

MẠCH NGUỒN CƠ BẢN

(trích chương trong sách về điện tử cơ bản)

Lời nói đầu

Đối với các bạn làm về điện tử thì kiến thức về nguồn cực kỳ quan trọng, tuy nhiên những kiến thức này rất ít thấy trên các diễn đàn hoặc các trang web tham khảo do đặc thù các linh kiện có thể kiểm được ở Việt Nam cũng như các giáo trình trong trường Đại Học thường chỉ nêu nguyên lý chứ rất ít khi có thể nói cụ thể về các nguồn điện thông dụng.

Hi vọng thông qua tài liệu nhỏ này các bạn mới tiếp cận đến Embedded cũng như IoT có thể tự thiết kế và lắp đặt cho mình những loại nguồn cơ bản, tiết kiệm trong mạch.

Mọi thắc mắc các bạn cứ đặt câu hỏi trực tiếp qua FB hoặc Zalo của mình nhé.

Tác giả: Đào Duy Thoại

Facebook: <https://www.facebook.com/nguoiketnoivanvat/>

SĐT: 0984444254

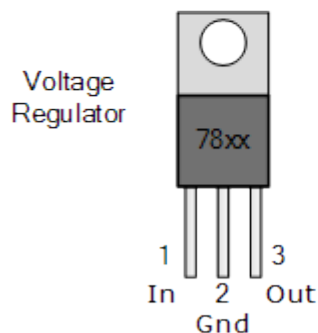
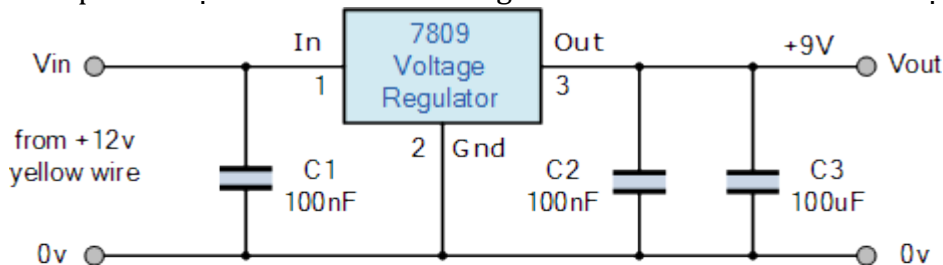
1. Mạch nguồn LDO thông dụng

Dưới đây là các loại mạch nguồn và IC thông dụng để kiểm

1.1. Mạch nguồn với họ IC 78xx

Thông thường người ta sử dụng các loại IC 78xx với giải làm việc từ 7805 cho ra +5V đến 7824 cho ra +24V. Ngoài ra còn có IC 79xx cho ra điện áp âm từ -5V đến -24V

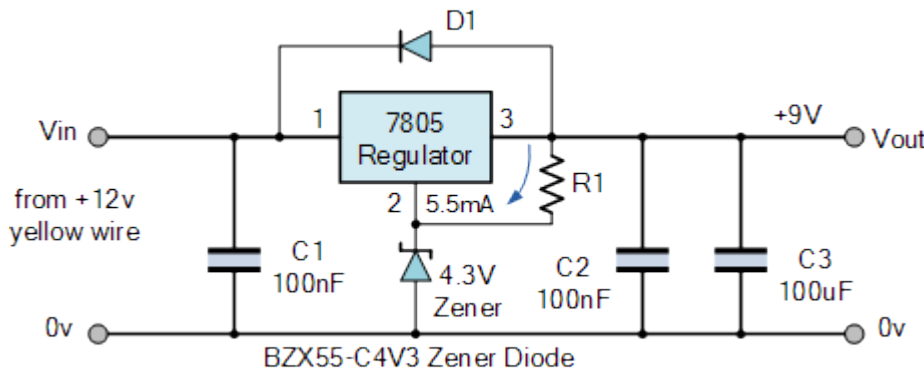
Đây là loại IC nguồn đơn giản có 3 đường tín hiệu: Đầu vào, đất và đầu ra. Cần lưu ý luôn phải có tụ cho đầu vào cũng như đầu ra để IC có thể làm việc được



Type	Min Input Voltage	Output Voltage
7805	7V	+5V
7806	8V	+6V
7808	10V	+8V
7809	11V	+9V
7812	15V	+12V
7815	18V	+15V
7818	22V	+18V
7824	30V	+24V

Bên trên là một mạch điển hình của dòng 78xx với đầu vào +12V và đầu ra +9V. Lưu ý IC này thường có dòng cực đại tầm 1.5V và chênh lệch giữa điện áp vào và điện áp ra tối thiểu là 2V

Ngoài ra có thể dùng thêm diode Zener để kích điện áp ra của 78xx như mạch sau



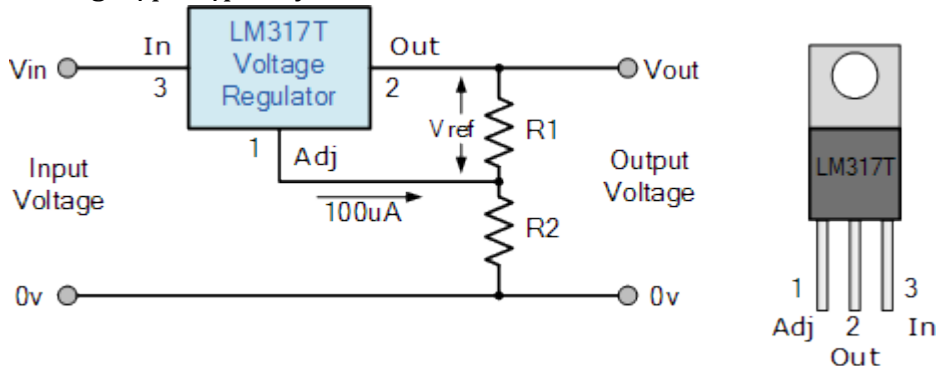
Ở đây Zener Diode sẽ nâng ground của 7805 lên 4.3V nữa và cho ra điện áp đầu ra là $5 + 4.3V \sim 9V$

Tuy nhiên không khuyến cáo dùng mạch này.

1.2. Mạch nguồn với họ LM317T

Đây là mạch nguồn chỉnh được dựa trên trở feedback. Dòng cực đại có thể lên đến 1.5A và có thể output từ 1.25 Volts đến trên 30 Volts.

LM317T cũng có cả mạch hạn dòng bên trong nên có thể bảo vệ mạch trong các trường hợp chập cháy rất tốt.



Điện áp ra của LM317 được xác định bằng trị số giữa 2 trở R1 và R2. Lưu ý điện áp trên R1 lúc nào cũng bằng chính điện áp V_{ref} (đọc trong datasheet) = 1,25V

Ta có thể dễ dàng tính được điện áp ra qua công thức

$$V_{out} = 1,25 \left(1 + \frac{R2}{R1} \right)$$

Cách lựa chọn R1 và R2 còn phụ thuộc vào dòng tiêu thụ tối thiểu của nó, theo datasheet dòng tối thiểu tiêu thụ để LM317 hoạt động là 10mA => từ đó ta suy ra

giá trị tối thiểu mà R1 cần đạt được là $1.25V / 10mA = 120 \text{ Ohm}$ và thường giá trị này từ 120 Ohm cho đến 1000 Ohm. Thông thường sẽ chọn là 240 Ohm, Giả sử giá trị R1 là 240 Ohm ta có thể tính được để cho ra 9V thì giá trị của R2

$$R2 = R1 * ((V_{out} / 1.25) - 1) = 240 * ((9 / 1.25) - 1) = 1.488 \text{ Ohms}$$

Vậy R2 có thể chọn là 1.500 Ohm và đầu ra sẽ có giá trị lớn hơn 9V một chút.

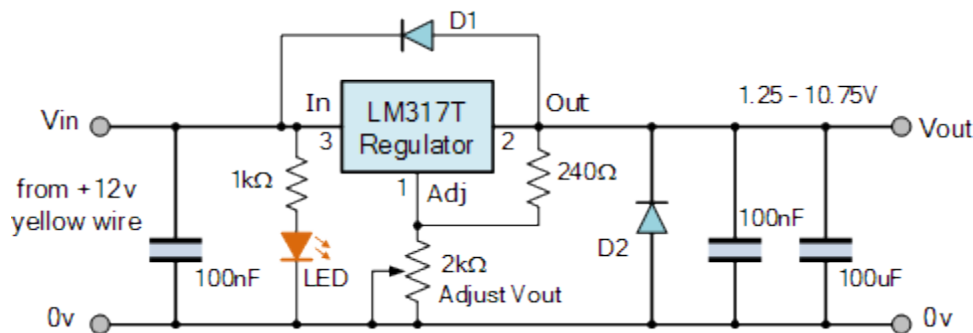
Có thể tham khảo bảng chọn trở sau cho mạch

R2 Value	Resistor R1 Value								
	150	180	220	240	270	330	370	390	470
100	2.08	1.94	1.82	1.77	1.71	1.63	1.59	1.57	1.52
120	2.25	2.08	1.93	1.88	1.81	1.70	1.66	1.63	1.57
150	2.50	2.29	2.10	2.03	1.94	1.82	1.76	1.73	1.65
180	2.75	2.50	2.27	2.19	2.08	1.93	1.86	1.83	1.73
220	3.08	2.78	2.50	2.40	2.27	2.08	1.99	1.96	1.84
240	3.25	2.92	2.61	2.50	2.36	2.16	2.06	2.02	1.89

270	3.50	3.13	2.78	2.66	2.50	2.27	2.16	2.12	1.97
330	4.00	3.54	3.13	2.97	2.78	2.50	2.36	2.31	2.13
370	4.33	3.82	3.35	3.18	2.96	2.65	2.50	2.44	2.23
390	4.50	3.96	3.47	3.28	3.06	2.73	2.57	2.50	2.29
470	5.17	4.51	3.92	3.70	3.43	3.03	2.84	2.76	2.50
560	5.92	5.14	4.43	4.17	3.84	3.37	3.14	3.04	2.74
680	6.92	5.97	5.11	4.79	4.40	3.83	3.55	3.43	3.06
820	8.08	6.94	5.91	5.52	5.05	4.36	4.02	3.88	3.43
1000	9.58	8.19	6.93	6.46	5.88	5.04	4.63	4.46	3.91
1200	11.25	9.58	8.07	7.50	6.81	5.80	5.30	5.10	4.44

1500	13.75	11.67	9.77	9.06	8.19	6.93	6.32	6.06	5.24
------	-------	-------	------	------	------	------	------	------	------

Ngoài ra người ta có thể sử dụng biến trở để tạo thành mạch có điện áp biến thiên như hình

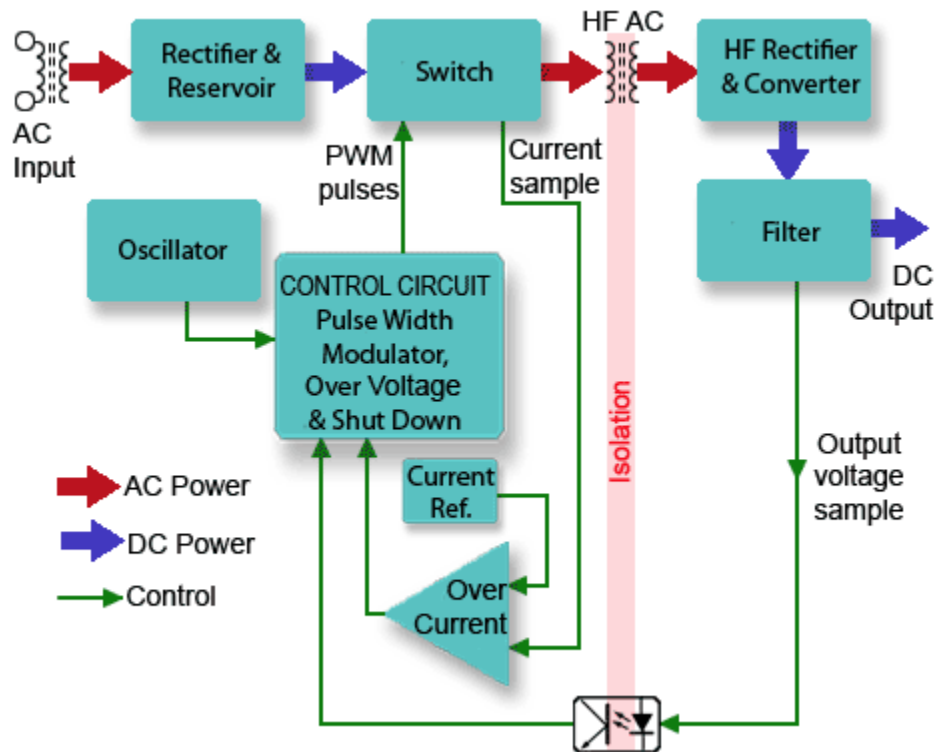


Một trong những vấn đề của LM317T là điện áp rơi qua nó cỡ 2.5Volts có nghĩa là nếu bạn muốn có đầu ra là 9Volts thì điện áp vào của bạn phải ít nhất cỡ 12 Volts.

2. Mạch nguồn xung

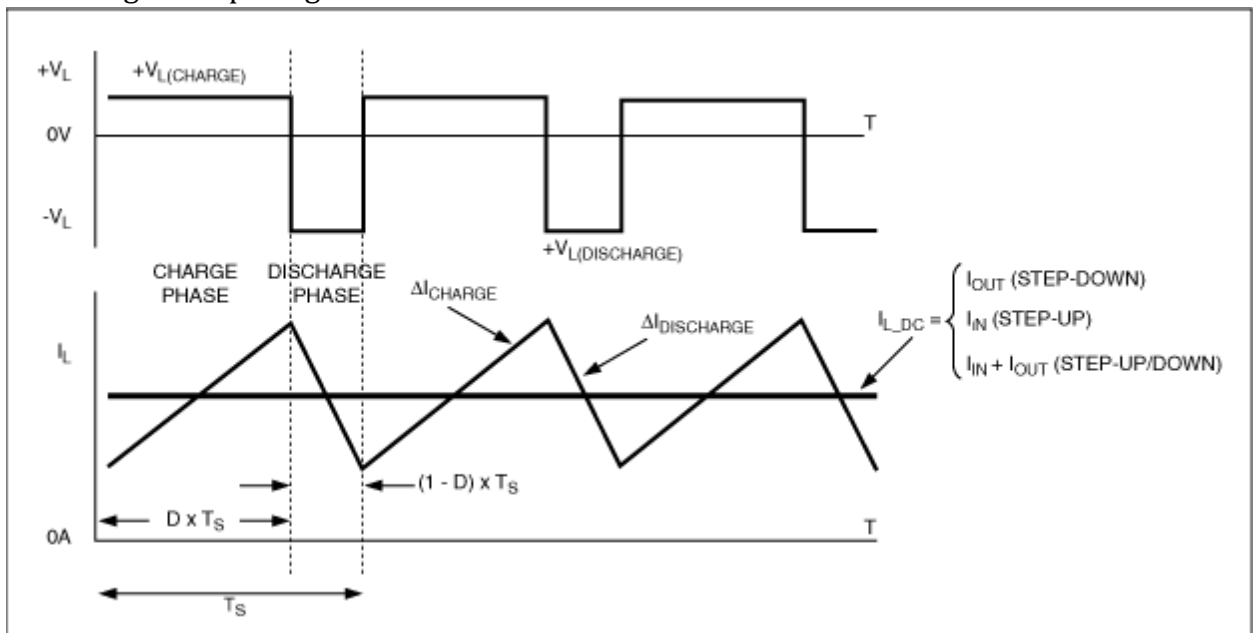
Mạch LDO có ưu điểm là dễ sử dụng và đầu ra có nhiễu nguồn ở mức rất thấp. Tuy nhiên hiệu suất khi hoạt động không cao, dẫn đến nhiệt tỏa ra từ IC LDO khá lớn, rất khó để làm được IC LDO với dòng đi qua lên tới hàng chục Amperes nên thường chỉ được dùng trong các mạch công suất thấp. Khi bạn cần các mạch có hiệu suất sử dụng cao hoặc dòng tiêu thụ lớn thì cần dùng đến nguồn xung.

Thực tế nguồn xung cũng là nguồn điện được dùng phổ biến nhất trong các thiết bị như TV, PC, mạch khuếch đại, mạch điều khiển động cơ, đèn LED...



Trên đây là nguyên lý của mạch nguồn xung điển hình

Đầu vào AC sau khi đi qua biến áp sẽ được nắn dòng thông qua diode cầu, lúc này dòng điện sẽ được bật / tắt sử dụng Transistor hoặc MOSFET. Khi module switch bật, toàn bộ dòng sẽ được cấp vào mạch tiêu thụ, khi switch tắt thì mạch tiêu thụ năng lượng được tích trong biến áp xung HF AC



Như trên hình chúng ta có đồ thị theo thời gian giữa điện áp rơi trên biến áp xung và dòng điện qua nó.

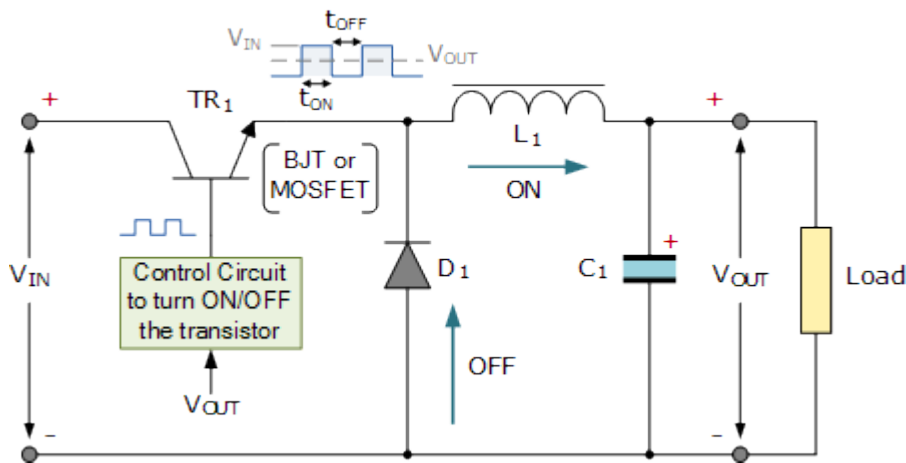
Khi mạch switch ON (charge phase), dòng đi qua biến áp sẽ tăng dần, biến áp tích năng lượng.

Khi mạch switch OFF (discharge phase), không có năng lượng cấp cho mạch, điện năng trong biến áp giảm dần để cấp năng lượng cho mạch.

Do có 2 giai đoạn ON / OFF nên tùy nhu cầu của mạch mà bộ điều khiển sẽ ON / OFF switch nên hiệu năng của mạch xung rất cao, đồng thời có ít năng lượng hao tổn thành nhiệt như trên mạch LDO dẫn đến có thể thiết kế ra nguồn có dòng rất cao mà không tốn nhiều tản nhiệt.

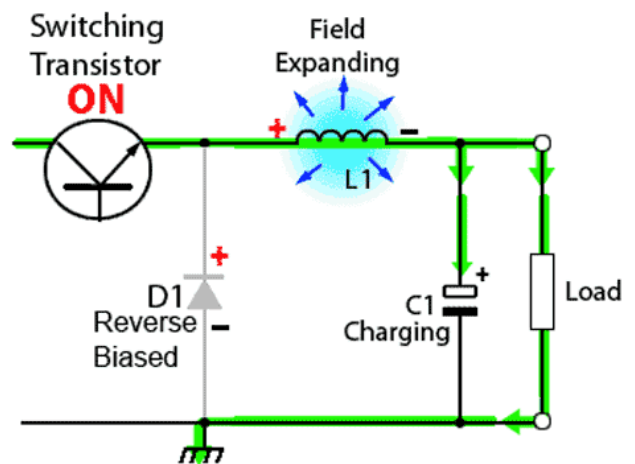
Trong tài liệu này chúng ta sẽ tìm hiểu các loại mạch xung chính buck converters, boost converters và buck-boosts converters. Với mạch flyback do sử dụng nguồn AC nên cần kiến thức tốt hơn vì sẽ rất dễ gây ra cháy / nổ.

Mạch buck



Như hình trên chúng ta sẽ thấy transistor TR1 có nhiệm vụ ON/OFF mạch với tần số và duty hợp lý để điện áp ra nằm trong giải mong muốn. L1 và C1 làm nhiệm vụ nạp và xả năng lượng khi mạch tiêu thụ cần.

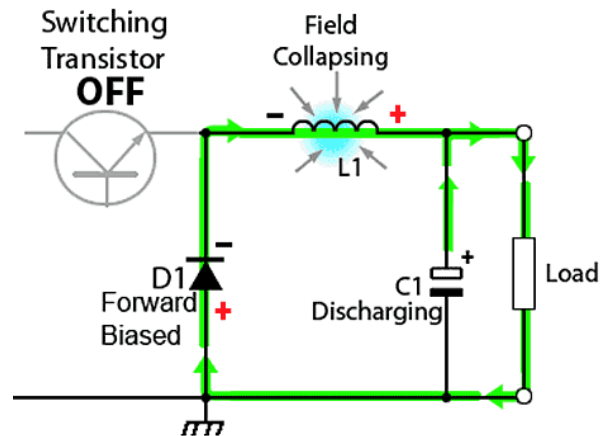
Khi transistor TR1 ON, D1 đóng và dòng đi từ nguồn qua cuộn cảm đến mạch tiêu thụ, đồng thời dòng này nạp tụ C1. Lúc này sẽ sinh ra dòng cảm ứng ngược bên trong cuộn cảm và tích điện trong cuộn.



Khi transistor TR1 OFF, dòng cung cấp từ nguồn bị ngắt hoàn toàn khiến dòng đi qua cuộn cảm giảm đột ngột, sinh ra áp ngược trên cuộn cảm. Lúc này diode D1 mở, cho phép toàn bộ năng lượng được tích trong cuộn cảm được đẩy vào mạch.

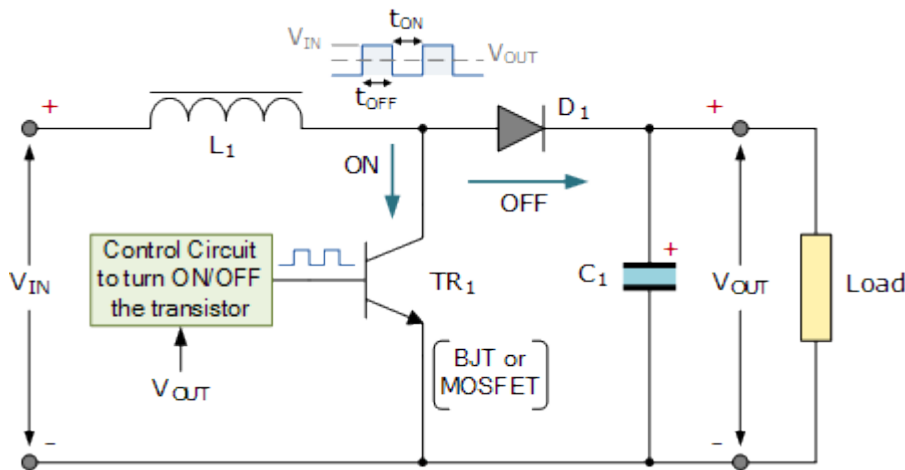
Thiết bị lúc này tiêu thụ nguồn từ cuộn cảm và tụ C1 cũng xả điện giúp cho ripple trong mạch không quá thấp. Kết hợp giữa LC tạo thành một mạch thông thấp giảm nhiễu từ nguồn.

Transistor tiếp tục lặp lại quá trình đóng mở này dựa trên tín hiệu PWM được cấp cho nó, điện áp ra được tính dựa trên biên độ mở của tín hiệu này, người ta ký hiệu thời gian transistor mở là T_{ON} và thời gian transistor đóng là T_{OFF}

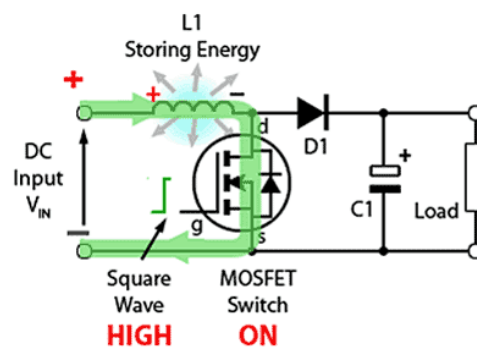


Mạch Boost

Khác với mạch Buck, mạch Boost làm nhiệm vụ tăng giá trị của điện áp DC. Tuy có cùng các linh kiện giống với mạch Buck tuy nhiên mạch Boost có các linh kiện sắp xếp ở vị trí khác.



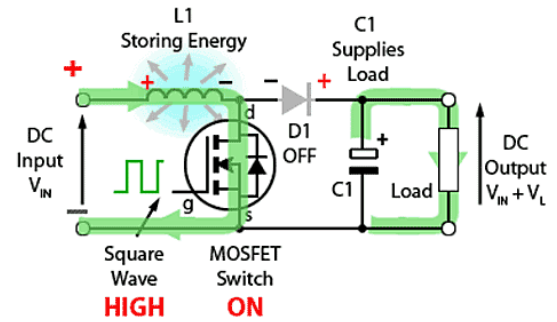
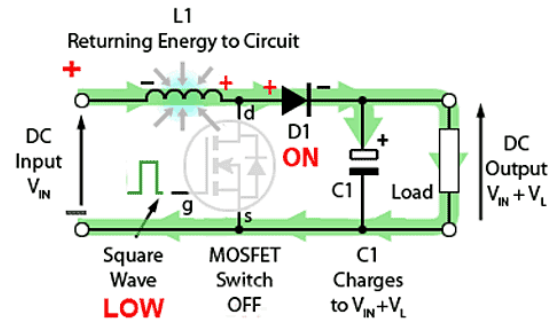
Trong mạch boost khi transistor được mở, dòng điện từ nguồn V_{in} chảy qua cuộn cảm L1 và qua transistor TR1 về cực âm. Như vậy không có dòng nào đi vào tải, cuộn cảm L1 được cấp điện rất nhanh khi mạch chỉ có điện qua L1 và TR1. Diode D1 bị đóng do điện áp của nó 1 đầu được nối vào cực âm và 1 đầu được nối vào tụ C1



Khi transistor TR1 OFF thì dòng điện được nối từ L1 vào tải, bởi vì dòng qua L1 lúc này giảm (do có sự tham gia của tải) nên sẽ sinh ra hiện tượng cảm ứng điện từ làm L1 xả điện tích, tăng cường dòng điện qua tải. Lúc này tổng điện áp vào mạch sẽ là $V_{IN} + V_L$.

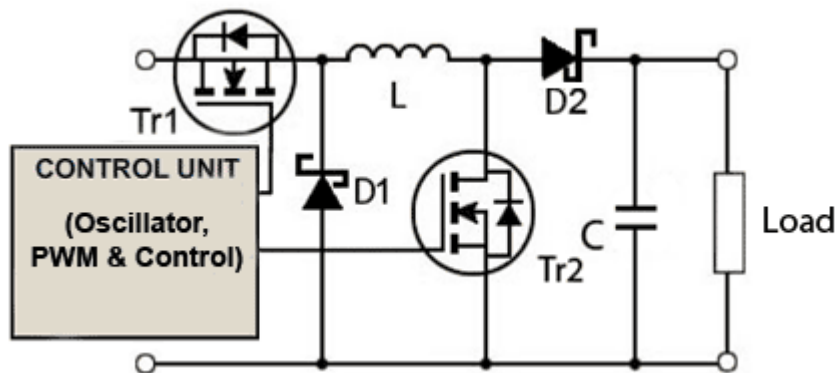
Dòng điện này còn có tác dụng nạp cho tụ C1 lên đến điện áp $V_{IN} + V_L$, việc chọn giá trị cho tụ C1 tất nhiên là càng lớn càng tốt, tuy nhiên nếu lớn quá sẽ khiến nguồn không thể cung cấp kịp điện áp để có thể nâng mức áp C1 lên $V_{IN} + V_L$.

Mạch tiếp tục hoạt động như vậy, lúc này khi transistor mở, điện tích được nạp đầy vào L1 và C1 làm nhiệm vụ cung cấp dòng cho mạch. Điện áp vào tải lúc này của mạch luôn là điện áp lớn hơn so với điện áp đầu vào.



Mạch Buck-Boost

Như ở phần trên chúng ta đã thấy, mạch Buck tạo ra đầu ra thấp hơn đầu vào với hiệu suất cao, mạch Boost có tác dụng tạo điện áp đầu ra lớn hơn điện áp đầu vào. Tuy nhiên có rất nhiều ứng dụng cần cùng lúc cả 2 tính chất này, ví dụ như hệ thống chạy bằng pin. Lúc này điện áp đầu vào có thể thay đổi trong dải từ lúc cắm sạc cho đến lúc gần hết pin. Giả sử trong lúc cắm sạc, điện áp đầu vào có thể lớn hơn điện áp cần của tải, nguồn switching cần chạy ở chế độ Buck, ngược lại khi pin chạy đến một ngưỡng nhất định, có thể điện áp của nó không đủ lớn để chạy ở chế độ Buck nữa, cần chuyển sang chế độ Boost cho mạch.

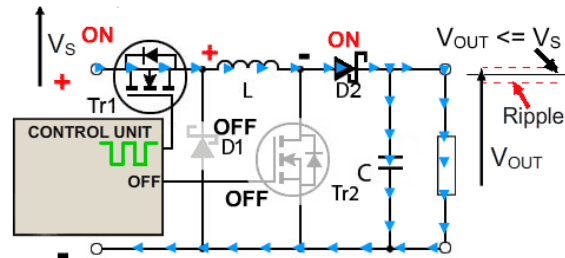


Để thực hiện được mạch này chúng ta kết hợp thiết kế của 2 mạch Buck, Boost đồng thời cần một module điều khiển để kiểm tra mỗi khi đầu vào lớn hơn hay nhỏ hơn điện áp ra mong muốn.

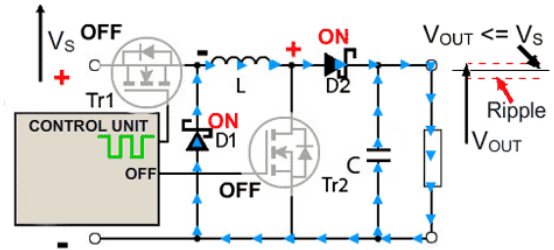
Khi hoạt động ở chế độ Boost

Trong chế độ này Transistor 2 luôn đóng và Transistor 1 được đóng/ mở ở tần số cao thông qua Control unit.

Tại thời điểm Transistor 1 mở, dòng đi qua L, tích điện cho L và nạp tụ C đồng thời chạy qua tải. D1 lúc này bị ngắt vì chênh áp giữa 2 đầu.



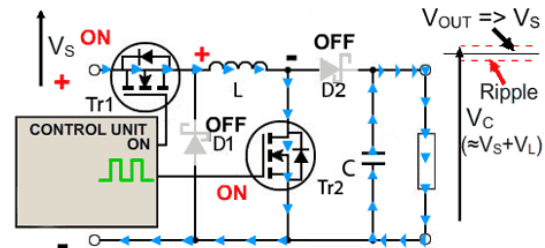
Tại thời điểm Transistor 1 đóng, dòng lúc này xuất phát từ cuộn cảm L. Hiện tượng tự cảm làm cho điện áp đi qua cuộn cảm L đổi dấu, dòng từ L và C đi vào tải, D1 lúc này mở tạo thành dòng kín trong mạch.



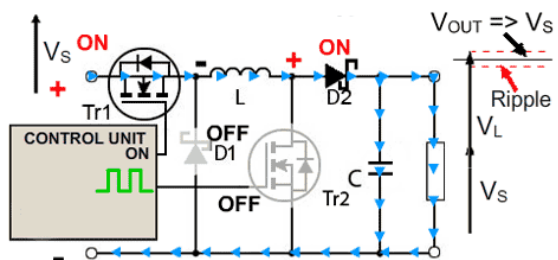
Khi hoạt động ở chế độ Buck

Tại chế độ này, Transistor 1 luôn mở, Transistor 2 sẽ được đóng mở liên tục.

Tại thời điểm Transistor 2 mở, dòng điện rất lớn đi từ nguồn qua L đến cực âm. Tại thời điểm này D2 không mở vì chênh áp giữa cực âm của nguồn và đầu tụ C.

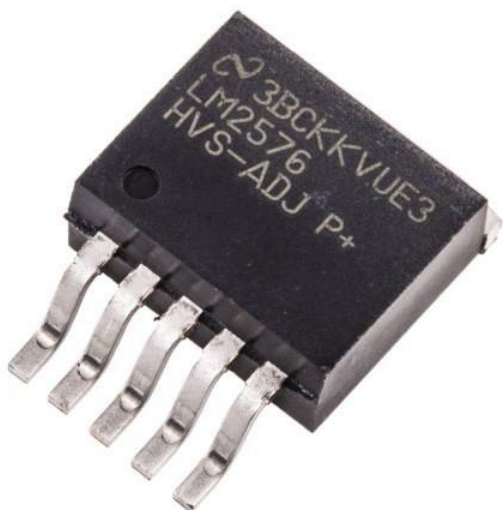


Tại thời điểm Transistor 2 đóng, không còn dòng đi qua cuộn cảm L bị giảm đột ngột do lúc này nguồn cần cung cấp điện cho cả tải và nạp cho tụ C. Lúc này sinh ra hiện tượng tự cảm tại L khiến dòng điện đi qua L được tăng cường, điện áp đầu ra tại L có giá trị $V_s + V_L$ và khiến diode D2 mở. Dòng đi qua nạp cho tụ C và cấp cho tải.

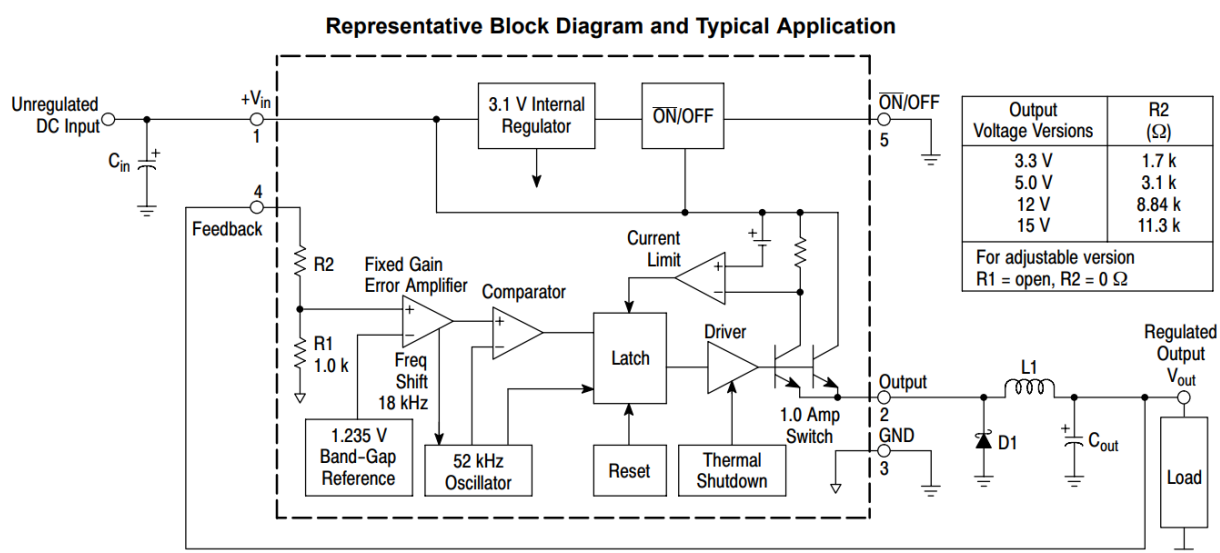


Mạch tiếp tục hoạt động, lúc này tụ C đóng vai trò chính để cung cấp điện cho tải trong khi cuộn cảm L được nạp điện để sẵn sàng cho chu kỳ tiếp theo.

3. Mạch nguồn Buck sử dụng IC LM2576-ADJ

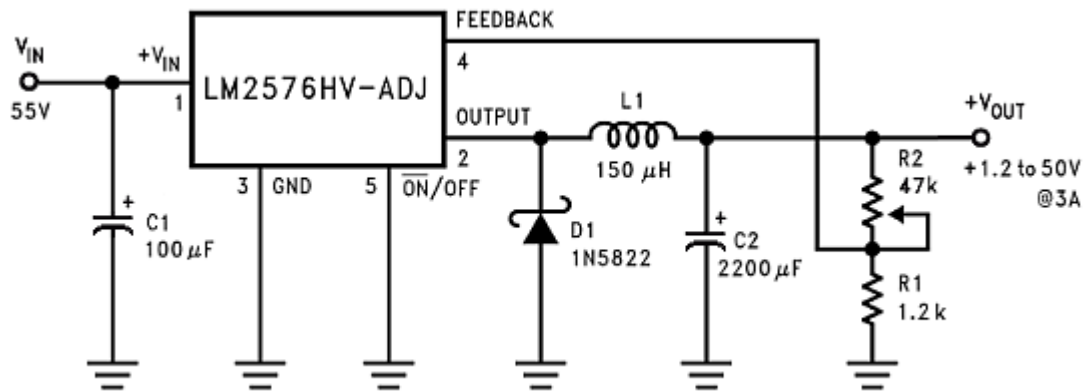


Là một IC nguồn khá cổ điển, tuy nhiên có thể cho ra dòng khá cao lên đến tối đa 3A nên vẫn hay được dùng với các ứng dụng làm việc với module GSM vốn yêu cầu dòng 2A tối đa.



Từ sơ đồ các bạn có thể thấy về cơ bản IC chứa transistor Amp switch để điều khiển đóng ngắt mạch điện dựa trên tín hiệu feedback đầu vào. Đồng thời bản thân bên trong nó cũng có nguồn LDO để cung cấp điện cho các thành phần khác hoạt động.

Sơ đồ mạch điện ứng dụng như sau



Với những dòng IC này để tính được điện áp đầu ra chúng ta chỉ cần chú ý đến cặp trở feedback và điện áp tham chiếu V_{REF}

Sử dụng các công thức sau

$$V_{out} = V_{ref} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$$

Ta có V_{out} nên cần tìm mối quan hệ giữa R_1 và R_2 , chọn 1 giá trị của R_1 và ta sẽ suy ra được R_2

$$R_2 = R_1 \left(\frac{V_{out}}{V_{ref}} - 1 \right)$$

Ngoài ra có thể sử dụng tool tính toán từ trang web sau.

<http://www.nomad.ee/micros/lm2576/index.shtml>

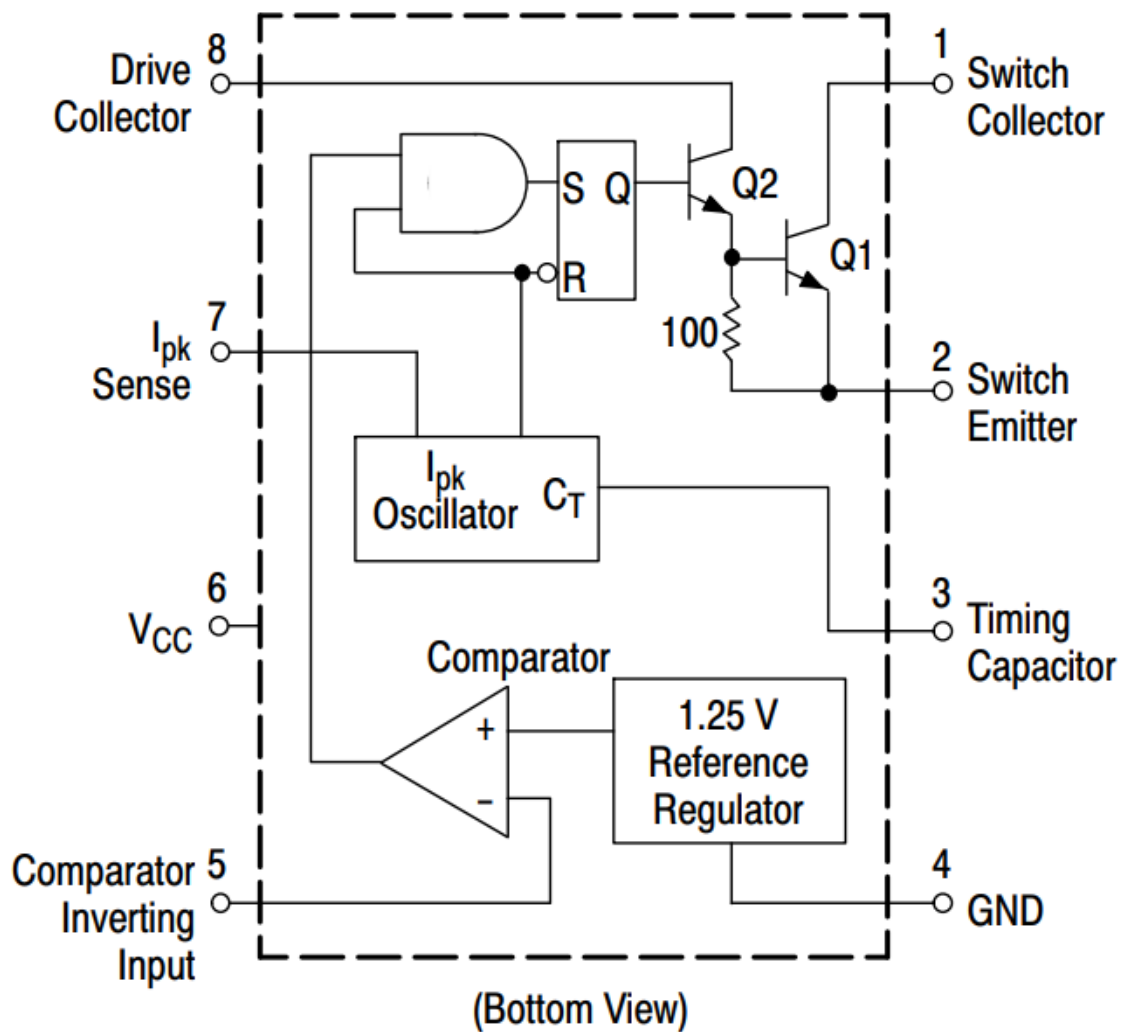
Một mạch LM2576 hoàn thiện thường có hình như dưới



4. Mạch nguồn Boost sử dụng IC MC34063

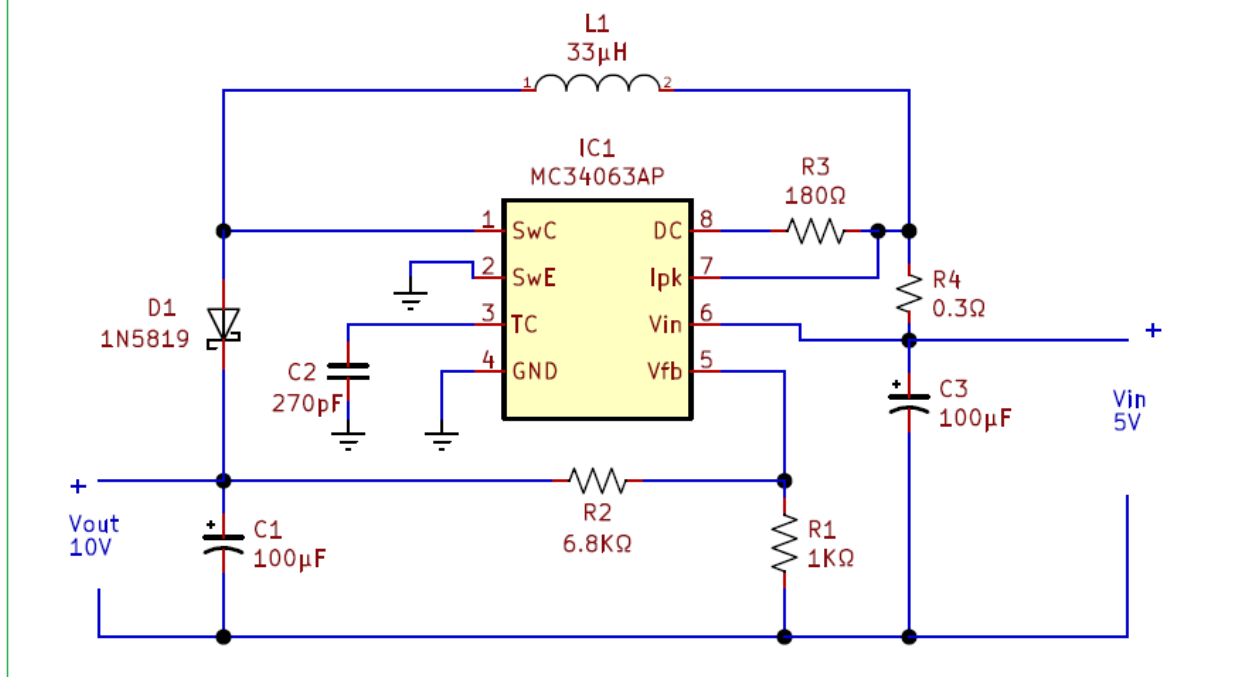


Là một IC nhỏ gọn và có khả năng tạo nguồn lên đến 1.5A với giải đầu vào từ 3V đến 40V. Có khả năng tạo mạch Buck hoặc Boost chỉ cần thêm 1 vài linh kiện ngoài với khả năng tự hạn dòng khi có quá tải và dòng tiêu thụ rất nhỏ ở chế độ chờ.



Tương tự như LM2576, MC34063 sử dụng cặp transistor Q1 Q2 để đóng ngắt các thành phần trong mạch, để điều khiển độ mở (Duty-cycle) của transistor, IC sử dụng chân I_{pk} sense để detect độ lớn của đầu ra hiện tại. Ở IC này cần chọn Timing capacitor hợp lý để bộ tạo giao động C_T có khả năng sinh ra tần số xung chuẩn.

Boost Converter Circuit Using MC34063 IC



Trên đây là một mạch Boost tiêu biểu của MC34063 với đầu vào 5V đầu ra 10V.
 Công thức tính tương tự như mạch Buck với lưu ý $V_{REF} = 1.25V$

$$V_{out} = V_{ref} \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$$

$$R_2 = R_1 \left(\frac{V_{out}}{V_{ref}} - 1\right)$$

Có thể sử dụng trang web sau:

<http://drr.ikcest.org/app/s0025>

Một mạch MC34063 trong thực tế

