2 단을 포함할 수 있다. 상기 제11 스위치는 상기 제7 노드와 연결되는 제1 단, 및 상기 제6 노드와 연결되는 제2 단을 포함할 수 있다.
- [0013] 일 실시예에서, 상기 제12 스위치는 상기 그라운드 노드와 연결되는 제1 단, 및 상기 제7 노드와 연결되는 제2 단을 포함할 수 있다. 상기 제13 스위치는 상기 제3 노드와 연결되는 제1 단, 및 상기 제8 노드와 연결되는 제2 단을 포함할 수 있다. 상기 제14 스위치는 상기 제8 노드와 연결되는 제1 단, 및 상기 제6 노드와 연결되는 제2 단을 포함할 수 있다. 상기 제15 스위치는 상기 제3 노드와 연결되는 제1 단, 및 상기 제6 노드와 연결되는 제2 단을 포함할 수 있다. 상기 제16 스위치는 상기 그라운드 노드와 연결되는 제1 단, 및 상기 제3 노드와 연결되는 제2 단을 포함할 수 있다. 상기 제17 스위치는 상기 제1 노드와 연결되는 제1 단, 및 제9 노드와 연결되는 제2 단을 포함할 수 있다. 상기 제18 스위치는 상기 제9 노드와 연결되는 제1 단, 및 상기 제4 노드와 연결되는 제2 단을 포함할 수 있다.
- [0014] 일 실시예에서, 상기 제1 플라이잉 커패시터는 상기 제3 노드와 연결되는 제1 단, 및 상기 제2 노드와 연결되는 제2 단을 포함할 수 있다. 상기 제2 플라이잉 커패시터는 상기 제3 노드와 연결되는 제1 단, 및 상기 제9 노드와 연결되는 제2 단을 포함할 수 있다. 상기 제3 플라이잉 커패시터는 상기 제5 노드와 연결되는 제1 단, 및 상기 제4 노드와 연결되는 제2 단을 포함할 수 있다. 상기 제4 플라이잉 커패시터는 상기 제7 노드와 연결되는 제1 단, 및 상기 제8 노드와 연결되는 제2 단을 포함할 수 있다.
- [0015] 일 실시예에서, 스위치드 커패시터 직류-직류 변환기는 상기 제6 노드와 상기 그라운드 노드 사이에 연결되는 출력 커패시터, 및 상기 제6 노드와 상기 그라운드 노드 사이에 연결되는 출력 저항을 더 포함할 수 있다.
- [0016] 일 실시예에서, 상기 제1 변환 모드는 제1 클록 위상 및 제2 클록 위상으로 제어될 수 있다. 상기 제1 클록 위상에서 상기 제1 스위치, 상기 제17 스위치, 상기 제2 스위치, 상기 제16 스위치, 상기 제5 스위치, 상기 제6 스위치, 상기 제8 스위치, 상기 제11 스위치, 상기 제12 스위치, 및 상기 제15 스위치가 턴-온 될 수 있다. 상기 제2 클록 위상에서 상기 제3 스위치, 상기 제18 스위치, 상기 제4 스위치, 상기 제10 스위치, 및 상기 제14 스위치가 턴-온 될 수 있다.
- [0017] 일 실시예에서, 상기 제2 변환 모드는 제1 클록 위상 및 제2 클록 위상으로 제어될 수 있다. 상기 제1 클록 위상에서 상기 제1 스위치, 상기 제17 스위치, 상기 제3 스위치, 상기 제18 스위치, 상기 제6 스위치, 상기 제10 스위치, 상기 제11 스위치, 및 상기 제15 스위치가 턴-온 될 수 있다. 상기 제2 클록 위상에서 상기 제2 스위치, 상기 제16 스위치, 상기 제3 스위치, 상기 제18 스위치, 상기 제5 스위치, 상기 제8 스위치, 상기 제12 스위치 및 상기 제14 스위치가 턴-온 될 수 있다.
- [0018] 일 실시예에서, 상기 제3 변환 모드는 제1 클록 위상 및 제2 클록 위상으로 제어될 수 있다. 상기 제1 클록 위상에서 상기 제2 스위치, 상기 제16 스위치, 상기 제3 스위치, 상기 제18 스위치, 상기 제6 스위치, 상기 제10 스위치, 및 상기 제11 스위치가 턴-온 될 수 있다. 상기 제2 클록 위상에서 상기 제1 스위치, 상기 제17 스위치, 상기 제5 스위치, 상기 제8 스위치, 상기 제12 스위치, 상기 제14 스위치, 및 상기 제15 스위치가 턴-온 될 수 있다.
- [0019] 일 실시예에서, 상기 제4 변환 모드는 제1 클록 위상, 제2 클록 위상, 제3 클록 위상, 및 제4 클록 위상으로 제어될 수 있다. 상기 제1 클록 위상에서 상기 제2 스위치, 상기 제16 스위치, 상기 제3 스위치, 상기 제18 스위치, 상기 제6 스위치, 및 상기 제11 스위치가 턴-온 될 수 있다. 상기 제2 클록 위상에서 상기 제2 스위치, 상기 제16 스위치, 상기 제5 스위치, 상기 제8 스위치, 및 상기 제14 스위치가 턴-온 될 수 있다. 상기 제3 클록 위상에서 상기 제1 스위치, 상기 제17 스위치, 상기 제7 스위치, 상기 제9 스위치, 및 상기 제14 스위치가 턴-온 될 수 있다. 상기 제4 클록 위상에서 상기 제1 스위치, 상기 제17 스위치, 상기 제6 스위치, 상기 제11 스위치, 및 상기 제13 스위치가 턴-온될 수 있다.
- [0020] 일 실시예에서, 상기 제5 변환 모드는 제1 클록 위상, 제2 클록 위상, 및 제3 클록 위상으로 제어될 수 있다.

상기 제1 클록 위상에서 상기 제2 스위치, 상기 제16 스위치, 상기 제3 스위치, 상기 제18 스위치, 상기 제6 스위치, 상기 제10 스위치 및 상기 제11 스위치가 턴-온 될 수 있다. 상기 제2 클록 위상에서 상기 제2 스위치, 상기 제16 스위치, 상기 제5 스위치, 상기 제8 스위치, 상기 제12 스위치 및 상기 제14 스위치가 턴-온 될 수 있다. 상기 제3 클록 위상에서 상기 제1 스위치, 상기 제17 스위치, 상기 제6 스위치, 상기 제7 스위치, 상기 제11 스위치, 및 상기 제13 스위치가 턴-온될 수 있다.

[0021] 일 실시예에서, 상기 제6 변환 모드는 제1 클록 위상, 제2 클록 위상, 제3 클록 위상, 및 제4 클록 위상으로 제어될 수 있다. 상기 제1 클록 위상에서 상기 제2 스위치, 상기 제16 스위치, 상기 제5 스위치, 및 상기 제10 스위치가 턴-온 될 수 있다. 상기 제2 클록 위상에서 상기 제5 스위치, 상기 제11 스위치, 상기 제12 스위치, 및 상기 제14 스위치가 턴-온 될 수 있다. 상기 제3 클록 위상에서 상기 제1 스위치, 상기 제17 스위치, 상기 제5 스위치, 및 상기 제13 스위치가 턴-온 될 수 있다. 상기 제4 클록 위상에서 상기 제2 스위치, 상기 제16 스위치, 상기 제3 스위치, 상기 제18 스위치, 및 상기 제6 스위치가 턴-온 될 수 있다.

[0022] 본 발명의 다른 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 실시예들에 따른 직류-직류 변환 시스템은 재구성이 가능한 스위치드 커패시터 직류-직류 변환기, 및 상기 스위치드 커패시터 직류-직류 변환기에 제어 신호를 인가하는 스위치 제어부를 포함할 수 있다. 스위치드 커패시터 직류-직류 변환기는 제1 내지 제4 플라이잉 커패시터, 및 제1 내지 제18 스위치를 포함할 수 있다. 스위치드 커패시터 직류-직류 변환기는 복수의 변환 모드에서, 상기 제1 내지 제4 플라이잉 커패시터 및 상기 제1 내지 제18 스위치의 조합으로 복수의 변환 비율을 가지는 출력 전압을 생성할 수 있다. 상기 복수의 변환 모드는 2/1 변환 비율의 제1 변환 모드, 1/2 변환 비율의 제2 변환 모드, 1/3 변환 비율의 제3 변환 모드, 2/7 변환 비율의 제4 변환 모드, 1/4 변환 비율의 제5 변환 모드, 및 1/5 변환 비율의 제6 변환 모드를 포함할 수 있다. 상기 제1 스위치는 입력 전압이 인가되는 제1 노드와 연결되는 제1 단, 및 제2 노드와 연결되는 제2 단을 포함할 수 있다. 상기 제2 스위치는 그라운드 노드와 연결되는 제1 단, 및 제3 노드와 연결되는 제2 단을 포함할 수 있다. 상기 제3 스위치는 상기 제2 노드와 연결되는 제1 단, 및 제2 노드와 연결되는 제2 단을 포함할 수 있다. 상기 제4 스위치는 제1 노드와 연결되는 제1 단, 및 제2 노드와 연결되는 제2 단을 포함할 수 있다. 상기 제4 스위치는 상기 제1 변환 모드에 사용될 수 있다.

발명의 효과

[0023] 본 발명의 실시예들에 따른 스위치드 커패시터 직류-직류 변환기는 스위치와 커패시터로 재구성된 변환 토폴로지를 사용하여 넓은 입력 전압에 대하여 스텝업 기능과 스텝다운 기능을 구현함으로써, 로드 레귤레이션 특성을 향상시키고, 변환 효율을 개선할 수 있다.

[0024] 다만, 본 발명의 효과는 상술한 효과에 한정되는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위에서 다양하게 확장될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 본 발명의 실시예들에 따른 스위치드 커패시터 직류-직류 변환기의 회로도이다.

도 2는 도 1의 스위치드 커패시터 직류-직류 변환기를 시뮬레이션으로 구현한 예시이다.

도 3은 복수의 변환 모드에서, 제1 내지 제18 스위치가 동작하는 클록 위상을 나타내는 도표이다.

도 4a는 제5 변환 모드로 동작하는 경우, 제1 클록 위상에서 구현되는 회로를 나타내는 회로도이다.

도 4b는 제5 변환 모드로 동작하는 경우, 제2 클록 위상에서 구현되는 회로를 나타내는 회로도이다.

도 4c는 제5 변환 모드로 동작하는 경우, 제3 클록 위상에서 구현되는 회로를 나타내는 회로도이다.

도 4d는 1/4 변환 비율의 제5 변환 모드에서, PSpice 시뮬레이션 결과를 나타내는 도면이다.

도 5a는 제1 변환 모드로 동작하는 경우, 제1 클록 위상에서 구현되는 회로를 나타내는 회로도이다.

도 5b는 제1 변환 모드로 동작하는 경우, 제2 클록 위상에서 구현되는 회로를 나타내는 회로도이다.

도 5c는 2/1 변환 비율의 제1 변환 모드에서, PSpice 시뮬레이션 결과를 나타내는 도면이다.

도 6은 본 발명의 실시예들에 따른 직류-직류 변환 시스템을 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 본 명세서에 개시되어 있는 본 발명의 개념에 따른 실시예들에 대해서 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로서, 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본 명세서에 설명된 실시예들에 한정되지 않는다.
- [0027] 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 변경들을 가할 수 있고 여러 가지 형태들을 가질 수 있으므로 실시예들을 도면에 예시하고 본 명세서에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 특정한 개시형태들에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.
- [0028] 제1 또는 제2 등의 용어를 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 구성요소들은 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만, 예를 들면 본 발명의 개념에 따른 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.
- [0029] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성요소들 간의 관계를 설명하는 표현들, 예를 들면 "~사이에"와 "바로~사이에" 또는 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.
- [0030] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예들을 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함으로 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0031] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0032] 이하, 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나, 특허출원의 범위가 이러한 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0033] 도 1은 본 발명의 실시예들에 따른 스위치드 커패시터 직류-직류 변환기의 회로도이고, 도 2는 도 1의 스위치드 커패시터 직류-직류 변환기를 시뮬레이션으로 구현한 예시이다.
- [0034] 도 1 및 2를 참조하면, 스위치드 커패시터 직류-직류 변환기는 복수의 스위치 및 복수의 플라이잉 커패시터로 구성될 수 있다. 예를 들어, 스위치드 커패시터 직류-직류 변환기는 제1 내지 제4 플라이잉 커패시터(C1, C2, C3, C4), 및 제1 내지 제18 스위치(S1 내지 S18)를 포함할 수 있다.
- [0035] 스위치드 커패시터 직류-직류 변환기는 복수의 변환 모드에서, 상기 제1 내지 제4 플라이잉 커패시터(C1, C2, C3, C4) 및 상기 제1 내지 제18 스위치(S1 내지 S18)의 조합으로 복수의 변환 비율을 가지는 출력 전압을 생성할 수 있다.
- [0036] 본 발명의 실시예들에 따른 스위치드 커패시터 직류-직류 변환기는 스위치와 커패시터로 재구성된 변환 토폴로지를 사용하여 넓은 입력 전압에 대하여 스텝업 기능과 스텝다운 기능을 구현할 수 있다.
- [0037] 스텝업 기능은 2/1 변환 비율의 출력 전압을 생성할 수 있다. 스텝다운 기능은 1/2 변환 비율, 1/3 변환 비율, 2/7 변환 비율, 1/4 변환 비율, 및 1/5 변환 비율의 출력 전압을 생성할 수 있다. 다만, 이와 같은 변환 비율을 일 예시일 뿐, 본 발명의 스텝업 기능 및 스텝다운 기능의 변환 비율을 한정하지는 않는다.
- [0038] 일 실시예에서, 상기 복수의 변환 모드는 2/1 변환 비율의 제1 변환 모드, 1/2 변환 비율의 제2 변환 모드, 1/3 변환 비율의 제3 변환 모드, 2/7 변환 비율의 제4 변환 모드, 1/4 변환 비율의 제5 변환 모드, 및 1/5 변환 비율의 제6 변환 모드를 포함할 수 있다.

- [0039] 제1 내지 제6 변환 모드에서, 제1 내지 제18 스위치(S1 내지 S18)가 클록 위상에 따라 턴-온 및 턴-오프 됨에 따라, 제1 내지 제4 플라이잉 커패시터(C1, C2, C3, C4)가 충전 또는 방전될 수 있다.
- [0040] 스위치드 커패시터 직류-직류 변환기는 제1 내지 제4 플라이잉 커패시터(C1, C2, C3, C4)가 충전 또는 방전됨에 따라 스텝업 기능 및 스텝다운 기능을 구현할 수 있다.
- [0041] 도 1 및 2에서는 제1 내지 제18 스위치(S1 내지 S18)를 NMOS로 구현하였으나, 본 발명의 스위치는 이에 한정되지 않는다. 일 예시로서, 제1 내지 제18 스위치(S1 내지 S18)는 PMOS로 구현될 수 있다. 다른 예시로서, 제1 내지 제18 스위치(S1 내지 S18)는 NMOS/PMOS로 구성된 Transmission gate로 구성될 수 있다.
- [0042] 예를 들어, 상기 제1 스위치(S1)는 입력 전압이 인가되는 제1 노드(N1)와 연결되는 제1 단, 및 제2 노드(N2)와 연결되는 제2 단을 포함할 수 있다.
- [0043] 예를 들어, 상기 제2 스위치(S2)는 그라운드 노드(NG)와 연결되는 제1 단, 및 제3 노드(N3)와 연결되는 제2 단을 포함할 수 있다.
- [0044] 예를 들어, 상기 제3 스위치(S3)는 상기 제2 노드(N2)와 연결되는 제1 단, 및 제2 노드(N2)와 연결되는 제2 단을 포함할 수 있다.
- [0045] 예를 들어, 상기 제4 스위치(S4)는 제1 노드(N1)와 연결되는 제1 단, 및 제2 노드(N2)와 연결되는 제2 단을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 제4 스위치(S4)는 상기 2/1 변환 비율의 제1 변환 모드에 사용될 수 있다.
- [0046] 예를 들어, 상기 제5 스위치(S5)는 상기 그라운드 노드(NG)와 연결되는 제1 단, 및 제5 노드(N5)와 연결되는 제2 단을 포함할 수 있다.
- [0047] 예를 들어, 상기 제6 스위치(S6)는 상기 제5 노드(N5)와 연결되는 제1 단, 및 제6 노드(N6)와 연결되는 제2 단을 포함할 수 있다.
- [0048] 예를 들어, 상기 제7 스위치(S7)는 상기 제3 노드(N3)와 연결되는 제1 단, 및 상기 제4 노드(N4)와 연결되는 제2 단을 포함할 수 있다.
- [0049] 예를 들어, 상기 제8 스위치(S8)는 상기 제4 노드(N4)와 연결되는 제1 단, 및 상기 제6 노드(N6)와 연결되는 제2 단을 포함할 수 있다.
- [0050] 예를 들어, 상기 제9 스위치(S9)는 상기 제5 노드(N5)와 연결되는 제1 단, 및 제7 노드(N7)와 연결되는 제2 단을 포함할 수 있다.
- [0051] 예를 들어, 상기 제10 스위치(S10)는 상기 제4 노드(N4)와 연결되는 제1 단, 및 제8 노드(N8)와 연결되는 제2 단을 포함할 수 있다.
- [0052] 예를 들어, 상기 제11 스위치(S11)는 상기 제7 노드(N7)와 연결되는 제1 단, 및 상기 제6 노드(N6)와 연결되는 제2 단을 포함할 수 있다.
- [0053] 예를 들어, 상기 제12 스위치(S12)는 상기 그라운드 노드(NG)와 연결되는 제1 단, 및 상기 제7 노드(N7)와 연결되는 제2 단을 포함할 수 있다.
- [0054] 예를 들어, 상기 제13 스위치(S13)는 상기 제3 노드(N3)와 연결되는 제1 단, 및 상기 제8 노드(N8)와 연결되는 제2 단을 포함할 수 있다.
- [0055] 예를 들어, 상기 제14 스위치(S14)는 상기 제8 노드(N8)와 연결되는 제1 단, 및 상기 제6 노드(N6)와 연결되는 제2 단을 포함할 수 있다.
- [0056] 예를 들어, 상기 제15 스위치(S15)는 상기 제3 노드(N3)와 연결되는 제1 단, 및 상기 제6 노드(N6)와 연결되는 제2 단을 포함할 수 있다.
- [0057] 예를 들어, 상기 제16 스위치(S16)는 상기 그라운드 노드(NG)와 연결되는 제1 단, 및 상기 제3 노드(N3)와 연결되는 제2 단을 포함할 수 있다.
- [0058] 예를 들어, 상기 제17 스위치(S17)는 상기 제1 노드(N1)와 연결되는 제1 단, 및 제9 노드(N9)와 연결되는 제2 단을 포함할 수 있다.
- [0059] 예를 들어, 상기 제18 스위치(S18)는 상기 제9 노드(N9)와 연결되는 제1 단, 및 상기 제4 노드(N4)와 연결되는

제2 단을 포함할 수 있다.

- [0060] 상기 제1 플라이잉 커패시터(C1)는 상기 제3 노드(N3)와 연결되는 제1 단, 및 상기 제2 노드(N2)와 연결되는 제2 단을 포함할 수 있다.
- [0061] 상기 제2 플라이잉 커패시터(C2)는 상기 제3 노드(N3)와 연결되는 제1 단, 및 상기 제9 노드(N9)와 연결되는 제2 단을 포함할 수 있다.
- [0062] 상기 제3 플라이잉 커패시터(C3)는 상기 제5 노드(N5)와 연결되는 제1 단, 및 상기 제4 노드(N4)와 연결되는 제2 단을 포함할 수 있다.
- [0063] 상기 제4 플라이잉 커패시터(C4)는 상기 제7 노드(N7)와 연결되는 제1 단, 및 상기 제8 노드(N8)와 연결되는 제2 단을 포함할 수 있다.
- [0064] 일 실시예에서, 스위치드 커패시터 직류-직류 변환기는 출력 커패시터 및 출력 저항을 더 포함할 수 있다.
- [0065] 상기 출력 커패시터는 제6 노드(N6)와 상기 그라운드 노드(NG) 사이에 연결될 수 있다. 상기 출력 저항은 상기 제6 노드(N6)와 상기 그라운드 노드(NG) 사이에 연결될 수 있다.
- [0066] 도 3은 복수의 변환 모드에서, 제1 내지 제18 스위치(S1 내지 S18)가 동작하는 클록 위상을 나타내는 도표이다.
- [0067] 도 3을 참조하면, 스위치드 커패시터 직류-직류 변환기는 복수의 클록 위상에 따라 제1 내지 제18 스위치(S1 내지 S18)가 제어될 수 있다. 제1 내지 제18 스위치(S1 내지 S18)가 각각의 클록 위상에서 턴-온 및 턴-오프 됨에 따라 제1 내지 제4 플라이잉 커패시터(C1, C2, C3, C4)가 충전 또는 방전될 수 있다.
- [0068] 제1 변환 모드는 2/1 변환 비율의 출력 전압을 생성할 수 있다. 예를 들어, 제1 변환 모드는 스텝업 기능을 수행할 수 있다.
- [0069] 상기 제1 변환 모드는 제1 클록 위상 및 제2 클록 위상으로 제어될 수 있다.
- [0070] 상기 제1 클록 위상에서 상기 제1 스위치(S1), 상기 제17 스위치(S17), 상기 제2 스위치(S2), 상기 제16 스위치(S16), 상기 제5 스위치(S5), 상기 제6 스위치(S6), 상기 제8 스위치(S8), 상기 제11 스위치(S11), 상기 제12 스위치(S12), 및 상기 제15 스위치(S15)가 턴-온 될 수 있다.
- [0071] 상기 제2 클록 위상에서 상기 제3 스위치(S3), 상기 제18 스위치(S18), 상기 제4 스위치(S4), 상기 제10 스위치(S10), 및 상기 제14 스위치(S14)가 턴-온 될 수 있다.
- [0072] 제2 변환 모드는 1/2 변환 비율의 출력 전압을 생성할 수 있다. 예를 들어, 제1 변환 모드는 스텝다운 기능을 수행할 수 있다.
- [0073] 상기 제2 변환 모드는 제1 클록 위상 및 제2 클록 위상으로 제어될 수 있다.
- [0074] 상기 제1 클록 위상에서 상기 제1 스위치(S1), 상기 제17 스위치(S17), 상기 제3 스위치(S3), 상기 제18 스위치(S18), 상기 제6 스위치(S6), 상기 제10 스위치(S10), 상기 제11 스위치(S11), 및 상기 제15 스위치(S15)가 턴-온 될 수 있다.
- [0075] 상기 제2 클록 위상에서 상기 제2 스위치(S2), 상기 제16 스위치(S16), 상기 제3 스위치(S3), 상기 제18 스위치(S18), 상기 제5 스위치(S5), 상기 제8 스위치(S8), 상기 제12 스위치(S12) 및 상기 제14 스위치(S14)가 턴-온 될 수 있다.
- [0076] 제3 변환 모드는 1/3 변환 비율의 출력 전압을 생성할 수 있다. 예를 들어, 제1 변환 모드는 스텝다운 기능을 수행할 수 있다.
- [0077] 상기 제3 변환 모드는 제1 클록 위상 및 제2 클록 위상으로 제어될 수 있다. 제3 변환 모드의 1/4 변환 비율은 DK(Dickson) 토폴로지를 사용하여 구현될 수 있다.
- [0078] 상기 제1 클록 위상에서 상기 제2 스위치(S2), 상기 제16 스위치(S16), 상기 제3 스위치(S3), 상기 제18 스위치(S18), 상기 제6 스위치(S6), 상기 제10 스위치(S10), 및 상기 제11 스위치(S11)가 턴-온 될 수 있다.
- [0079] 상기 제2 클록 위상에서 상기 제1 스위치(S1), 상기 제17 스위치(S17), 상기 제5 스위치(S5), 상기 제8 스위치(S8), 상기 제12 스위치(S12), 상기 제14 스위치(S14), 및 상기 제15 스위치(S15)가 턴-온 될 수 있다.
- [0080] 제4 변환 모드는 2/7 변환 비율의 출력 전압을 생성할 수 있다. 예를 들어, 제1 변환 모드는 스텝다운 기능을

수행할 수 있다.

- [0081] 상기 제4 변환 모드는 제1 클록 위상, 제2 클록 위상, 제3 클록 위상, 및 제4 클록 위상으로 제어될 수 있다. 제4 변환 모드의 2/7 변환 비율은 SGF(Signed Generalized Representation) 토폴로지를 사용하여 구현될 수 있다.
- [0082] 상기 제1 클록 위상에서 상기 제2 스위치(S2), 상기 제16 스위치(S16), 상기 제3 스위치(S3), 상기 제18 스위치(S18), 상기 제6 스위치(S6), 및 상기 제11 스위치(S11)가 턴-온 될 수 있다.
- [0083] 상기 제2 클록 위상에서 상기 제2 스위치(S2), 상기 제16 스위치(S16), 상기 제5 스위치(S5), 상기 제8 스위치(S8), 및 상기 제14 스위치(S14)가 턴-온 될 수 있다.
- [0084] 상기 제3 클록 위상에서 상기 제1 스위치(S1), 상기 제17 스위치(S17), 상기 제7 스위치(S7), 상기 제9 스위치(S9), 및 상기 제14 스위치(S14)가 턴-온 될 수 있다.
- [0085] 상기 제4 클록 위상에서 상기 제1 스위치(S1), 상기 제17 스위치(S17), 상기 제6 스위치(S6), 상기 제11 스위치(S11), 및 상기 제13 스위치(S13)가 턴-온될 수 있다.
- [0086] 제5 변환 모드는 1/4 변환 비율의 출력 전압을 생성할 수 있다. 예를 들어, 제1 변환 모드는 스텝다운 기능을 수행할 수 있다.
- [0087] 상기 제5 변환 모드는 제1 클록 위상, 제2 클록 위상, 및 제3 클록 위상으로 제어될 수 있다. 제5 변환 모드의 1/4 변환 비율은 EXB(Extended Binary representation) 토폴로지를 사용하여 구현될 수 있다.
- [0088] 상기 제1 클록 위상에서 상기 제2 스위치(S2), 상기 제16 스위치(S16), 상기 제3 스위치(S3), 상기 제18 스위치(S18), 상기 제6 스위치(S6), 상기 제10 스위치(S10) 및 상기 제11 스위치(S11)가 턴-온 될 수 있다.
- [0089] 상기 제2 클록 위상에서 상기 제2 스위치(S2), 상기 제16 스위치(S16), 상기 제5 스위치(S5), 상기 제8 스위치(S8), 상기 제12 스위치(S12) 및 상기 제14 스위치(S14)가 턴-온 될 수 있다.
- [0090] 상기 제3 클록 위상에서 상기 제1 스위치(S1), 상기 제17 스위치(S17), 상기 제6 스위치(S6), 상기 제7 스위치(S7), 상기 제11 스위치(S11), 및 상기 제13 스위치(S13)가 턴-온될 수 있다.
- [0091] 제6 변환 모드는 1/5 변환 비율의 출력 전압을 생성할 수 있다. 예를 들어, 제1 변환 모드는 스텝다운 기능을 수행할 수 있다.
- [0092] 상기 제6 변환 모드는 제1 클록 위상, 제2 클록 위상, 제3 클록 위상, 및 제4 클록 위상으로 제어될 수 있다. 제6 변환 모드의 1/5 변환 비율은 SGF(Signed Generalized Representation) 토폴로지를 사용하여 구현될 수 있다.
- [0093] 상기 제1 클록 위상에서 상기 제2 스위치(S2), 상기 제16 스위치(S16), 상기 제5 스위치(S5), 및 상기 제10 스위치(S10)가 턴-온 될 수 있다.
- [0094] 상기 제2 클록 위상에서 상기 제5 스위치(S5), 상기 제11 스위치(S11), 상기 제12 스위치(S12), 및 상기 제14 스위치(S14)가 턴-온 될 수 있다.
- [0095] 상기 제3 클록 위상에서 상기 제1 스위치(S1), 상기 제17 스위치(S17), 상기 제5 스위치(S5), 및 상기 제13 스위치(S13)가 턴-온 될 수 있다.
- [0096] 상기 제4 클록 위상에서 상기 제2 스위치(S2), 상기 제16 스위치(S16), 상기 제3 스위치(S3), 상기 제18 스위치(S18), 및 상기 제6 스위치(S6)가 턴-온 될 수 있다.
- [0097] 도 4a는 제5 변환 모드로 동작하는 경우, 제1 클록 위상에서 구현되는 회로를 나타내는 회로도이고, 도 4b는 제5 변환 모드로 동작하는 경우, 제2 클록 위상에서 구현되는 회로를 나타내는 회로도이며, 도 4c는 제5 변환 모드로 동작하는 경우, 제3 클록 위상에서 구현되는 회로를 나타내는 회로도이고, 도 4d는 1/4 변환 비율의 제5 변환 모드에서, PSpice 시뮬레이션 결과를 나타내는 도면이다.
- [0098] 도 4a 내지 4b를 참조하면, 본 발명의 실시예들에 따른 스위치드 커패시터 직류-직류 변환기는 1/4 변환 비율의 스텝다운 기능을 수행할 수 있다.
- [0099] 입력 전압이 4V일 때, 스위치드 커패시터 직류-직류 변환기의 제5 변환 모드를 구현하였다. 특히, 1/4 변환 비율은 EXB(Extended Binary representation) 토폴로지를 사용하였다.

- [0100] 예를 들어, 도 4c의 제3 클록 위상에서, 제1 내지 제4 플라이잉 커패시터(C1, C2, C3, C4)가 입력 전압에 의해 충전될 수 있다. 도 4a의 제1 클록 위상에서, 제1 플라이잉 커패시터(C1) 및 제2 플라이잉 커패시터(C2)가 제3 플라이잉 커패시터(C3) 및 제4 플라이잉 커패시터(C4)를 충전할 수 있다. 도 4b의 제2 클록 위상에서, 제3 플라이잉 커패시터(C3) 및 제4 플라이잉 커패시터(C4)가 출력단에 출력 전압을 제공할 수 있다.
- [0101] 도 4d에서 보듯이, 4V의 입력 전압은 제5 변환 모드에서 1V로 스텝다운된 것을 확인할 수 있다.
- [0102] 도 5a는 제1 변환 모드로 동작하는 경우, 제1 클록 위상에서 구현되는 회로를 나타내는 회로도이고, 도 5b는 제1 변환 모드로 동작하는 경우, 제2 클록 위상에서 구현되는 회로를 나타내는 회로도이며, 도 5c는 2/1 변환 비율의 제1 변환 모드에서, PSpice 시뮬레이션 결과를 나타내는 도면이다.
- [0103] 도 5a 내지 5c를 참조하면, 본 발명의 실시예들에 따른 스위치드 커패시터 직류-직류 변환기는 2/1 변환 비율의 스텝업 기능을 수행할 수 있다.
- [0104] 입력 전압이 1V일 때, 스위치드 커패시터 직류-직류 변환기의 제1 변환 모드를 구현하였다.
- [0105] 예를 들어, 도 5a의 제1 클록 위상에서, 제1 플라이잉 커패시터(C1)가 입력 전압에 의해 충전될 수 있다. 도 5b의 제2 클록 위상에서, 입력 전압과 제1 플라이잉 커패시터(C1)에 충전된 전압이 출력단에 출력 전압을 제공할 수 있다.
- [0106] 도 5c에서 보듯이, 1V의 입력 전압은 제1 변환 모드에서 2V로 스텝업된 것을 확인할 수 있다.
- [0107] 이와 같이, 스위치드 커패시터 직류-직류 변환기는 스위치와 커패시터로 재구성된 변환 토폴로지를 사용하여 넓은 입력 전압에 대하여 스텝업 기능과 스텝다운 기능을 구현함으로써, 로드 레귤레이션 특성을 향상시키고, 변환 효율을 개선할 수 있다.
- [0108] 도 6은 본 발명의 실시예들에 따른 직류-직류 변환 시스템을 나타내는 도면이다.
- [0109] 도 6을 참조하면, 직류-직류 변환 시스템은 재구성이 가능한 스위치드 커패시터 직류-직류 변환기(200), 및 스위치드 커패시터 직류-직류 변환기(200)에 제어 신호를 인가하는 스위치 제어부(100)를 포함할 수 있다.
- [0110] 스위치드 커패시터 직류-직류 변환기(200)는 제1 내지 제4 플라이잉 커패시터, 및 제1 내지 제18 스위치를 포함할 수 있다.
- [0111] 스위치 제어부(100)는 스위치드 커패시터 직류-직류 변환기(200)에 포함된 제1 내지 제18 스위치를 턴-온 또는 턴-오프 하는 제어 신호를 생성할 수 있다. 스위치 제어부(100)는 클록 위상에 따라 제1 내지 제18 스위치를 제어하는 제어 신호를 스위치드 커패시터 직류-직류 변환기(200)에 제공할 수 있다.
- [0112] 스위치드 커패시터 직류-직류 변환기(200)는 복수의 변환 모드에서, 상기 제1 내지 제4 플라이잉 커패시터 및 상기 제1 내지 제18 스위치의 조합으로 복수의 변환 비율을 가지는 출력 전압을 생성할 수 있다.
- [0113] 상기 복수의 변환 모드는 2/1 변환 비율의 제1 변환 모드, 1/2 변환 비율의 제2 변환 모드, 1/3 변환 비율의 제3 변환 모드, 2/7 변환 비율의 제4 변환 모드, 1/4 변환 비율의 제5 변환 모드, 및 1/5 변환 비율의 제6 변환 모드를 포함할 수 있다.
- [0114] 직류-직류 변환 시스템은 스위치와 커패시터로 재구성된 변환 토폴로지를 사용하여 넓은 입력 전압에 대하여 스텝업 기능과 스텝다운 기능을 구현함으로써, 로드 레귤레이션 특성을 향상시키고, 변환 효율을 개선할 수 있다. 다만, 이에 대해서는 상술한 바 있으므로, 그에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0115] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPA(field programmable array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의

프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 컨트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0116] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0117] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다. 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

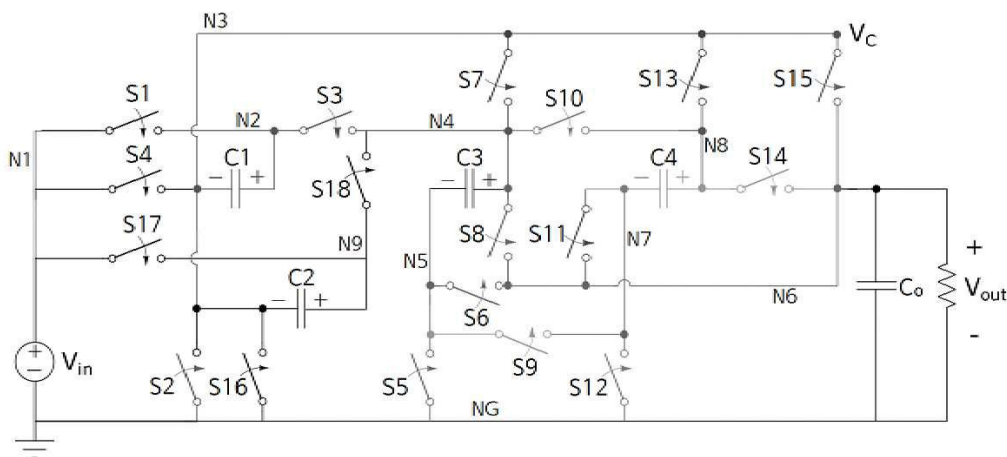
부호의 설명

[0118] 100: 스위치 제어부

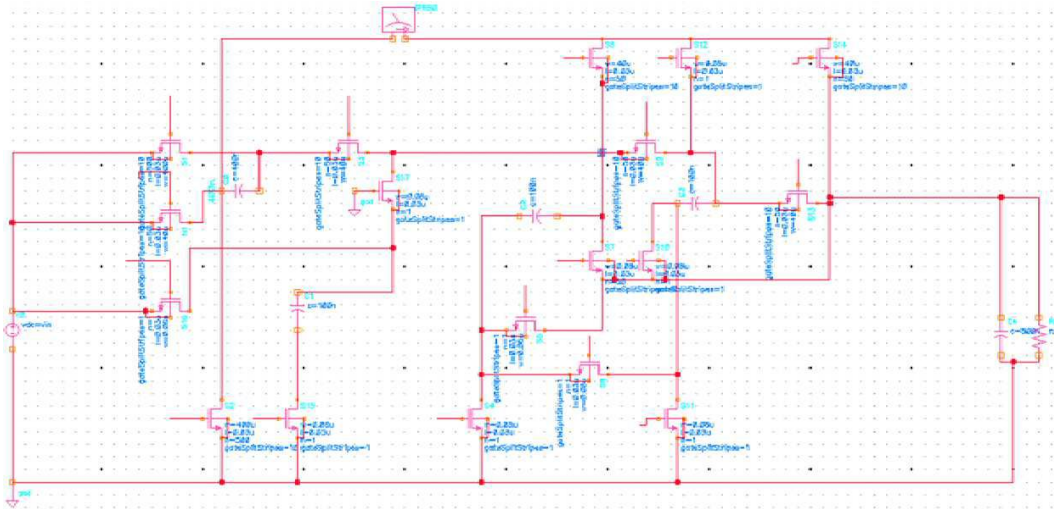
200: 스위치드 커패시터 직류-직류 변환기

도면

도면1



도면2

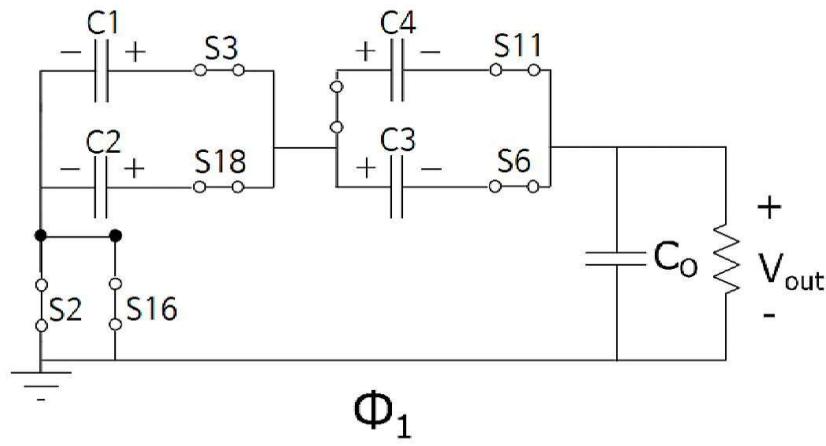


도면3

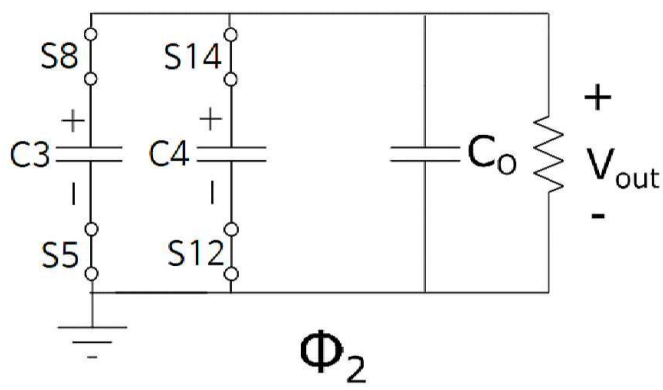
n_i	S_1, S_{17}	S_2, S_{16}	S_3, S_{18}	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8
2/1	Φ_1	Φ_1	Φ_2	Φ_2	Φ_1	Φ_1	X	Φ_1
1/2	Φ_1	Φ_2	Φ_1, Φ_2	X	Φ_2	Φ_1	X	Φ_2
1/3	Φ_2	Φ_1	Φ_1	X	Φ_2	Φ_1	X	Φ_2
2/7	Φ_3, Φ_4	Φ_1, Φ_2	Φ_1	X	Φ_2	Φ_1, Φ_4	Φ_3	Φ_2
1/4	Φ_3	Φ_1, Φ_2	Φ_1	X	Φ_2	Φ_1, Φ_3	Φ_3	Φ_2
1/5	Φ_3	Φ_1, Φ_4	Φ_4	X	Φ_1, Φ_2, Φ_3	Φ_4	X	X

n_i	S_9	S_{10}	S_{11}	S_{12}	S_{13}	S_{14}	S_{15}
2/1	X	Φ_2	Φ_1	Φ_1	X	Φ_2	Φ_1
1/2	X	Φ_1	Φ_1	Φ_2	X	Φ_2	Φ_1
1/3	X	Φ_1	Φ_1	Φ_2	X	Φ_2	Φ_2
2/7	Φ_3	X	Φ_1, Φ_4	X	Φ_4	Φ_2, Φ_3	X
1/4	X	Φ_1	Φ_1, Φ_3	Φ_2	Φ_3	Φ_2	X
1/5	X	Φ_1	Φ_2	Φ_2	Φ_3	Φ_2	X

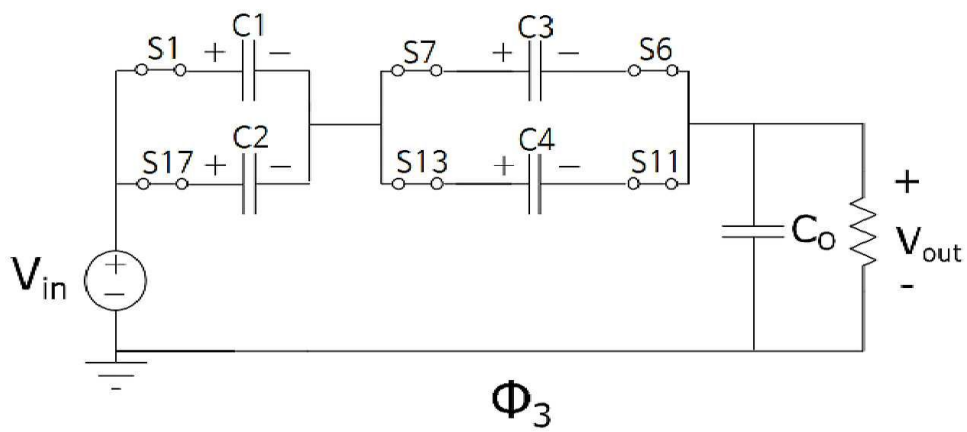
도면4a



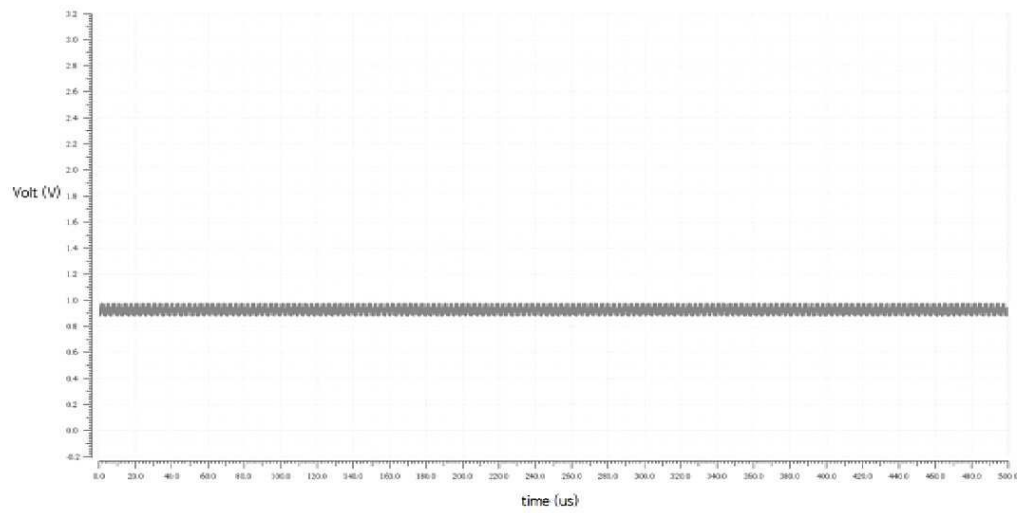
도면4b



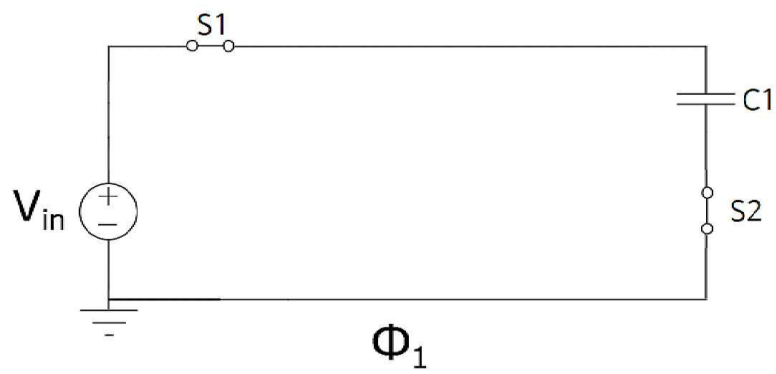
도면4c



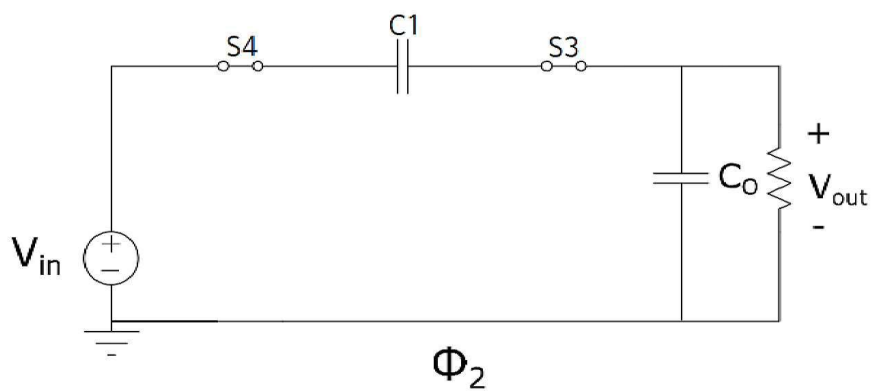
도면4d



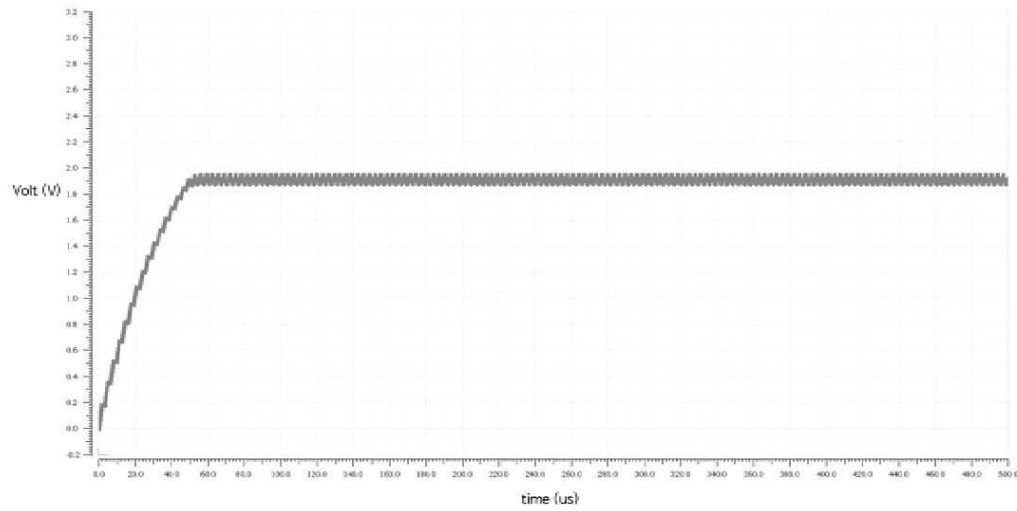
도면5a



도면5b



도면5c



도면6

