

제3회:DC-DC Converter(컨버터)의 회로기술

직류전압을 다른 직류전압으로 변환하는 것이 DC-DC Converter의 역할이다.변환효율이 좋은 스위칭방식의 DC-DC Converter는 전자기기의 성전력화(省電力化) 및 소형.경량화에 기여한다.고기능화가 진행되는 휴대 전화 등의 모바일 기기에도 다수의 소형 DC-DC Converter 가 탑재되어 회로를 구동하고 있다.

****전자기기의 진보에 따라 전원도 더욱더 다양화되고 있다.**

직류전압의 변환에는 3단자 IC 등을 이용한 리니어 방식의 전원도 있지만, DC-DC Converter 라 하면 스위칭 방식이 주류이다.리니어 방식은 전력의 일부를 열로 소모하여 직류출력을 얻는 방식이다.한편 스위칭 방식은 입력되어진 직류를 스위칭 소자에 의해 Pulse전류로 세분하고,이것을 이어 합쳐서 필요한 전압의 직류출력을 얻는 방식이다.

예를 들어 설명하면 강아지 집을 만들기 위한 판재(板材) 가 필요한 경우, 리니어방식은 통나무를 가공하여 판재(板材 :널판지)를 만드는 방식이기 때문에, 단재(端材:통나무의 가장자리부분)의 손실이 많이 생길뿐만 아니라 판폭(板幅)은 통나무의 직경보다는 작아진다.스위칭방식은 다수의 나무조각을 이어 합치는 집성재(集成材)의 형태이기 때문에 재료의 낭비 없이 사용할 수 있고, 자유로운 치수의 판재를 만들 수 있다. 는 등의 장점이 있다.리니어방식의 변환효율은 30~50%에서 기껏해야 70% 정도에 그치는데 비해 스위칭방식은 80~90%이상에도 이르는 것은 이것 때문이다.

유니트형의 스위칭전원에는 교류를 직류로 변환하는 정류회로 와 DC-DC Converter 가 같이 구성되어 있고, 단일 혹은 복수의 직류전압을 출력한다.그러나 전자기기의 다기능화 .Digital화가 진행됨에 따라 회로를 구동하기 위한 여러가지 직류전압(12V,5V,3.3V,2.5V,1.8V,1.3V,1.0V,0.8V,----등)을 얻기 위하여, 독립된 DC-DC Converter가 기기내에 복수 탑재되기도 한다.더욱이 근년에는 효율화 및 노이즈 대책의 관점에서 IC 가까이 소형의 DC-DC Converter가 다수 분산 배치되는 경향이다, 이와 같이 전자기기의 진보에 따라 전원은 현저히 다양화 되고 있다.특히 DC-DC Converter는 전력전자의 세계에서 팽대한 제품군을 형성하고 있어, 대충 Type을 구분하는 것조차도 복잡하기 때문에 잘 정리하여 이해하여 가지 않으면 혼란에 빠진다.

그래서 DC-DC Converter의 강압.승압의 원리부터 설명한다.

아래 그림과 같이 배터리에 연결된 스위치를 재빠르게 ON/OFF 시키면 밝기가 떨어진다.ON시에 점등하는 평균의 밝기로 보이기 때문이다.

이것은 전압이 저하한것과 동일하다.따라서 ON/OFF 주기의 시간을 조절하면 전압을 콘트롤(제어)할 수 있다.

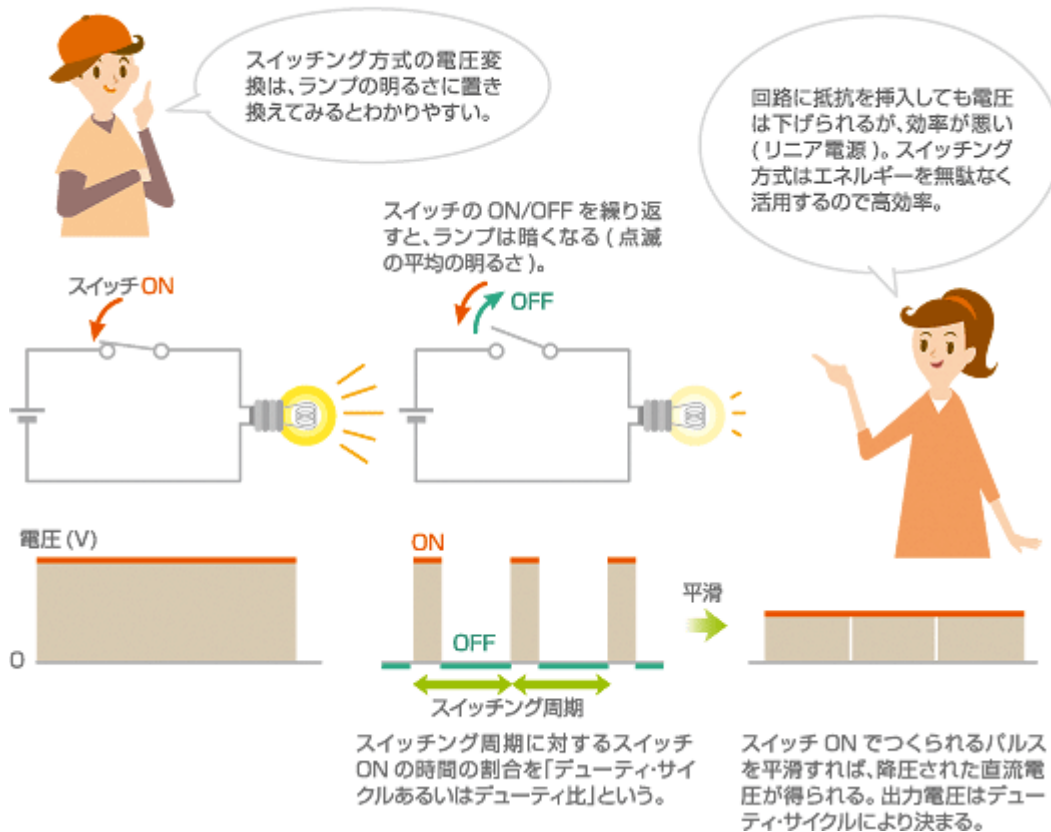
간단히 설명하여 이것이 DC-DC Converter의 전압변환의 원리이다.

전류를 ON/OFF 하는 스위칭소자로 Transistor 및 MOSFET등의 반도체소자가 이용된다.

DC-DC 컨버터에서는, 트랜지스터나 MOS FET 등의 반도체 소자가 고속 스위칭을 실행한다.



スイッチング方式のDC-DCコンバータの考え方



****Chopper(초퍼) 방식에서는 Choke Coil(초크코일)이 중요한 역할을 한다.**

가장 간단한 DC-DC Converter는 Chopper방식이다,Chopper(초퍼)는 "잘게 썰다" 라는 의미이다.전류를 스위칭에 의해 잘게 썰어 전압변환하는 것에 유래하였다.초퍼방식에서는 코일(인덕터)이 중요한 역할을 한다. 스위칭소자가 ON/OFF할 때 마다 회로에 흐르는 전류는 급격히 변화하는데, 코일에는 전류변화를 방해하는 기전력이 생겨 유도전류(誘導電流)가 만들어 진다(렌츠의 법칙).

전류변화를 반복하는 교류에 있어서는 저항의 성질이 있다.흔히 "전류를 숨 막히게 하다" 라는 의미에서 이 성질을 이용한 코일을 특별히 "초크 코일"이라 부른다.

(영어사전에 의하면 Choke의 의미가 "숨 막히게 하다.막다.저지하다 이다)

Chopper방식의 DC-DC Converter는 스위칭소자와 초크코일 ,Capacitor,Diode(다이오드)를 조합한 간단한 회로로서,직류전압을 강압 혹은 승압하고 있다.

Chopper 방식의 DC-DC Converter에는 두가지의 기본회로가 있다.

강압형 DC-DC Converter 인 Buck Converter(Step Down Converter라고도 한다)와 승압형인 Booster Converter(Step Up Converter라고도 한다)이다.

스위칭소자(그림에서는 Transistor),초크코일 ,다이오드의 위치가 다른점이 회로를 해석하는 포인트이다.

초크코일은 스위치 ON의 기간에 전류가 흘러 들어가 에너지를 축적하고,스위치가 OFF되면 전류변화를 막는 방향으로 유도전류를 흘린다.

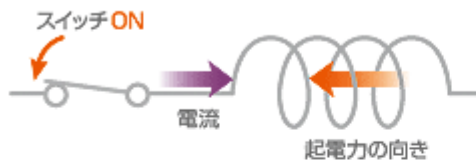
그림에서는 생략되어 있지만 Transistor의 Base에는 제어회로가 접속되어 있어,제어회로에서 보내지는 방형파(方形波)가 스위칭을 실행한다.(방형파전압의 High/Low에 의해 ON/OFF 한다.)

스위치의 ON시간이 길어지면 출력전압이 높아지고,OFF시간이 길어지면 출력전압은 낮아진다.따라서 ON/OFF시간(Duty Cycle:듀티 사이클)을 제어하여 필요한 출력전압을 얻는다(PWM:펄스폭변조).

제어회로는 복잡한 회로이지만 IC화 되어 있기 때문에 기판상에도 많은 면적을 차지하지 않는다.기판상에 많은 면적을 차지하는 것은 Capacitor와 초크코일이다.

Chopper방식의 DC-DC Converter는 상기의 두가지 방식외에 강압.승압 모두가 가능한 Buck-Booster Converter도 있다.이것은 Buck Converter의 다이오드의 방향을 반대로 한 것으로 ,출력전압의 극성이 반전하기 때문에 "극성반전형"이라고도 한다.

スイッチングとコイルの働き



スイッチ ON すると、コイルは流れ込む電流を阻止する方向に起電力を生む。



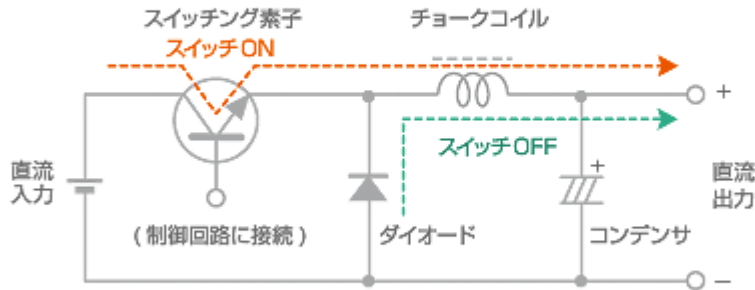
スイッチ OFF すると、コイルは電流を維持しようとする方向に起電力を生む。

コイルはスイッチングなどの急激な電流変化に対しては、それを妨げるような向きに起電力を生む（レンツの法則）。

チョークコイルは電流変化を妨げる。電流の“息が詰まる (choke)”という意味からの呼称。

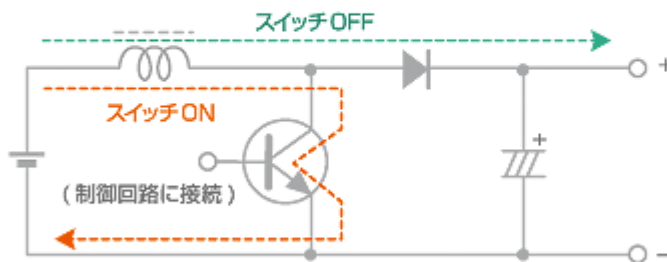
チョップ方式のDC-DCコンバータの基本回路

バックコンバータ(降圧) 入力電圧>出力電圧



- ①スイッチ ON: 入力から出力へ流れる電流により、チョークコイルにエネルギーが蓄えられる。
- ②スイッチ OFF: チョークコイルは電流を保とうとして起電力を発生させ、ダイオードを通じて電流が流れて出力する。
(スイッチング素子が回路に直列接続されている。デューティ・サイクルの設定により必要な電圧に降下できる)

ブーストコンバータ(昇圧) 入力電圧<出力電圧



- ①スイッチ ON: 流れ込む電流により、チョークコイルはエネルギーを蓄える。
- ②スイッチ OFF: チョークコイルは電流を維持しようとして、蓄えたエネルギーを放出する。
(スイッチング素子が回路に並列接続されている。入力電圧にチョークコイルからのエネルギーが"上積み"されるかたちになるので昇圧型となる)

**Transformer를 사용한 절연형의 DC-DC Converter

초퍼방식의 DC-DC Converter는 회로가 간단하기 때문에 기판에 탑재되는 소형 On Board Type의 DC-DC Converter로 많이 사용되고 있다.

Chopper방식의 DC-DC Converter는 비절연형인데 비해 Transformer(스위칭 트랜스라고 한다)를 사용한 Type을 절연형이라고 한다. 트랜스는 Core(코어, 자심)에 1차권선과 2차권선을 감은것인데, 1차권선에 전류변화가 발생하면 렌쯔(Lentz)의 법칙에 따라 그것을 방해하는 역기전력이 발생한다. 그리고 Core를 통하는(관통하는) 자속변화에 의해 2차권선에도 유도기전력이 발생하여 유도전류가 흐른다.

초크코일의 기능과 원리적으로 같은 전자유도(電磁誘導)에 의한 것이지만 초크코일에 있어서는 자기유도라 하고 트랜스의 경우는 상호유도라고 한다.

트랜스에 의해 1차와 2차가 절연되어 있기 때문에 절연형이라고 한다. 전도노이즈(傳導 Noise)의 차단 및 감전방지의 역할도 한다.

절연형 DC-DC Converter도 여러종류가 있는데 가장 기본적인것은 플라이백 컨버터(Flyback Converter/타러식)와 포워드 컨버터(Forward Converter/1석식)이고, 아래 그림은 그 기본회로이다. (제어회로는 생략되어 있다)

회로를 해석하는 포인트는 트랜스(Transformer)이다. 트랜스의 회로도에 ●표시가 있는데 이것은 권선의 "권선시작(Start)"의 기호이다. 즉 1차권선, 2차권선이 발생하는 기전력(역기전력, 유도기전력)의 방향(극성)을 표시하고 있다.

절연형 DC-DC Converter에서는 이 극성이 매우 중요하다. 렌쯔의 법칙에 따라 1차권선, 2차권선에 발생하는 기전력(역기전력, 유도기전력)의 방향은 ●표시에 대해 같은 방향이 된다.

즉 1차권선의 ●표시가 있는 단자의 전압이 +이면 2차측의 ●표시가 있는 단자의 전압이 +가 된다.

플라이백 컨버터(Flyback Converter/타러식)와 포워드 컨버터(Forward Converter/1석식)의 ●표시가 다른것도 주목하여야 한다.

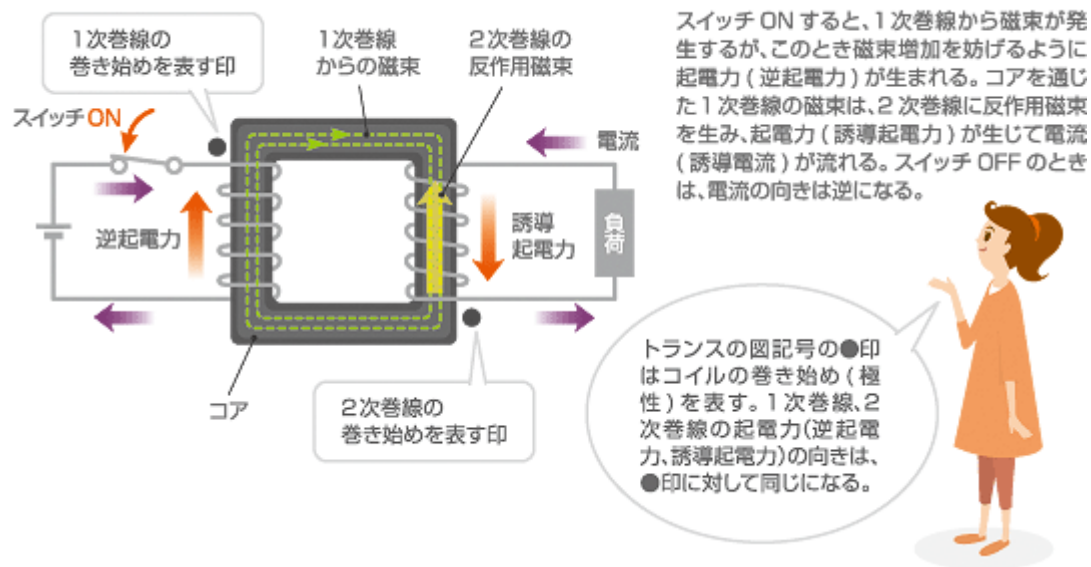
플라이백 컨버터와 포워드 컨버터를 기본으로 하여 Push-Pull Converter, Half Bridge Converter 등 절연형 DC-DC Converter도 여러 종류가 있다. 그것에 대해서는 다음에 기술하지만 대충 정리하면,

비절연형 DC-DC Converter(Buck, Booster)는 소용량형,

절연형 DC-DC Converter에서 1석식 플라이백 컨버터(Flyback Converter/타러식)는 소용량형, 포워드 컨버터(Forward Converter)는 소~중 용량형이다. 중~대용량형의 다석식 절연형 DC-DC Converter의 경우는 회로가 매우 복잡해 진다.

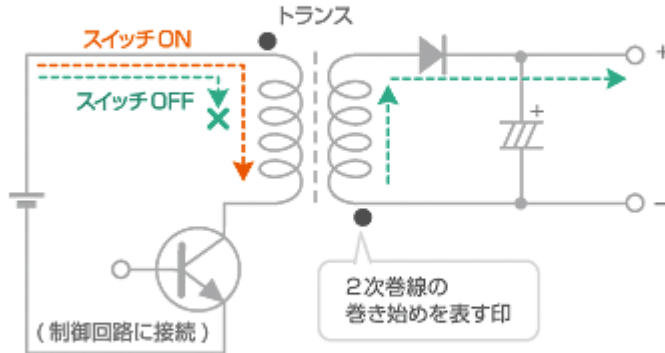
DC-DC Converter는 오묘하고 흥미로운 기술세계이다. 계속적인 고효율화 및 소형·경량화, 노이즈 저감 등을 위해 선진기술이 투입되고 있다.

트랜스의 원리와起電力의方向



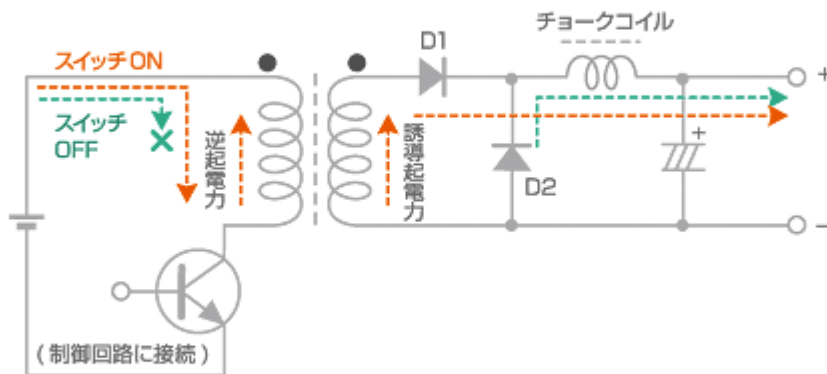
絶縁型DC-DCコンバータの基本回路

フライバック式コンバータ(他励式)



- ① **スイッチ ON** すると、1次巻線に電流が流れ、発生する磁束によりコアが磁化される(エネルギーの蓄積)。ダイオードの向きが逆なので、2次巻線には誘導電流が流れない。
- ② **スイッチ OFF** すると、コアに蓄積されたエネルギーが開放されて、ダイオードを通じて電流が流れる(→)。トランスのコイルがチョークコイルの役割を果たしているともみなせる。

フォワード式コンバータ(1石式)



- ① **スイッチ ON** すると、トランスの原理により1次巻線・2次巻線に起電力(逆起電力、誘導起電力)が発生して、ダイオード(D1)を通じて電流が流れる(→)。このとき、チョークコイルにエネルギーが蓄えられる。
- ② **スイッチ OFF** すると、電流変化を妨げるようにチョークコイルに起電力が生まれ、蓄えられたエネルギーが放出されて、転流ダイオード(D2)を通じて電流が流れる(→)。

---이상---

2010-05-08

구 진욱쌤