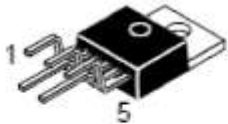


## LM2576 DATASHEET

انواع دیتاشیت های زبان اصلی و فارسی را می توانید از سایت [روبوپرداز](#) دانلود کنید

LM 2576 دسته ای از تثبیت کننده ها هستند که به صورت مدار مجتمع جهت طراحی ساده منابع



TO-220  
TV SUFFIX  
CASE 314B

Heatsink surface connected to Pin 3

تغذیه استفاده میشود تمامی مدارات از این دسته قابلیت

جریان دهی تا ۳ آمپر به بار دارند . این قطعه ها به دو

صورت خروجی ثابت ۳.۳ و ۱۲ و ۵ و ۱۵ و خروجی قابل

تنظیم موجود است .



TO-220  
T SUFFIX  
CASE 314D

این گونه قطعات برای کاهش تعداد قطعات جانبی آن

وساده تر کردن مدار های تغذیه طراحی شده اند . انواع

مختلف سلفهای استاندارد که توسط سازنده گان به بازار

عرضه میشوند نیز با این قطعات همخوانی دارند و یا به گفته دقیق تر این قطعات با سلف های ساخته شده

سازگارند .

این قطعه که تا کنون به عنوان یک قطعه سویچینگ قلمداد شد در مجموع با سه تثبیت کننده خطی بهتر

عمل میکند در اغلب اوقات تلفات حرارتی این قطعه کمتر از حدی است که نیاز به هیت سینگ داشته

باشد و یا سایز آن بسیار کوچک در نظر گرفته میشود .

سری استاندارد سلف ها برای کار با LM 2576 در نظر گرفته شده اند که به وسیله کارخانجات مختلف

ساخته میشوند . در این مقاله سعی میکنیم که به صورت کامل طراحی مدار منبع تغذیه سویچینگ را

بررسی کنیم .

2576 دارای مثبت و منفی ۴۰ درصد خطا بر اساس ولتاژ ورودی و شرایط بار در خروجی اش می باشد این

خطا در فرکانس اسیلاتور داخلی آن به میزان مثبت و منفی ۱۰ درصد میباشد در حالت STANDBY این

قطعه ۸۰ میکرو آمپر جریان مصرف میکند همچنین دارای خاموش و روشن خارجی (پایه مجزا) میباشد .

جریان خروجی آن در هر سیکل قایل کنترل است و همچنین خاموش کننده حرارتی در داخل خود قطعه

نیز وجود دارد .

خلاصه:

(۱) انواع مختلف با خروجی های ثابت ۳.۳ و ۱.۲ و ۵ و ۱۵ و خروجی قابل تنظیم میباشد .

(۲) خروجی قابل تنظیم آن از ۱.۲۳ تا ۳۷ ولت با خطای ۴ درصد

(۳) ماکزیمم جریان خروجی ۳ آمپر در بار

(۴) محدوده وسیع ولتاژ ورودی

(۵) فقط چهار قطعه جانبی نیاز دارد

(۶) اسیلاتور داخلی با فرکانس ۵۲ کیلوهرتز

(۷) پایه خاموش و روشن سازگار با تکنولوژی TTL و حالت standby برای پایین آوردن توان مصرفی .

# LM2576 Series Voltage Regulator

(۸) کارایی زیاد

(۹) سازگاری با سلف های استاندارد موجود

(۱۰) محدود کننده جریان و خاموش کننده خودکار حرارتی

(۱۱) در انواع پکیج موجود است

کاربردها:

(۱) تثبیت کننده های بسیار پر کاربرد و ساده

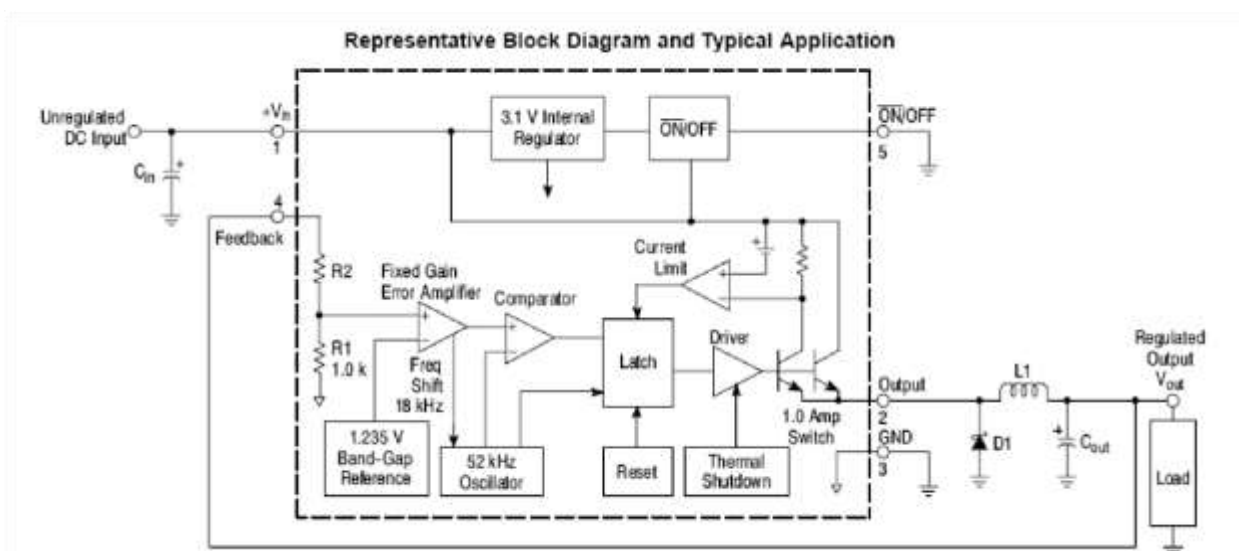
(۲) رگولاتور اولیه برای تثبیت کننده های خطی

(۳) مبدل های مثبت به منفی

(۴) مبدل های منفی بالا رونده

(۵) منبع تغذیه برای شارژر های باتری

بلوک دیاگرام آن به شکل زیر میباشد:



Latch که همان شیفت رجیستر می باشد اطلاعات را از یک مقایسه کننده میگیرد و با کلاک ساخته شده توسط اسیلاتور ۵۲ کیلوهرتز اطلاعات را به بافر (درایور) میدهد درایور نیز بر اساس دیتای ورودی اش دو ترانزیستور که وظیفه جریان دهی به خروجی را دارند روشن و خاموش میکند از خروجی و ولتاژ روی بار یک نمونه برداری جریان انجام شده و به فیدبک 2576 میروند .

بر اساس این فیدبک دیتای بعدی ایجاد شده و عددی متناظر با آن از خروجی opamp اول به اسیلاتور میروند بقیه المان ها مثل  $1R$  و  $2R$  کنترل جریان بر اساس استاندارد قابل فهم 2576 را بر عهده دارند و یا محدود کننده جریان (OPAMP بالایی) باعث ریست شدن شیفت رجیستر میشود .

این قطعه از ۱۶۲ ترانزیستور فعال تشکیل شده است که ولتاژ ورودی آن میتواند تا ۴۵ ولت باشد همچنین ولتاژ پایه روشن و خاموش آن از -۰.۳ ولت تا ولتاژ ورودی می تواند باشد

برای نوع خروجی ۳.۳ و ۵ ولت و خروجی قابل تنظیم باید ورودی ۱۲ ولت باشد برای نوع خروجی ثابت ۱۲ ولت پایه ورودی ۲۵ ولت و برای خروجی ۱۵ ولت ورودی باید ۳۰ ولت باشد این مقادیر بهترین مقادیر می باشند ولی یکتا نیستند و می توان آنها را تغییر داد .

مقادیر 2576 جداول زیر بستگی های خروجی به جریان بار و ورودی را نشان میدهد که در مورد هر نوع

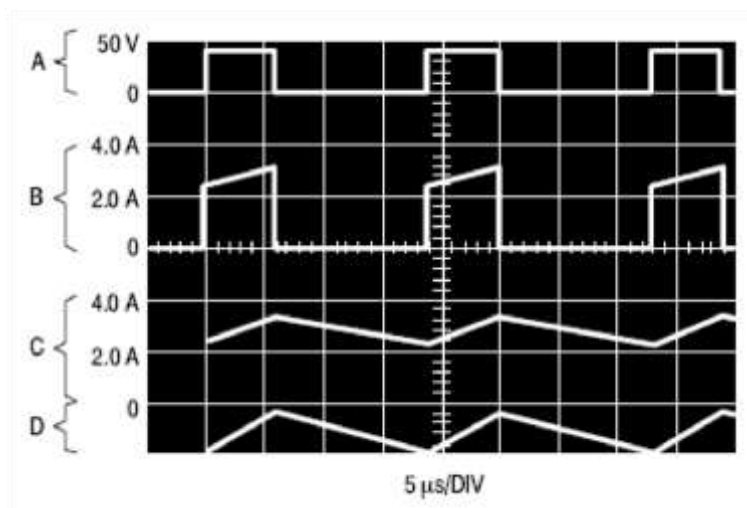
متفاوت است مثلا با خروجی ۳.۳ ولت و جریان ۳ آمپر بازده ۷۵ درصد است و با خروجی ثابت ۱۲ ولت

و جریان بار ۳ آمپر بازده ۸۸ درصد است

# LM2576 Series Voltage Regulator

Characteristics	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
<b>LM2576-3.3 (Note 1 Test Circuit Figure 15)</b>					
Output Voltage ( $V_{in} = 12\text{ V}$ , $I_{Load} = 0.5\text{ A}$ , $T_J = 25^\circ\text{C}$ )	$V_{out}$	3.234	3.3	3.366	V
Output Voltage ( $6.0\text{ V} \leq V_{in} \leq 40\text{ V}$ , $0.5\text{ A} \leq I_{Load} \leq 3.0\text{ A}$ ) $T_J = 25^\circ\text{C}$ $T_J = -40\text{ to } +125^\circ\text{C}$	$V_{out}$	3.168 3.135	3.3 -	3.432 3.465	V
Efficiency ( $V_{in} = 12\text{ V}$ , $I_{Load} = 3.0\text{ A}$ )	$\eta$	-	75	-	%
<b>LM2576-5 (Note 1 Test Circuit Figure 15)</b>					
Output Voltage ( $V_{in} = 12\text{ V}$ , $I_{Load} = 0.5\text{ A}$ , $T_J = 25^\circ\text{C}$ )	$V_{out}$	4.9	5.0	5.1	V
Output Voltage ( $8.0\text{ V} \leq V_{in} \leq 40\text{ V}$ , $0.5\text{ A} \leq I_{Load} \leq 3.0\text{ A}$ ) $T_J = 25^\circ\text{C}$ $T_J = -40\text{ to } +125^\circ\text{C}$	$V_{out}$	4.8 4.75	5.0 -	5.2 5.25	V
Efficiency ( $V_{in} = 12\text{ V}$ , $I_{Load} = 3.0\text{ A}$ )	$\eta$	-	77	-	%
<b>LM2576-12 (Note 1 Test Circuit Figure 15)</b>					
Output Voltage ( $V_{in} = 25\text{ V}$ , $I_{Load} = 0.5\text{ A}$ , $T_J = 25^\circ\text{C}$ )	$V_{out}$	11.76	12	12.24	V
Output Voltage ( $15\text{ V} \leq V_{in} \leq 40\text{ V}$ , $0.5\text{ A} \leq I_{Load} \leq 3.0\text{ A}$ ) $T_J = 25^\circ\text{C}$ $T_J = -40\text{ to } +125^\circ\text{C}$	$V_{out}$	11.52 11.4	12 -	12.48 12.6	V
Efficiency ( $V_{in} = 15\text{ V}$ , $I_{Load} = 3.0\text{ A}$ )	$\eta$	-	88	-	%
<b>LM2576-15 (Note 1 Test Circuit Figure 15)</b>					
Output Voltage ( $V_{in} = 30\text{ V}$ , $I_{Load} = 0.5\text{ A}$ , $T_J = 25^\circ\text{C}$ )	$V_{out}$	14.7	15	15.3	V
Output Voltage ( $18\text{ V} \leq V_{in} \leq 40\text{ V}$ , $0.5\text{ A} \leq I_{Load} \leq 3.0\text{ A}$ ) $T_J = 25^\circ\text{C}$ $T_J = -40\text{ to } +125^\circ\text{C}$	$V_{out}$	14.4 14.25	15 -	15.6 15.75	V
Efficiency ( $V_{in} = 18\text{ V}$ , $I_{Load} = 3.0\text{ A}$ )	$\eta$	-	86	-	%
<b>LM2576 ADJUSTABLE VERSION (Note 1 Test Circuit Figure 15)</b>					
Feedback Voltage ( $V_{in} = 12\text{ V}$ , $I_{Load} = 0.5\text{ A}$ , $V_{out} = 5.0\text{ V}$ , $T_J = 25^\circ\text{C}$ )	$V_{out}$	1.217	1.23	1.243	V
Feedback Voltage ( $8.0\text{ V} \leq V_{in} \leq 40\text{ V}$ , $0.5\text{ A} \leq I_{Load} \leq 3.0\text{ A}$ , $V_{out} = 5.0\text{ V}$ ) $T_J = 25^\circ\text{C}$ $T_J = -40\text{ to } +125^\circ\text{C}$	$V_{out}$	1.193 1.18	1.23 -	1.267 1.26	V
Efficiency ( $V_{in} = 12\text{ V}$ , $I_{Load} = 3.0\text{ A}$ , $V_{out} = 5.0\text{ V}$ )	$\eta$	-	77	-	%

شکل زیر نمایی از شکل موج های مختلف قطعه است

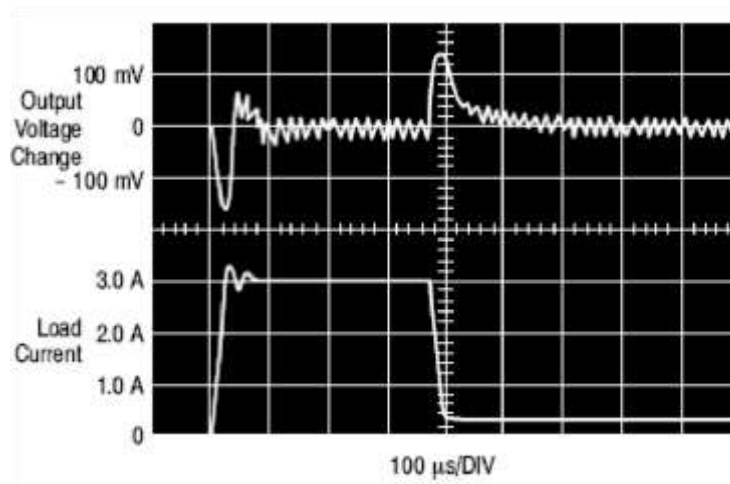


# LM2576 Series Voltage Regulator

شکل موج پایه خروجی قطعه در قسمت A و شکل موج سر سلف در قسمت B و شکل موج همپن نقطه با

کوپلینگ AC در قسمت C و همچنین ریپل خروجی با کوپلینگ AC در قسمت D این شکل نشان داده

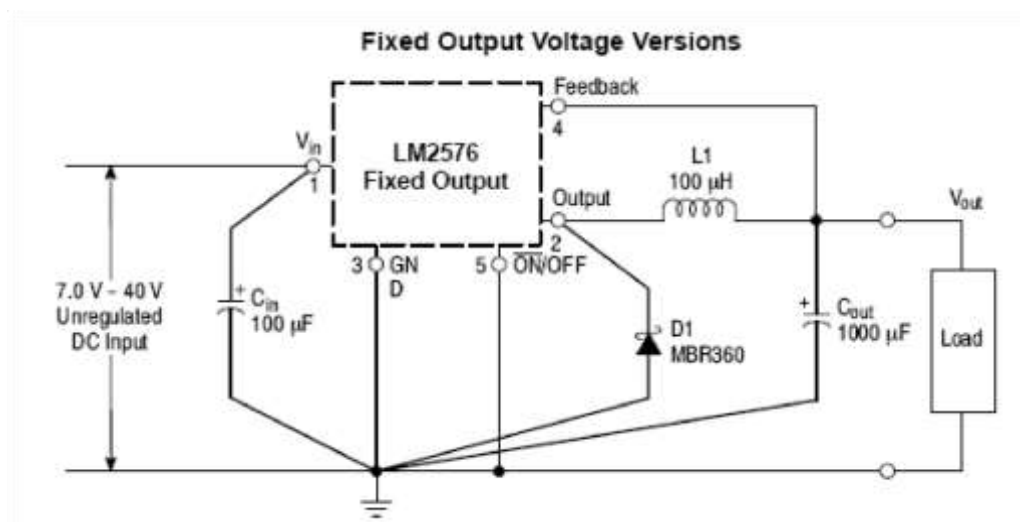
شده اند.



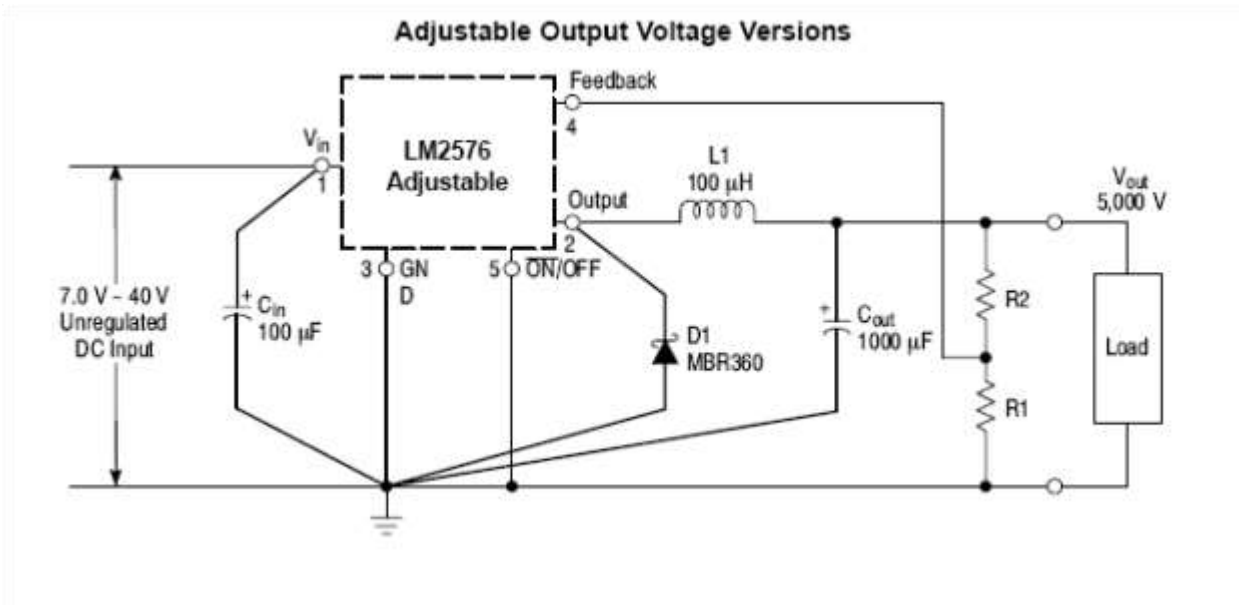
شکل موج خروجی و شکل موج سر بار نمایش داده شده مشاهده می شود که به دلیل فیلتر پایین گذاری

که در خروجی قرار گرفته ولتاژ کاملا صاف به بار میرسد .

شکل مدار در حالت خروجی ثابت به صورت زیر است :



شکل مدار در حالت خروجی قابل تنظیم به صورت زیر است :



مقادیر ولتاژ خروجی و مقاومت ها از روابط زیر به دست می آیند ولتاژ مرجع  $V_{REF}$  برابر ۱.۲۳ ولت و

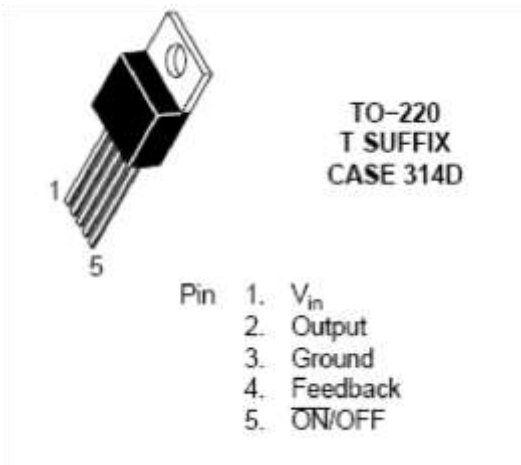
مقاومت  $R_1$  بین یک تا ۵ کیلو متغیر است .

$$V_{out} = V_{ref} \left( 1.0 + \frac{R_2}{R_1} \right)$$

$$R_2 = R_1 \left( \frac{V_{out}}{V_{ref}} - 1.0 \right)$$

# LM2576 Series Voltage Regulator

شرح پایه ها :



(۱)  $V_{in}$  : این پایه ولتاژ تغذیه مثبت میباشد

(۲) out put : این پایه ولتاژ خروجی می باشد

(۳) GND : پایه زمین برای تغذیه 2576 است

(۴) feed back : این پایه برای نمونه برداری از

خروجی جهت تنظیمات بعدی و تنظیمات جدید می باشد .

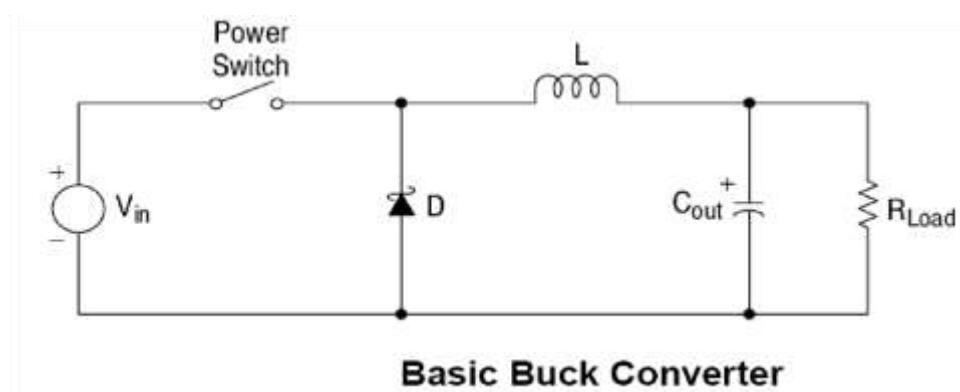
(۵) on/off : با یک شدن این پایه قطعه خاموش می گردد و با صفر شدن آن به صورت عادی به کار خود

ادامه می دهد .

طرز کار :

LM2576 یک مبدل کاهنده مرحله ای است. همان طور که در شکل زیر می بینیم بر اساس زمان قطع و

وصل شدن power switch مقدار ولتاژ خروجی تغییر میکند





نحوه کار اینگونه است که وقتی سویچ بسته است ولتاژ  $V_{in}$  روی  $L$  می افتد و خروجی سلف خروجی کلی

و ولتاژ بار می باشد . به دلیل اینکه ولتاژ ورودی به خروجی با یک سلف وصل شده جریان سلف به طور

لحظه ای تغییر نمی کند و یک شیب خطی دارد . که این جریان از رابطه زیر محاسبه میشود :

$$I_{L(on)} = \frac{(V_{in} - V_{out}) t_{on}}{L}$$

در طی این زمان انرژی درون سلف ذخیره میشود (به صورت شارژ مغناطیسی) ( اگر این سلف به درستی

انتخاب شده باشد می تواند در زمان خاموش بودن سویچ انرژی مورد نیاز بار را تامین کند .

وقتی سویچ باز است چون سلف انرژی در خود ذخیره کرده و میخواهد این جریان باقی بماند پلاریته  $V_{in}$

را در دو سر خود حفظ میکند به خاطر وجود دیود  $D$  مدار همچنان بسته است و جریان از بار عبور خواهد

کرد (مانند گذشته) جریان در این زمان از رابطه زیر محاسبه می شود .

$$I_{L(off)} = \frac{(V_{out} - V_D) t_{off}}{L}$$

این زمان موقعی که سویچ دوباره بسته شود خاتمه میابد . میزان ولتاژ خروجی نیز با duty cycle (نسبت

high به low بودن سیگنال) تنظیم میگردد .

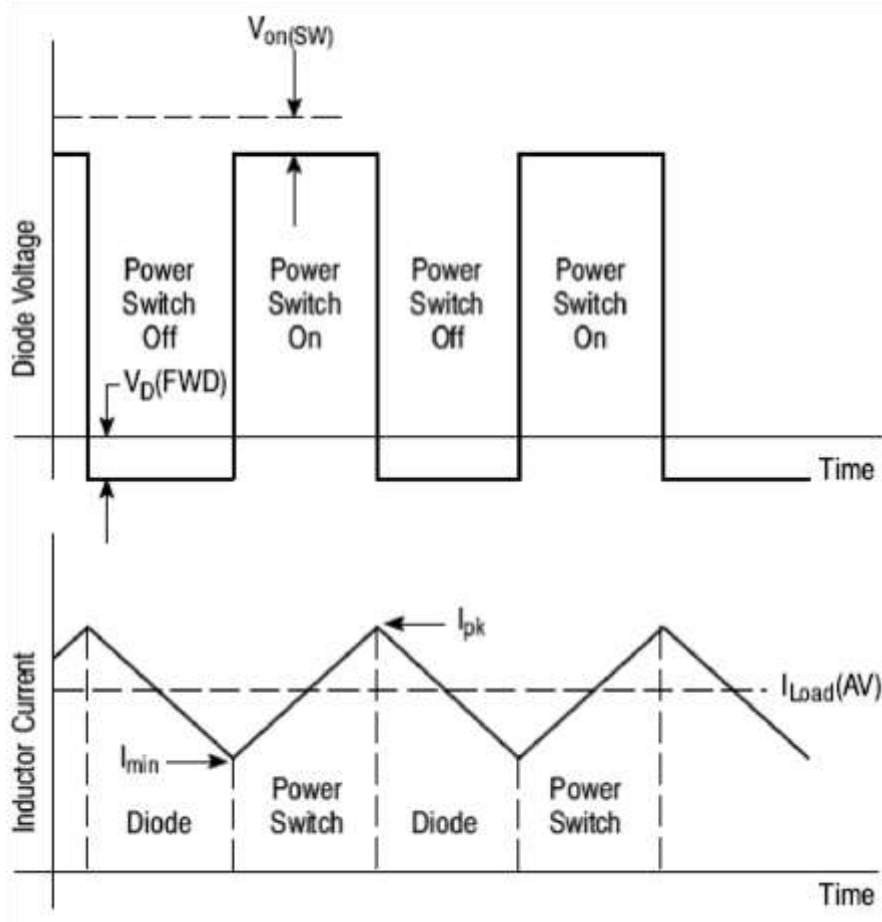
# LM2576 Series Voltage Regulator

$$d = \frac{t_{on}}{T}$$

در حالت ایده آل دیوتی سایکل از رابطه زیر محاسبه میشود.

$$d = \frac{V_{out}}{V_{in}}$$

شکل های زیر زمان بندی روشن و خاموش بودن سویچ و شکل جریان روی سلف را نمایش میدهد



مقادیر و دستور العمل لازم برای خروجی ثابت به ترتیب زیر می باشد :

برای جلوگیری از ناپایداری ورودی و همچنین پایدار کردن عملیات مبدل یک خازن الکترولیت آلومینیم یا

تانتالیم به عنوان خازن بای پس از پایه ورودی تا زمین قرار میگیرد .

تا زمانی که جریان بیشینه دیود از جریان بار در خروجی رگولاتور بالا نرفته جریان دیود حداقل باید ۱.۲

برابر بزرگتر از جریان بار باشد در طراحی یک مدار قدرت (آمپر بالا) این دیود باید بتواند به اندازه خروجی

رگولاتور جریان از خودش عبور دهد تا بتواند ادامه دهنده کار 2576 باشد .

ولتاژ معکوس این دیود نیز باید حداقل ۱.۲۵ برابر بیشینه ولتاژ ورودی باشد

بر اساس نیاز های مداری و بنا به شکل های زیر مقدار 1L را می توان انتخاب کرد .

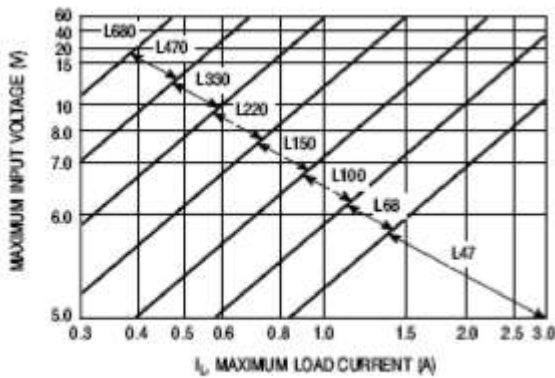


Figure 18. LM2576-3.3

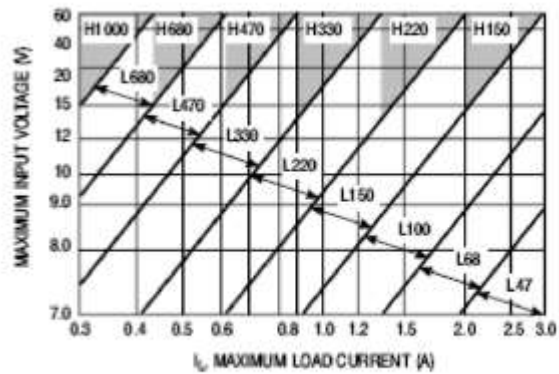


Figure 19. LM2576-5

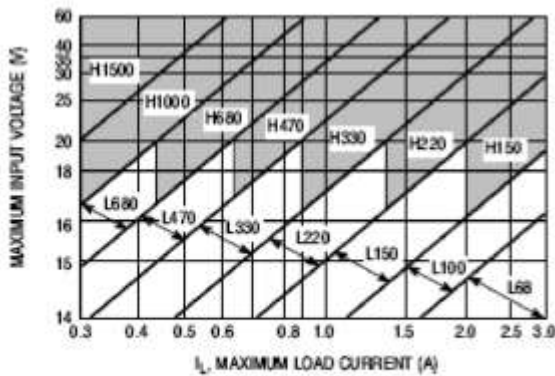


Figure 20. LM2576-12

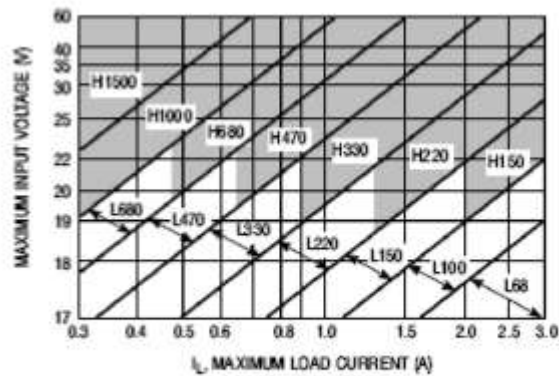


Figure 21. LM2576-15

همچنین طراح باید بداند که میزان جریان سلف باید بیشتر از حداکثر جریان عبوری از سلف باشد این

ماکزیمم پیک به کمک روابط زیر محاسبه می شود .

$$I_p(\max) = I_{\text{Load}(\max)} + \frac{(V_{\text{in}} - V_{\text{out}}) t_{\text{on}}}{2L}$$

که  $T_{\text{on}}$  نیز همان زمان روشن بودن سویچ تغذیه است . و از رابطه زیر محاسبه میشود ..

$$t_{\text{on}} = \frac{V_{\text{out}}}{V_{\text{in}}} \times \frac{1.0}{f_{\text{osc}}}$$

برای پایداری عملیات و همچنین حذف ریپل (کاهش ریپل) خروجی یک خازن بین ۶۸۰ تا ۲۰۰۰ میکروفاراد در خروجی پیشنهاد می شود. ولتاژ این خازن نیز حداقل باید ۱.۵ برابر ولتاژ خروجی باشد یعنی وقتی ولتاژ خروجی ۵ ولت داریم ولتاژ این خازن ۸ ولت بدست می آید که می توانیم از خازن های ۱۰ یا ۱۶ ولتی استفاده کنیم.

**مقادیر و دستور العمل لازم برای ولتاژ خروجی متغیر :**

برای انتخاب مقدار ولتاژ خروجی باید مقادیر درست  $R_1$  و  $2R$  را محاسبه کنیم.

$$V_{out} = V_{ref} \left( 1.0 + \frac{R_2}{R_1} \right) \quad \text{where } V_{ref} = 1.23 \text{ V}$$

مقاومت  $R_1$  میتواند بین ۱ تا ۵ کیلو می تواند متغیر باشد

و در نتیجه مقاومت  $2R$  از رابطه زیر به دست می آید :

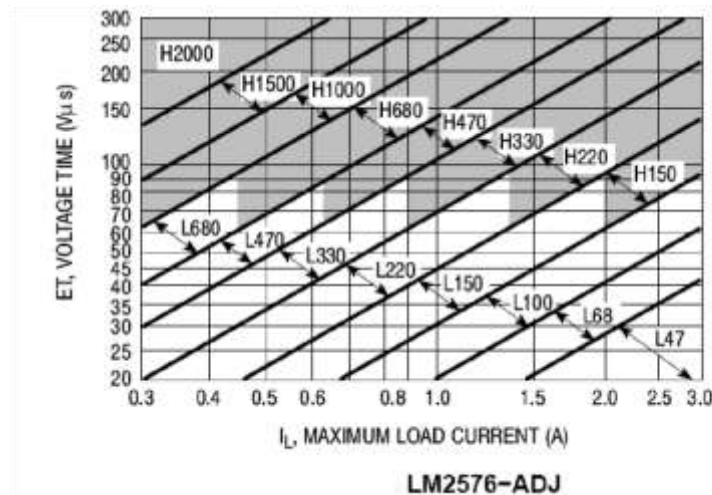
$$R_2 = R_1 \left( \frac{V_{out}}{V_{ref}} - 1.0 \right)$$

مقادیر  $C_{in}$  و  $1D$  همان طور که در قسمت ولتاژ ثابت توضیح داده شده محاسبه می گردند.

در محاسبه سلف باید از ثابت زیر استفاده کرد :

$$E \times T = (V_{in} - V_{out}) \frac{V_{out}}{V_{in}} \times \frac{10^6}{F[\text{Hz}]} \quad [V \times \mu\text{s}]$$

با توجه به مقدار EXT و جریان بار مصرفی طبق نمودار زیر مقدار سلف تعیین میگردد.



سلف انتخاب شده برای فرکانس سویچینگ ۵۲ کیلو هرتز انتخاب می‌گردد همچنین جریان آن نیز

۱.۱۷ برابر جریان مصرفی در بار می باشد. بنا بر این بر اساس پیک جریان سلف از رابطه زیر محاسبه می

شود.

$$I_{p(max)} = I_{Load(max)} + \frac{(V_{in} - V_{out}) t_{on}}{2L}$$

که  $T_{ON}$  بر اساس روشن بودن سویچ از رابطه زیر محاسبه میشود.

$$t_{on} = \frac{V_{out}}{V_{in}} \times \frac{1.0}{f_{osc}}$$

خازن خروجی نیز بر اساس سلف و ولتاژ خروجی از رابطه زیر تعیین می‌گردد

$$C_{out} \geq 13,300 \frac{V_{in(max)}}{V_{out} \times L [\mu H]} [\mu F]$$

مقدار این خازن می تواند بین ۱۰ تا ۲۰۰۰ میکرو فاراد تغییر کند

## قطعات خروجی :

مقدار جریان گذرنده از  $C_{IN}$  بسیار مهم است . خازن هایی که مقدار بزرگتری دارند و سطح بزرگتری دارند عموماً مقدار جریان موثر بزرگتری دارند . چون سطح بزرگتر آنها و ولتاژ بیشترشان باعث می شود از نظر فیزیکی بزرگتر از ولتاژ پایین ترها باشند و در نتیجه پراکنده گی حرارتی بیشتری نسبت به بقیه دارند .

مقدار جریان موثر از رابطه زیر بدست می آید

$$I_{rms} > 1.2 \times d \times I_{Load}$$

که در این رابطه  $d$  همان دیوتی سایکل می باشد و برای رگولاتور BUCK برابر است با :

$$d = \frac{t_{on}}{T} = \frac{V_{out}}{V_{in}}$$

و همچنین برای رگولاتور BUCK BOOST برابر است با :

$$d = \frac{t_{on}}{T} = \frac{|V_{out}|}{|V_{out}| + V_{in}}$$

خازن خروجی نیز برای کاهش رپل ولتاژ خروجی ( که ۱ تا ۲ درصد ولتاژ خروجی میباشد ) است

وقتی این مقدار بسیار کم ( کمتر از ۰.۰۵ ) باشد ممکن است حلقه فیدبک ناپایدار شود

در دماهای کمتر از ۲۵- درجه سانتیگراد پیشنهاد میشود که از خازن های الکترولیتی استفاده نشود

اینگونه خازن ها در دمای ۲۵- درجه ظرفیتشان سه برابر و در دمای ۴۰- درجه ظرفیتشان ۱۰ برابر می

شود خازن هایی که از جنس تانتالیم جامد هستند، برای دماهای ۲۵- درجه و کمتر پیشنهاد می شوند و

نسبت به خازن های معمول بهتر عمل میکنند این گونه خازن ها را می توانیم موازی با یک خازن

الکترولیتی آلومینیومی موازی کنیم مقدار خازن تانتالیم باید ۱۰ تا ۲۰ درصد مجموع خازن ها باشد .

آی سی LM2576 یک مبدل کاهنده از نوع buck است که به یک دیود سریع برای فراهم کردن جریان

سلف وقتی که سویچ خاموش است ، نیاز دارد. دیود های یکسو سازبه خاطر اینکه باعث حفظ تلفات منابع

می شوند بسیار با هامیت هستند و در منابع تغذیه مورد توجه قرار میگیرند . دیود های شکلی بهترین

کارایی را در این میان دارند چون سرعت سویچینگ آنها بسیار بالا وهمچنین ولتاژ فوروارد کمتری دارند

در ولتاژ های زیر ۵ ولت بهترین گزینه (برای دیود) همین دیود های شاکلی هستند . انتخاب دیگر برای

دیود، دیود های بازیافت سریع یا دیود های بازیافت بسیار سریع می باشند .

دیود های بازیافت سریع به همراه خواص باز گرداننده کیفیت بالاتری دارند و در طراحی های کم نویز مورد

استفاده قرار می گیرند .



در زیر لیستی از دیودهایی که برای این منظور مناسب هستند نوشته شده توجه کنید که دیودهای

یکسوساز معمولی در فرکانس های ۵۰ تا ۶۰ هرتز کار میکنند مثل سری 1N4001 و سری 1N5400 که

در اینجا مناسب نمی باشد .

Table 1. Diode Selection Guide

V <sub>R</sub>	Schottky				Fast Recovery			
	3.0 A		4.0 – 6.0 A		3.0 A		4.0 – 6.0 A	
	Through Hole	Surface Mount	Through Hole	Surface Mount	Through Hole	Surface Mount	Through Hole	Surface Mount
20 V	1N5820 MBR320P SR302	SK32	1N5823 SR502 SB520		MUR320 31DF1 HER302  (all diodes rated to at least 100 V)	MURS320T3 MURD320 30WF10  (all diodes rated to at least 100 V)	MUR420 HER602  (all diodes rated to at least 100 V)	MURD620CT 50WF10  (all diodes rated to at least 100 V)
30 V	1N5821 MBR330 SR303 31DQ03	SK33 30WQ03	1N5824 SR503 SB530	50WQ03				
40 V	1N5822 MBR340 SR304 31DQ04	SK34 30WQ04 MBRS340T3 MBRD340	1N5825 SR504 SB540	MBRD640CT 50WQ04				
50 V	MBR350 31DQ05 SR305	SK35 30WQ05	SB550	50WQ05				
60 V	MBR360 DQ06 SR306	MBRS360T3 MBRD360	50SQ080	MBRD660CT				

سلف:

اجزای مغناطیسی اساس همه منابع تغذیه سویچینگ می باشد مدل هسته و تکنیک ساخت اجزای

مغناطیسی موجب می شود که شار بیشتری برای نگهداری جریان در این قسمت جمع گردد .

استفاده از سلف های معیوب یا سلف هایی که طراحی آنها طراحی ضعیفی است سبب می شود که ضربه

های ولتاژ بزرگی توسط منبع تغذیه در هنگام سوئیچ زنی ایجاد گردد این ضربه ها می تواند هسته سلف را

در حین کار معمولی به اشباع ببر همچنین این پیک ها (ضربه ها) می تواند قطعات دیگر را نیز دچار

مشکل سازد مثل شکست بهمنی دیود که در این صورت انرژی از این طریق تخلیه می شود همچنین

مشکلات دیگری مثل L تداخل فرکانس رادیویی یا تداخل الکترومغناطیسی را ایجاد میکند

Table 2. Inductor Selection by Manufacturer's Part Number

Inductor Code	Inductor Value	Tech 39	Schott Corp.	Pulse Eng.	Renco
L47	47 $\mu$ H	77 212	671 26980	PE-53112	RL2442
L68	68 $\mu$ H	77 262	671 26990	PE-92114	RL2443
L100	100 $\mu$ H	77 312	671 27000	PE-92108	RL2444
L150	150 $\mu$ H	77 360	671 27010	PE-53113	RL1954
L220	220 $\mu$ H	77 408	671 27020	PE-52626	RL1953
L330	330 $\mu$ H	77 456	671 27030	PE-52627	RL1952
L470	470 $\mu$ H	*	671 27040	PE-53114	RL1951
L680	680 $\mu$ H	77 506	671 27050	PE-52629	RL1950
H150	150 $\mu$ H	77 362	671 27060	PE-53115	RL2445
H220	220 $\mu$ H	77 412	671 27070	PE-53116	RL2446
H330	330 $\mu$ H	77 462	671 27080	PE-53117	RL2447
H470	470 $\mu$ H	*	671 27090	PE-53118	RL1961
H680	680 $\mu$ H	77 508	671 27100	PE-53119	RL1960
H1000	1000 $\mu$ H	77 556	671 27110	PE-53120	RL1959
H1500	1500 $\mu$ H	*	671 27120	PE-53121	RL1958
H2200	2200 $\mu$ H	*	671 27130	PE-53122	RL2448

همان طور که اشاره شد 2576 یک مبدل کاهنده مرحله ای است و می تواند به هر دو صورت دنباله دار یا

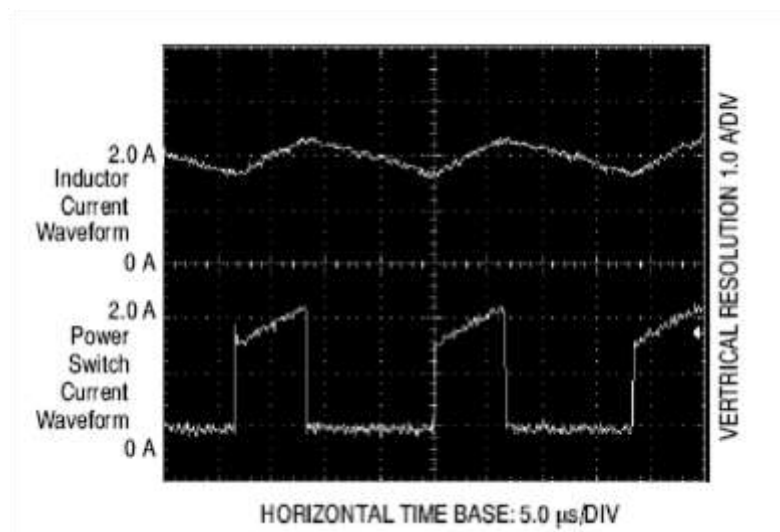
بدون دنباله کار کند منظور از دنباله دار ادامه داشتن جریان دیود است . در مواردی که بار سنگین داریم

وخصوصا در مورد بار های سنگین سلفی بهتر است که اجازه ندهیم جریان به صفر برسد واز نوع دنباله‌دار

استفاده کنیم

ولی در شرایطی که بار سبکی داریم مدار به طور بدون دنباله نیز می تواند کار کند و جریان سلف در

محدوده هایی از زمان می تواند صفر شود .



در هر حالت خصوصیات قطعات تفاوت میکنند اینها می توانند بر روی کارایی رگولاتور و قطعات مورد

نیازش تاثیر بگذارد

در بسیاری از موارد از مدار دنباله دار استفاده میکنیم از مزیت های این روش به توان خروجی زیاد پیک

های جریان کم در قسمت سویچ زنی، سلف و دیود و همچنین داشتن ریپل خروجی کم اشاره کرد

از طرف دیگر این مدار نیاز به یک سلف نسبتا بزرگ دارد تا انرژی و جریان بیشتری را در خود ذخیره کند

و به بار تحویل دهد

این سلف خود سبب می شود که جریان بار کمی کاهش پیدا کند و ولتاژ خروجی مدار (المان سویچ کننده) زیاد شود .

جداولی که در صفحات قبل برای انتخاب سلف مطرح شدند همگی برای کار در این حالت (دنباله دار) بودند و بر اساس جریان بار مشخص می کردند که چه سلفی مورد نیاز است این راهنمایی ها همچنین مشخص میکنند که ماکزیمم جریان عبوری از بار چه درصدی از جریان ریپل پیک توپیک روی سلف است همین درصد اجازه میدهد که جریان های مختلفی برای بار های مختلف طراحی و انتخاب کردند . در بارهای سبک (کمتر از ۳۰۰ میلی آمپر) ممکن است بخواهیم از حالت گسسته (بدون دنباله) استفاده کنیم چون مقدار سلف میتواند نسبتا کمتر باشد و در نتیجه درصد جریان پیک تو پیک سلف افزایش یابد . این حایت یعنی حالت گسسته در همه رگولاتورهای نوع buck قابل اجرا است در صدی که بار به اندازه کافی سبک باشد .

## انتخاب سلف مناسب :

در هنگام انتخاب سلف برخی از مواردی که به آن توجه می شود جنس هسته قیمت و توان خروجی منبه تغذیه می باشد

همچنین سایز و میزان حفاظت در برابر تداخل مغناطیسی هسته نیز مهم هستند .

راهنمایی های انتخاب سلف بسیاری از سلف ها را پوشش می دهند سلف هایی با هسته E-potcore, core,toroid,bobbin و با هر نوع ماده ای درون هسته مثل فریت یا پودر آهن از هر سازنده ای مورد قبول هستند .

برای بالا بردن کیفیت طراحی بهترین نوع سلف از نوع مارپیچی (toroid) است . تا زمانی که شارژ مغناطیسی داخل هسته است کمترین تداخل مغناطیسی را دارد و باعث کاهش اشکالات ناشی از نویز در مدارات حساس می شود .

ارزان ترین سلفها نیز سلف های بو بینی هستند که شامل سیم هایی است که دور یک هسته فریت پیچیده شده شده . این سلف ها معمولا تداخل مغناطیسی بیشتری دارند چون هسته مانند حالت قبل بسته نیست بیرون آمدن شار از یکسوی هسته و ورود آن از سوی دیگر باعث این امر می شود

این تداخل الکترومغناطیس در مواردی که چندین رگولاتور روی یک برد قرار داده ایم مشکل ساز خواهد بود .

در این موارد از هسته دیگری مثل E-core یا pot ویا toroid استفاده میگردد .

نکته دیگر در انتخاب سلف این است که جریان خروجی نزدیک به جریان قابل تحمل سلف نباشد یعنی با توجه به اینکه شار عبوری از هسته ماکزیممی دارد نباید آن را نادیده گرفت جریان گذرنده از سلف هم باعث ایجاد تلفات گرمایی در سیم های مسی آن میگردد وهم باعث به اشباع رفتن هسته میگردد .

اشباع رفتن نیز سبب افت سریع مقدار اندوکتانس و خواص هسته می‌گردد همه این موارد باعث میشود

مقاومت سلف در عبور جریان DC افزایش یابد عبور نکردن جریان از سلف به المان های سویچ کننده

داخل 2576 فشار می آورد و باعث گرم شدن بیش از حد 2576 میشود .

اگر خروجی 2576 را بدون فیلتر کردن رها کنیم باعث میشود که ملتاژی به شکل دندانهای ایجاد

گردد مقدار این ریپل ۵ تا ۳ در صد از ولتاژ خروجی می باشد به کمک یک خازن پس از سلف و موازی با

بار می توانیم این ریپل را بهبود بخشیم .

## ضربه های ولتاژ و چگونه گی کاهش آنها :

در پیک های موج دندانها اری که در خروجی رگولاتور قرار دارد ممکن است ضربه هایی وجود داشته

باشد این ضربه ها که به شکل یک میخ یا یک خط نازک دیده میشوند نتیجه سویچ کردن با سرعت بالا

هستند در اینجا چندین فاکتور مهم نیز وجود دارد .

که باعث ایجاد این میخ ها میشوند: سیم های سلف خازن های سرگردان و همچنین سیم پراپ که برای

اندازه گیری استفاده میشوند ، همه در ایجاد این میخ ها سهم دارند. که برای کاهش دامنه آن از خازن های

با اندوکتانس پایین باید استفاده کنیم، همچنین تقدم فاز آن باید خیلی کوتاه در نظر گرفته شود. کیفیت

برد مدار چاپی نیز در این امر مهم و ضروری است. برای حذف ریپل خروجی باید مقدار سلف  $L_1$  را افزایش

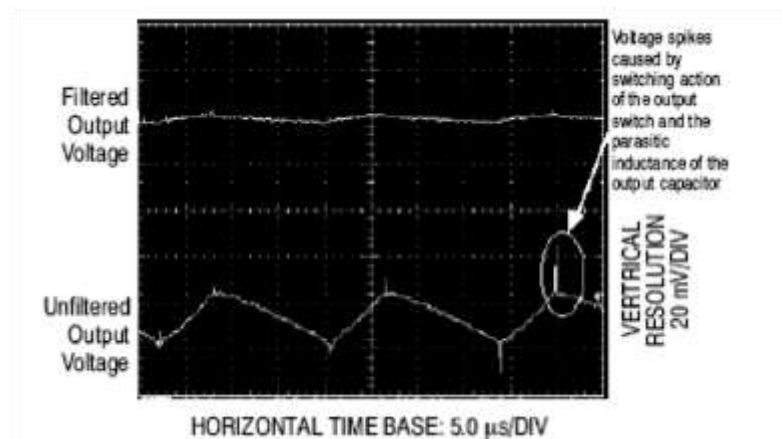
دهیم. همچنین باید ظرفیت خازن خروجی نیز زیاد شود، جدای از این راه روش دیگری نیز وجود دارد و

# LM2576 Series Voltage Regulator

آن اضافه کردن یک فیلتر LC در خروجی است. (20uH , 100uF) که باعث می شود ریپل خروجی کاهش یابد.

با اضافه کردن چنین فیلتری ریپل خروجی ۱۰ مرتبه و یا بیشتر کاهش پیدا میکند.

شکل زیر نشان می دهد که خروجی با فیلتر و بدون فیلتر چه تفاوتی با هم دارند.



شکل پایینی نشان دهنده خروجی فیلتر نشده و شکل بالایی نمایانگر شکل موج خروجی با استفاده از فیلتر LC است.

با اینکه ۲۵۷۶ در پکیج TO 220 ارائه شده و اغلب قطعات با این پکیج نیاز به هیت سینگ دارند ولی این

قطعه آنچنان نیازی به هیت سینگ ندارد حتی می توان از مسهای فیبر مدار چاپی برای خنک کردن آن

استفاده نمود. در این حالت قطعه روی فیبر قرار گرفته و پیچ یا لحیم میگردد.

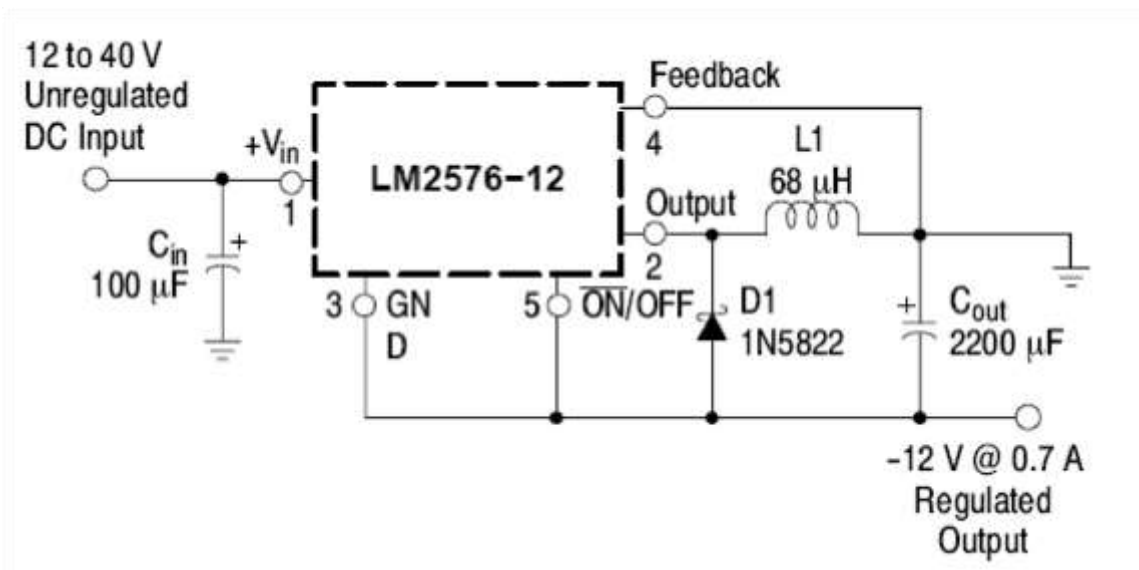
کاربرد های اضافه:

## ۱-رگولاتور منفی Buck-Boost:

از این قطعه می توان به عنوان رگولاتور Buck-boost نیز استفاده کرد ورودی این رگولاتور ها مثبت و

خروجی آنها منفی است. در این حالت جای زمین و ولتاژ خروجی عوض می شود. و این ولتاژ نسبت به

زمین ۱۲- ولت می باشد. شکل مدار را ملاحظه می کنید:



این مدار با ولتاژ ۱۲ ولت و بیشتر در ورودی اش می تواند ۰.۷ آمپر جریان در خروجی تامین نماید ولی در

بار های سبکتر می توانیم ورودی آن را تا حد ۴.۷ ولت کاهش دهیم. جریان دهی در این حالت از حالت

Buck کمتر می باشد. همچنین جریان ورودی در این حالت بسیار زیاد می باشد. مثلاً برای یک بار سبک

باید نزدیک به ۵ آمپر جریان به ورودی بدهیم این جریان زیاد برای راه اندازی و به مدت ۲ میلی ثانیه نیاز

است. این زمان به میزان ولتاژ خروجی و سائز خازن خروجی وابسته است و پس از گذشت آن جریان

ورودی می تواند کاهش یابد.



در طراحی این گونه از رگولاتور ها باید موارد زیر را در نظر بگیریم:

$L$  و خازن خروجی باید تغییر کنند. خازن خروجی باید نسبت به حالت قبل بزرگتر انتخاب شود. ولتاژ

ورودی کم و جریان خروجی بالا سبب میشود این خازن بزرگ و در حدود چند هزار میکرو فاراد انتخاب

گردد.

مقدار  $L$  نیز در حدود ۸۶ تا ۲۲۰ میکرو هانری تغییر می کند که برای محاسبه دقیق تر آن باید جریان

پیک را از رابطه زیر محاسبه کنیم:

$$I_{\text{peak}} = \frac{I_{\text{Load}} (V_{\text{in}} + |V_{\text{O}}|)}{V_{\text{in}}} + \frac{V_{\text{in}} \times t_{\text{on}}}{2L_1}$$

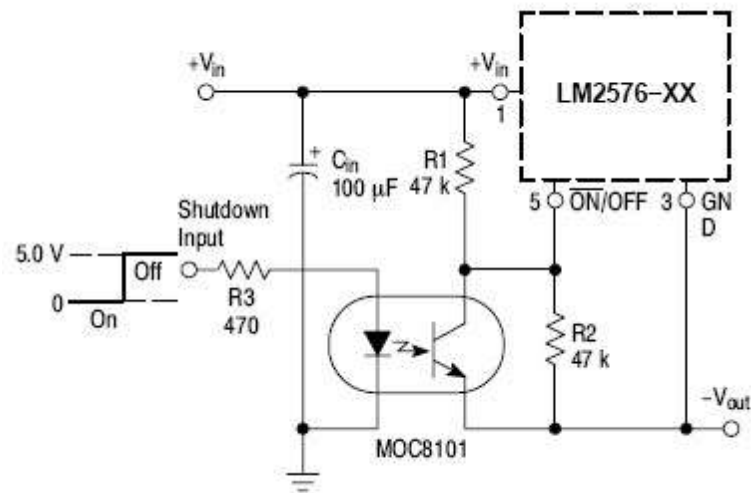
که در آن  $T_{\text{on}}$  برابر است با :

$$t_{\text{on}} = \frac{|V_{\text{O}}|}{V_{\text{in}} + |V_{\text{O}}|} \times \frac{1.0}{f_{\text{osc}}}, \text{ and } f_{\text{osc}} = 52 \text{ kHz.}$$

اگر بخواهیم در مدار buck-boost قابلیت خاموش و روشن شدن را قرار دهیم می توانیم از مدار زیر

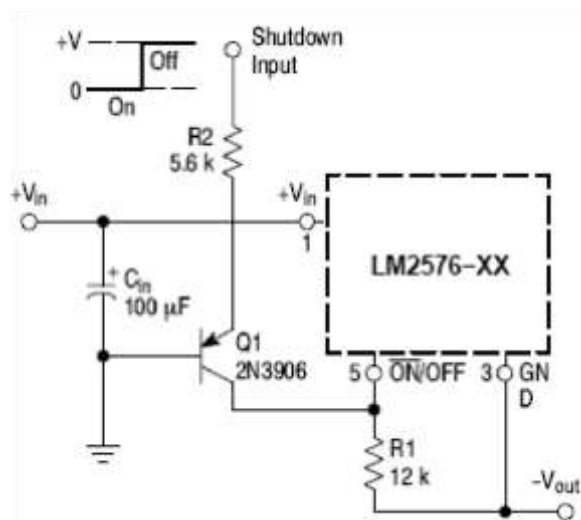
استفاده کنیم.

# LM2576 Series Voltage Regulator



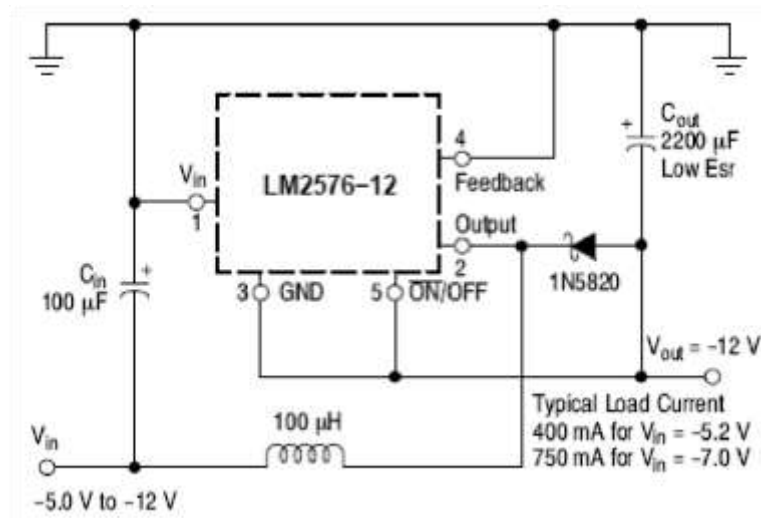
با استفاده از این تکنیک بدون داشتن سیگنال Shutdown روی پایه ON/OFF سطح ولتاژ بالا تری قرار می گیرد. وبا ارسال سیگنال Shutdown و روشن شدن Optocoupler روی این پایه ولتاژ منفی قرار می گیرد و شروع به کار می کند.

همچنین می توانیم از مدار ترانزیستور به جای آی سی اپتوکوپلر استفاده کنیم به شکل زیر توجه نمایید:

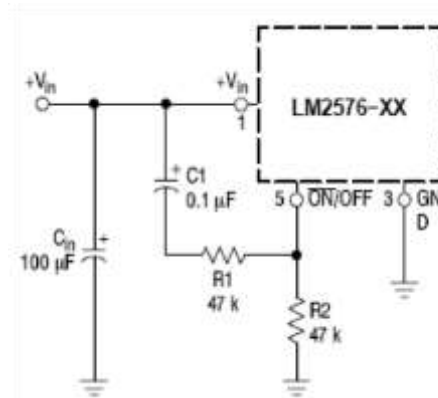


## ۲-رگولاتور منفی نوع Boost :

این نوع رگولاتور برای تبدیل ولتاژ منفی به منفی استفاده می گردد ، مدار آن به شکل زیر است:



قوانین و دستور العمل ها برای انتخاب قطعات همانند دستورالعمل قسمت Buck-Boost می باشد. نکته قابل تذکر در این مدار این است که اگر خروجی اتصال کوتاه شود مدار به صورت داخلی کنترل نمی گردد و جریان زیادی در مدار ایجاد می گردد. برای جلوگیری از این امر یک فیوز سر راه خروجی باید قرار گیرد. مدار که در شکل زیر ملاحظه می کنید یک رگولاتور است که راه اندازی آن با تاخیر صورت گرفته یعنی پس از اینکه ۲۵۷۶ به یک ثابت داخلی رسید مدار روشن میگردد.

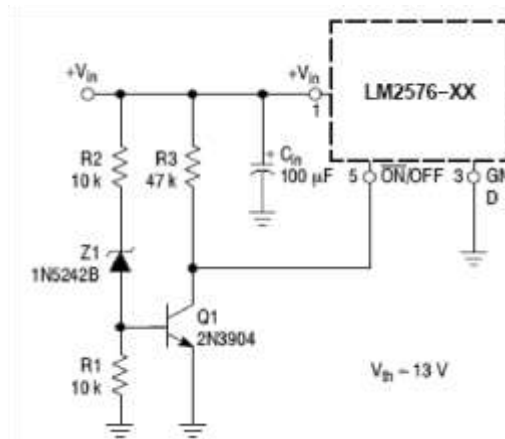


# LM2576 Series Voltage Regulator

همچنین در برخی مدارات لازم است که ولتاژ ورودی به یک حد خاص برسد و سپس عمل رگولاسیون

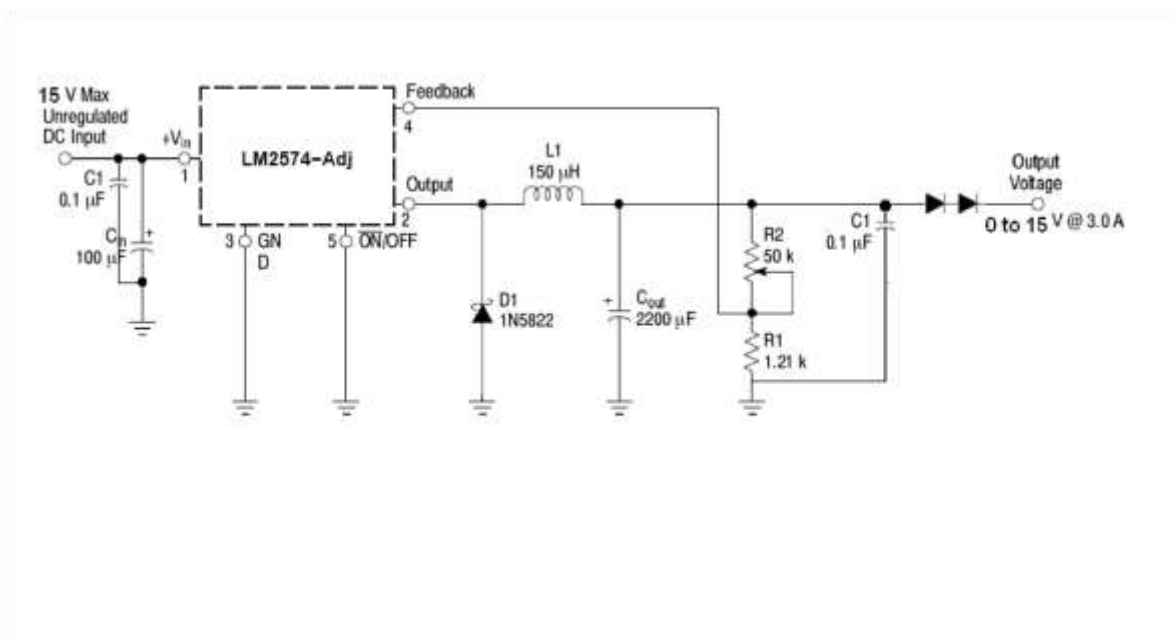
$$V_{th} \approx V_{Z1} + \left(1.0 + \frac{R2}{R1}\right) V_{BE} (Q1)$$

انجام گردد، به این منظور از مدار زیر استفاده می شود. ولتاژ آستانه (شروع عملیات) نیز از رابطه محاسبه میگردد.

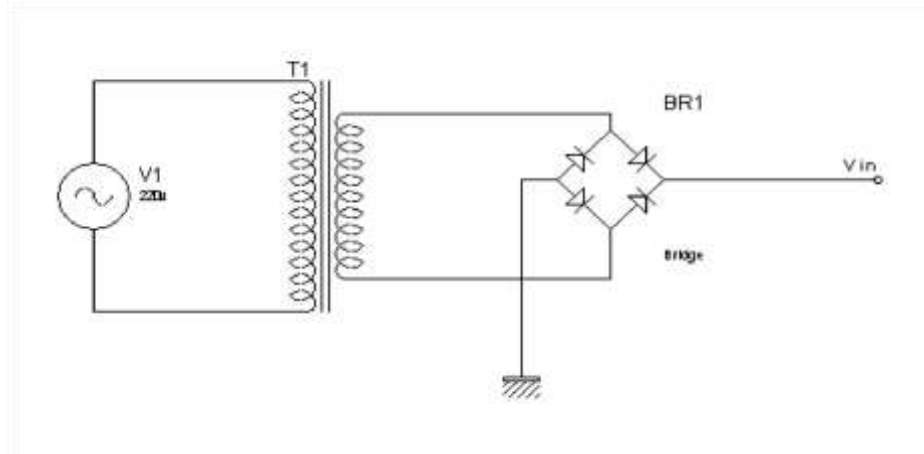


منبع تغذیه با آی سی LM2576

شماتیک مدار :



مدار تهیه ولتاژ ورودی:



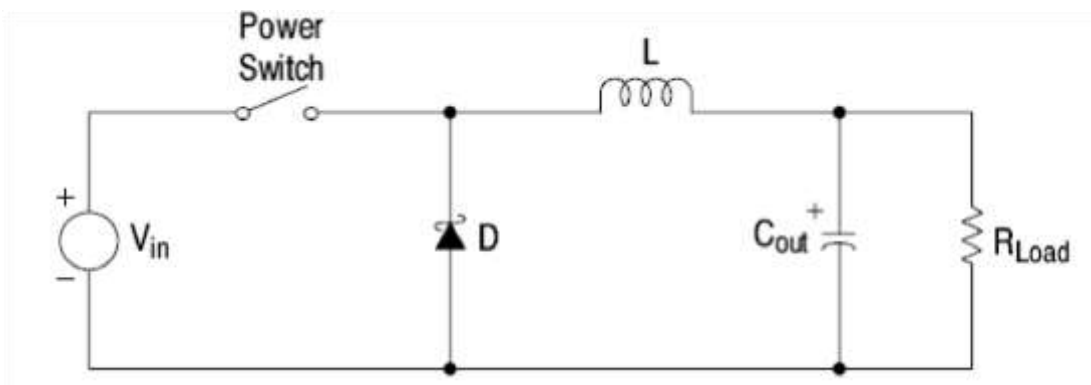
شرح اجزا:

همان طور که در فصل های قبل توضیح داده شد مدار بالا یک مدار منبع تغذیه شوئیچینگ از نوع Buck

می باشد که با آی سی LM2576 طراحی شده است.

همانطور که در فصول قبل ذکر شد اصول کار مدار قطع و وصل شدن یک المان سوئیچ کننده و جمع

کردن انرژی در سلف می باشد طرح کلی آن نیز به شکل زیر بود:



در اینجا باید ذکر کنیم که اولاً دیود استفاده شده یک دیود از نوع Fast recovery و با مدت

Recovery ۶۰ نانو ثانیه است. نام این دیود MUR1640 است ولتاژ قابل تحمل آن در حالت فوروارد به

صورت موثر ۲۸۰ ولت و با پیک ۴۰۰ ولت می باشد. جریان عبوری ماکزیمم آن نیز ۱۶ آمپر می باشد.

ثانیا در هنگام توضیح مدار بالا d را تعریف کردیم که نسبت زمان بسته بودن سوئیچ به کل زمان ON ,

OFF بود، با فیدبک جریانی که از خروجی به آی سی می رود می توانیم این d را تغییر دهیم . البته این

عملیات اتوماتیک در آی سی انجام می شود ما فقط میزان جریان فیدبک را تغییر می دهیم. از آنجا که این

پایه یکی از پایه های آپ امپ داخلی می باشد و ولتاژ پایه دیگر ۱.۲۳ ولت است ولتاژ این پایه در

همه حالات ۱.۲۳ است و فقط جریان ورودی به آن تغییر میکند.

مقادیر  $R_1, R_2$  پیشنهادی سازنده برای ولتاژ ۱.۲ تا ۳۵ ولت به ترتیب ۵۰ و ۱.۲۱ کیلو اهم می باشد که

$R_2$  یک پتانسیومتر 50k می باشد، ولی در اینجا ما خروجی حد اکثر ۱۵ ولت داریم از رابطه

$$R_2 = R_1 \left( \frac{V_{out}}{V_{ref}} - 1.0 \right)$$

داریم:

$$R_2 = 1.21 \left( \frac{15}{1.23} - 1 \right) = 13.5 \text{ K ohm} \quad :$$

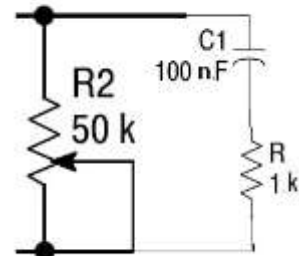
$$R_2 = 0$$

که ما نیز در اینجا یک ولوم 20k قرار داده ایم.

# LM2576 Series Voltage Regulator

برای اینکه نزدیک به صفر اهم یکباره درون ولوم جرقه نزنند یک خازن و مقاومت را با آن موازی کرده ایم

، به صورت زیر :



برای کاهش ریپل ورودی خازن این قسمت را بزرگ در نظر گرفته ایم. همچنین یک خازن کوچک

(100nF) برای حذف نویز در ورودی ویکی هم در خروجی قرار داده ایم.

در خروجی مدار نیز برای اینکه ولتاژ از صفر به بالا داشته باشیم دو دیود پیش از خروجی قرار داده ایم تا به

اندازه  $0.6 \times 2$  افت ولتاژ داشته باشیم.