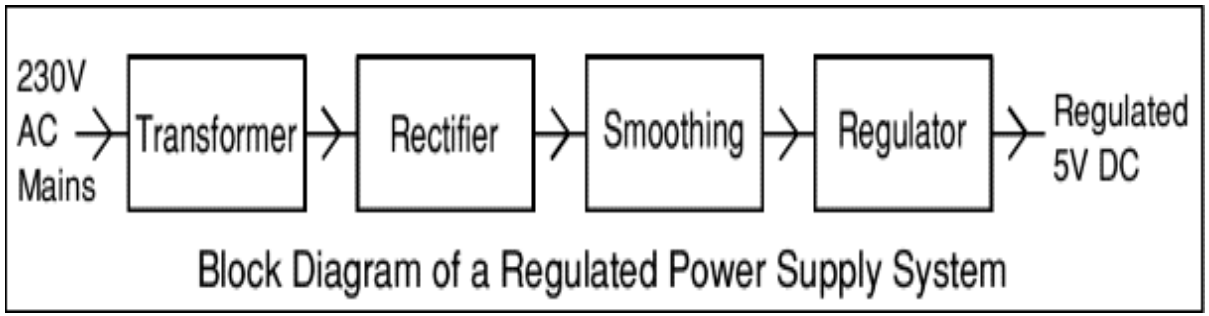
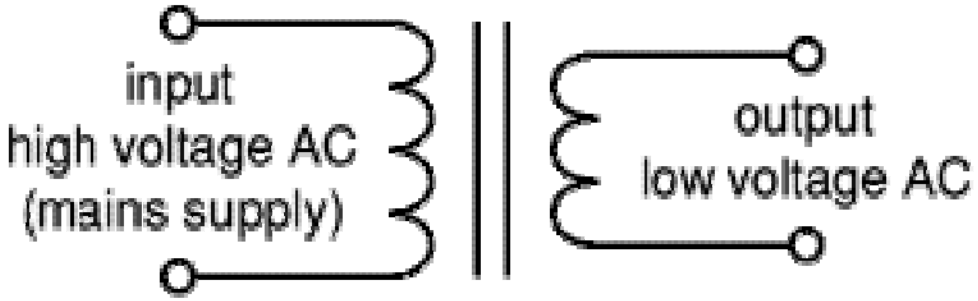
رگولاتورهای ولتاژ

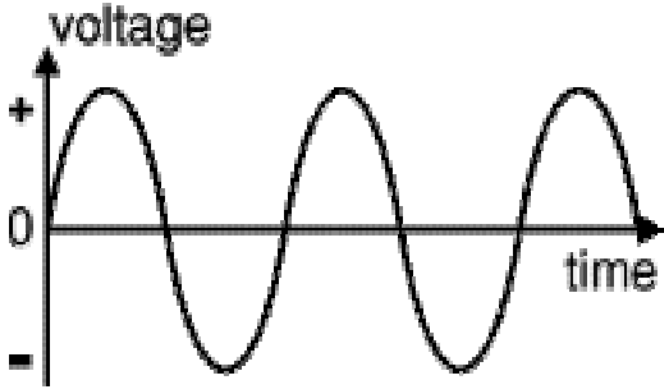


Block Diagram of a Regulated Power Supply System

ترانسفورماتور

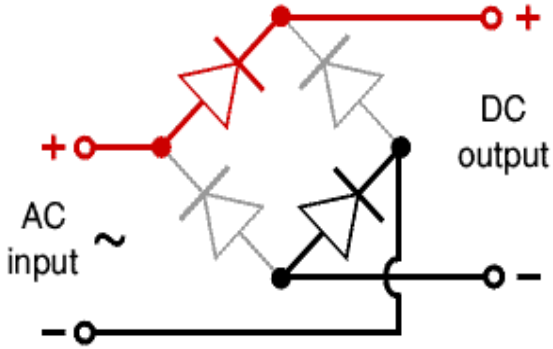


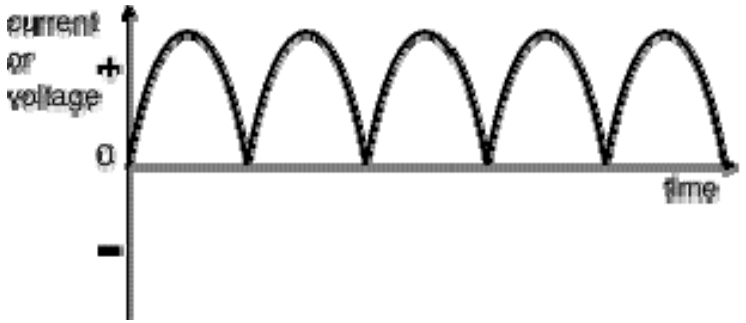
Transformer

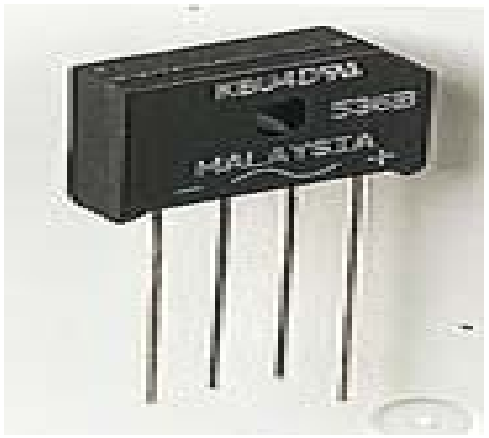


Output: low voltage AC

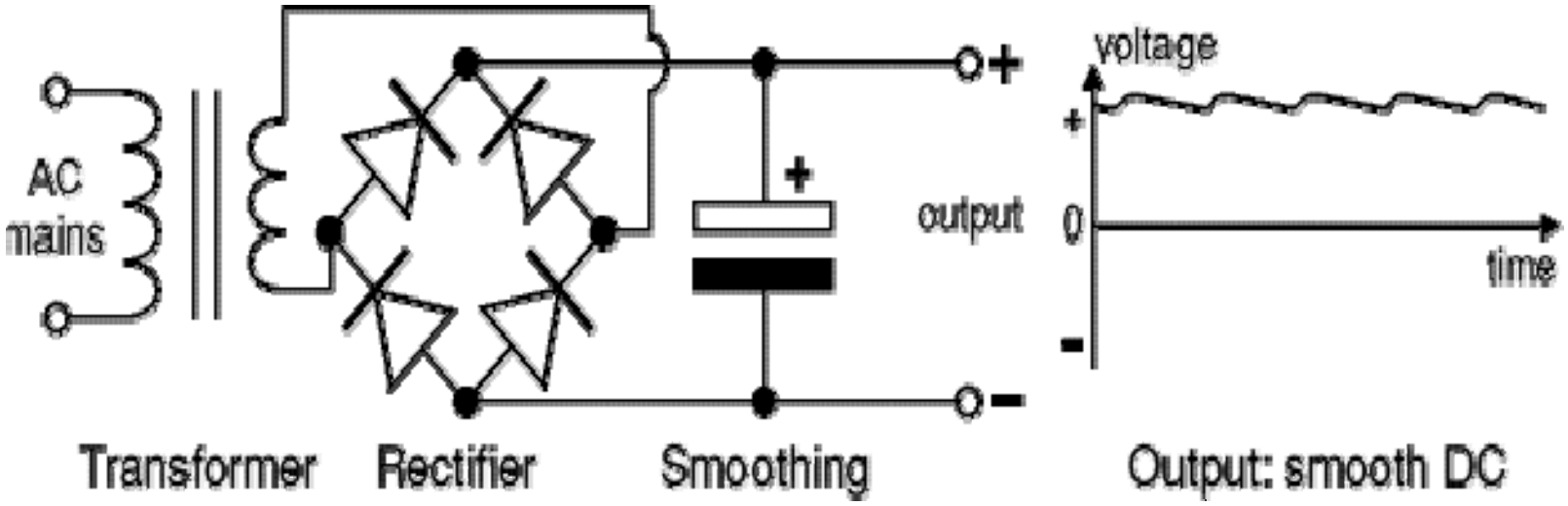
یکسو کننده

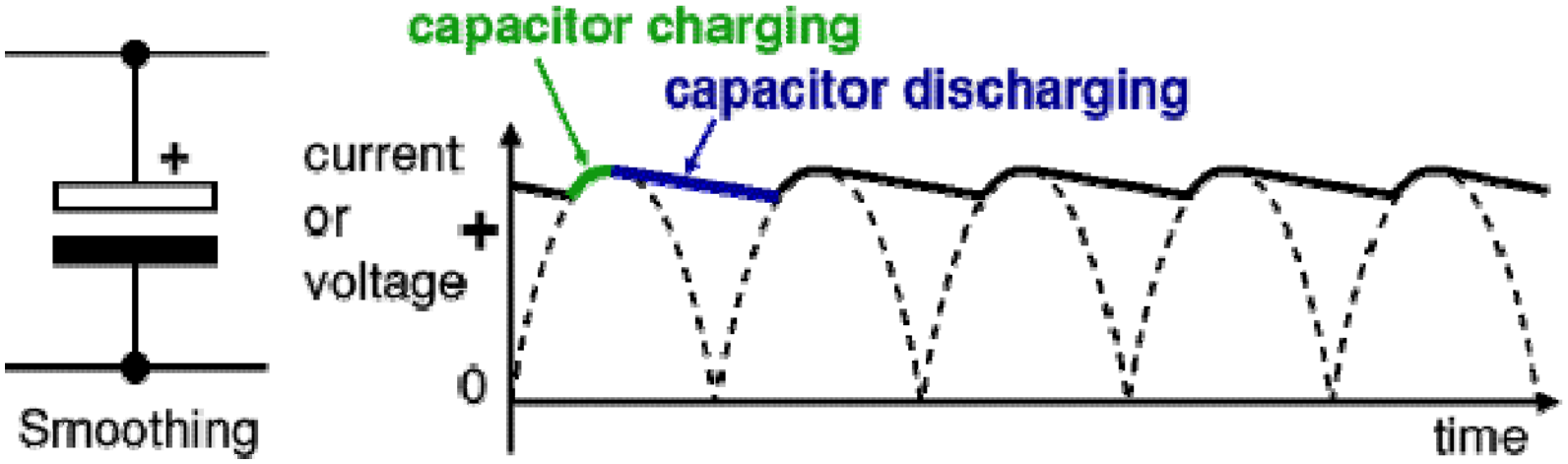




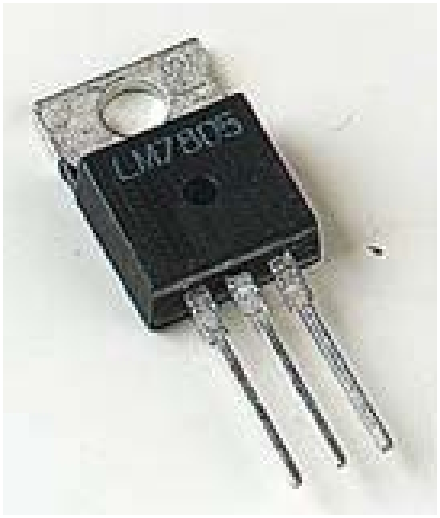


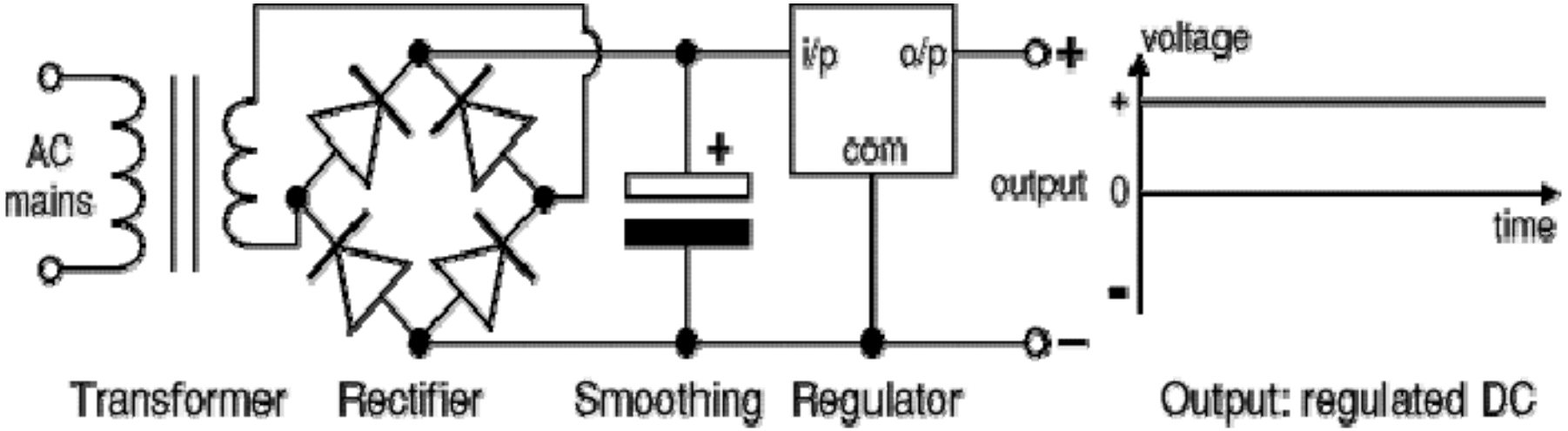
صاف کننده ولتاژ (صافی یا فیلتر)



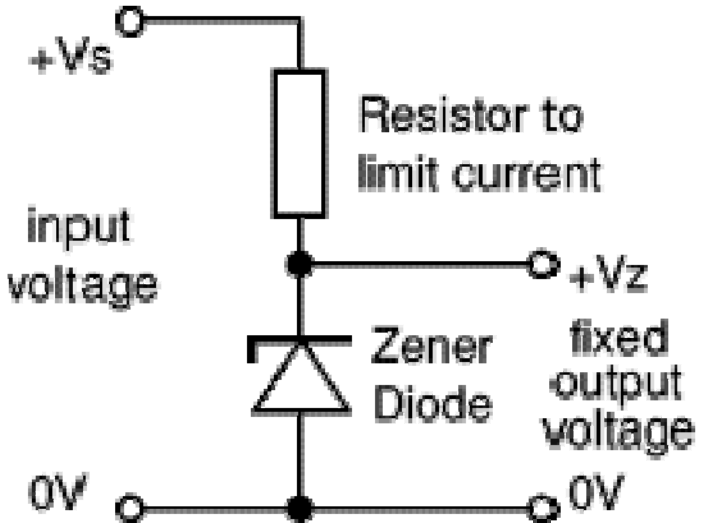


تنظیم کننده ولتاژ (رگولاتور)





رگولاتور زنری



- این رگولاتور معمولا برای کاربرد های با توان پایین به کار می رود.

ارزیابی کیفیت رگولاسیون ولتاژ خروجی

$$\text{Line Regulation} = \frac{\Delta V_{out}}{\Delta V_{in}}$$

$$\text{Load Regulation} = \frac{\Delta V_{out}}{\Delta I_{o}}$$

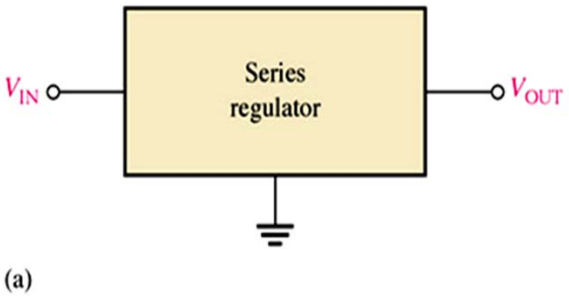
- معمولا از ضریب تنظیم بار و ضریب تنظیم خط به منظور ارزیابی عملکرد رگولاتور استفاده می شود.

دسته بندی رگولاتورهای ولتاژ

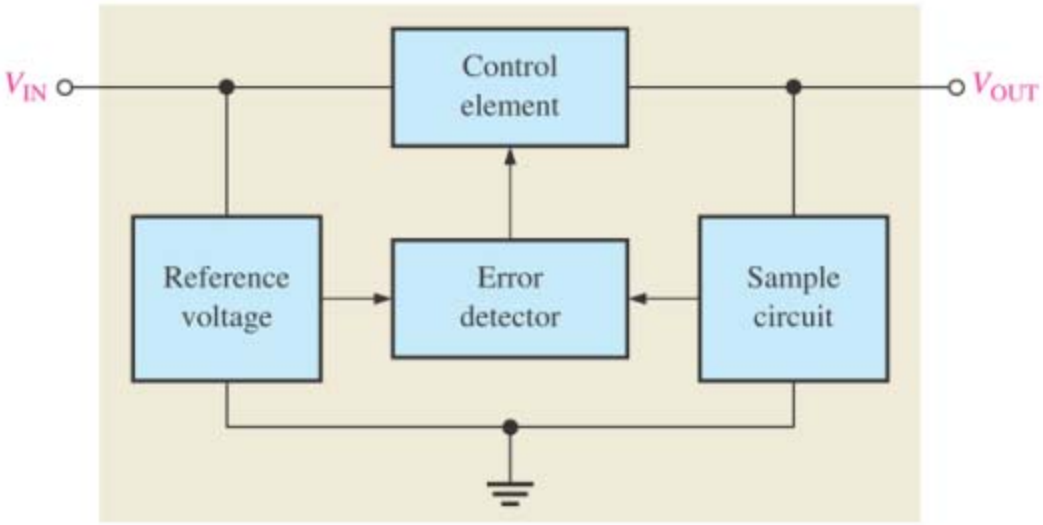
- رگولاتورهای خطی
  - ساختار سری
  - ساختار موازی
- رگولاتورهای سوئیچی

رگولاتور ولتاژ با ساختار سری

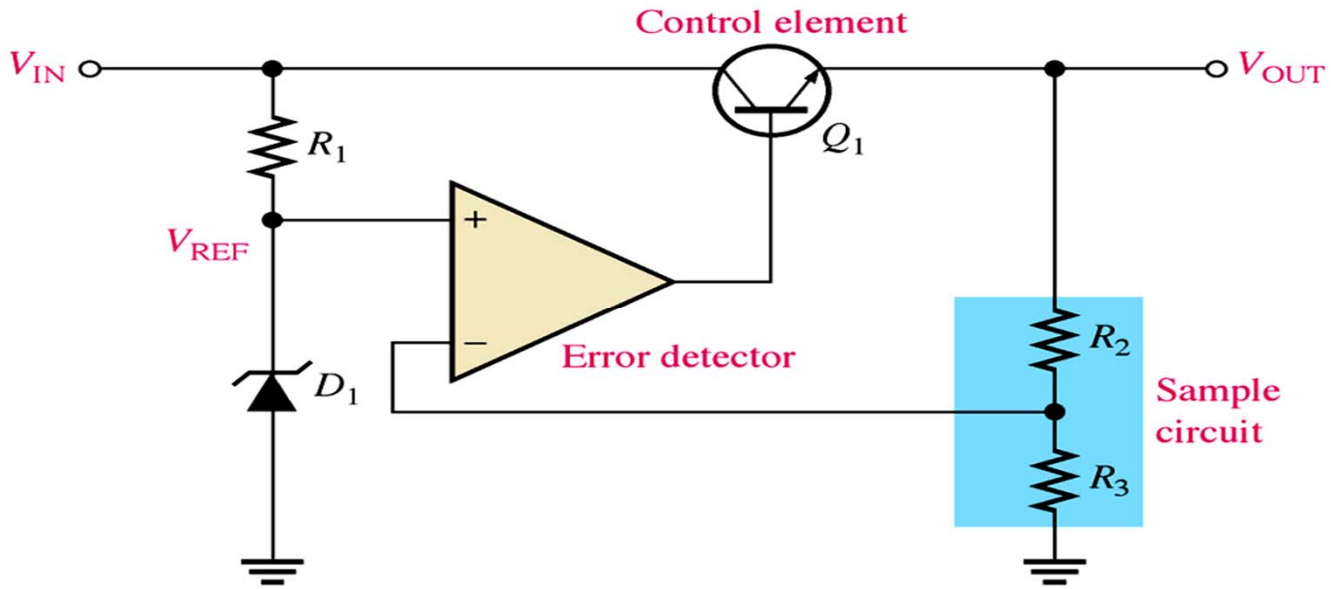
- در رگولاتور ولتاژ سری بخش کنترل به صورت سری بین ولتاژ ورودی و خروجی قرار می گیرد.



(a)



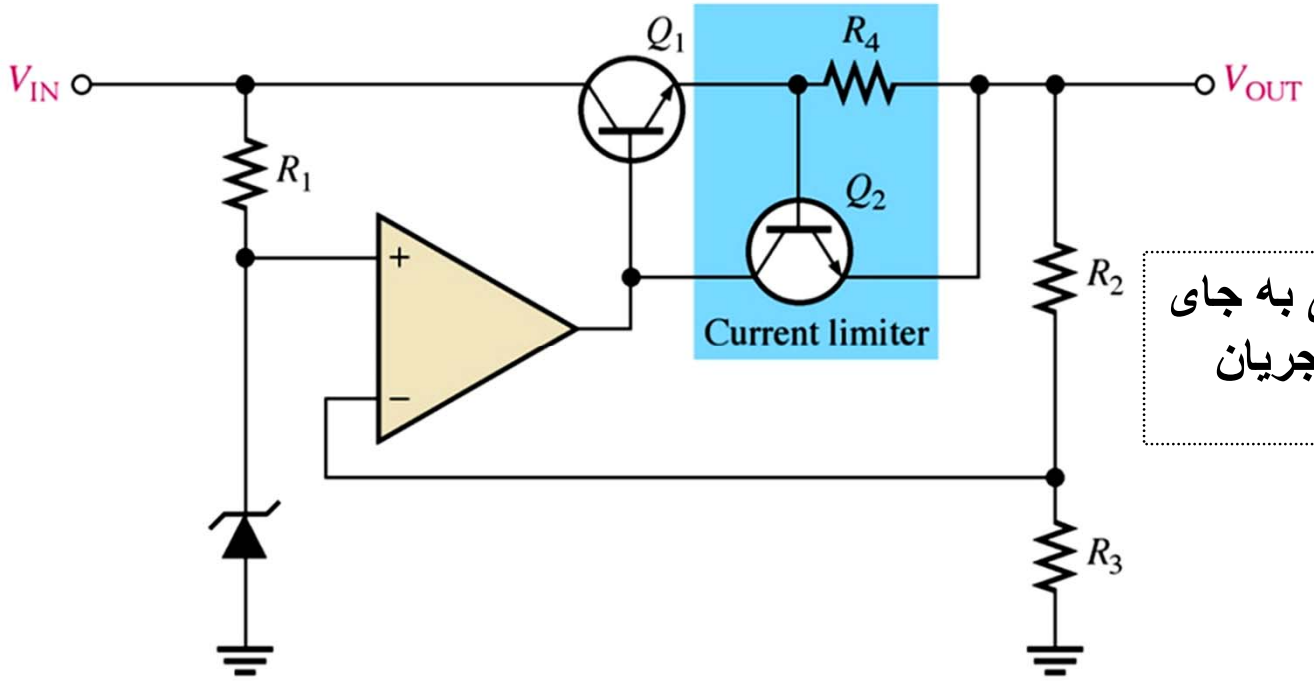
رگولاتور ولتاژ با ساختار سری



$$V_{out} = \left(1 + \frac{R_2}{R_3}\right) V_{REF}$$

- توجه شود که گاهی به جای مقاومت R1 منبع جریان قرار می دهند.

استفاده از مدار محافظ (محدود کننده جریان)

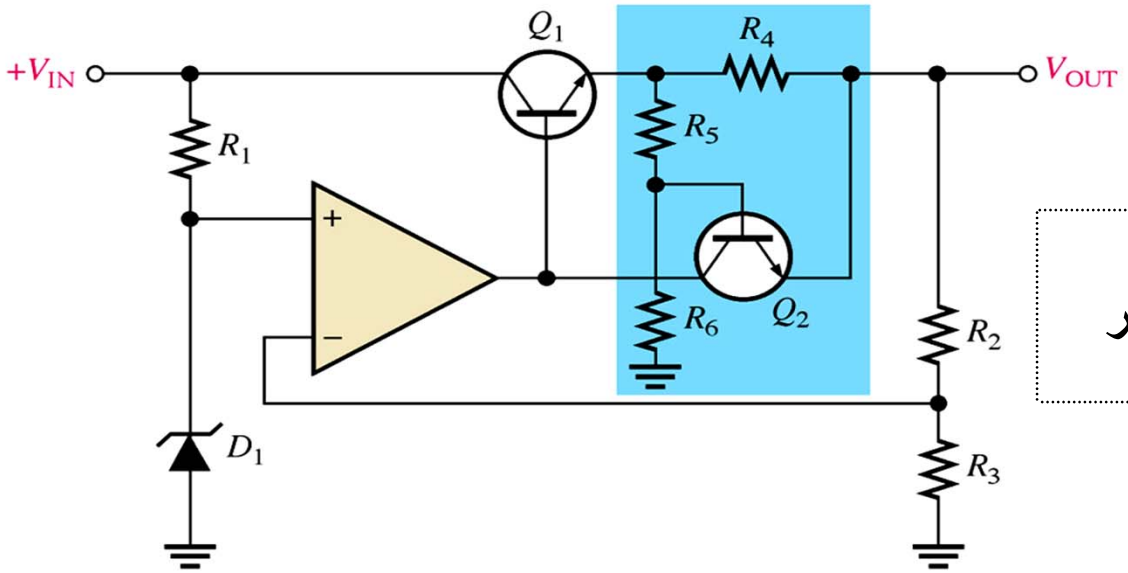


- توجه شود که گاهی به جای مقاومت R1 منبع جریان قرار می دهند.

- در حالت کار عادی ترانزیستور Q2 خاموش است.
- هنگامی که جریان بار بیش از حد افزایش یابد برروی مقاومت R4 ولتاژ قابل توجهی قرار می گیرد. این ولتاژ می تواند ترانزیستور Q4 را روشن کند.
- روشن شدن Q4 سبب می شود ولتاژ بیس Q1 و به تبع آن جریان بیس Q1 کاهش یابد و عملا جریان گذرنده از بار در حد زیر محدود بماند.

$$I_L \le \frac{V_{BE2}}{R_4}$$

استفاده از مدار محافظ (محدود کننده جریان)



- توجه شود که گاهی به جای مقاومت R1 منبع جریان قرار می دهند.

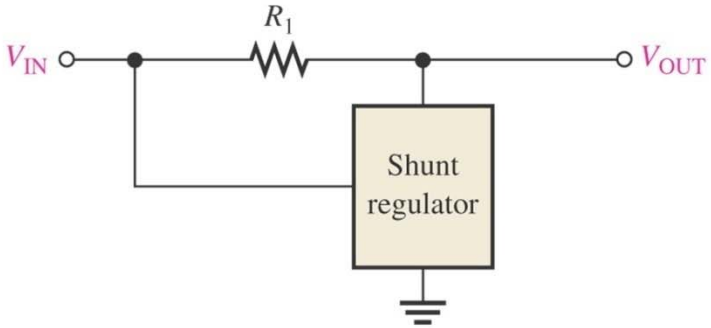
- این مدار محافظ در مقایسه با مدار اسلاید قبل دیرتر عمل می کند و عملا اجازه عبور جریان بیشتری را می دهد.
- مدار محافظ را در مستطیل آبی رنگ قرار داده ایم.
- ترانزیستور Q2 در حالت کار عادی مدار خاموش است.

$$I_L \le \frac{V_{BE2} + (1-\lambda)V_o}{\lambda R_4}$$

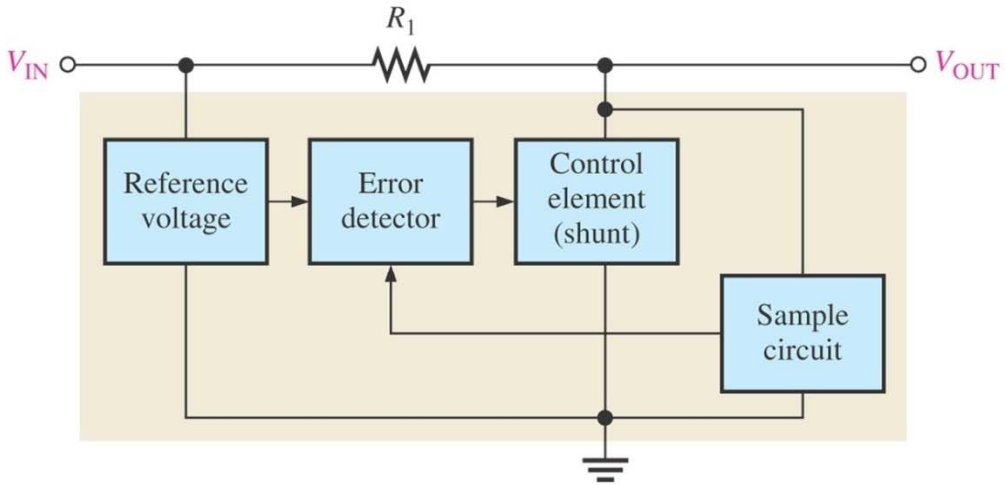
$$\lambda = \frac{R_6}{R_5 + R_6} < 1$$

رگولاتور ولتاژ با ساختار موازی

- در رگولاتور ولتاژ موازی بخش کنترل به صورت موازی با ولتاژ ورودی و خروجی قرار می گیرد.

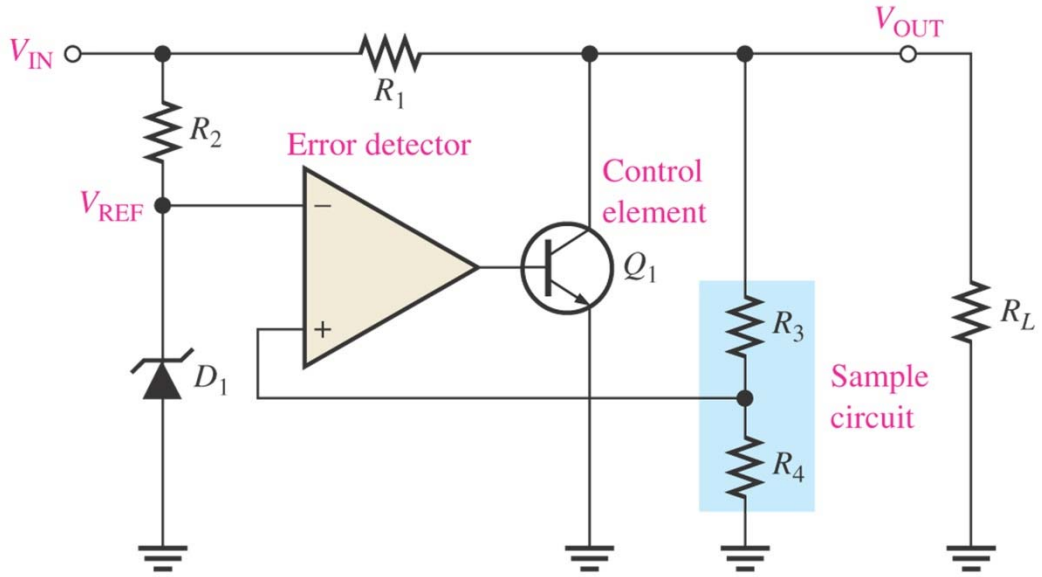


(a)



(b)

رگولاتور ولتاژ با ساختار موازی

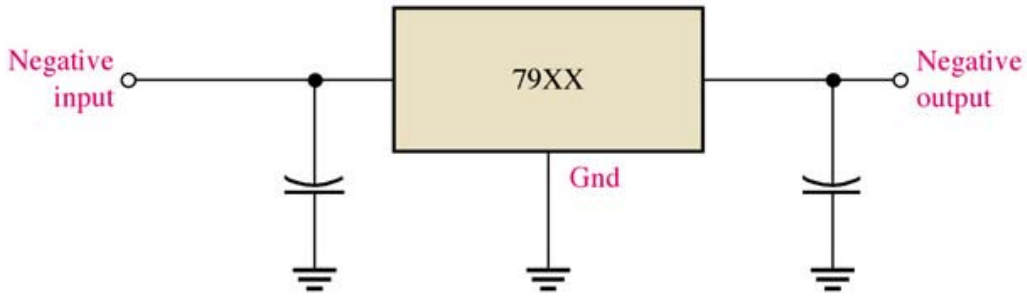


$$V_{out} = \left(1 + \frac{R_3}{R_4}\right) V_{REF}$$

- توجه شود که گاهی به جای مقاومت R2 منبع جریان قرار می دهند.

آی سی رگولاتور

- خانواده رگولاتورهای **78XX** ولتاژ مثبت تنظیم شده را در خروجی فراهم می کند.
  - مثلا آی سی **7805** در خروجی ولتاژ **5** ولت را فراهم می کند.
- خانواده رگولاتورهای سری **79XX** ولتاژ منفی در خروجی فراهم می کند.

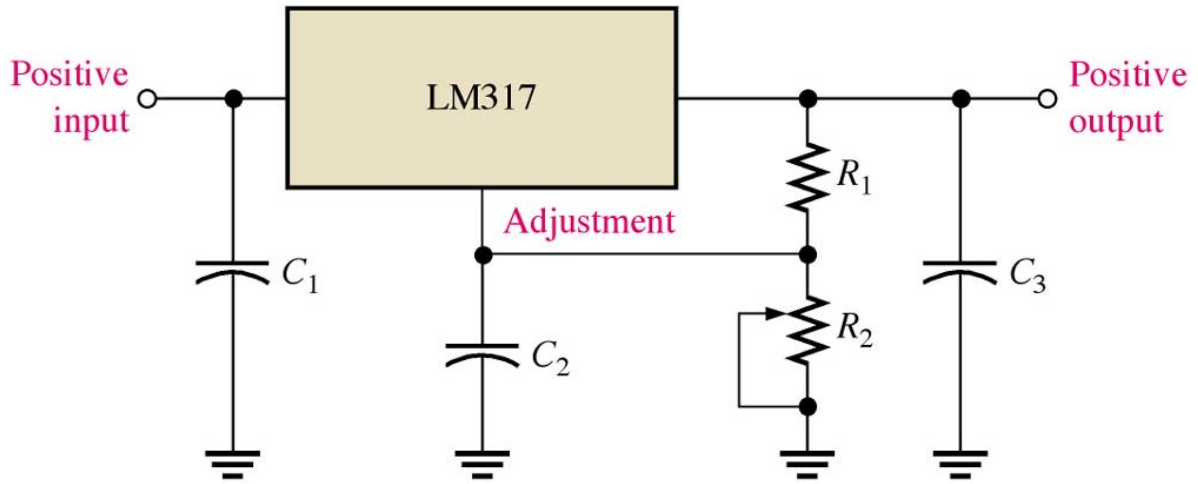


(a) Standard configuration

Type number	Output voltage
7905	–5.0 V
7905.2	–5.2 V
7906	–6.0 V
7908	–8.0 V
7912	–12.0 V
7915	–15.0 V
7918	–18.0 V
7924	–24.0 V

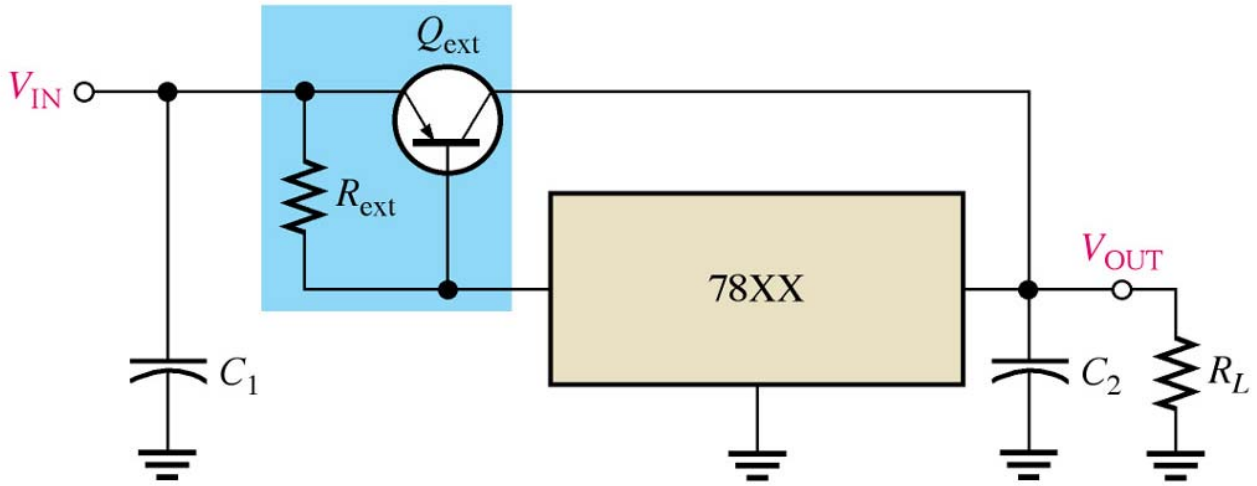
(b) The 7900 series

آی سی رگولاتور با ولتاژ خروجی قابل تنظیم

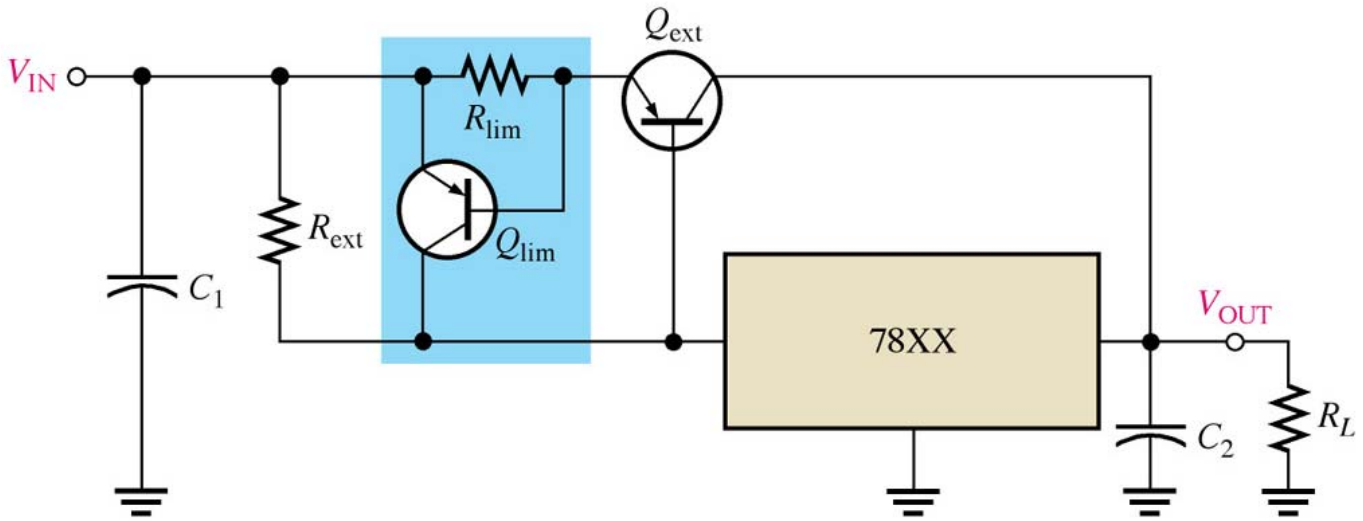


افزایش قدرت جریان دهی آی سی رگولاتور

- معمولا آی سی های رگولاتور حدود 1 آمپر قابلیت جریان دهی به بار دارند. حال سوال این است که اگر مثلا قرار باشد 10 آمپر به بار تحویل دهیم چگونه بایتسی به این هدف رسیم؟
- با استفاده از یک ترانزیستور خارجی که اصطلاحا به آن pass-transistor گفته می شود می توان وظیفه تامین جریان بار را از دوش آی سی رگولاتور برداشت و به ترانزیستور محول کرد.

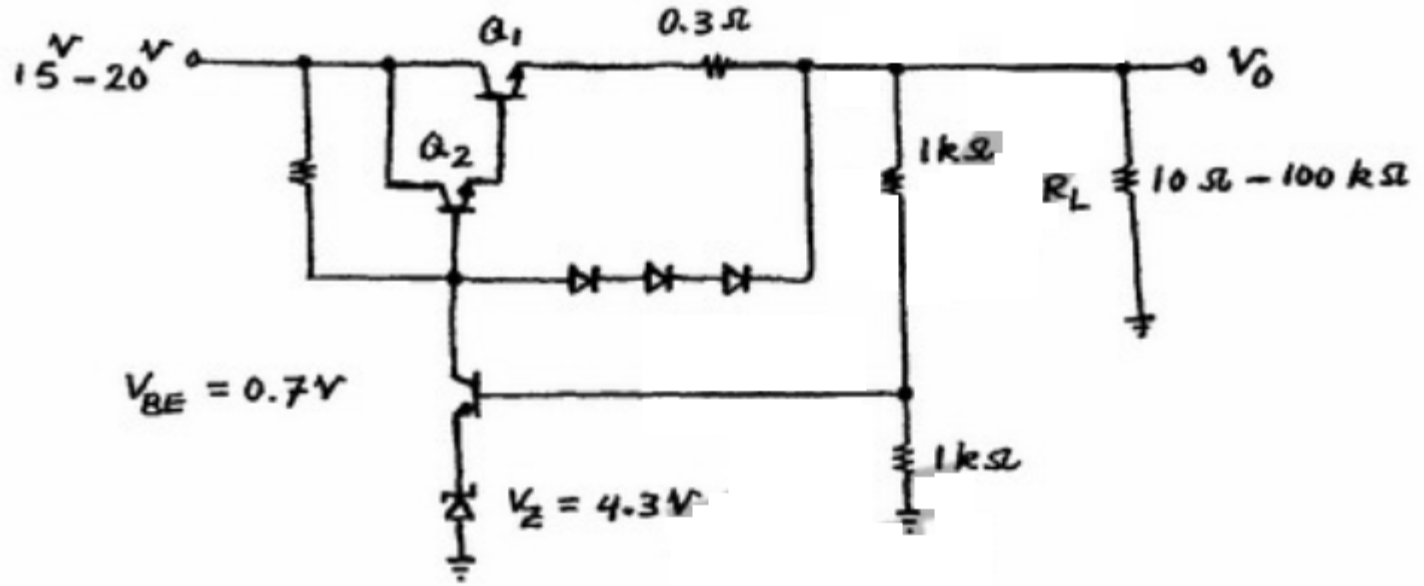


افزودن مدار محافظ به مدار قبل



مثال 1

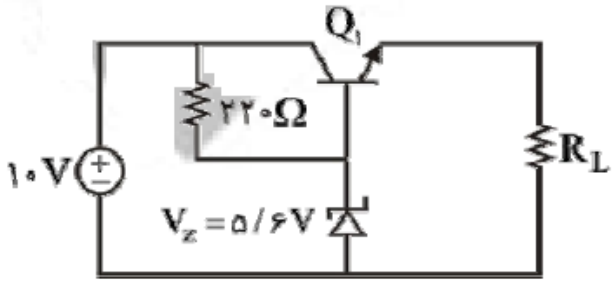
در رگولاتور شکل زیر مقاومت بار از 10Ω تا $100k\Omega$ و ولتاژ تغذیه و ورودی از $15V$ تا $20V$ متغیر است. توان قابل تحمل ترانزیستور Q_1 بطور تقریبی چند وات باید باشد؟



۱) ۲٫۵
۲) ۷
۳) ۱۵
۴) ۱۰ ■

مثال 2

۱۱۴- در رگولاتور شکل زیر حداقل مقاومت بار برای آن که ولتاژ دو سر آن تنظیم شده باشد. برحسب اهم چقدر است؟ دیود زنر را با ولتاژ شکست ۵/۶ ولت و ایده‌آل در نظر بگیرید.



$\beta = ۹۹$

$V_{BE.on} = ۰/۶V$

■ ۱) ۲/۵

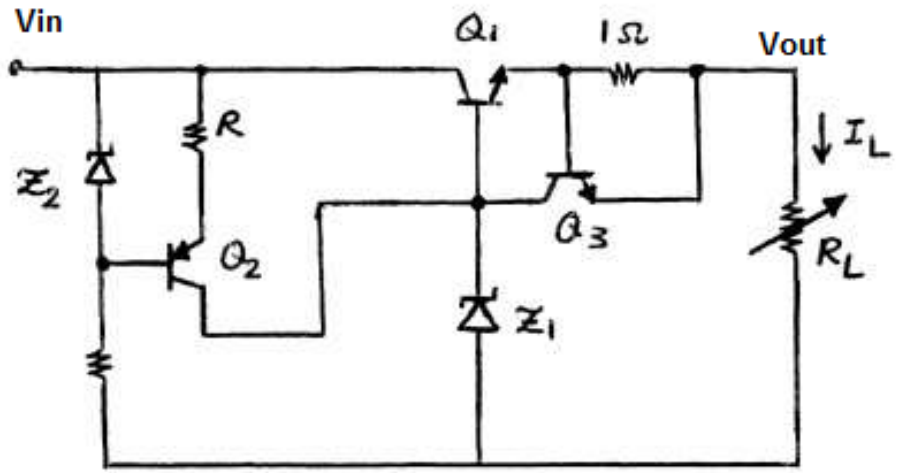
۲) ۲۵۰

۳) ۳/۱

۴) ۳۱۰

مثال 3

۱۱۴- منبع تغذیه زیر برای ولتاژ خروجی ۶ ولت طراحی شده است. مقدار حداکثر جریان بار ($I_{L,max}$ بر حسب میلی آمپر) و مقاومت R (برحسب اهم) به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟



$V_{BE} = 0.6V$

$\beta = 100$

$I_{Z1,min} = 10mA$

$V_{Z2} = 2.2V$

■ ۱) ۶۰۰ ،۱۰۰

۲) ۶۰۰ ،۱۷۵

۳) ۱۲۰۰ ،۷۳

۴) ۱۲۰۰ ،۱۰۰