



دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

گرایش : الکترونیک

عنوان :

ساخت منبع تغذیه سوچینگ سه خروجی ( 12v – 5v – 3.3v )

استاد راهنما :

دکتر وحید رشتچی

نگارنده :

تابستان ۹۶

## تشکر و سپاس :

تشکر میکنم از استاد گرامی دکتر وحید رشتچی که در همه مراحل این پروژه بنده را راهنمایی کرده و نقشه راه را به صورت کامل از ابتدا پیش رویم گذاشتند. بنده باعث افتخارم هست که پروژه ای را همراه با ایشان انجام داده و بار علمی خود را افزودم. توانستم تجربه های علمی و عملی ایشان را مشاهده و از آن ها درس بگیرم.

از مهندس همتی استاد گرامی که همانند برادری بزرگتر و دلسوز بنده را در هنگام سختی و مشکلات راهنمایی کرده و به پشتکار بیشتر تشویق میکردند. بنده شاید در طول عمر کوتاه خود کمتر فردی نظیر ایشان مشاهده نموده ام.

از پدر و مادر خود و تمامی کسانی که بنده را در انجام این پروژه همراهی نمودند نیز تشکر مینمایم.

## مقدمه

در این پروژه هدف ما طراحی و ساخت یک منبع تغذیه سوئیچینگ با سه خروجی با استفاده از آی سی ها

تاپ سویچ سری جی ایکس<sup>۱</sup> که ابتدا با بهره گیری از نرم افزار پی آی اکسپرت<sup>۲</sup> مدار مورد نظر را با توجه به تعداد خروجی های دلخواه و مقدار جریان های مورد نظر و مسیر فیذبک مناسب طراحی میکنیم.

بعد از آن با توجه به اینکه کدام یک از قطعات ذکر شده در نرم افزار در ایران قابل تهیه است شروع به ویرایش

طراحی مورد نظر نموده و سپس به طراحی برد مدار چاپی اقدام کرده که در اینجا ما با استفاده از نرم افزار آلتیوم<sup>۳</sup> این کار را انجام داده ایم. سپس به قسمت پیش ترانس سوئیچینگ میرسیم. ترانس مورد نظر را با

توجه به راهنمایی ها نرم افزار پیچیده و مقدار اندوکتانس نشستی<sup>۴</sup> و اندوکتانس اولیه<sup>۵</sup> را چک میکنیم. بعد از اطمینان از صحت پیشش و عملکرد ترانس قطعات را بر روی برد اصلی مونتاژ میکنیم.

امیدوارم مطالب این پایان نامه کمکی در شناخت و ساخت هرچه بهتر این نوع منابع تغذیه باشد.

در این پروژه هدف ما طراحی و ساخت یک منبع تغذیه سوئیچینگ با سه خروجی با استفاده از آی سی ها

تاپ سویچ سری جی ایکس<sup>۱</sup> که ابتدا با بهره گیری از نرم افزار پی آی اکسپرت<sup>۲</sup> مدار مورد نظر را با توجه به تعداد خروجی های دلخواه و مقدار جریان های مورد نظر و مسیر فیذبک مناسب طراحی میکنیم.

بعد از آن با توجه به اینکه کدام یک از قطعات ذکر شده در نرم افزار در ایران قابل تهیه است شروع به ویرایش

طراحی مورد نظر نموده و سپس به طراحی برد مدار چاپی اقدام کرده که در اینجا ما با استفاده از نرم افزار آلتیوم<sup>۳</sup> این کار را انجام داده ایم. سپس به قسمت پیش ترانس سوئیچینگ میرسیم. ترانس مورد نظر را با

توجه به راهنمایی ها نرم افزار پیچیده و مقدار اندوکتانس نشستی<sup>۴</sup> و اندوکتانس اولیه<sup>۵</sup> را چک میکنیم. بعد از اطمینان از صحت پیشش و عملکرد ترانس قطعات را بر روی برد اصلی مونتاژ میکنیم.

<sup>1</sup> Top Switch GX 247 YN

<sup>2</sup> PI Expert 9.0.6.3

<sup>3</sup> Altium Designer 14

<sup>4</sup> Primary Leakage,  $\mu$ H

<sup>5</sup> Nominal Primary Inductance,  $\mu$ H

فصل اول مقدمه ای بر منابع تغذیه سوئیچینگ ..... ۶

۱-۱ توضیح مختصری از نحوه عملکرد : ..... ۶

۱-۲ مقایسه منابع تغذیه سوئیچینگ و خطی : ..... ۷

۱-۳ ترانس سوئیچینگ : ..... ۸

۱-۴ انواع منابع تغذیه سوئیچینگ: ..... ۸

فصل دوم معرفی مدارات مجتمع (IC) کنترل کننده منابع تغذیه ..... ۱۲

۲-۱ وجه مشترک و انواع کنترل کننده ها : ..... ۱۲

۲-۲ معرفی TOPSwitch-GX : ..... ۱۳

۲-۳ توضیحی درباره TOPSwitch-GX : ..... ۱۴

۲-۴ معرفی پایه های Top247yn : ..... ۱۵

۲-۵ شماتیک داخلی TOPSwitch-GX : ..... ۱۶

۲-۶ توضیح عملکردی TOPSwitch-GX : ..... ۱۶

فصل سوم معرفی نرم افزار PI expert و معرفی مدار پروژه ..... ۱۸

۳-۱ مقدمه ای درباره PI expert : ..... ۱۸

۳-۲ نرم افزار pi expert : ..... ۱۸

منابع و مراجع: ..... ۳۲

## فصل اول

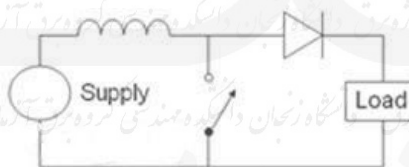
### مقدمه ای بر منابع تغذیه سویچینگ

#### ۱-۱ توضیح مختصری از نحوه عملکرد :

منبع تغذیه سویچینگ یا اس ام پی اس<sup>۶</sup> در حقیقت یک منبع تغذیه الکترونیکی است و شامل یک کنترلر سویچینگ است تا توان الکتریکی را به خوبی به سطح ولتاژ دیگری تبدیل کند. مانند دیگر منابع تغذیه یک منبع تغذیه سویچینگ در حقیقت تبدلی است که می تواند به یک منبع بزرگتر متصل شود و باری را با جریان و ولتاژ متفاوت تغذیه نماید این بار می تواند یک کامپیوتر، لپ تاپ یا شارژر موبایل شما باشد. برخلاف یک منبع تغذیه خطی ترانزیستور های قدرت یک منبع تغذیه سویچینگ مدام در حال خاموش و روشن شدن هستند که کمترین اتلاف توان را در این وضعیت دارند. و به همین دلیل اتلاف انرژی آنها بسیار کمتر است.

این یکی از بزرگترین مزیت های این منابع تغذیه است. ولتاژ خروجی در منابع تغذیه سویچینگ با تنظیم زمان خاموش یا روشن بودن ترانزیستور ها انجام می گیرد اما یک منبع تغذیه خطی با اتلاف انرژی در ترانزیستور ها، ولتاژ خروجی را کنترل می کند و به همین دلیل راندمان کمی دارد. و همینطور یک منبع تغذیه سویچینگ به مراتب از مشابه خطی آن بخاطر ترانس کوچکتری که لازم دارد سبک تر و کوچکتر است.

منابع تغذیه سویچینگ به عنوان جایگزینی برای منابع تغذیه خطی به خصوص اگر راندمان بالاتر و حجم و وزن کمتر مورد نظر باشد مورد استفاده قرار می گیرند. البته این منابع پیچیده تر هستند و قطع و وصل جریان اگر به خوبی فیلتر نشود خود می تواند ایجاد نویز کند و در صورت طراحی بدون در نظر گرفتن پیچیدگی های لازم احتمالاً سبب کاهش ضریب توان می شود.

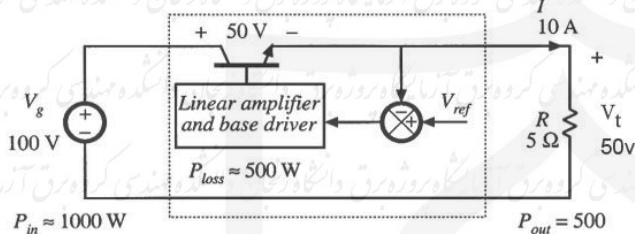


یک منبع تغذیه سویچینگ هم جریان و هم ولتاژ را می تواند کنترل کند بسته به این که در خروجی آن خازن یا سلف باشد و تنظیمات الکتریکی مشخص می کند که کدام کمیت الکتریکی را قرار است کنترل کند. قطعاتی مربوط به سویچینگ (از قبیل ترانزیستورها) وقتی که در وضعیت هدایت کامل هستند تقریباً هیچ مقاومتی ندارند و وقتی که در وضعیت قطع هستند هیچ جریانی را از خود عبور نمی دهند. و از نظر تئوری با راندمان ۱۰۰ درصد کار می کنند و هیچ توانی را تلف نمی کنند.

<sup>6</sup> SMPS (Switching Mode Power Supply)

یک منبع تغذیه سوئیچینگ که اصول کارکرد آن باز یا بسته شدن یک سوئیچ الکترونیکی است می تواند به صورت تئوری ۱۰۰٪ بازدهی داشته باشد و در عمل نیز می تواند تا حدود ۹۷٪ راندمان داشته باشد. یک منبع تغذیه سوئیچینگ شامل قطعاتی مانند سلف، خازن و سوئیچ می شود و تنها انرژی را در خود ذخیره و یا انتقال می دهند و شامل اجزای مقاومتی که انرژی را بصورت گرما اتلاف می کنند نمی شود. یک سوئیچ الکترونیکی می تواند یک دیود، ترانزیستور دوقطبی<sup>۷</sup>، ماسفت و یا آی جی بی تی<sup>۸</sup> باشد که در ناحیه غیر خطی کار میکنند.

این نوع سوئیچ ها می توانند در حالت باز بودن با اختلاف ولتاژ نزدیک به صفر جریان را عبور دهند یا در حالت بسته بودن هیچ جریانی را از خود عبور ندهند. در هر دو حالت بر خلاف کارکرد یک رگولاتور خطی سوئیچ ها هیچ توانی را تلف نمی کنند.



رگولاتور خطی با اتلاف توان در ناحیه خطی سوئیچ الکترونیکی، متصل به مصرف کننده مقاومتی

ولتاژ خروجی دارای فرکانس های بالا و بی شماری است (با اصطلاح هارمونیک های زیادی دارد). به منظور فیلتر کردن چنین ولتاژ خروجی از یک فیلتر پایین گذر استفاده می کنیم تا بتوانیم یک مقدار دی سی<sup>۹</sup> با تغییرات خیلی کم به مصرف کننده بدهیم. با افزایش فرکانس سوئیچینگ می توانیم مقادیر سلف و خازن فیلتر پایین گذر را کاهش دهیم این کار باعث کوچک تر شدن قطعات می شود.

## ۲-۱ مقایسه منابع تغذیه سوئیچینگ و خطی :

۱- بازدهی : بدون شک در دنیای امروزی نیاز ما به انرژی زیاد شده است و در نتیجه باید مدیریت بهتری روی مصرف انرژی الکتریکی داشته باشیم، پس اگر بخواهیم در طراحی مدار میزان مصرف انرژی را مد نظر قرار دهیم، باید در مدارمان جایی برای منبع تغذیه سوئیچینگ در نظر داشته باشیم.

۲- اندازه مدار : برای تبدیل ولتاژ ۱۲ ولت دی سی به ۵ ولت دی سی با جریان حداکثر ۱ آمپر می توان از یک رگولاتور خطی استفاده کنیم. اما برای مثال اگر بخواهیم برق شهر که دارای ولتاژ ۲۲۰ ولت ای

<sup>7</sup> Bipolar transistor

<sup>8</sup> Insulated-gate bipolar transistor

<sup>9</sup> Direct current

سی ۱۰ هست را به ۵ ولت دی سی تبدیل کنیم ابتدا به یک ترانس با وزن و حجم نسبتاً زیاد و سپس یک یکسو ساز و خازن ظرفیت بالا نیاز داریم. روی هم رفته این مدار فضای زیادی را اشغال می کند ولی با طراحی یک منبع تغذیه سوئیچینگ با همین مشخصات در یک فضای حداکثر ۲ در ۳ سانتیمتر با وزن بسیار کمتر قابل پیاده سازی است. مانند اکثر شارژر های گوشی های موبایل که از منابع تغذیه سوئیچینگ بهره می برند.

۳- قیمت قطعات : یک رگولاتور ۵ ولت ۱ آمپر مانند ۷۸۰۵ دارای قیمت متوسط ۳۰۰ تومان در زمان تهیه این مطلب است اما یک منبع تبدیل DC به DC سوئیچینگ با خروجی ۵ ولت و جریان حداکثر ۳ آمپر قیمتی در حدود ۳ تا ۵ هزار تومان دارد. اما اگر بخواهیم از یک ترانسفورمر برای تبدیل AC به DC استفاده کنیم ترانسفورمر به تنهایی قیمتی بالای ۱۰ هزار تومان را داراست.

۴- تداخل فرکانسی : برخلاف رگولاتور های خطی، رگولاتور های سوئیچینگ به دلیل فرکانس سوئیچینگ می تواند هارمونیک های زیادی را به وجود آورد و باعث تداخل فرکانسی شود. اگر یک مدار حساس به تداخل فرکانسی دارید بهتر است از یک رگولاتور خطی استفاده کنید. اما اگر این رگولاتور نیاز مداری شما را بر طرف نکند بهتر است برای مدار منبع تغذیه سوئیچینگ خود فیلتر های مناسب و باید ملاحظات برد پی سی بی سرعت بالا<sup>۱۱</sup> در نظر گرفت تا سطح نویز و هارمونیک های مدار کاهش یابد.

#### ۱-۳ ترانس سوئیچینگ :

معمولاً مدار خروجی باید از وردی ایزوله الکتریکی شود و برای این منظور موج ای سی تولید شده را به اولیه یک ترانس فرکانس بالا می دهند این ترانس می تواند ولتاژ را بالا یا پایین ببرد و به سطح مورد نیاز در خروجی برساند که می توانیم ولتاژ خروجی مورد نیاز را از سیم پیچ های ثانویه بگیریم. و اگر در خروجی به ولتاژ دی سی نیاز داشته باشیم خرجی ای سی ترانس را توسط یک یکسو ساز دیگر به دی سی تبدیل می کنیم.

و در نهایت یک فیلتر در خروجی قرار می گیرد تا فرکانس های بالا را حذف کند در این مدار از سلف و خازن استفاده می شود.

#### ۱-۴) انواع منابع تغذیه سوئیچینگ:

منابع تغذیه سوئیچینگ به دو نوع کلی قابل تقسیم بندی هستند:

■ فوروارد<sup>۱۲</sup>

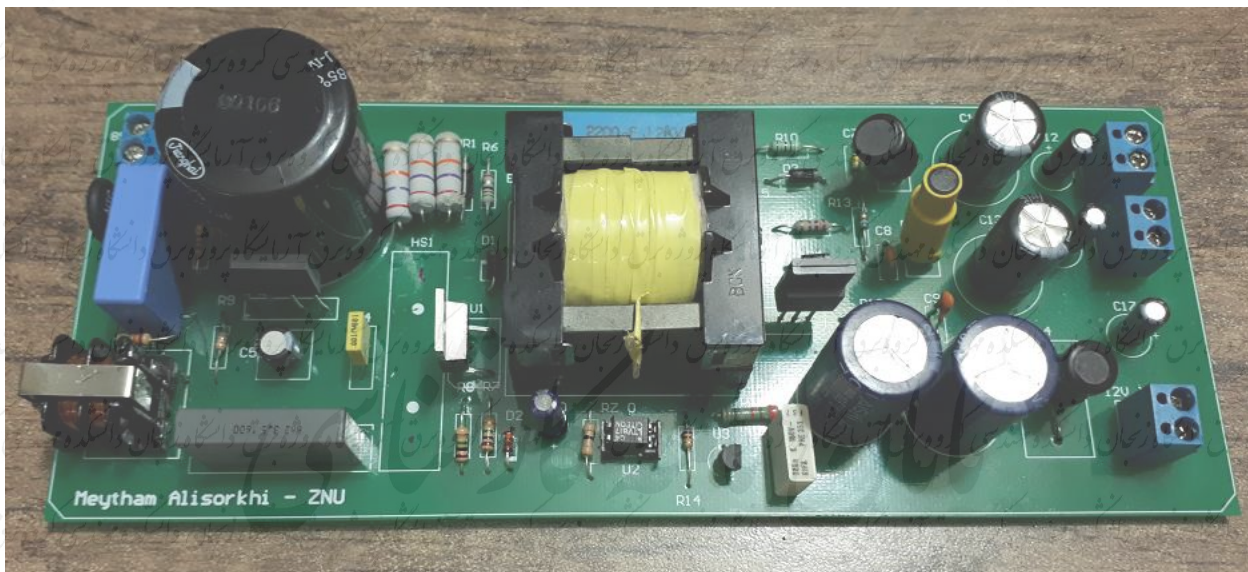
<sup>10</sup> AC (alternating current)

<sup>11</sup> High speed pcb board Design

<sup>12</sup> Forward







پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان

### نتیجه گیری :

در این پروژه ما از ابتدا تا انتها در واقع با یک طراحی مهندسی و پیش مطالعه کافی شروع به ساخت یک پروژه برق دانشگاه زنجان پروژه سوئیچینگ نسبتا قوی نمودیم. این پروژه دارای ۳ خروجی و همچنین رگولاسیون تقریبا کافی میباشد. برای من تجربه بسیار مفیدی بود و من در حین انجام این پروژه با طراحی مدار چاپی آشنا شدم و تازه دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان متوجه شدم مفهوم سوختن در مدار چیست. این پروژه جدا از بحث های علمی و عملی خود بیشتر درس ممارست و پشتکار بیشتر در حین انجام پروژه را به من داد.

آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان

