

◆ SMPS개요 ◆

스위칭 모드 파워 서플라이(Switching Mode Power Supply : S.M.P.S)는 전력용 MOSFET등 반도체 소자를 스위치로 사용하여 직류 입력 전압을 일단 구형파 형태의 전압으로 변환한 후, 필터를 통하여 제어된 직류 출력 전압을 얻는 장치로서 반도체 소자의 스위칭 프로세서를 이용하여 전력의 흐름을 제어함으로 종래의 리니어 방식의 전원 공급장치에 비해 효율이 높고 내구성이 강하며, 소형, 경량화에 유리한 안정화 전원 장치이다.

S.M.P.S 는 스위칭 주파수를 높여 에너지 축적용 소자를 소형화 함으로써 소형, 경량화를 이룰 수 있고, 이를 위해서는 고속 반도체 소자의 개발이 필요하다. 그러나 스위칭 주파수를 고주파화하면 스위칭 손실, 인덕터 손실등 전력 손실이 증대하게 되는 점과 스위칭에 의해 발생하는 써지, 노이즈 문제를 고려해야 한다.

S.M.P.S 의 용도는 통신용과 산업용 및 PC, OA기기, 가전기기 등의 민수용으로 분류된다.

◆ SMPS 기본구성 ◆

S.M.P.S의 기본구성은 교류 입력 전원으로부터 입력 정류 평활 회로를 통해 얻은 직류 입력 전압을 직류 출력 전압으로 변환하는 DC-DC 컨버터, 출력 전압을 안정화 시키는 궤환 제어 회로 등으로 되어 있다. 궤환 제어 회로는 다시 출력 전압의 오차를 증폭하는 오차 증폭기, 증폭된 오차와 삼각파를 비교하여 구동 펄스를 생성하는 비교기, DC-DC 컨버터의 주 스위치를 구동하는 구동 회로 등으로 구성되어 있고, DC-DC 컨버터는 주 스위치와 환류 다이오드, 2차의 저역 통과 필터인 LC 필터등으로 구성되어 있다.

여기서 DC-DC컨버터는 전력의 변환을 담당하는 주요 부분으로서 입출력 변환비의 크기 및 회로 구성에 따라 많은 종류의 컨버터로 분류된다.

S.M.P.S의 회로 방식은 고주파 트랜스포머의 유무에 따라 크게 비절연형과 절연형으로 나눌수 있는데, 비절연형으로는 Buck 방식, Boost 방식, Buckboost 방식, C`uk 방식등이 있고, 절연형으로는 Flyback 방식, Forward 방식, Full-bridge 방식, half-bridge등이 있다

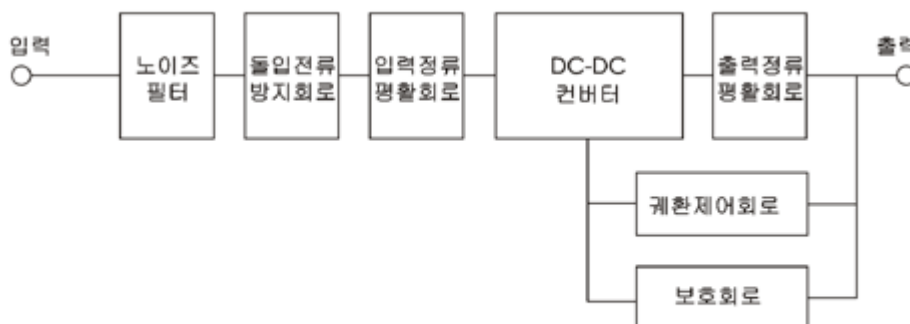


FIG-1 S.M.P.S 기본구성도

◆ SMPS 회로방식 ◆

1. 비절연형(Non-isolation Type)

1) Buck(Step-down) 방식

주 스위치 Q가 ON이 되면 입력으로부터 전류가 L을 통하여 출력으로 흐르고 동시에 L에 축적되고 Q가 OFF 되면 L에 축적된 에너지가 환류 다이오드 D를 통하여 출력측으로 방출하게 된다. 스위칭 주기 T_s 를 한 주기로 하여 이 동작이 반복되면서 입력 전력을 원하는 출력 전력으로 변환하게 된다.

Buck 방식은 출력 전압이 입력 전압보다 낮은 범위에서 나타나며, 이러한 이유로 “강압형 컨버터”라고도 한다

2) Boost(Step-up) 방식

스위치가 Q가 도통일때 인덕터 전류에 의해서 L에 에너지가 축적되고, 다음에 Q가 차단되면 L에 축적된 에너지가 환류 다이오드 D를 통하여 출력측으로 방출된다.

Boost 방식은 출력 전압이 항상 입력 전압보다 높은 값으로 “승압형 컨버터”라고도 한다.

3) Buck-boost(Step-up/down) 방식

Buck-boost 방식은 출력 전압이 입력 전압보다 높거나 낮게되는 승강압형의 특징과 출력의 극성이 입력과 반전되는 특징도 함께 갖고 있어 “극성역전형 컨버터”라고도 한다.

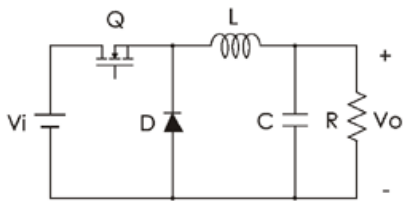


FIG-2 Buck 방식

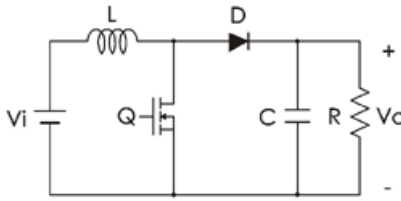


FIG-3 Boost 방식

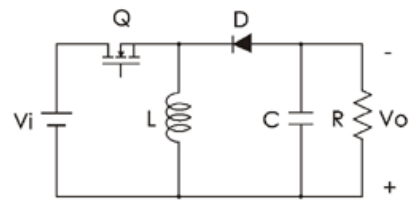


FIG-4 Buck-boost 방식

2. 절연형(Isolation Type)

실제 S.M.P.S의 응용에 있어서 많은 경우에 고전압 또는 누설 전류로 인한 사고 위험으로부터 사용자를 보호하기 위하여 입력과 출력 사이에 전기적 절연이 요구된다.

이때 절연에는 고주파 트랜스포머가 이용되며, 고주파 트랜스포머는 절연의 목적외에 1,2차 권선비에 의해 출력 전압의 크기를 조절하는 역할도 한다.

절연형은 고주파 트랜스포머가 삽입되어 있다는 점을 제외하고는 비절연형과 그 기본 특성이 동일하다.

1) Flyback 방식

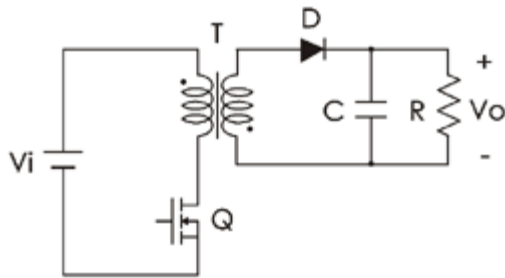


FIG-5 Flyback 방식

Flyback 방식은 Buck-boost 방식과 기본동작이 동일하다. 스위치 Q가 도통하면 트랜스의 2차 권선에는 1차와 반대 극성의 전압이 유도되므로, 다이오드 D는 역 바이어스되어 차단되고, 따라서 2차권선에는 전류가 흐르지 않고 1차 권선으로만 전류가 흘러 자화 인덕턴스에 의해 에너지가 축적된다.

다음 스위치가 차단되면 2차 권선에는 전상태와 반대 극성의 전압이 유도되어 다이오드를 도통 시킴으로써 트랜스의 자화 인덕턴스에 축적된 에너지를 부하에 공급한다. Fly Back 방식은 50W 이하의 낮은 출력에 적용하기에 적합하며, 회로가 간단하고 경제적인 반면, 출력 커패시터의 리플 전류가 크다.

2) Forward 방식

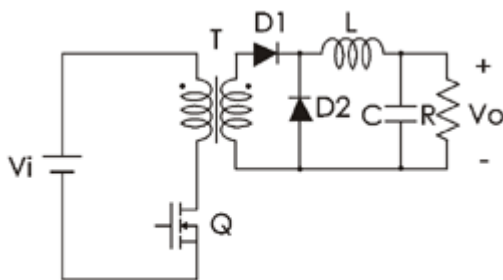


FIG-6 Forward 방식

Forward 방식은 출력용량이 500W급 정도까지의 중전력용으로 많이 응용되고 있으며, Buck 방식과 기본 동작이 동일하며 안정성이 뛰어난 특징을 가지고 있어서 고신뢰성이 요구되는 통신용의 전원에도 폭넓게 이용되고 있다. 동작 원리는 주스위치 Q가 도통하면 D₁은 도통, D₂는 차단되어 입력측으로 부터의 전류는 트랜스포머를 통하여 출력측으로 전달됨과 동시에 인덕터 L에는 에너지가 축적된다. 다음에 Q가 차단되면 D₁은 차단, D₂는 도통되면서 L에 축적된 에너지를 출력측으로 공급한다.

3) Push-pull 방식

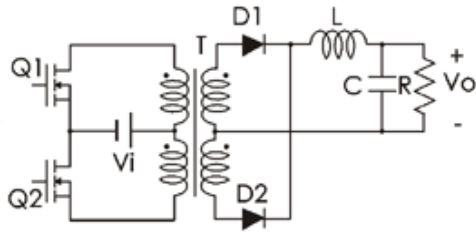


FIG-7 Push-pull 방식

Push-pull 방식은 스위치 Q_1 , Q_2 가 교대로 ON, OFF하는 방식으로 1KW이하의 대용량에 적용 가능하며 구동 회로가 간단하나 트랜스포머의 편자현상이 발생할 가능성 있다.

4) Half-bridge 방식

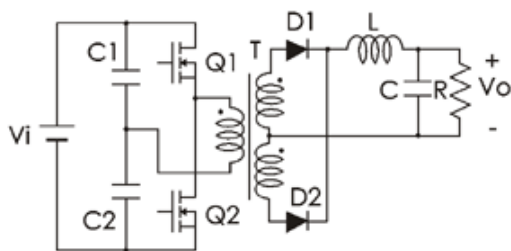


FIG-8 Half-bridge 방식

Half-bridge 방식은 500W~수KW의 대용량에 많이 응용되고 구동 회로가 복잡하다.

동작 원리는 스위치 Q_1 이 도통하면 입력 전류는 Q_1 과 트랜스포머 1차 권선을 통하여 흐름과 동시에 2차측으로 전달되고, 다이오드 D_1 을 도통시켜 출력 필터 인덕터 L을 통하여 출력측으로 흐르게 된다. 이때 L에는 에너지가 축적되며 다음 스위치 Q_1 , Q_2 모두가 차단되면 L에 축적된 에너지는 다이오드 D_1 , D_2 를 환류 패스로 하여 출력측으로 방출되며 트랜스포머의 전압은 "0"이 된다. 스위치 Q_2 가 도통하면 D_2 를 도통시켜 L을 통하여 출력측으로 흐르게 된다.

이때 L에는 다시 에너지가 축적되며 다음 스위치 Q_1 , Q_2 모두가 차단되면 L에 축적된 에너지는 D_1 , D_2 를 환류 패스로 하여 출력측으로 방출되며, 트랜스포머의 전압은 "0"이 된다.

이 과정을 한 주기로 하여 반복하면서 동작한다.

5) Full-bridge 방식

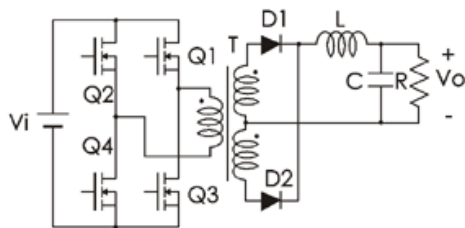


FIG-9 Full-bridge 방식

Full-bridge 방식은 Half-bridge 방식에 스위치 2개를 더 추가한 형태로 4개의 스위치를 사용하므로 한쌍의 스위치(Q_1, Q_4 또는 Q_2, Q_3)가 교대로 도통, 차단을 반복하면서 Half-bridge 방식과 동일하게 동작하고, 구동회로가 매우 복잡하며 수 KW이상의 대용량에 응용된다.

◆ SMPS와 리니어 전원공급장치 ◆

1.리니어 전원 공급 장치

- 1) 효율 : 낮음(30% ~60%)
- 2) SIZE : 대형(변압기 & 방열판등)
- 3) 중량 : 무거움 (변압기 & 방열판등)
- 4) 회로구조 : 간단 (변압, 정류, 안정화회로 등)
- 5) 안정도 : 높음 (0.001% ~ 0.1%)
- 6) 리플 : 작음 (0.1mV ~ 10mV) 7) 과도응답 : 빠름 (50us ~ 1ms)
- 8) 입력전압의 대응 : 입력 전압폭이 크면 효율 저하
- 9) COST : 낮음
- 10) 신뢰성 : 보통(부품수가 적지만 온도 상승)
- 11) 용도 : 고밀도 전원으로 소용량

2.S.M.P.S

- 1) 효율 : 높음(70% ~ 85%)
- 2) SIZE : 소형(리니어의 1/4 ~ 1/10)
- 3) 중량 : 가벼움(리니어의 1/4 ~ 1/10)
- 4) 회로구조 :복잡(정류, 스위칭, 펄스제어, 변압, 정류회로등)
- 5) 안정도 : 보통(0.1% ~ 3%) 6) 리플 : 큼(10mV ~ 200mV)
- 7) 과도응답 : 보통(500us ~ 10ms)
- 8) 입력전압의 대응 : 직류 및 110V/220V겸용
- 9) COST : 보통
- 10) 신뢰성 : 보통(부품수는 많고 온도 낮음)
- 11) 용도 : 소형 고효율을 요구하는 전원으로 대용량

◆ 용어정리 ◆

1)입력전압(Input Voltage Range)

규격을 보장할 수 있는 입력 전압의 범위로서 교류입력은 실효치이고 직류 입력은 순시치

2)효율(Efficiency)

출력 전력과 입력 유효 전력의 비로서 $\text{효율} = (\text{출력전력} / \text{입력유효전력}) * 100(\%)$ 로 표시

3)돌입전류(Inrush Current)

전원에 입력 전압을 인가하는 순간에 흐르는 전류의 파고치

4)정격출력전압(Output Voltage)

출력단에서 나오는 직류 전압의 공칭값

5)정격출력전류(Output Current)

전원에서 부하로 연속적으로 공급할 수 있는 전류치

6)정적입력변동 (Line Regulation)

입력 전압을 규격범위내에서 서서히 변화 시켰을때의 출력 전압의 변동 최대치

7)정적부하변동(Load Regulation)

출력 전류를 규격 범위내에서 서서히 변화 시켰을때의 출력 전압의 변동 최대치

8)리플(Ripple)

출력 전압에 중첩되는 입력 주파수 및 스위칭 주파수와 동기된 성분으로 Peak-to-Peak 표시

9)리플노이즈(Ripple Noise)

출력 전압에 중첩되는 리플 이외의 노이즈 성분으로 Peak-to-Peak로 표시

10)주위온도변동 (Temperature Drift)

규격의 주위 온도 범위 내에서의 출력 전압의 변동치

11)기동시간 (Rise Time)

입력을 인가한 후 출력 전압이 90%에 도달할 때까지의 시간

12)유지시간 (Holding Time)

입력을 차단한 후 출력 전압이 규정의 전압 범위를 유지하여 순간 정전에도 안정된 출력 전압을 공급할 수 있는 시간

13)절연전압(Isolation Voltage)

지정된 단자간에 규정의 교류전압을 인가시 스파크 방전하지 않고 전원이 파괴되지 않는 전압

14)절연저항 (Isolation Resistance)

지정된 단자간에 규정의 직류 전압을 인가시의 저항치

15)사용온습도(Operating Temp & Humid)

동작중에 전원의 규격을 보증할 수 있는 주위 온도와 습도

16)저장온습도 (Storage Temp & Humid)

동작하지 않은 상태로 성능의 열화없이 보관할 수 있는 주위 온도와 습도

17)내진동 (Vibration)

규정의 시험 조건으로 전원의 손상을 주지 않는 진동의 가속도

18)내충격 (Impact)

규정의 시험 조건으로 전원의 손상을 주지 않는 충격의 가속도로 가속도와 가해지는 시간으로 표시

19)과전류 보호(O.C.P : Over Current Protection)

출력 전류가 규격 이상으로 흐르지 않도록 하여 전원 또는 부하를 보호하는 기능으로 과전류 상태를 해소하면 출력 전압은 원상태로 자동복귀

20)과전압보호(O.V.P: Over Voltage Protection)

부하에 과전압이 인가되지 않도록 규격 이상의 전압이 출력되지 않게 하는 보호기능으로 보호회로가 동작하면 전원은 차단되며, 입력을 차단하고 수분 동안 방치 후 입력을 재 투입하면 출력 전압은 원상태로 복귀

21)리모트센싱 (Remote Sensing)

전원과 부하간에 거리가 있어 배선의 전압 강하가 무시될 수 없는 경우에 사용하는 것으로 센싱선은 접속한 점의 전압을 설정치로 유지

22)리모트컨트롤 (Remote Control)

복수의 전원을 사용할 때에 각각의 전원 상승시간과 하강시간의 차를 설정할 때 사용하는 것으로 외부신호로 전원을 ON/OFF하는 기능

◆ 사용상주의사항 ◆

1) 입력전압

2)

정현파 교류는 실효치이고 구형파는 파고치로 표현되며, 스위칭 전원은 입력 전압을 정류해서 파고치에 가까운 직류 전압을 만들어 인버터를 동작시킴으로 구형파를 인가할 시는 입력 전압 규격치의 약 1.4배의 수치를 인가해야 한다. 교류 입력의 경우에는 사용 지역에 따라 전압, 주파수 등에 차이가 있으므로 확인이 필요하다. 입력측에 인덕턴스가 큰 Line Filter나 Choke Coil이 삽입된 경우에는 입력 ON/OFF시 역기전력의 발생으로 전원의 파괴 또는 스트레스를 주게 되므로 주의해야 한다. 전압 선택형(Dual input Voltage형)의 경우 입력 전압(AC100V 또는 AC220V)에 따라 110/220V SELECTOR를 맞춰 사용한다

2) 직렬운전

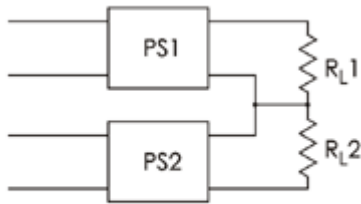


FIG-10 직렬운전(A)

복수의 전원을 직렬로 접속할 경우 두가지 회로방식이 있고, Fig-10 은 문제가 없으나,

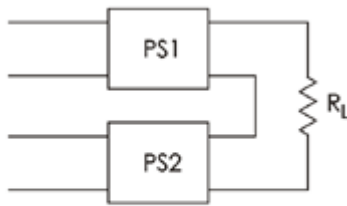


FIG-11 직렬운전(B)

Fig-11 은 PS1 과 PS2 의 기동 시간과 하강 시간의 차이로 한쪽 전원의 전류가 다른쪽 전원으로 유입되어 기동되지 않을 수도 있다.

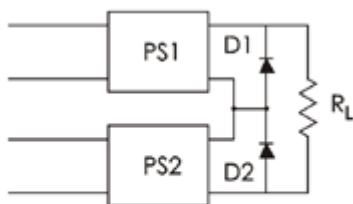


FIG-12 직렬운전(C)

이 경우 Fig-12 와 같이 출력 다이오드 D1,D2 를 삽입하면 직렬운전이 가능해진다.

3) 병렬운전

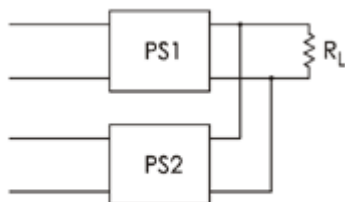


FIG-13 병렬운전(A)

A. 병렬운전기능이 없는 전원

Fig-13 의 PS1 과 PS2 의 출력 전압의 차로 우선 전압이 높은 쪽 전원에서 전류가 흘러 O.C.P 가 동작하여 전압이 떨어지면, 다른쪽 전원에서는 전류가 흘러 한쪽 전원은 과전류 상태로 되어 전원의 고장율을 높이거나 수명을 단축시키는 문제가 있다.

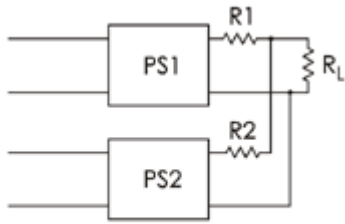


FIG-14 병렬운전(B)

Fig-14 의 경우 출력에 저항을 삽입하여 PS2 의 출력 전류 밸런스를 맞추는 방법이며, 저항치는 밸런스와 저항의 전력손실을 어느정도로 할것인가에 따라 결정된다.

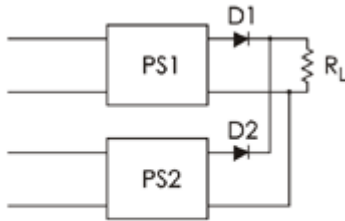


FIG-15 병렬운전(C)

Fig-15 는 다이오드의 전류-순방향 전압 특성의 경사를 이용해 PS1 과 PS2 의 출력 전류 밸런스를 맞추는 방법으로 다이오드의 내압, 손실전력, 방열등을 고려해야 한다.

4)전원의출력이 뜨지 않는 부하

Lamp나 정전류 부하의 경우 'ㄴ'자형의 과전류 보호 회로를 갖고 있는 전원에서는 출력이 뜨지않는 경우가 있는데, 이것은 부하에 전압이 인가된 후 안정점에 도달할때까지 부하의 V-I 특성궤적이 과전류 보호 특성 선상에서 발생하는 현상으로 설계시점부터 부하 특성을 고려할 필요가 있다. 대부분 역L형의 과전류 보호 회로를 갖는 전원으로 하면 해결된다.

5)방열

전원의 입력 유효 전력과 출력 전력의 차이는 전부 열로 바뀌므로 반드시 방열이 필요하다. 자유공간에 전원을 동작시키면 복사 또는 대류로 방열되며, CASE에 들어있는 경우에는 외부에 공기의 입출구를 만들되 출구를 입구보다 크게하는 것이 방열효율이 더 높다. FAN이 내장된 전원은 자체로 강제공냉되므로 주위 온도만 관리하면 된다. 전도 냉각은 전원의 발열 부품을 Aluminum 기판 등의 금속판에 취부하여 외부로 열을 방출시키는 방식이다