

برای دانلود مطالب آموزشی بیشتر به وبسایت [Melec.ir](http://Melec.ir) مراجعه کنید.

به نام خدا

# منبع تغذیه دیجیتال (دوبل)

نگارنده:

مرتضی آهنگری

تاریخ اتمام پروژه 25/05/1393

ویرایش برای سایت

[Melec.ir](http://Melec.ir)

29/06/1395

# بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

تصویری از پروژه



## فهرست

مقدمه

طرز کار مدار

قطعات به کار رفته در مدار و نقش آن ها

پتانسیومتر دیجیتال Mcp413 با کنترل spi

آی سی LM324 و LM741

آی سی رگلاتور 7812

میکروکنترلر ATmega 32

برنامه اجرا شده در ATmega 32

آموزش AVR - آموزش Cod vision شماتیک - دیتاشیت - منابع

مروری بر منابع تغذیه سوئیچینگ

منبع تغذیه خطی و سوئیچینگ و تفاوت بین آن ها

بخش های یک منبع تغذیه سوئیچینگ

مشخصات فنی یک منبع تغذیه

## مقدمه

ایده منابع تغذیه در سال 1970 توسط مهندسان الکترونیک مطرح گردید که در ابتدای امر از بازدهی پایینی برخوردار بود ولی در مقایسه با باتریها و منابع تغذیه آنالوگ وزن و حجم کوچکتر ولی در عین حال توان بالایی داشتند.

در طرحهای نخستین منابع تغذیه از عناصر ابتدایی نظیر BJT و مدارات MONOSTABL و ASTABL استفاده می شد که این خود باعث کاهش راندمان چیزی در حدود 68% می شد. امروزه منابع تغذیه سوئیچینگ جایگاه خاصی در صنعت برق و الکترونیک و مخابرات یافته اند و بدلیل برتریها و مزایای زیادی که نسبت به دیگر منابع تغذیه دارا می باشند توجه صنعتگران و مهندسان برق را به خود معطوف کرده اند تا جایی که گروهی از مهندسان الکترونیک در بهبود و کاراییها و کیفیت آنها تحقیقات گسترده ای انجام داده اند البته نتیجه این تلاشها پیشرفت روزافزونی است که در ساخت این سیستمها پدید آمده است. البته پیشرفت در تکنولوژی ساخت قطعات نیز تاثیر بسزایی در منابع تغذیه داشته است.

با پیدایش ماسفتهای سریع و پر قدرت تلفات ترانزیستوری بطور چشمگیری کاهش پیدا کرد و عمده تلفات در ترانسها خلاصه شد که برای غلبه بر این مشکل فرکانس کاری مدار را تا حد 1 MHz افزایش دادند.

بنابراین در اصل سعی شده تا در انجام تحقیق از آخرین فن آوریهای روز استفاده شود. امید آنکه مورد قبول محققان و مهندسان این رشته واقع شود.

## طرز کار مدار

این یک منبع تغذیه دیجیتالی دوپل می باشد که می تواند ولتاژ 0 تا 30 ولت را در خروجی هاش ظاهر کند و دارای یک منبع 12 ولت ثابت می باشد. این منبع همچنین می تواند جریان های بسیار کوچک یعنی در حد میلی آمپر را اندازه گیری کند.

طرز کار این مدار بدین صورت می باشد که ابتدا با وارد ولتاژ  $V_1$  از یک تا سی ولت از طریق کپید و بعد وارد کردن ولتاژ  $V_2$  به همین صورت از 0 تا سی ولت می باشد.

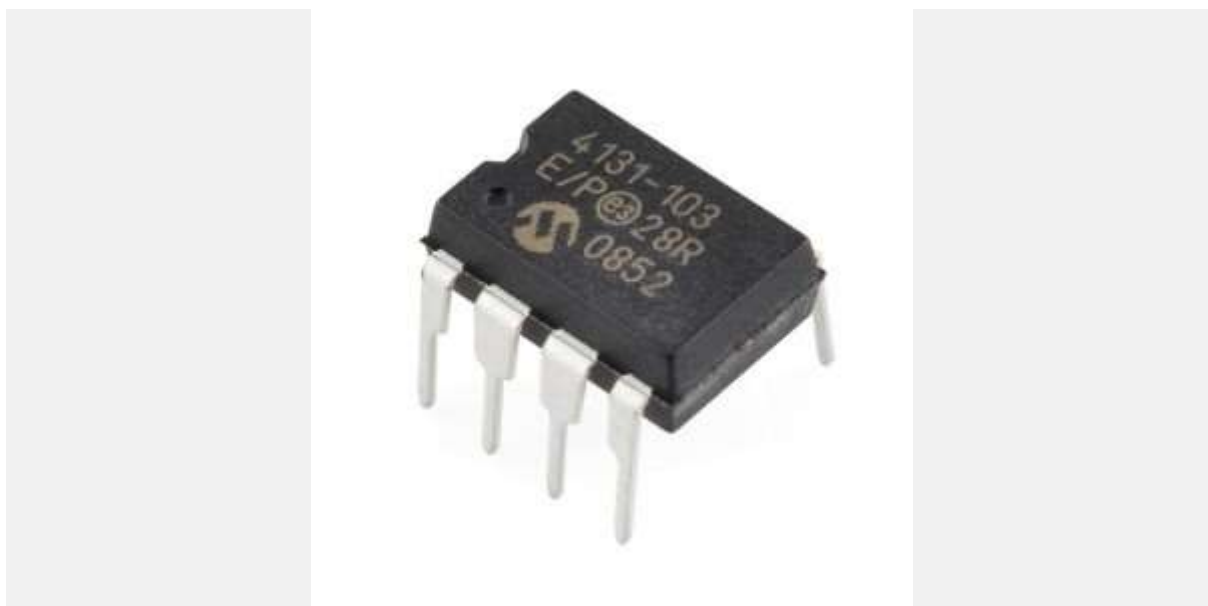
اندازه گیری ولتاژ و جریان بدین صورت می باشد که ابتدا ولتاژ بر روی مقاومت ها افت کرده و توسط ADC میکرو اندازه گیری می شود و بر روی LCD نمایش داده می شود.

## قطعات به کار رفته در مدار و نقش آن ها

### پتانسیومتر دیجیتال Mcp4131 با کنترل spi

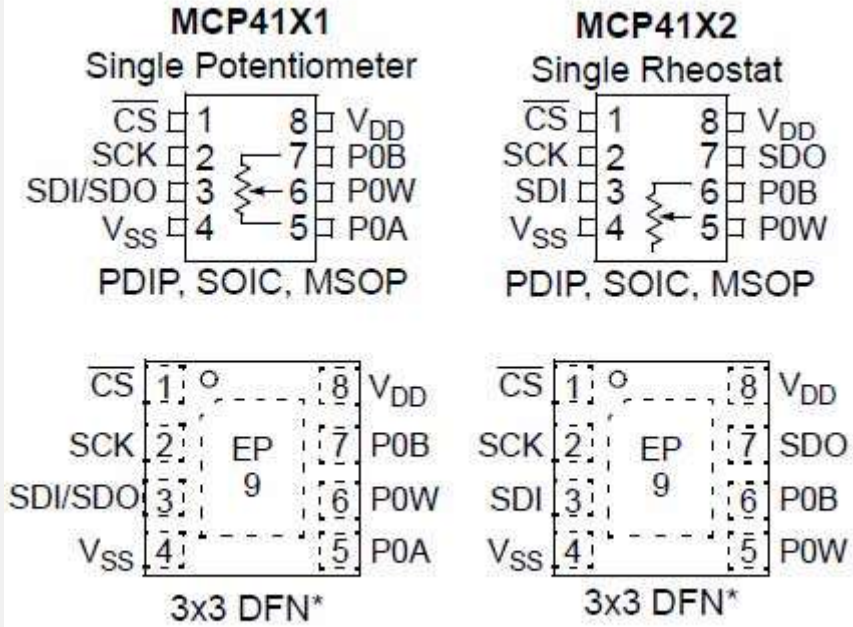
آی سی MCP4131 یک پتانسیومتر دیجیتال حافظه دار با قابلیت کنترل از طریق رابط spi توسط میکروکنترلر ها (AVR و ...) میباشد که توسط شرکت میکروچیپ ساخته شده است. همانطور که دیده اید در بسیاری از دستگاه ها از جمله تقویت کننده ها ، دیمر ، انواع پخش ها و ... از پتانسیومتر و یا رئوستا استفاده میشود که با چرخاندن پیچ ولوم آن ، مقدار مقاومت آن تغییر میکند و در نتیجه مقدار صدا یا نور و ... تغییر میکند.

شاید خیلی مواقع این سوال به ذهنتون رسیده که چطور میتوان این کار را به صورت الکترونیکی انجام داد مثلا با زدن کلید صدا را کم وزیاد کرد یا با کمک کنترل از راه دور این کار را انجام داد یا حتی در یک مدار در صورتی که بخواهید مقاومت بخش خاص از مدار را تغییر دهید ، چه طور این کار را به صورت الکترونیکی آن هم با دقت بالا انجام دهید.

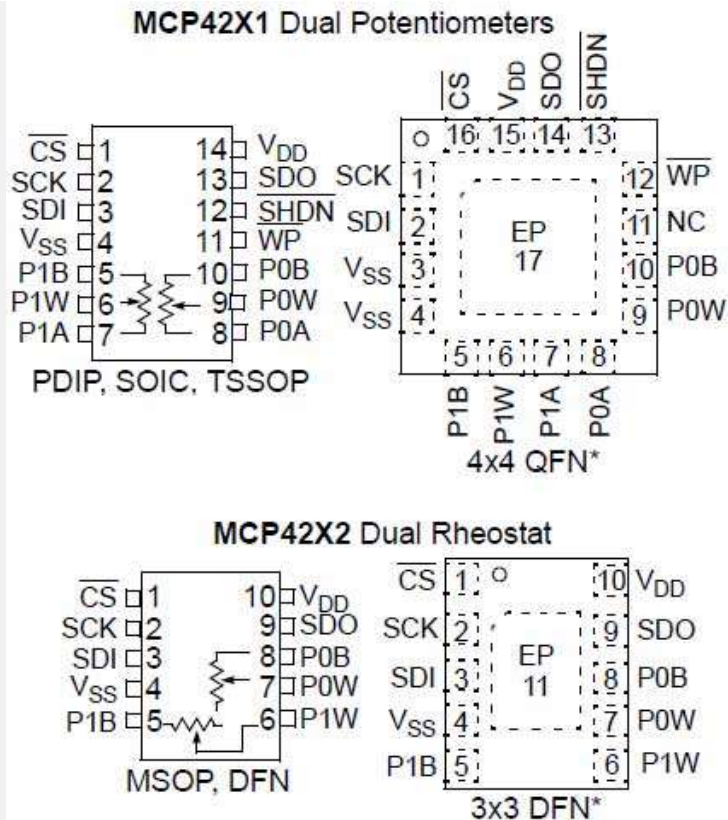


mcp4131

برای این کار میتوانید از ای سی های خانواده MCP41 و MCP42 استفاده کنید، که از طریق رابط سریال spi و با دقت ۷ و ۸ بیت مقدار مقاومت مورد نظر خود را تغییر دهید، اما همانطور که مبینید در این خانواده ۲ نوع شماره وجود دارد و تفاوت آن در نوع مقاومت و حالت تکی و دابل بودن میباشد که نوع مقاومت متغیر موجود در آن به صورت رئوستا و یا پتانسیومتر میباشد همانطور که در دیتا شیت نیز نوشته شده ای سی سری MCP41X1 پتانسیومتر تکی بوده و MCP41X2 رئوستا تکی بوده و سری MCP42X1 پتانسیومتر دابل و MCP42X2 رئوستا دابل بوده که در عکس زیر نیز نمایش داده شده است :



رئوستا و پتانسیومتر به صورت تکی



رئوستا و پتانسیومتر به صورت دابل



## مشخصات بارز

دارا بودن حالت تکی و دوبل برای مقاومت متغیر موجود

پیکره بندی برای تنظیم نوع مقاومت که به صورت پتانسیومتر باشد یا رئوستا

(دقت و رزولیشن در تنظیم مقاومت در دو نوع ۷ بیتی (۱۲۹ پله) و ۸ بیتی (۲۵۷ پله)

دارا بودن ۴ رنج مقاومتی قابل تنظیم که شامل مقاومت های ۵، ۱۰، ۵۰، و ۱۰۰ کیلو اهم میباشد

مقاومت داخلی بسیار کم و کوچک در حدود ۷۵ اهم

با فرکانس ۱۰ مگاهرتز spi رابط سریال

سرعت بالا در خواندن و نوشتن رجیستر

حفاظت در ولتاژهای کمتر از ۱.۵ ولت و جریان سریال کمتر از ۲۵ میکرو آمپر و حفاظت در

وجود مقاومت پول آپ در تمامی ورودی های دیجیتال

پهنا باند عریض به عنوان مثال ۲ مگاهرتز در ۵ کیلو اهم

همانطور که در ابتدای مطلب اشاره شد این ای سی دارای حافظه میباشد که در بعضی مدل ها حافظه

داخلی ان ram و در بعضی مدل eeprom میباشد که وظیفه ذخیره اطلاعات نظیر مقدار

مقاومت خروجی، تنظیمات آی سی و... را برعهده دارد

این خانواده دارای تعدادی آی سی زیر مجموعه میباشد که در جدول زیر با توجه به نوع مشخصات

از جمله تکی بودن یا دوبل بودن مقاومت موجود در آی سی، نوع مقاومت داخلی که پتانسیومتر

باشد یا رئوستا، نوع حافظه داخلی که ram باشد یا eeprom ، نوع دقت ورزولیشن که ۷ بیتی

باشد یا ۸ بیتی وولتاژ کاری که بین ۱،۸ ولت تا ۵،۵ ولت باشد یا ۲،۷ ولت تا ۵،۵ ولت نمایش داده

شده است (برای بزرگتر دیدن جدول بر روی آن کلیک کنید)

Device	# of POTs	Wiper Configuration	Control Interface	Memory Type	WiperLock Technology	POR Wiper Setting	Resistance (typical)		# of Steps	V <sub>DD</sub> Operating Range <sup>(2)</sup>
							R <sub>AB</sub> Options (kΩ)	Wiper - R <sub>W</sub> (Ω)		
MCP4131 <sup>(3)</sup>	1	Potentiometer <sup>(1)</sup>	SPI	RAM	No	Mid-Scale	5.0, 10.0, 50.0, 100.0	75	129	1.8V to 5.5V
MCP4132 <sup>(3)</sup>	1	Rheostat	SPI	RAM	No	Mid-Scale	5.0, 10.0, 50.0, 100.0	75	129	1.8V to 5.5V
MCP4141	1	Potentiometer <sup>(1)</sup>	SPI	EE	Yes	NV Wiper	5.0, 10.0, 50.0, 100.0	75	129	2.7V to 5.5V
MCP4142	1	Rheostat	SPI	EE	Yes	NV Wiper	5.0, 10.0, 50.0, 100.0	75	129	2.7V to 5.5V
MCP4151 <sup>(3)</sup>	1	Potentiometer <sup>(1)</sup>	SPI	RAM	No	Mid-Scale	5.0, 10.0, 50.0, 100.0	75	257	1.8V to 5.5V
MCP4152 <sup>(3)</sup>	1	Rheostat	SPI	RAM	No	Mid-Scale	5.0, 10.0, 50.0, 100.0	75	257	1.8V to 5.5V
MCP4161	1	Potentiometer <sup>(1)</sup>	SPI	EE	Yes	NV Wiper	5.0, 10.0, 50.0, 100.0	75	257	2.7V to 5.5V
MCP4162	1	Rheostat	SPI	EE	Yes	NV Wiper	5.0, 10.0, 50.0, 100.0	75	257	2.7V to 5.5V
MCP4231 <sup>(3)</sup>	2	Potentiometer <sup>(1)</sup>	SPI	RAM	No	Mid-Scale	5.0, 10.0, 50.0, 100.0	75	129	1.8V to 5.5V
MCP4232 <sup>(3)</sup>	2	Rheostat	SPI	RAM	No	Mid-Scale	5.0, 10.0, 50.0, 100.0	75	129	1.8V to 5.5V
MCP4241	2	Potentiometer <sup>(1)</sup>	SPI	EE	Yes	NV Wiper	5.0, 10.0, 50.0, 100.0	75	129	2.7V to 5.5V
MCP4242	2	Rheostat	SPI	EE	Yes	NV Wiper	5.0, 10.0, 50.0, 100.0	75	129	2.7V to 5.5V
MCP4251 <sup>(3)</sup>	2	Potentiometer <sup>(1)</sup>	SPI	RAM	No	Mid-Scale	5.0, 10.0, 50.0, 100.0	75	257	1.8V to 5.5V
MCP4252 <sup>(3)</sup>	2	Rheostat	SPI	RAM	No	Mid-Scale	5.0, 10.0, 50.0, 100.0	75	257	1.8V to 5.5V
MCP4261	2	Potentiometer <sup>(1)</sup>	SPI	EE	Yes	NV Wiper	5.0, 10.0, 50.0, 100.0	75	257	2.7V to 5.5V
MCP4262	2	Rheostat	SPI	EE	Yes	NV Wiper	5.0, 10.0, 50.0, 100.0	75	257	2.7V to 5.5V

همانطور که در جدول بالا مشاهده کردید در کنار اسم ای سی ها و مشخصات آن اعداد ۱ یا ۲ یا ۳

در داخل پرانتز قرار گرفته شده است که ادامه توضیح داده شده است:

عدد ۱: برای نوع مقاومت از نوع پتانسیومتر میباشد و بدین معنی است که در این ای سی ها که

مقاومت آن پتانسیومتر میباشد در صورتی که بخواهیم میتوانیم با آزاد گذاشتن یکی از پایه های

برای دانلود مطالب آموزشی بیشتر به وبسایت [Melec.ir](http://Melec.ir) مراجعه کنید.

مقاومت از آن به عنوان رثوستا نیز استفاده کنیم، درست مانند مقاومت متغیر معمولی

عدد ۲: که در رنج تغذیه نمایش داده شده است برای ولتاژهای ۲۰۷ ولت تا ۵۰۵ ولت میباشد که

در توضیحات نوشته شده است در این ای سی ها فقط این ولتاژ کاری باید انتخاب شود

عدد ۳: به این دلیل این عدد نوشته شده که ابتدا سایت میکروچیپ را چک کرده تا از تولید وجود

این محصول مطلع گردید .

حداکثر مقادیر :

مثل دیگر قطعات الکترونیک ، این ای سی نیز دارای حداکثر مقدار ولتاژ و جریان در ورودی

و خروجی آن میباشد که شامل موارد زیر میباشد :

- حداکثر ولتاژ تغذیه منفی ۰،۶ ولت تا مثبت ۷ ولت
- ولتاژ پایه های ارتباط سریال تا ۱۲،۵ ولت
- ولت  $v_{dd} + 0.3$  ولتاژ پایه های دیگر بین منفی ۰،۳ ولت تا ولتاژ تغذیه
- حداکثر جریان خروجی ۲۰ میلی آمپر
- حداکثر جریان برای پایه های خروجی ۲۵ میلی آمپر
- برابر ۱۰۰ میلی امپر  $v_{SS}$  حداکثر جریان خروجی پایه

برای آشنایی بیشتر با ای سی مقاومت متغیر دیجیتال با قابلیت اتصال به میکروکنترلرها از جمله  $avr$

از طریق SPI ، نحوه ارسال اطلاعات و تنظیمات داخلی آی سی می‌توانید به دیتا شیت آی سی

مراجعه کنید.

## مقاومت



به هر قطعه یا عنصری که در مقابل عبور جریان الکتریکی از خود مخالفت نشان می‌دهد مقاومت

الکتریکی گفته می‌شود . مقاومت الکتریکی را با حرف R که از کلمه Resistor گرفته شده است

نشان می‌دهند . واحد اندازه گیری مقاومت الکتریکی اهم است که آن را با علامت  $\Omega$  نشان می‌دهند.

مقاومت ها در صنایع برق و الکترونیک از اهمیت بالایی برخوردارند و بیشتر به منظور محدود

کردن جریان و تقسیم جریان و نیز ایجاد ولتاژهای مختلف در مدارات به کار گرفته می‌شود .

## خازن



خازن (Capacitor) المانی است که انرژی الکتریکی را توسط یک میدان الکترواستاتیک در خود

ذخیره می‌کند و تحت شرایطی این انرژی الکتریکی را آزاد می‌کند . خازن ها به اشکال گوناگون

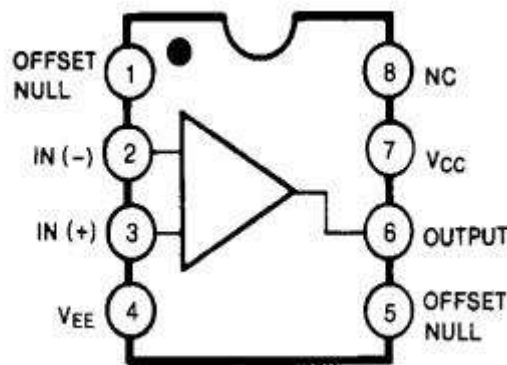
ساخته می شوند که پر استفاده ترین آنها در صنایع برق و الکترونیک خازن های مسطح هستند. این

نوع خازن ها از دو صفحه هادی که بین آنها ماده عایقی قرار گرفته است تشکیل می شوند.

## LM324 و LM741

پکیجی است که شامل یک آپ امپ بوده و این پکیج همانطور که در شکل دیده میشود دارای 8 پایه

میباشد. در شکل پایه های آن نشان داده شده است



اما آی سی دیگری وجود دارد که ۴ تا از این نوع آپ امپ را در خود جای داده است. این آی سی

دارای ۱۴ پایه میباشد از مزایای استفاده از این آی سی آن است که چهار آپ امپ مشابه ارائه داده

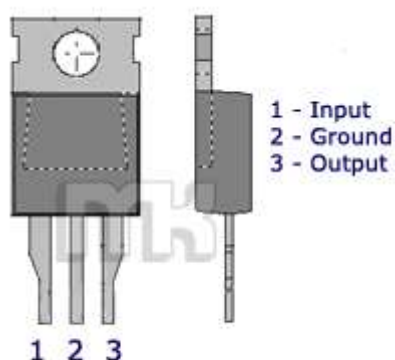
میشود و همچنین اگر در مدار چندین آپ امپ نیاز باشد مدار جمع و جور خواهد شد.

## آی سی رگلاتور 7812

قطعه ای جهت کاهش و تثبیت ولتاژ می باشد. این آی سی میتواند با ولتاژ ورودی تا 35 ولت، در

خروجی ولتاژ تثبیت شده 12 ولت مثبت ارائه دهد

برای شناسایی پایه ها به تصویر زیر توجه نمایید :



## میکروکنترلر ATmega 32



ویژگی :

1- کارایی بالا و توان مصرفی کم .

2- داری 131 دستور که اکثر آنها در یک سیکل اجرا می شوند.

3- 32\*8 رجیستر کاربردی

4- حداکثر کریستال مورد استفاده 16 مگاهرتز

5- سرعتی تا 16mips در فرکانس 16 مگاهرتز

حافظه ،برنامه و داده غیر فرار :

1- 32k بایت حافظه فلش داخلی قابل برنامه ریزی

این میتواند تا 10000 بار نوشته و پاک شود

2- 2k بایت حافظه sram داخلی

3- 1024 بایت حافظه eeprom برای جلوگیری از خواندن آن

خصوصیات جانبی :

1- دو تایمر / کانتر 8 بیتی با prescaler مجزا و دارای مد capture ، compare (تایمر /

کانتر 0 و 2)

2- یک تایمر / کانتر 16 بیتی با prescaler مجزا و دارای مد capture ، compare (تایمر /

کانتر 1)

3- چهار کانل pwm

4- 8 کانال مبدل آنالوگ به دیجیتال 10 بیتی

- 8 کانال single – ended

- دارای 7 کانال تفاضلی در بسته بندی tqfp (این نوع adc اختلاف بین دو ولتاژ را اندازه میگیرد

در حالی که adc های معمولی ولتاژ ورودی را نسبت به زمین اندازه میگیرند .

- دارای دو کانال تفاضلی با گین x1 ، x10 ، x200

5- دارای rtc ( نوعی ساعت است که زمان و تاریخ را مستقل از عملکرد میکرو محاسبه میکند ) با اسیلاتور مجزا

6- یک مقایسه کننده آنالوگ داخلی

7- usart قابل برنامه ریزی

8- watchdog قابل برنامه ریزی با اسیلاتور داخلی

9- ارتباط سریال isp برای برنامه ریزی داخل مدار

10- قابلیت ارتباط سریال isp به صورت master یا slave

11- قابلیت ارتباط tag ( میتوان کلیه حافظه های قابل برنامه ریزی میکرو را خواند).

## خصوصیات ویژه میکرو

1- restart شدن میکرو بعد از روشن شدن

2- دارای 5 مد در حالت بیکاری

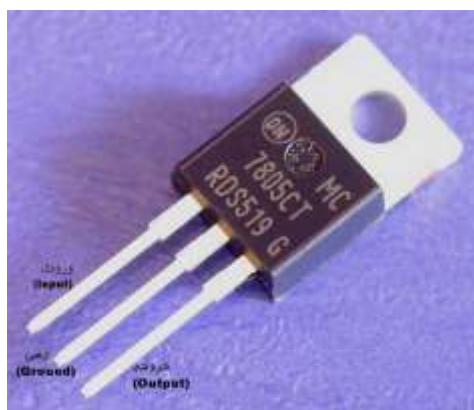


برای دانلود مطالب آموزشی بیشتر به وبسایت [Melec.ir](http://Melec.ir) مراجعه کنید.

3- منبع وقفه داخلی و خارجی

4- دارای نوسان ساز داخلی کالیبره شده (حداکثر فرکانس 8mhz)

## آی سی رگولاتور 7805



رگولاتور LM7805 قطعه ای جهت کاهش و تثبیت ولتاژ می باشد. این آی سی میتواند با ولتاژ ورودی تا 35 ولت، در خروجی ولتاژ تثبیت شده 5 ولت مثبت ارائه دهد.

کی پد

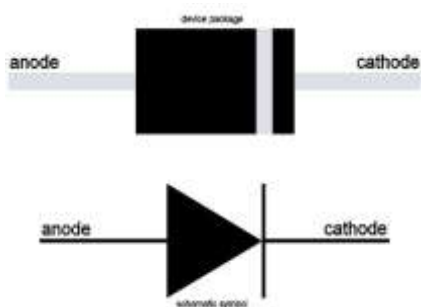


صفحه کلید به مجموعه ای از قفل ها گفته میشود که به طور مرتب در کنار هم قرار گرفته اند. انواع

صفحه کلیدها شامل صفحه کلید های رقمی و صفحه کلید های حرفی \_ رقمی یا تلفنی می باشد . از

کاربرد های صفحه کلید می توان به ماشین حساب تلفن و قفل های دیجیتال اشاره نمود .

## دیود



در اثر اتصال یک نیمه رسانای نوع  $n$  به یک نیمه رسانای نوع  $p$  قطعه ای به نام پیوند  $p-n$  (دیود) حاصل می شود. بر اثر این اتصال کمی الکترون از بخش  $n$  به بخش  $p$  آمده و کمی هم حفره از بخش  $p$  به بخش  $n$  آمده و باعث می شود یک میدان الکتریکی درون این قطعه حاصل شود. حال که این قطعه در مدار قرار می گیرد اگر میدان الکتریکی دو سر این قطعه خلاف جهت میدان الکتریکی درونی باشد، میدان الکتریکی درونی خنثی شده و جریان الکتریکی در آن جهت برقرار می شود ولی اگر میدان الکتریکی دو سر قطعه هم سو با میدان درونی باشد ، جریان الکتریکی در آن جهت عبور داده نمی شود.

## برنامه اجرا شده در ATmega 32

```
#include <mega32.h>
#include <stdio.h>
#include <delay.h >
#include <alcd.h>
#define SCK 7
#define MOSI 5
#define CS1 0
#define CS2 1
#define SS 4
void spi(unsigned char data);
unsigned int get_adc(unsigned char channel);
float channel1_voltage(void);
float channel2_voltage(void);
float channel1_current(void);
float channel2_current(void);
void mcp41_set(unsigned char res_value,unsigned char control);
unsigned char keypad(void);
void main()
{
unsigned int v1=0,v2=0;
unsigned char counter=0,key=0;
char str[16];
```

```
DDRB|=((1<<CS1)|(1<<CS2)|(1<<SCK)|(1<<MOSI)|(1<<SS<<K));
```

```
SPCR|=((1<<SPE)|(1<<MSTR)|(1<<SPR1)|(SPR0));
```

```
PORTB|=((1<<CS1)|(1<<CS2));
```

```
ADMUX=0x00;
```

```
ADCSRA=0x87;
```

```
DDRD=0XF0;
```

```
PORTD=0X0F;
```

```
lcd_init(16);
```

```
lcd_clear();
```

```
lcd_gotoxy(3,0);
```

```
lcd_putsf("Morteza");
```

```
lcd_gotoxy(3,1);
```

```
lcd_putsf("Ahangari");
```

```
delay_ms(2000);
```

```
lcd_clear();
```

```
lcd_gotoxy(0,0);
```

```
lcd_putsf("Shamsipour");
```

```
lcd_gotoxy(0,1);
```

```
lcd_putsf("Collage");
```

```
delay_ms(2000);
```

```
lcd_clear();
```

```
_lcd_write_data(0xe);
```

```
mcp41_set(0,0);
```

```
mcp41_set(0,1);
while(1)
{
v1=0;v2=0 ;
while(key!=10)
    {
        key=keypad();
        if(key<10)
            {
                delay_ms(300);

                if(v1<30)
                    v1=(v1*10+key);
                if(v1>30)v1=30;
            }

        lcd_gotoxy(0,0);
        sprintf(str,"V1=%d",v1);
        lcd_puts(str);
    }
delay_ms(300);
key=255;
while(key!=10)
    {
        key=keypad();
```

```
if(key<10)
{
    delay_ms(300);

    if(v2<30)
        v2=(v2*10+key);
    if(v2>30)v2=30;
}

lcd_gotoxy(0,1);

sprintf(str,"V2=%d",v2);
lcd_puts(str);
}

lcd_clear();
delay_ms(300);
while(1)
{
    counter=0;

while(!((channel1_voltage())>(v1.25))&&(channel1_voltage())<(v1+.25))))
{

    key=keypad();
    if(key==11){delay_ms(300);goto again;}
    mcp41_set(counter,0);
    counter+=3;
```

```
}  
  
    counter=0;  
  
    while(!((channel2_voltage())>(v2-  
.25))&&(channel2_voltage())<(v2+.25))))  
{  
  
        key=keypad();  
        if(key==11){delay_ms(300);goto again;}  
        mcp41_set(counter,1);  
        counter+=3;  
    }  
  
    key=keypad();  
    if(key==11){delay_ms(300);goto again;}  
    sprintf(str,"V1=%2.1f",channel1_voltage());  
    lcd_gotoxy(0,0);  
    lcd_puts(str);  
    sprintf(str,"V2=%2.1f",channel2_voltage());  
    lcd_gotoxy(0,1);  
    lcd_puts(str);  
    sprintf(str,"I1=%2.1f",channel1_current());  
    lcd_gotoxy(8,0);  
    lcd_puts(str);  
    sprintf(str,"I2=%2.1f",channel2_current());  
    lcd_gotoxy(8,1);  
    lcd_puts(str);  
}
```

again :

```
}  
  
}  
void spi(unsigned char data)  
{  
    SPDR=data;  
    while(!(SPSR & 0X80));  
}  
void mcp41_set(unsigned char res_value,unsigned char control)  
{  
    if(!(control & 0x01))  
    {  
        PORTB&=~(1<<CS1);  
        delay_ms(1);  
        spi(0x11);  
        spi(res_value);  
        PORTB|=1<<CS1;  
        delay_ms(1);  
    }  
    else  
    {  
        PORTB&=~(1<<CS2);
```



```
delay_ms(1);
spi(0x11);
spi(res_value);
PORTB|=1<<CS2;
delay_ms(1);
}
}
unsigned int get_adc(unsigned char channel)
{
ADMUX|=channel;
ADCSRA|=0x40;
while(!(ADCSRA & 0x10));
return ADCW;
}
float channel1_voltage(void)
{
return ((4.88*get_adc(1))/1000);
}
float channel2_voltage(void)
{
return ((4.88*get_adc(0))/1000);
}
float channel1_current(void)
{
```

```
return ((4.88*get_adc(2))/1000);
```

```
}
```

```
float channel2_current(void)
```

```
{
```

```
return ((4.88*get_adc(3))/1000);
```

```
}
```

```
unsigned char keypad(void)
```

```
{
```

```
unsigned char key;
```

```
key=255;
```

```
PORTD=0XBF;
```

```
delay_ms(1);
```

```
if(!PIND.0)key=11;
```

```
if(!PIND.1)key=9;
```

```
if(!PIND.2)key=6;
```

```
if(!PIND.3)key=3;
```

```
PORTD=0XDF;
```

```
delay_ms(1);
```

```
if(!PIND.0)key=0;
```

```
if(!PIND.1)key=8;
```

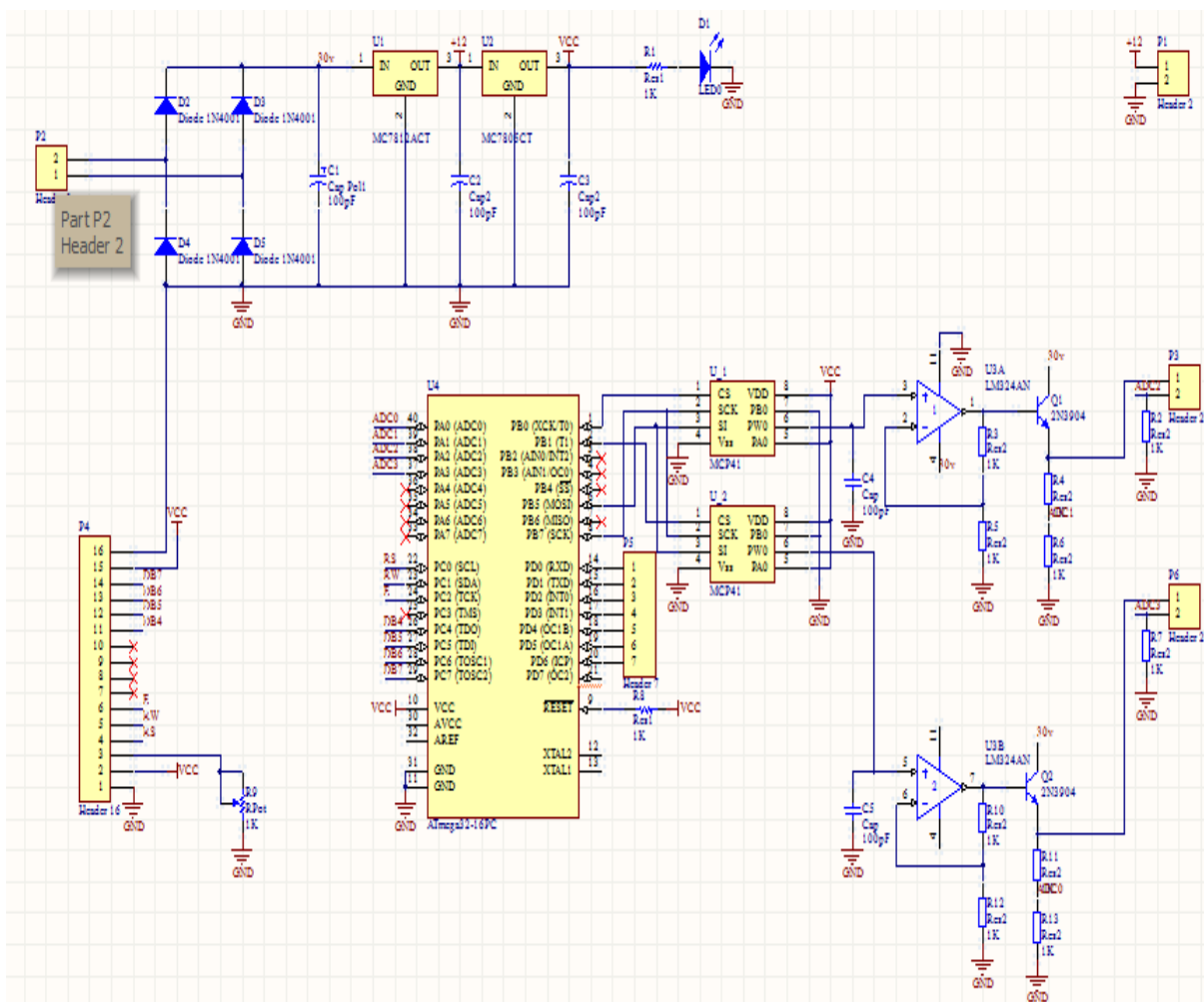
```
if(!PIND.2)key=5;
```

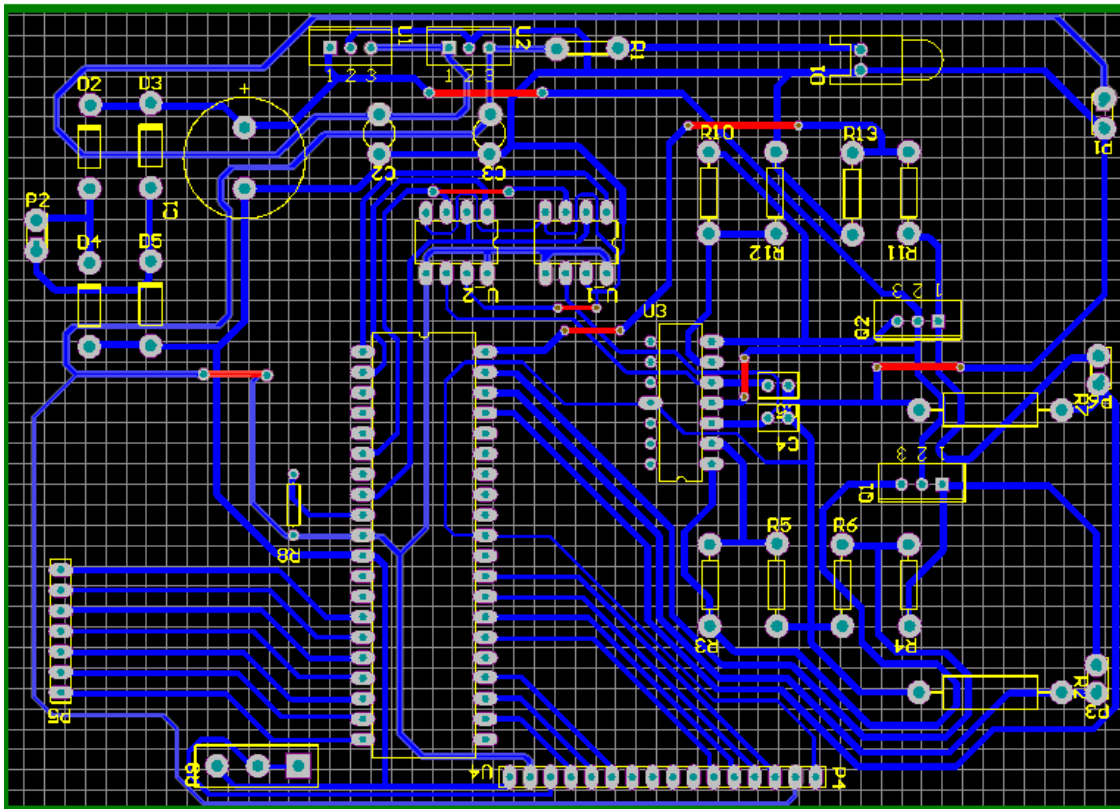
```
if(!PIND.3)key=2;
```

```
PORTD=0XEF;
```

```

delay_ms(1);
if(!PIND.0)key=10;
if(!PIND.1)key=7;
if(!PIND.2)key=4;
if(!PIND.3)key=1;
return key;
}
    
```





# ضمائم

## منبع تغذیه خطی و سوئیچینگ و تفاوت بین آن ها

برای ثابت نگه داشتن ولتاژ مستقیم در خروجی یک منبع تغذیه، دو روش رگولاسیون خطی و رگولاسیون به روش سوئیچینگ رایج می باشد. منبع تغذیه سوئیچینگ یک واحد تغذیه توان است که به روش سوئیچینگ عمل رگولاسیون را انجام می دهد. در روش رگولاتور خطی از ترانس و المانهای یکسو کننده جریان و فیلتر استفاده میشود. تلفات بالا و بازدهی پائین و عدم دسترسی به رگولاسیون دقیق و کیفیت دلخواه در خروجی، مشکلات منبع تغذیه خطی می باشد.

سه عامل اصلی در تفاوت این دو روش عبارتند از فرکانس کار ترانسها در روش خطی 50 تا 60 هرتز است. ترانسهای فرکانس پایین، اندازه و حجم بزرگی دارند. در روش سوئیچینگ به دلیل استفاده از فرکانس بالای 50 تا 200 کیلوهرتز، حجم و وزن ترانسها به میزان قابل توجهی کاهش یافته و در نتیجه اندازه منبع تغذیه سوئیچینگ کوچکتر است.

در این منابع ترانزیستوری که نقش کلید را به عهده دارد با فرکانسی حدود 50 کیلو هرتز یا بیشتر بین وضعیت قطع و اشباع در نوسان است که این خود سبب کاهش تلفات ترانزیستور می گردد. نسبت ولتاژ خروجی به ورودی را می توان با تغییر نسبت زمان روشن بودن به زمان خاموش بودن ترانزیستور تعیین کرد. در نقطه مقابل، در یک منبع تغذیه خطی برای دستیابی به ولتاژ دلخواه باید

قسمتی از ولتاژ ورودی روی ترانزیستور افت کرده و تلف شود. بازده بالا مزیت اصلی یک منبع تغذیه سوئیچینگ است. هنگامی که بازده بالاتر، ابعاد کوچک تر و وزن کم تر مد نظر باشد منابع تغذیه سوئیچینگ جایگزین منابع تغذیه خطی می شوند. منابع تغذیه سوئیچینگ پیچیده تر هستند و اگر جریان ورودی به آنها به خوبی فیلتر نشود می تواند نویز ایجاد کند. راندمان یا بازده توان در روش سوئیچینگ بسیار بیشتر از روش خطی است. یک منبع خطی با تلف کردن توان، خروجی را رگوله یا یکسو میکند ولی در روش سوئیچینگ با تغییر میزان دوره سیکل سوئیچ، ولتاژ و جریان خروجی کنترل میشود. با یک طراحی خوب در روش سوئیچینگ میتوان به حدود 90 درصد بازدهی دست یافت.

در طراحی منابع تغذیه سوئیچینگ، بدلیل وجود فرکانس بالا، بحث نویز و اثرهای ناخواسته الکترومغناطیسی بسیار مهم بوده و برای حذف آنها از فیلتر ای.ام.آی و اتصالات آ.راف استفاده میشود.

وزن و ابعاد

منابع تغذیه خطی: در منابع با توان بالا هیت سینک (گرماگیر) مورد نیاز است که ابعاد منبع را افزایش میدهد و استفاده از ترانسفورمر های فرکانس پایین، به حجم و سنگینی دستگاه می افزاید. منابع تغذیه سوئیچینگ: در بعضی منابع ممکن است از ترانسفورمر (یا سلف) استفاده شود که البته به دلیل فرکانس کاری بالا، سنگینی و ابعاد ترانسفورمر زیاد نیست.

ولتاژ خروجی

منابع تغذیه خطی: در صورت استفاده از ترانسفورمر، می توان در خروجی به هر ولتاژ دلخواهی

دست یافت در منابع خطی بدون ترانسفورمر ولتاژ خروجی از ورودی بیشتر نخواهد شد. در صورت

عدم استفاده از رگولاتور، ولتاژ خروجی با بار تغییر می کند.

منابع تغذیه سویچینگ: هیچ گونه محدودیتی در ولتاژ خروجی نداریم. در بیشتر مدارات فقط ولتاژ

شکست ترانزیستور می تواند محدود کننده باشد. ولتاژ خروجی با بار تغییری نمی کند.

کارایی، توان و گرمای تلفاتی

منابع تغذیه خطی: در منابع تغذیه دارای رگولاتور، بازده عمدتاً بسته اختلاف بین ولتاژ ورودی و

ولتاژ خروجی از طریق تلف کردن توان اضافی به شکل حرارت، تنظیم می گردد که این سبب می

شود بازده منبع تغذیه به حدود ۳۰ تا ۴۰ درصد محدود شود. در منابع تغذیه فاقد رگولاتور، تلفات مسی و آهنی ترانسفورمر تنها عامل موثر بر کارایی منبع تغذیه است.

منابع تغذیه سویچینگ: ولتاژ خروجی از طریق کنترل سیکل وظیفه (دیوتی سایکل) تنظیم می گردد.

ترانزیستور ها یا کاملاً روشن (حالت اشباع) هستند یا کاملاً خاموش (حالت قطع) بنابراین تلفات اهمی

بین ورودی و بار وجود ندارد. حرارت ایجاد شده ناشی از ویژگیهای غیر آرمانی اجزای مدار و

همچنین جریان حالت دایم مدار کنترل کننده می باشد.

مقایسه منابع تغذیه خطی و سویچینگ

جریان هجومی وارده به منبع

**منابع تغذیه خطی**

در یک منبع تغذیه خطی در لحظه اتصال به برق شهری تا هنگامی که شار

مغناطیسی ترانسفورمر به یک حد پایدار برسد و خازن ها کاملاً شارژ شوند جریان هجومی بالا

است.

منابع تغذیه سویچینگ: جریان هجومی فوق العاده بالاست و فقط توسط امپدانس ورودی منبع تغذیه و

مقاومت های سری با خازن محدود می گردد.

ضریب توان

منابع تغذیه خطی: در منابع تغذیه دارای رگولاتور ضریب توان پایین است زیرا جریان در قله

(پیک) ولتاژ سینوسی از خط کشیده می شود.

منابع تغذیه سویچینگ: از اعداد خیلی پایین تا متوسط در تغییر است زیرا در یک منبع تغذیه

سویچینگ فاقد تصحیح ضریب توان، جریان در قله ولتاژ سینوسی از خط کشیده می شود.

نویز الکترونیکی در ترمینال های ورودی

منابع تغذیه خطی: می تواند اعوجاج هارمونیک ایجاد نماید ولی نویز فرکانس بالای آن ناچیز است

منابع تغذیه سویچینگ: منابع تغذیه سویچینگ ارزان قیمت می تواند نویز الکتریکی حاصل از

سویچینگ وارد شبکه برق شهری نماید که این سبب بروز تداخل با سایر دستگاههای صوتی و

تصویری که به همان فاز وصل شده اند، میگردد. منابع تغذیه سویچینگ فاقد تصحیح ضریب توان

نیز ممکن است اعوجاج هارمونیک ایجاد نمایند.

نویز آکوستیک



منابع تغذیه خطی: هوم بسیار ضعیفی ایجاد می کنند که عامل آن لرزش لایه های سیم پیچ

ترانسفورمر می باشد.

منابع تغذیه سویچینگ: معمولا برای انسان قابل شنیدن نیست مگر اینکه منبع تغذیه دارای فن باشد،

درست کار نکند یا اینکه فرکانس سویچینگ در محدوده قابل شنیدن باشد یا لایه های سیم پیچ ها در

یکی از زیر هارمونیک های فرکانس کاری شروع به لرزش کند.

تداخل فرکانس رادیویی

منابع تغذیه خطی: در بار زیاد، دیودهای یکسوساز ممکن است تداخل فرکانس بالای ناچیزی ایجاد

کنند. در کابل های فاقد حفاظ (شیلد) هوم القا می کنند که می تواند در فرکانس صوتی مشکل ساز

باشد.

منابع تغذیه سویچینگ: به این دلیل که جریان بطور ناگهانی قطع و وصل می شود، این دسته از

منابع مستعد ایجاد تداخل فرکانس رادیویی و الکترومغناطیسی می باشند. لذا برای کاهش تداخل باید

از پالایه (فیلتر) های تداخل الکترومغناطیسی و همچنین حفاظ های فرکانس رادیویی بهره جست.

بخش های یک منبع تغذیه سویچینگ :

## EMI Filter

این بخش از عناصر سلف و خازن تشکیل شده و وظیفه ی آن ممانعت از خروج فرکانس های اضافی

(درمحدوده کاری نویز حاصل از مدار سوئیچینگ) منبع تغذیه به بیرون و همچنین ممانعت از

ورود فرکانس های اضافی (حاصل ازدوران موتور های الکتریکی و سیستمهای مولد حرارت و

غیره) به داخل منبع تغذیه میباشد.

## Input Capacitor

این قسمت از دو خازن الکترولیت با ظرفیت متناسب توان منبع تغذیه تشکیل شده و وظیفه آن کنترل

سطح ولتاژ ورودی در هنگام کارکرد و همچنین ذخیره انرژی مورد نیاز مدار سوئیچینگ به هنگام

وقفه های کوتاه انرژی میباشد.

## Power Switching

این بخش معمولاً از دو ترانزیستور قدرت (ماسفت) تشکیل شده و وظیفه ی آن کنترل سطح ولتاژ

خروجی را از طریق زمان روشن و خاموش شدن (سوئیچ) است.

## Transformer

این بخش بنا به نوع طراحی، از دو تا سه ترانس (سوئیچینگ تی.آر، درایو تی.آر و غیره) تشکیل

شده که علاوه بر ایزولاسیون ولتاژ مستقیم، وظیفه تغییر سطح ولتاژ را بر عهده دارند. طراحی این

قسمت بسیار حساس است، زیرا اگر تعداد دور های اولیه و ثانویه متناسب با طراحی مدار پالز ویدت

ماجولار نباشد، پایداری مدار و ضریب اطمینان نیمه هادی و در نهایت کارکرد منبع تغذیه با مشکل

اساسی مواجه خواهد شد.

## Output Diodes

این قسمت از دیودهای شاتکی، زبر و فست تشکیل شده و وظیفه آن یکسو سازی ولتاژ خروجی را

در حالات عادی و قطع کامل جریان خروجی را در حالات خاص میباشد.

## Heat Sink

این قسمت از آلیاژهای مختلف آلومینیوم و مس ساخته می شود و به واسطه تعبیه شیارهایی بر روی

آن جهت عبور جریان هوا، وظیفه انتقال دما از ترانزیستورهای سوئیچینگ و همچنین دیودهای

شاتکی و فست به محیط اطراف را بر عهده دارد.

## Output Filter

این قسمت از چند خازن الکترولیت و سلف های چند لایه تشکیل شده است که وظیفه ذخیره انرژی

در زمان روشن و ارائه آن در زمان خاموشی ترانزیستور را بر عهده دارد.

## FAN

با وجود اینکه معمولاً مصرف کنندگان برای این قسمت اهمیتی قائل نمیشوند، انتقال حرارت در منابع

تغذیه بسیار مهم و حیاتی بوده و رابطه مستقیمی با راندمان و طول عمر آن دارد. تهویه بهتر هوای

گرم از محیط داخلی منبع تغذیه به فضای بیرون، کارکرد بهتر و عملکرد درازمدت تر منبع تغذیه را

در پی دارد.

## PCB

برد اصلی منبع تغذیه میباشد که کلیه قطعات بر روی آن نصب میشوند. رعایت استانداردهای مختلف

در ساخت برد، از جمله تحمل حرارت بالا و عدم استفاده از مواد خطرناک برای محیط زیست ،

باعث افزایش ضریب ایمنی کاربر میگردد.

## IC Controller

- ۱- کنترل خروجی، که با تولید پالس های ویدت ماجولار ، فرآیند تغییر پنهانی یک رشته پالس بر اساس تغییرات سیگنال های دیگر و اعمال بازخورد ولتاژ و جریان و راه اندازی نرم در کلیه خروجیها را بر عهده دارد.
  - ۲- مونیتورینگ، که از طریق یک شبکه تقسیم مقاومتی، کسری از ولتاژ خروجی به آی سی جهت مقایسه با یک ولتاژ مبنا، منتقل میشود و در صورت بروز هرگونه تغییر در خروجی دستور وقفه از طریق آی سی صادر میشود.
  - ۳- نوسان ساز، که در فرکانس پایه کار میکند و موج مثلثی جهت استفاده در پالس ویدت ماجولار را تولید میکند.
  - ۴- راه انداز خروجی، که توان کافی را جهت بکارگیری در بارهای کم و میانه، تولید میکند .
  - ۵- ولتاژ مبنا، که ولتاژ پایه را جهت مقایسه خروجیها و همچنین یک ولتاژ پایدار برای سایر بخشها تولید میکند.
  - ۶- مبدل خطا، که عرض پالس ولتاژ خروجی را متناسب با سطح ولتاژ، تنظیم مینماید.
  - ۷- پاور فکتور کورکشن، که وظیفه آن تصحیح هارمونیک های فرکانس خروجی و هدایت و کنترل آنها به مدار پالس ویدت ماجولار است.
- مشخصات فنی یک منبع تغذیه:

**MTBF TEST** : مطابق با استاندارد طراحی مدار، کیفیت قطعات داخلی و دور فن به گونه ای

باشد که باعث بالا رفتن عمر مفید منبع تغذیه گردد.

**EMC TEST** : مطابق با استاندارد ، منبع تغذیه دارای ضربه گیر ورودی و لاین فیلتر به همراه

خازن های X,Y با علامت درج شده استاندارد باشد.

**BURN IN TEST** : حرارت قطعات داخلی از محدوده مجاز تعیین شده در استاندارد تجاوز

نکرده و در صورت از کار افتادن فن ، منبع تغذیه به طور خودکار خاموش شود.

**LOW NOISE** : نویز به وجود آمده، از محدوده مجاز تعیین شده در استاندارد تجاوز ننماید، که

این مورد در کارایی رایانه و همچنین بالا رفتن عمر مفید قطعات متصل به منبع تغذیه تاثیر بسیار

زیادی دارد.

**SILENT PC** : طراحی مدار به گونه ای باشد که دوران فن ها متناسب با حرارت داخلی تغییر

یابد. این مورد باعث پایین آمدن نویز صوتی و بالا رفتن عمر مفید فن می گردد.

**HI-POT TEST** : در حدود تعیین شده در استاندارد، در صورت افزایش ناگهانی ولتاژ در

ورودی، منبع تغذیه دچار آسیب جدی نشود.

**THERMINAL EARTH** : مطابق با استاندارد، منبع تغذیه دارای ترمینال تخلیه بار الکتریکی و

همچنین درج علامت مربوطه بر روی بدنه داخلی باشد.

**PCB FIRE TEST** : مطابق استاندارد آتش سوزی، برد اصلی منبع تغذیه دارای کلیه موارد و

نکات ایمنی لحاظ شده در استاندارد آتش سوزی باشد.

**HOLD UP TIME** : مدت زمانی که به طول می انجامد تا ولتاژ  $V_+$  پس از وقفه انرژی در

ورودی، از مرز 90٪ مقدار اولیه خود پایین تر بیاید، مطابق با استاندارد باشد.

**POWER GOOD TIME** : مدت زمانی که به طول می انجامد تا ولتاژ  $V_+$  پس از روشن

شدن منبع تغذیه، از مرز 95٪ مقدار اولیه خود عبور کند، مطابق استاندارد باشد.

**SHORT CIRCUIT PROTECTION** : در صورت به وجود آمدن اتصال کوتاه در هر یک

از شاخه‌های خروجی، منبع تغذیه به صورت خودکار خاموش شود.

**OVERLOAD PROTECTION** : در حدود تعیین شده در استاندارد، در صورت افزایش بار

مصرفی خارج از توان حداکثر، منبع تغذیه به صورت خودکار خاموش شود.

**OVER VOLTAGE PROTECTION** : در حدود تعیین شده استاندارد، در صورت افزایش

ولتاژ در هر یک از شاخه‌های خروجی، منبع تغذیه به صورت خودکار خاموش شود.

**UNDER VOLTAGE PROTECTION** : در حدود تعیین شده استاندارد، در صورت کاهش

ولتاژ در هر یک از شاخه‌های خروجی، منبع تغذیه به صورت خودکار خاموش شود.

**OVER CURRENT PROTECTION** : در حدود تعیین شده در استاندارد، در صورت

اضافه بار خارج از توان بر روی هر یک از شاخه‌های خروجی، منبع تغذیه به صورت خودکار

خاموش شود.

**POWER FACTOR CORRECTION** : در حدود تعیین شده در استاندارد، هارمونیک های

فرکانس خروجی توسط مدار PWM تصحیح شود، که این امر باعث افزایش راندمان منبع تغذیه و

کاهش مصرف انرژی می‌گردد.

## CROSS REGULATION & INTERACTION : مطابق استاندارد، با اعمال بار متقابل

بر روی هر یک از خروجی‌ها، تغییر ولتاژ سایر خطوط در گستره معین و هماهنگ با سخت افزار

به کاربرده شده باشد. این مورد در سال‌های اخیر با توجه به تغییرات مکرر تکنولوژی به طور مرتب رو به تغییر بوده و عدم رعایت آن باعث بروز مشکلات اساسی گردیده است.

## CONDUCTED EMI : در صورتی که منبع تغذیه به فیلترهای مناسب ورودی و خروجی مجهز

باشد، تداخل فرکانس‌های رادیویی بر روی پایانه‌های ورودی و خروجی باید در محدوده مجاز تعیین

شده در استاندارد باشد.

## RADIATED EMI : مطابق با استاندارد، تشعشعات مغناطیسی که از داخل منبع تغذیه به بیرون

و بالعکس در جریان است، باعث بروز مشکل در کارکرد منبع تغذیه و نیز سایر وسایل الکترونیکی

مجاور آن نگردد.

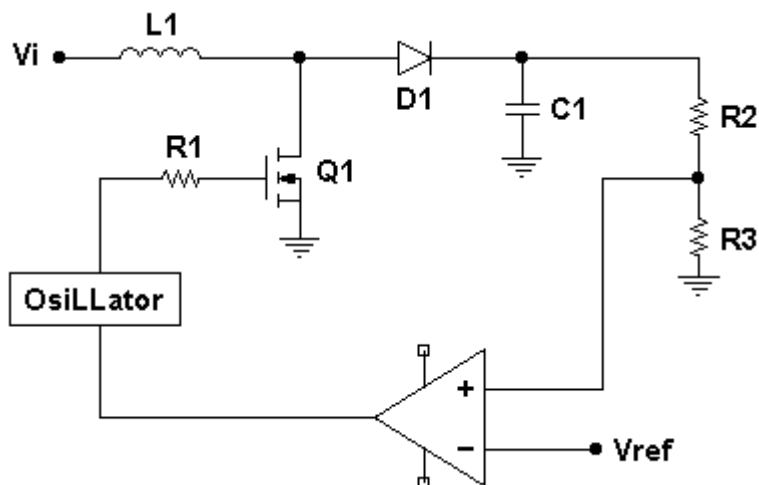
## ESD PERSONAL : مطابق استاندارد، در صورت باردار شدن بدن کاربر به الکتریسیته ساکن

و تماس کاربر با منبع تغذیه، مشکلی در کارکرد منبع تغذیه به وجود نیاید.

انواع رگولاتورهای ولتاژ:

مدارات رگولاتور ولتاژ به سه دسته تقسیم می شوند. در رگولاتور نوع سری یک المان کنترل خطی ( ترانزیستور ) بصورت سری و ولتاژ DC رگوله نشده برای ثابت نگهداشتن ولتاژ خروجی و فیدبک استفاده می شود. ولتاژ خروجی کمتر از ولتاژ ورودی رگوله نشده است و مقداری قدرت در المان کنترل تلف می شود.

یک نوع دیگر از این رگولاتورها رگولاتور موازی است که در آن المان کنترل بجای سری شدن با بار از خروجی به زمین بسته می شود و موازی با بار قرار می گیرد. یک مثال ساده مقاومت به اضافه دیود زنر است. روش دیگری برای تولید یک ولتاژ DC رگوله شده که اساساً از آنچه تاکنون دیده ایم متفاوت است وجود دارد و آن رگولاتور سوئیچینگ است. شکل ( 2-1 ) یک رگولاتور سوئیچینگ را نشان می دهد.



شکل (2-1) رگولاتور سوئیچینگ ساده

چاپرهای DC:

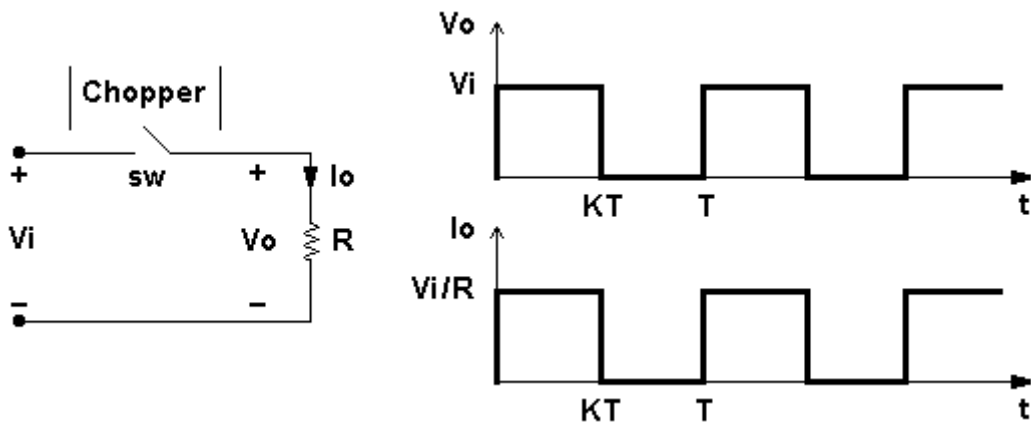


در بسیاری از کاربردهای صنعتی نیاز به تبدیل یک منبع DC ولتاژ ثابت به یک منبع ولتاژ متغیر می باشد.

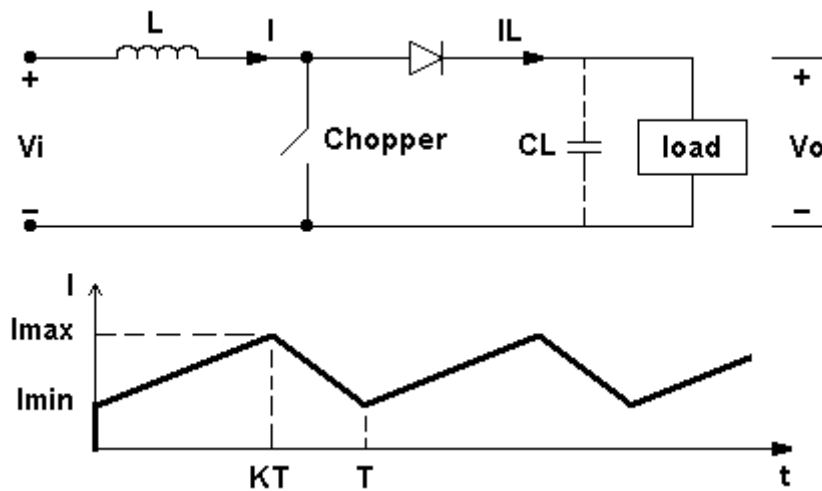
چاپر DC وسیله ای است که مستقیماً DC را به DC تبدیل می کند. چاپر می تواند به جهت افزایش یا

کاهش پله ای ولتاژ منبع DC بکار گرفته شود. از اینرو می توان چاپرها را به دو دسته سوئیچر کاهنده و

سوئیچر افزایشده تقسیم کرد.



شکل ( 2-2 ) چاپر کاهنده



### شکل ( 2-3 ) چاپر افزایشده

شکل ( 2-2 ) یک چاپر کاهنده ( کاهش پله ای ) را نشان می دهد. با باز و بسته شدن سوئیچ ولتاژ دو سر بار صفر یا  $V_{in}$  می شود. در اینجا کلید می تواند یک MOSFET قدرت یا BJT قدرت یا تریتور قدرت با کموتاسیون اجباری باشد.

از چاپر می توان جهت بالا بردن ولتاژ DC استفاده کرد که در شکل ( 2-3 ) با نام چاپر افزایشده ( افزایش پله ای ) نشان داده شده است. هنگامی که سوئیچ بسته است انرژی در سلف ذخیره می شود و زمانیکه سوئیچ باز میشود انرژی ذخیره شده در سلف به بار منتقل می شود و جریان سلف کاهش می یابد.

اگر یک خازن بزرگ همانطوری که با خط چین در شکل نشان داده شده است متصل شود ولتاژ خروجی پیوسته خواهد بود.

چاپرها دو نوع عملکرد متفاوت دارند :

1- عملکرد فرکانس ثابت. در این روش فرکانس چاپر ثابت نگه داشته می شود و زمان بودن کلید تغییر داده می شود. پهنای پالس در این روش تغییر می کند و این نوع کنترل مدولاسیون پهنای پالس ( PWM ) نام دارد.

2- عملکرد فرکانس متغییر. در این حالت فرکانس چاپر تغییر می کند و زمان روشن و خاموش بودن ثابت نگه داشته می شود. این روش مدولاسیون فرکانس نام دارد. در این روش فرکانس باید در محدوده وسیعی تغییر یابد تا رنج کاملی از ولتاژ خروجی را داشته باشیم که بدلیل هارمونیکهای با فرکانسهای غیر قابل پیش بینی طراحی فیلتر آن دشوار می شود.

مدارات مجتمع ( IC های ) کنترل کننده منابع تغذیه :

در سالهای اخیر انواع گسترده ای از IC ها که عملکردهای پیچیده تر را در یک منبع تغذیه امکان پذیر و آسان می کند به بازار عرضه شده است.

پس از انتخاب آرایش و سطح انتظارات برای تهیه یک طرح دلخواه انتخاب بهترین IC کنترل کننده باید انجام گیرد. علی رغم اختلافات فراوان شباهتهای بسیاری بین این IC ها وجود دارد.

موارد زیر در اغلب آنها مشترک است:

1- یک نوسان ساز که در فرکانس پایه کار می کند و موج مثلثی جهت استفاده در PWM را تولید می کند.

2- راه انداز خروجی که توان کافی را جهت بکارگیری در مقاصد کم و متوسط ( میانه ) تولید می نماید.

3- ولتاژ مبنا که ولتاژ پایه را جهت مقایسه خروجیها و همچنین یک ولتاژ پایدار برای سایر بخشها تولید می کند.

4- تقویت کننده ولتاژ خطا که با بهره بالا ولتاژ مقایسه ای را بین ولتاژ خروجی و ولتاژ مبنای پایدار تامین می کند.

5- یک مبدل خطا یا مبدل ولتاژ به عرض پالس که D.C خروجی را متناسب با سطح ولتاژ خطا تنظیم می کند.

اینها بلوکهای اصلی یک تراشه مدولاسیون عرض پالس ( PWM IC ) را تشکیل می دهند.

بخشهایی که در یک سطح بالاتر کاری ممکن است لازم باشند عبارتند از:

1- یک تقویت کننده جریان اضافی که تغذیه را در شرایط غیر طبیعی در ارتباط با بار حفاظت می کند.

2- یک مدار شروع نرم که مطابق نامش برای راه اندازی نرم خروجی بکار می رود.

3- کنترل کننده زمان مرده که حداقل عرض پالس PWM را کنترل می کند و از هدایت همزمان دو ترانزیستور ممانعت بعمل می آورد.

4- یک ناظر ولتاژ حداقل که از شروع بکار کردن مدار در شرایطی که ولتاژ نامناسبی در ورودی وجود دارد جلوگیری می کند.

برای شروع پروسه طراحی نخست باید توپولوژی مدار مورد نیاز مناسب انتخاب شود ( اینکه یک یا دو راه انداز در خروجی داشته باشیم ) و بدین صورت نیازهای اولیه IC را تعیین می کنیم.

کنترل کننده‌های با یک سر خروجی تنها یک سوئیچ قدرت و انواع دوگانه دو سوئیچ قدرت را تحت کنترل خود دارند. کنترلرهای با دو خروجی در توپولوژی های نیم پل و تمام پل و پوش پول بکار می روند.

IC های مجهز به دو خروجی مضاعف دارای یک بخش اضافی به نام حافظ پالس دوگانه هستند تا یک سوئیچ قدرت نتواند دو بار پیاپی روشن شود ( که به اشباع ترانسفورمر منجر شود ). عامل دوم نوع سوئیچ قدرت بکار گرفته شده است. بعضی از IC های PWM ترانزیستور خروجی برای راه اندازی دارند که اینها برای راه اندازی ترانزیستورهای

دو قطبی لازم است و امکان دارد ترانزیستور کمکی خروجی هم لازم باشد.

برای ماسفتهای قدرت طرح توتم پل بهترین انتخاب است. این راه اندازههای خروجی برای هدایت ترانزیستورها ایده آل هستند همچنین جهت تامین جریانهای شارژ و دشارژ خازنهای گیت لازم هستند. بعلاوه هر یک از ترانزیستورهای خروجی توان هدایت هر ترانزیستور را با حداقل قطعات دارند.

بطور کلی در IC های PWM سه نوع حالت کنترل وجود دارد که عبارتند از:

1- حالت ( نوع ) کنترل شبه رزونانسی

2- حالت ( نوع ) کنترل ولتاژ

3- حالت ( نوع ) کنترل جریان

حالت ( نوع ) کنترل شبه رزونانسی:

منابع تغذیه سوئیچینگ شبه رزونانسی تکنولوژیی هستند که شکل موجهای هدایت سوئیچهای قدرت را به شکل سینوسی شکل می دهند. این تضمین می کند که در طی نوسانات سوئیچینگ حاصلضرب ولتاژ و جریان برابر صفر باشد. به عبارت دیگر تلفات سوئیچینگ در نیمه هادی برابر صفر است.

این انواع مبدل از یکی از روشهای کنترل زیر بهره می گیرند:

1- زمان روشن ثابت و زمان خاموش متغییر برای جریان سوئیچ برابر صفر

## 2- زمان خاموشی ثابت و زمان روشن متغیر برای ولتاژ سوئیچ برابر صفر

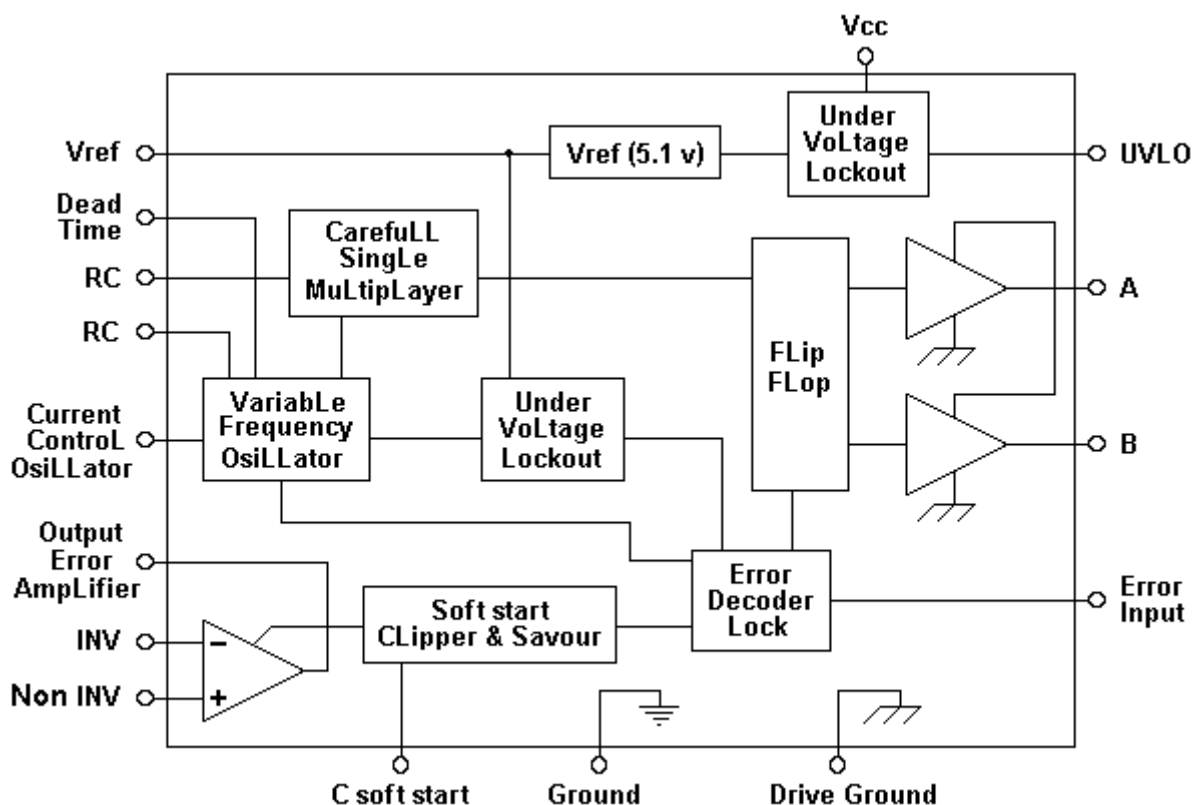
کنترل بوسیله تغییر تعداد چرخه های هدایت رزونانسی بار خروجی در ثانیه انجام می گردد. IC های کنترل کننده ای به بازار عرضه شده اند که نیازمندیهای این نوع تغذیه را تامین می کنند. یک IC کنترل رزونانسی نمونه را می توان در شکل ( 1-5 ) پیدا کرد. بعضی از انواعی که اخیراً عرضه شده اند عبارتند از:

MC34066 ZCS

LD405 ZCS

UC3860 ZCS

شکی نیست که در آینده نزدیک انواع بیشتری هم ارائه خواهد شد.



شکل ( 5-1 ) دیاگرام ساده شده MC34066 به نقل از شرکت موتورولا

حالت ( نوع ) کنترل ولتاژ:

این روشی بود که در اولین منابع تغذیه سوئیچینگ و برای سالهای زیادی در صنعت استفاده می شد. مدل

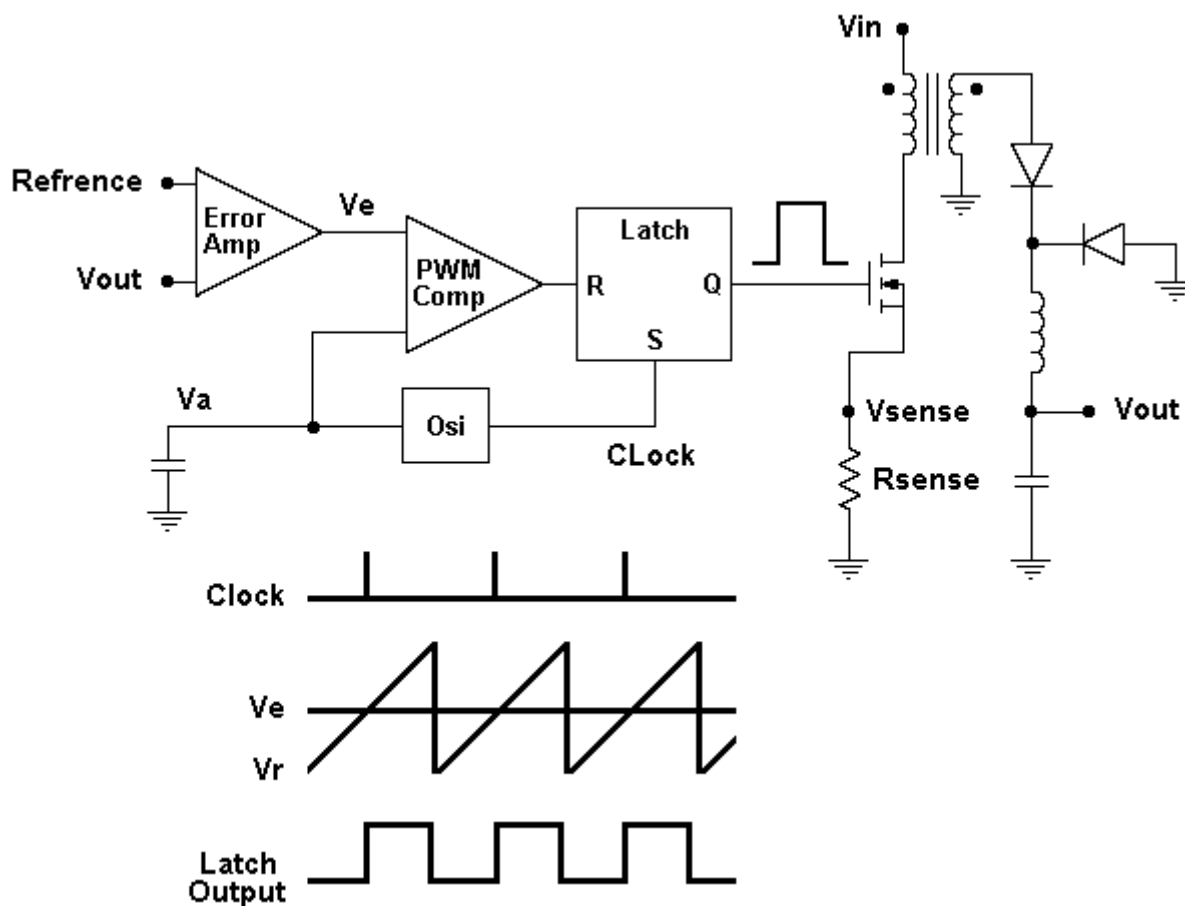
پایه این حالت در شکل ( 5-2 ) نشان داده شده است.

از مشخصات اصلی این روش وجود یک مسیر فیدبک به همراه مدولاسیون عرض پالس ( مقایسه یک ولتاژ

خطا با یک شکل موج دندان اری ) می باشد و محدود کردن جریان باید بصورت جداگانه ای صورت گیرد.

مزیت‌هایی را که این نوع تکنیک کنترل شامل می شود عبارتند از:





شکل ( 2-5 ) طرح پایه حالت کنترل ولتاژ

1- طراحی و تجزیه و تحلیل یک حلقه فیدبک راحت است.

2- یک موج دندان اره ای با دامنه بزرگ حد نویز خوبی را به منظور پایداری ایجاد می کند.

3- رگولاسیون بار به خوبی صورت می گیرد.

معایبی را که حالت کنترل ولتاژ دارا می باشد عبارتند از :

1- هر تغییری در خط یا بار ابتدا بصورت تغییر در ولتاژ خروجی حس می شود و سپس توسط حلقه فیدبک

تصحیح می گردد که این عمل معمولاً به کندی صورت می گیرد.

- 2- جبران سازی پیچیده تر است بخاطر اینکه بهره حلقه فیدبک با ولتاژ ورودی تغییر می کند.
- 3- فیلتر خروجی منابع معمولاً دو قطب به حلقه کنترل اضافه می کنند که بنابراین افزودن یک قطب مسلط فرکانس پایین و یا یک صفر به تقویت کننده خطا را برای جبران سازی موجب می شود. حالت کنترل ولتاژ هنگامی می تواند انتخاب مفیدی باشد که :
  - 1- امکان تغییرات بار در خروجی وجود داشته باشد.
  - 2- در شرایط کم بار که دامنه شکل موج جریان خیلی کم است برای پایداری عملکرد PWM .
  - 3- کاربردهایی که در آن از پیچیدگیهای موجود در حلقه فیدبک دوتایی و یا جبران سازی شیب ( برای Duty Cycle بیشتر از 50% در حالت کنترل جریان ) باید جلوگیری شود.
  - 4- توانهای بالا یا کاربردهای دارای پارازیت که نویز را روی شکل موج جریان سخت می توان کنترل کرد .
  - 5- چندین ولتاژ خروجی مورد نیاز است .
  - 6- رگولاتورهایی با کنترل از طریق ثانویه که در آنجا عامل واکنش اشباع شدنی وجود دارد .چند کنترلر نمونه تک خروجی و جفت خروجی در اینجا فهرست شده اند :

Single Ended Controllers:

SG1524

MC34060

Double Ended Controllers:

SG1525/26/27

TL494/495

UA78S40

MC34063

حالت ( نوع ) کنترل جریان:

تمام معایبی که برای حالت کنترل ولتاژ گفته شد توسط حالت کنترل جریان قابل حل است. دیاگرام پایه این حالت در شکل ( 3-5 ) نشان داده شده است. همانطور که از شکل پیداست در اینجا اسیلاتور فقط وظیفه شکل موجی با فرکانس ثابت را دارد و بجای شکل موج دندان اره ای در نوع کنترل ولتاژ نمونه ای از جریان خروجی بکار می رود.

مزایایی را که این روش کنترل به همراه دارد عبارتند از:

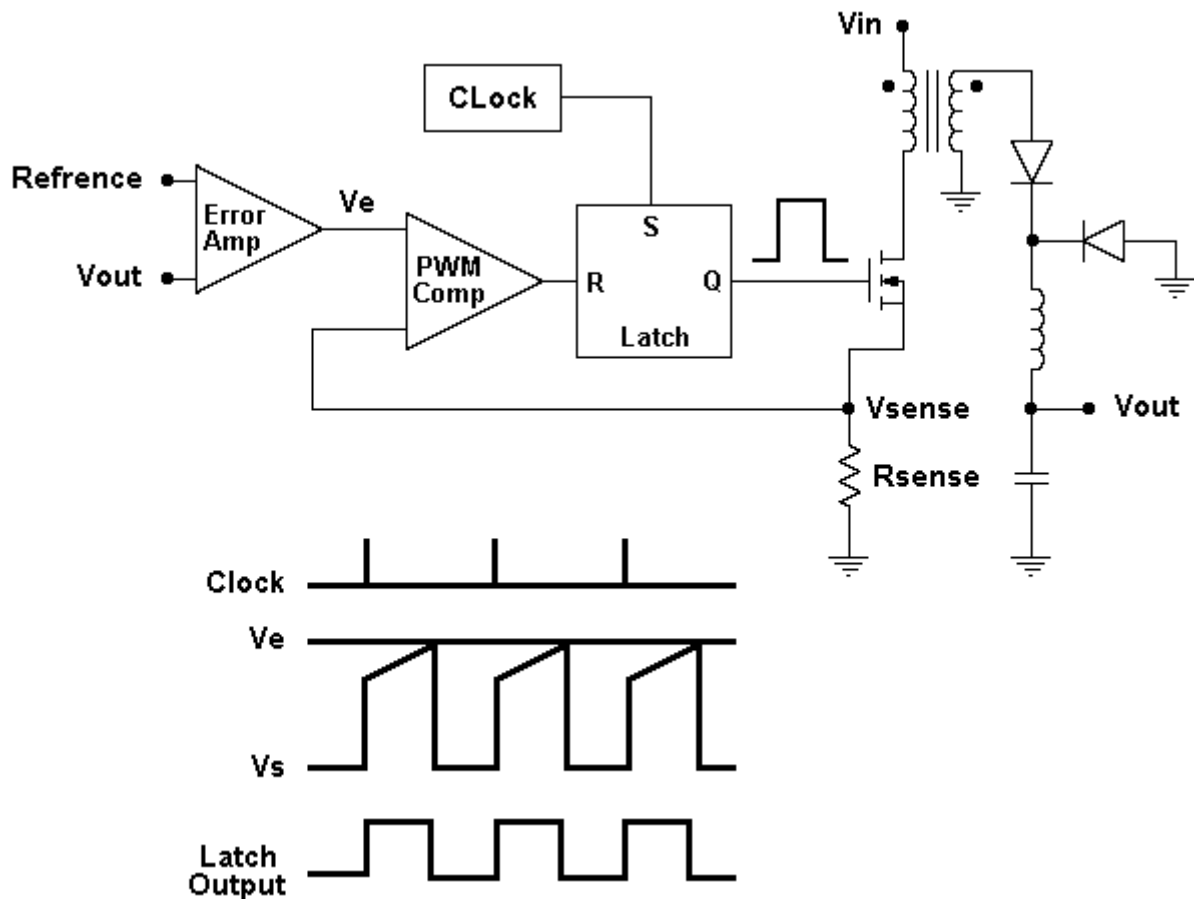
- 1- از آنجاییکه شیب جریان سلف با اختلاف ولتاژ ورودی و خروجی متناسب است بنابراین پاسخ تاخیردار ناشی از حس ولتاژ خروجی و تغییرات بهره حلقه در اثر تغییر ولتاژ ورودی حذف می شود.
- 2- بدلیل اینکه تقویت کننده خطا برای فرمان دادن جریان خروجی بیشتر بکار می رود تا ولتاژ خروجی بنابراین تاثیر سلف خروجی بر حلقه کمترین مقدار شده و فیلتر خروجی فقط یک قطب به حلقه فیدبک اضافه می کند. بنابراین جبران سازی ساده تری صورت گرفته و پهنای باند بیشتری حاصل می شود.

معایی را که برای حالت کنترل جریان می توان برشمرد عبارتند از :

1- وجود دو حلقه فیدبک آنالیز مدار را مشکلتر می کند.

2- حلقه کنترل در D.C بیشتر از 50٪ ناپایدار می شود مگر آنکه توسط مداری که جبران کننده شیب نام

دارد جبران شود. این جبران ساز باید به حلقه کنترل اضافه شود.



شکل ( 3-5 ) طرح پایه حالت کنترل جریان

3- از آنجاییکه مدولاسیون کنترل توسط نمونه ای از جریان خروجی صورت گرفته است تشدیدهایی در رگولاتور می تواند نویزهایی را وارد حلقه کنترل کند.

4- اسپایکهای لبه شکل موج جریان منبع نویز دیگری هستند که در اثر خازنهای ترانسفورمر و جریان بازیافت یکسوکننده خروجی رگولاتور ایجاد می شوند.

5- با کنترل جریان رگولاسیون بار به خوبی صورت نمی گیرد.

حالت کنترل جریان زمانی می تواند انتخاب خوبی باشد که:

1- خروجی منبع تغذیه بصورت یک منبع جریان یا یک ولتاژ خروجی خیلی بزرگ باشد.

2- پاسخ دینامیکی سریعتری برای یک فرکانس سوئیچینگ داده شده نیاز باشد.

3- کاربرد ما در یک مبدل DC to DC باشد در حالیکه تغییرات ولتاژ ورودی زیاد است.

4- در کاربردهایی که قابلیت موازی شدن با بار وجود دارد.

5- در مدارات پوش پول زمانیکه تعادل فلوی ترانسفورمر مهم است.

6- در کاربردهای ارزان قیمت که حداقل قطعات مورد نیاز است.