

## منابع تغذیه :

از بدو اختراع الکتريسته و توليد وسائل برقی اولين نیاز منبع تغذيه وسائل برقی بود که اين وظیفه را ژنراتورها يا پيل های الکتريکی انجام می دادند. با شروع عمر الکترونیک نیاز به منابع تغذيه تفاوتهاي بسياری را به وجود آورد اولاً جريان مصرفی در دستگاههای الکترونیک بر خلاف دستگاههای برقی DC می باشد و دما اين دستگاهها برای کار به ولتاژ بیشتری به نسبت دستگاههای برقی نیاز دارند و سوم اینکه به علت دقت حساسیت اين دستگاهها رگوله بودن و نبود هر نوع فریزر بار اذیت در منبع تغذيه بسیار بسیار مهم است. پس در ابتدا به تبدیل ولتاژ به ولتاژ دلخواه را داریم در مرحله دوم تبدیل جريان AC به DC (در صورت استفاده از جريان AC در وردی) و در نهایت رگوله و فیلترینگ کردن جريان خروجی برای ما اهمیت دارد. در ساده ترین روشها که هنوز هم در منابع تغذيه ساده و ارزان قیمت بسیار رایج است روش منابع تغذيه خطی می باشد در اين روش در اولين مرحله جريان ورودی وارد ترانسفورماتور می شود تا به ولتاژ مورد نظر تبدیل میشود بعد از ترانسفورماتور مرحله یکسو سازی جريان AC مطرح می شود و در پایان با توجه به نوع و مصرف منبع تغذيه به عملیات اغییر ولتاژ، فیلترینگ، رگولاتورها و ... قرار می گیرند. اين منابع تغذيه سالهاست که وظیفه توليد توان کلیه دستگاههای الکترونیکي را بر عهده دارند اما

معایب بسیاری نیز دارند که می توان از این معایب به بزرگی و سنگینی، هزینه نسبتاً بالا و فریزوراپیل زیاد آنها اشاره کرد. مشکل فریزوراپیل را با اضافه کردن فیلترهای مختلف و بهینه سازی تولید منبع تغذیه می توان تا حد بسیاری مرتفع و وزن و حجم زیاد (۹۰٪ از وزن و حجم زیاد به علت ترانس بزرگ و سنگین در این نوع منابع می باشد) این منابع زیاد قابل رفع نیست تا اینکه نظریه منابع تغذیه سوئیچینگ در سال ۱۹۳۰ مطرح می شود و در سال ۱۹۷۰ رسماً تولید انبوه آن شروع و مورد استفاده قرار گرفت.

## بررسی منابع سوئیچینگ :

اولین مزیت این منابع حجم کم آنها می باشد که به دلیل استفاده از ترانسفورماتور با سلف کوچک این امر صورت می گیرد.

چرا که در منابع تغذیه سوئیچینگ ترانس کوچک می شود؟

در شار و فلوی تولیدی در هسته و سیم پیچ های ترانس فورماتور فرکانس نوسانات جریان مهمترین نقش را در طراحی دارد به این شکل که هر چه فرکانس بالاتر برود اثر مغنایس شوندگی هسته و در نتیجه تاثیرات متقابل سیم پیچ ها افزایش پیدا می کند که به همین منظور می توان از هسته بسیار کوچکتری در فرکانسهای بالاتر (در یک توان ثابت) استفاده کرد. دوم میدانیم که با توجه به روابط حاکم بر محاسبات الکتریکی با

بالا رفتن فرکانس مقاومت سیم پیچ بالا می رود و در صورت نیاز به مقاومت ثابت در مدار منبع تغذیه باید از ظرفیت سیم پیچ و در نتیجه از تعداد دور آن کاست که این مسئله خود باعث کوچکی سلف تا ترانس مورد نظر می شود.

همانطور که از مباحث فوق مشخص است اولین هدف در مباحث منبع تغذیه بالا بردن فرکانس می باشد. با توجه به اینکه مصرف و ورودی خرد مدار تولید فرکانس (نوسانساز) جریان مستقیم می باشد در ابتدای کار باید جریان ورودی به جریان DC تبدیل شود و وارد مدار نوسانساز با فرکانس بالا شود در پایان این مرحله جریان برای ارسال به ترانس کوچک آماده است و بعد از خروج از ترانسفورماتور با توجه به قیمت و مورد استفاده منبع تغذیه سوئیچینگ می توان از یک مبدل DC و یک فیلتر خازنی ساده تا مدارات پیچیده تر برای تولید جریان بسیار با کیفیت تری را استفاده کرد.

همانطور که مشخص است بیشتر بافت منبع تغذیه سوئیچینگ را مدارات الکترونیکی اشغال می کند که این مسئله باعث ارزانتر شدن سبک شدن و کوچکتر شدن منابع تغذیه سوئیچینگ می شود (در منابع تغذیه خطی بخش زیادی از حجم روزن به ترانسفورماتور مربوط می شود)

اکنون با توضیحات مختصری که درباره تغذیه خطی و سوئیچینگ داده شد مزایا و معایب این دو را بررسی می کنیم.

## مزایای منابع تغذیه خطی:

۱- سادگی مدار: ساخت و تولید منابع تغذیه خطی با حداقل قطعات در زمان ناچیز

ممکن است

۲- تحمل بار زیاد نویز ناچیز و خروجی و زمان پاسخدهی بسیار کوتاه

۳- برای توانهای کمتر از ۱۰۷ ارزانتر از مدارهای سوئیچینگ تمام می شوند.

## معایب منابع تغذیه خطی:

معایب این منابع به طور کامل قابل رفع نیست ولی همانطور که قبلاً گفته شد با

طراحی مناسب دقت در ساخت قابل کاهش می باشد

۱- رگولاتورهای این منابع صرفاً کاهنده هستند و خروجی حداقل ۲ تا ۳ ولت کمتر از

ورودی است.

۲- انعطاف پذیری کم به طوری که برای هر خروجی جدا سخت افزاری اضافه می

شود.

۳- بهره پایین حد ۳۰ تا ۴۰ درصد که این مسئله باعث بالا رفتن حرارت در قطعات و

اصراف انرژی می شود.

۴- حجم و وزن زیاد

تمام این معایب در تغذیه های سوئیچینگ رفع شده است

## مزایای این منابع تغذیه سوئیچینگ :

۱- افزایش راندمان به حدود ۶۸ تا ۹۰ درصد که باعث استفاده از ترانزیستور خنک

کننده کوچکتر می انجامد

۲- بدلیل اینکه قطعه مغناطیسی (ترانس یا سلف) با کلیه جریان DC بریده شود کار

می کند برای هر خروجی اضافی فقط کلیه سیم پیچ اضافی لازم داریم

۳- به علت افزایش فرکانس کاری به حدود ۵۰ تا ۶۰ کیلو هرتز (۱۰۰۰ برابر جریان

برق شهر) ابزار ذخیره کننده انرژی مثل ترانس و خازن بسیار کوچک می شوند.

۴- برخلاف منابع خطی، در ترانهای خیلی بالا قابل استفاده هستند.

## معایب منابع تغذیه سوئیچینگ:

۱- اولاً طرح چنین منابعی اصولاً پیچیده است.

۲- نویز قابل ملاحظه ای از آنها به محیط انتشار می یابد. (به علت فرکانس کاری

بالا)

۳- به علت ماهیت کار این منابع که با جریان DC برش دار کار می کند زمیون به

ولتاژ خروجی کندتر صورت می گیرد.

معایب این منابع ناچیز بوده و به کمک طراحی بهینه قابل رفع می باشد:

کلیات عملکرد منابع تغذیه سوئیچینگ در بحث قبل گفته شد. اکنون به تفصیل و

با دقت شروع به توضیح منابع تغذیه سوئیچینگ می کنیم.

برای تولید جریان معرفی قطعات مغناطیسی ( سلف و ترانس ) احتیاج به یک

جریان متناوب داریم. در منابع تغذیه سوئیچینگ برای بازده بالاتر سادگی کار و عملکرد

و بازده بهتر نیمه هادیها که فقط در نقطه قطع و اشباع مار می کنند از یک ولتاژ DC

برش خورده ( موج مربعی ) که در هسته قطعه مغناطیسی به صورت AC ذخیره می

شود، استفاده می شود، برای تولید این موج مربعی مورد نظر با فرکانس دلخواه از دو

روش زیر استفاده می شود:

۱- فوروارد

۲- فلای بک

۱- فوروارد :

در این روش جریان ورودی به قطعه مغناطیسی با فرکانس خاص دائم قطع و

وصل می شود که باعث تولید یک جریان DC برش خورده یا یک موج مربعی

منظم می شود.

۲- فلای بک :

در این سیستم برای تولید جریان DC برش خورده جریان ارسالی به قطعه مغناطیسی و خازن دائم و با فرکانس خاص در حال اتصال کوتاه شدن است (شورت مسیر کوئیت) که همان نتیجه روش فوروارد را در بر دارد.

## بررسی کلی بخش های تشکیل دهنده منبع تغذیه سوئیچینگ:

### ۱- فیلتر EMI

این بخش از دو عنصر القاگر  $L_1$  و خازن  $C_1$  که یک فیلتر را می سازند، تشکیل شده است. وظیفه عمده این قسمت:

۱- ممانعت از تشعشع رادیویی در فرکانس کاری و تزریق نویز حاصل از سوئیچینگ به خط تغذیه اصلی  $V_{in}$ .

۲- جلوگیری از ورود اسپایک های موجود در تغذیه  $V_{in}$  به مدار.

توجه: فرکانس قطع این فیلتر نباید از ۲ تا ۳ برابر فرکانس کار تغذیه بیشتر باشد.

۲- خازن فیلتر ورودی:

شامل یک خازن است که وظیفه ذخیره انرژی را برعهده دارد و معمولاً مرکب از دو خازن است. یک خازن الکترولیت یا تانتالیوم برای مولفه های جریان در

فرکانس تغذیه و یک خازن سرامیک برای مولفه های هارمونیک فرکانس سوئیچینگ.

۳- ترانسفورمر :

این قسمت وظیفه ایزولاسیون DC و تغییر سطح ولتاژ را برعهده دارد.

۴- سوئیچ قدرت :

برای اینکار از یک نیمه هادی قدرت استفاده می شود. می توان از یک ترانزیستور BJT استفاده کرد اما معمولاً از Mosfet های قدرت استفاده می شود و چون هم جریان ورودی ( گیت ) بسیار ناچیزی دارند و هم برای کار در دو ناحیه قطع و اشباع ( سوئیچینگ ) بسیار مناسبند. حساسترین و آسیب پذیرترین قطعه در منبع تغذیه سوئیچینگ همین قطعه است.

۵- یکسو کننده خروجی :

این یکسو کننده ها ( دیودها ) وظیفه یکسو سازی ولتاژ خروجی را بر عهده دارند. برای اینکار استفاده از دیود های معمولی مناسب نیست و باید از دیودهای سریع و خیلی سریع استفاده کرد.

۶- فیلتر خروجی :



وظیفه ذخیره انرژی در زمان روشنی و ارائه آن را به بار در زمان خاموشی ترانزیستور برعهده دارد و رگوله و صاف کردن جریان خروجی را بر عهده دارد.

## تولید یک منبع تغذیه سوئیچینگ :

اکنون اقدام به بررسی آرایش کلی فرآیند تولید منبع تغذیه سوئیچینگ می کنیم.

چند عامل ممتاز کننده آرایش های مختلف شامل :

۱- حداکثر جریان اولیه که تعیین کننده حد تحمل نیمه هادی قدرت است.

۲- مقدار ولتاژی که باید روی اولیه ترانس بیفتد.

۳- بخشی از سخن مغناطیسی  $B-H$  (مربوط به هسته ای که انرژی را به شکل

مغناطیسی در خود ذخیره می کند) که این نشان دهنده آن است که کدام آرایش

ترانسفورماتور کوچکتری را برای یک توان مشخص دارد.

۴- ایزولاسیون ورودی از ز که ایزولاسیون DC خروجی را از ورودی تامین می کند.

و این اجازه را به طراح می دهد که خروجی های متعددی را به راحتی اضافه کند.

۵- قیمت و قابلیت اطمینان: طراح همواره به دنبال طراحی با حداقل قطعه و هزینه

بدون تاثیرگذاری سوء در عملکرد و یا بروز حالات ناخواسته است.

اولین مسئله در فرآیند تولید منبع تغذیه سوئیچینگ توان و ولتاژ منبع تغذیه می باشد. برای انجام این مهم باید آشنا به موارد استفاده انواع رگولاتورهای سوئیچینگ باشیم.

رگولاتورهای سوئیچینگ فاقد ترانسفورماتور ایزوله کننده :

۱- کاهنده Buck

۲- افزایشنده Boost

۳- Buck & Boost معکوس کننده

رگولاتور Buck :

ساده ترین سیستم در میان رگولاتورها همین نوع می باشد. این رگولاتور دارای معایب بسیاری است. اما با وجود تمام معایب توان تحویل بیش از ۱۰۰۰ W را به بار دارا می باشد. این رگولاتور نوعی رگولاتور فوروارد است.

رگولاتور افزایشنده Boost :

این رگولاتور نوعی رگولاتور فلای بک است که خروجی آن برخلاف نوع کاهنده بزرگتر تا مساوی ورودی است.

در این آرایش (Boost) ما می توانیم به ولتاژ بالاتری به نسبت ورودی دست پیدا کنیم. اما توان کار این مدار بسیار محدودتر بوده و در توان های تا ۲۰۰ W مناسب است.

### رگولاتور Buck & Boost :

این نوع رگولاتور فلای بک بوده که عملکرد آن خیلی به عملکرد رگولاتور Boost شبیه است. به علاوه به عنوان یک رگولاتور معکوس کننده هم شناخته می شود. این نوع رگولاتور بسیار مناسب تر از دو نوع دیگر بوده و با وجود معایب خود بر دو نوع دیگر برتری دارد، اما توان تحویلی آن تا ۱۰۰ W می باشد که خود جزء معایب آن است.

### رگولاتور سوئیچینگ با ترانسفورماتور ایزوله کننده :

استفاده از رگولاتورهای ترانسفورمری بسیار متداولتر و مناسبتر است زیرا این رگولاتورها به علت وجود عایق سیم ها در ترانس دارای ایزولاسیون بسیار بالا بوده و برای افزودن به خروجی ها تنها احتیاج به افزودن یک سیم پیچ است و مزیت بزرگ دیگر این رگولاتورها انتخاب هر ولتاژ (کاهنده یا افزایشنده) بدون هیچ محدودیت تنها

با تکیه بر محاسبات سیم پیچ ترانس محیا می شود. در این رگولاتورها نیز دو نوع فوروارد و فلای بک وجود دارد که البته نوع کاربری این دو نوع رگولاتور در آرایش تغذیه ترانس متفاوت است که منجر به تقسیم بندی رگولاتورهای ترانسفورمری به انواع زیر می شود :

۱- فلای بک

رگولاتورهای سوئیچینگ ترانسفورمری

۲- پوش پول

۳- نیم پل

۴ - تمام پل

۱- فلای بک :

اساس کار این رگولاتور بسیار شبیه رگولاتور (Boost) است با این تفاوت که از یک سیم پیچ ثانویه در کنار سلف این رگولاتور کمک گرفته شده است. شکل مدار علمی فلای بک ترانسفورمری به صورت زیر می باشد.

## ۲- رگولاتور پوش پول push-pull :

این روش که نوعی فور وارد است دارای مزایای بسیاری است که می تواند توانی تا ۳ برابر نوع فلای بک را تولید کند. بزرگترین اشکال این منابع تغذیه غیر همسان بودن دو ترانزیستور آنها می باشد. که این مسئله باعث غیر متوازن شدن جریان تحویلی به ترانس و فشار نامناسب بر روی خود ترانزیستورها می شود. برای همین منظور طراحان روش های نیم پل و تمام پل را ترجیح می دهند.

## ۳- رگولاتور نیم پل :

در این طرح اولیه ترانس دارای یک سیم پیچ است و به علت اینکه این نصف ولتاژ ورودی مستقیم روی سیم پیچ می افتد، خطر اشباع وجود ندارد. این نوع رگولاتورها در محدوده ۵۰W تا ۵۰۰W مناسبترین انتخاب هستند. در ترانهای کمتر نوع فلای بک و در توان بالاتر تمام پل توصیه می شود.

## ۴- رگولاتور تمام موج :

در این نوع منابع تغذیه از ۴ ترانزیستور برای تغذیه اولیه ترانس استفاده شده است که این مسئله باعث انتقال تمام ولتاژ ورودی بر روی اولیه ترانس می شود. این روش جریان عبوری را کاهش داده و امکان انتقال توان را تا حد قابل توجهی

افزایش می دهد. محدوده مناسب عملکرد این رگولاتورها  $400W$  تا چند کیلو وات است.

## نیمه هادی ها در منابع سوئیچینگ :

الف - ترانزیستورها :

ترانزیستورها از بدو ورود منابع تغذیه سوئیچینگ یکی از مهمترین وظایف را در تولید این منابع ایفا کرده اند. بخش سوئیچ دستگاه که همان برش دهنده جریان DC یا تولید یک موج مربعی با توان بالا در مدار می باشد، بدون استفاده از ترانزیستورها ممکن نیست. اولین ترانزیستوری که به نظر می رسد یک BJT با فرمان گرفتن از یک مدار دیگر که می تواند ترانزیستوری یا IC دار باشد شروع به سوئیچ کردن می کند که به معنی استفاده از ترانزیستورها در ناحیه قطع و اشباع می باشد. این مسئله کمک زیادی به نیمه هادی برای بازدهی بالا و توان مناسب تولیدی آن می کند اما خود BJT کاملاً خطی نبوده و مشکلاتی مانند زمان خاموش شدن زمان روشن شدن و ... دارد. در اولین دیدگاه فرکانس تولیدی ما بسیار محدود می شود که خود از معایب بزرگ است. در مرحله بعد می توان مشاهده کرد که حتی در فرکانس های مناسب هم BJT موج مربعی مناسبی را در خروجی خود به همراه ندارد که خود باعث مشکلات

فراوانی در هسته قطعه مغناطیسی می شود که بازخورد این انرژی های ناخواسته ممکن است باعث آسیب رسیدن به خود نیمه هادی نیز شود. مشکل دیگر مصرف جریان در بیس BJT است که خود باعث بروز چند مشکل می شود. یکی خود مصرف و نیاز بیس به جریان و زمان تامین جریان کافی باعث اشکال ناخواسته در خروجی موج مربعی موردنظر می شود. این مشکل تا حدی بوسیله مدارات دیگر قابل رفع است. مدارات هدایت بیس معمولاً خود شامل یک یا چند ترانزیستور دیگر می باشد. از نظر کلی هر چند BJT ها در ناحیه اشباع با بازده بالاتری کار می کنند، اما ساختار کلی آنها مناسب برای کار در ناحیه فعال می باشد که به همین دلیل و دلایل ذکر شده در بالا طراحان معمولاً از استفاده BJT ها در مدارات سوئیچینگ کمتر استفاده می کنند و به جز مدارات محدود که در استفاده های خاص می باشد و اولین و قدیمیترین مدارات سوئیچینگ کمتر مورد استفاده قرار می گیرند و بیشتر نظرها به سوی نیمه هادی هایی جلب می شود که برای سوئیچینگ مناسب باشند.

### Mosfet های قدرت :

ماسفت های قدرت به عنوان بهترین ابزار سوئیچ های شناخته شده اند. این نیمه هادی ها می توانند با سرعت ۱۰ برابر BJT ها در شرایط یکسان سوئیچ کنند.

ماسفت ها به جریان بسیار کمتری به نسبت BJT ها برای رسیدن به اشباع احتیاج دارند و تحریک آنها با اعمال ولتاژ به گیت ( بدون احتیاج به جریان) صورت می گیرد. ولتاژ ورودی آنها بالا بوده (حدود ۱۰v) که این در مقایسه با BJT ها  $V_{BE} \approx 0.7$  ولت احتیاج دارند، بسیار مناسب است، زیرا کم کردن ولتاژ خود باعث بروز بسیاری از عوارض ناخواسته می شود. یک راه انداز مناسب با سرعت حدود ۳۰ تا ۵۰ ns کار می کند، بهترین طراحی ها برای جلوگیری از تلفات حرارتی انتخاب زمان های کمتر از یک میکروثانیه می باشد (فرکانس یک مگاهرتز) البته Mosfet ها با تمام مزایایی که دارند دارای معایب بسیاری نیز می باشند که در طراحی باید در نظر گرفته شوند. این معایب عبارتند از :

۱- شکست بهمنی :

این پدیده این است که در BJT ها نیز وجود دارد و فقط با توجه به ساختار متفاوت آنها نحوه بروز آن تاحدی متفاوت است. سهم عمده این مشکل در اثر امپدانس نشستی سیم پیچ های ترانس یا یکسو کننده های پارازیت دو قطبی ناشی از دیودهای پارازیتی دوقطبی ایجاد می شود.

یکسو کننده ها :

پارامترهای مهم در انتخاب یکسوکننده ها در منابع سوئیچینگ به این قرار هستند.



- ۱- افت ولتاژ مستقیم
- ۲- زمان احیای معکوس
- ۳- زمان احیای مستقیم
- ۴- ولتاژ بلوک کننده معکوس

دیودهای مناسب برای سوئیچینگ شامل :

۱- دیود شاتکی :

با کمترین افت هدایت و سرعت مناسب ( $\text{lonsec}$ )، اما ولتاژ قابل تحمل کم حدود  $100\text{V}$  و جریان اشباع معکوس زیاد می باشد، برای ولتاژ کم و جریان زیاد مناسب است.

۲- یکسو ساز با زمان بازیافت فوق سریع :

این دیودها ولتاژ هدایت زیادی دارند (حدود یک ولت) زمان هدایت معکوس حدود  $35$  تا  $50$  نانوثانیه و به علاوه ولتاژ شکست معکوس آنها بیش از  $1000\text{V}$  است.

۳- دیودهای سریع :

این گونه دیودها افت ولتاژ مستقیم بیشتر و زمان احیاء معکوس نسبتاً طولانی تری در مقایسه با دیودهای فوق سریع دارند ( $200\text{ nsec}$  و  $1/4\text{V}$ ). ارزانتتر از دیودهای فوق سریع می باشند. مناسب استفاده ما می باشد.

۴- یکسو کننده های معمولی :

این دیودها در سوئیچینگ استفاده ای ندارند و تنها در منابع تغذیه  $50\text{ Hz}$  مناسب هستند.

مدارات مجتمع کنترل کننده منابع تغذیه :

امروزه بسیاری از اعمال کنترلی منابع سوئیچینگ بوسیله IC ها صورت می گیرد که این امر بسیار به کوچک شدن و با کیفیت شدن مدارات کمک می کند. در یک منبع تغذیه سوئیچینگ مناسب اگر طراح از یک تراشه مناسب کمک بگیرد، تنها چند قطعه که مجتمع کردن آنها ممکن نمی باشد مانند قطعات مغناطیسی، قطعات قدرت و خازن های بزرگ باید در بیرون مدار تراشه قرار بگیرد. البته در عمل این یک حالت ایده آل است و به واقعیت فقط نزدیک است. شباهت های فراوانی بین IC های مدارات سوئیچینگ وجود دارد که به این قرار هستند:

۱- یک نوسان ساز که در فرکانس پایه کار می کند و موج مثلثی جهت استفاده در

PWM را تولید می کند.

۲- راه انداز خروجی که توان کافی را جهت به کارگیری در مقاصد کم و (میانه)

متوسط تولید می نماید.

۳- ولتاژ مبنا که ولتاژ پایه را جهت مقایسه خروجی ها و همچنین یک ولتاژ پایدار

برای سایر بخش ها تولید می کند.

۴- تقویت کننده ولتاژ خط که با بهره بالا ولتاژ مقایسه ای را بین ولتاژ خروجی و

ولتاژ مبنای پایدار تامین می کند.

۵- یک مبدل خطا. مبدل ولتاژ به فرض پالس که DC خروجی را متناسب با سطح

ولتاژ خط تنظیم می کند.

با توجه به نوع طراحی و مصرف می توانیم از :

۱- کنترل کننده های حالت ولتاژ

۲- کنترل کننده های حالت جریان

۳- کنترل کننده های حالت شبیه رزنانس

استفاده کرد. با توجه به نوع نیاز طراحی باید نیاز به هر گروه را تشخیص داده و از Ic

مورد نظر استفاده کرد. چند تراشه معروف در سه کاربرد فوق به قرار زیر هستند:

۱- حالت کنترل ولتاژ

الف) تک خروجی

NE5560-MC34063-UA78S40-MC34060-SG1524

ب) جفت خروجی:

TL494/495-SG1525/26/27

۲- حالت کنترل جریان :

الف) تک خروجی

MC34065-MC34129-UC3842/43/45

ب) جفت خروجی:

CU3825

۳- حالت کنترل شبه رزنانس

UC3860ZCS-LD405ZCS-MC34066ZCS

اجزای مغناطیس در منابع تغذیه سوئیچینگ :

یکی از مهمترین قسمت‌های یک منبع تغذیه بخش مغناطیس یا ترانسفورماتور آن است (از بررسی سلف‌ها به علت نوار استفاده محدودتر صرف نظر می‌کنیم) و در ضمن یکی از دلایل ساخت مدارات سوئیچینگ نیز همین برطرف کردن مشکلات بخش مغناطیس در منابع تغذیه می‌باشد. محاسبات ترانسفورماتورها دارای فرمول‌های مغناطیسی ثابت هستند که با توجه به فرکانس، ولتاژ و جریان ترانس مورد نظر محاسبه می‌شود. اگر فرکانس کاری ثابت در نظر گرفته شود، می‌توان در فرمول‌ها آنرا به صورت ثابت‌های فرمولی فرض کرد و فرمول‌ها و روابط بدست آمده ساده‌تری را بکار برد. همانگونه که سازندگان ترانسفورماتورهای معمولی (50 تا 60 Hz) از چنین روابطی استفاده می‌کنند:

روابط ساده محاسبه ترانسفورماتور با تثبیت فرکانس (در یک فرکانس پائین ثابت):  
اولین رابطه مربوط به محاسبه سطح مقطع هسته مورد نیاز می‌باشد که با توجه به توان معرفی و لازم به این شکل محاسبه می‌شود:

$A_{fc}$  سطح مقطع آهن هسته مورد نظر می‌باشد که با این شکل محاسبه می‌شود.  
برای محاسبه تعداد دور سیم پیچ مورد نیاز به یک عدد ثابت (برای هر ترانس) نیاز داریم به نام دوربرولت که با بدست آوردن آن و ضرب این عدد در ولتاژ مورد نظر

تعداد دور سیم بدست می آید. اگر دور برولت را  $h/v$  بنامیم، داریم:  $= 42/A_{fc}$

$h/v$

عدد ۴۲ یک ثابت بدست آمده برای فرکانس موردنظر می باشد و  $I$  جریان موردنظر در اولیه یا ثانویه ترانس می باشد.

100	-	200	-	200	-	50 - 100	0 - 50 w	توان ترانس
		500 w		500 w		100 w	w	
		2		2.5		3	3.5	4
								J

$$r_{cu} = \text{قطر سیم}$$

$$d_{cu} = \text{سطح مقطع سیم}$$

حل یک مثال :

اکنون اقدام به طراحی یک ترانسفورماتور نمونه برای روابط قبل می کنیم :

برای نمونه یک ترانسفورماتور ۲۲۰ V به ۲۴-۲ آمپر را محاسبه می کنیم:

$$\begin{aligned} &\rightarrow 2 = 48 && W_1 = W_2 \times W = V.I && 24 \\ &\rightarrow && \rightarrow && \\ & && 48 = 220 I_1 && I_1 = 0.21A = 210mA \end{aligned}$$

توجه: ۱: برای اولیه ترانس و ۲ برای ثانویه ترانس استفاده می کنیم

ما برای محاسبه ترانس احتیاج به سطح مقطع آهن هسته و اطلاعاتی در مورد تعداد و

دور قطر سیم پیچ ها در اولیه و ثانویه داریم.

چون مقطع هسته مربع فرض می شود و یک ضلع آن 2.8 سانت می شود.

عملیات حفاظت:

بعد از مرحله طراحی و تولید منبع تغذیه سوئیچینگ باید احتمالات حالات غیر منطقی

در نظر گرفته شود و برای جلوگیری از آتشسب هایی که ممکن است در صورت بروز

این حالات به منبع تغذیه یا بار وارد شود، اقدامات پیشگیرانه لازم انجام گیرد. نخست

باید کلیه عوامل ایجاد ناامنی برای منبع تغذیه و بار را شناسایی کرد که شامل:

۱- شرایط معکوس کاری خط AC ورودی

الف - افت خط AC

ب- حالت سوختن خارجی

ج- نشتی و حالت گذرا

د- حالت ورودی DC مغایر

و- حالت ولتاژ کم

ن- حالت ولتاژ زیاد

ه- افت خروجی

ی- تموج (خاموش شدن بار سنگین و باز خورد بار)

۲- حفاظت از بار در مقابل تغذیه و خودش:

برای جلوگیری از اتفاقات پیش بینی شده و محتمل برای بار می توان از روش های

زیراستفاده کرد :

الف- استفاده از دیود زنر

ب- اهرم ولتاژ فوق العاده

ج- روش های سخت افزاری برای مقابله با حالت جریان بیش از حد



۱- محدود کردن جریان و فیزیک :

برای ثبات کلی موارد ایمنی پا به کار می توان از تجهیزات ساده الکترونیکی مثل فیوزها، خازن های بزرگ و ... در طراحی سود جست که خود مانع بسیاری از اتفاقات نامطلوب در منبع تغذیه و بار خواهند بود.

## نکات گوناگون :

طرح منبع تغذیه و سیستم زمین

طرح زمین در منبع تغذیه سوییچینگ به دلایل تاثیر در پایداری سیستم و ایجاد قابلیت اطمینان بالا در سیستم مهم است دانستن این مسائل برای مهندس طراحی حیاتی است .

همچنین مهندس طراح باید مراقب طراحی داخل تغذیه هم باشد طراح مدار چاپی تغذیه جایی است که می تواند در دسر زیادی ایجاد کند و اطمینان کمی به همراه داشته باشد .

در اغلب طرحهای دستی و همه طراحی های خود کار کامپیوتری زمین خطی است که ولتاژ DC صفر دارد و همانند یک چاه نامحدود جریان عمل می کند برای هر مقدار جریانی که به داخل آن ریخته شود ( جریان دهی زمین نباید فراتر از حد پایداری باشد ) .

یک زمین خوب باید مشخصات را داشته باشد :

بازگشت جریان مصرفی توسط مدار به منبع

تزوید مدارهای مرتبط با یکدیگر

در منابع تغذیه سویچینگ طیف های بسیار گسترده ای از مولفه های فرکانسی بالا و پایین با چگالی جریان بالا وجود دارند چنین مولفه های جریانی توان تبدیل شدن به ولتاژ را در امپدانس های مسیر PCB دارند این اندوکتانس های مهادل به صورت سری با مسیر جریان قرار گرفته اند ، و متناسب با جریان ارسالی بزرگتر می شوند . طرح زمین از اندوکتانس های سری پارازیتی ایمن نخواهد بود.

زمین مشابه ، ماتریسی از اتدوکتانس ها در هر جهت از طرح عمل می کند . این اندوکتانس ها از مقادیر مشابه در PCB های تک مسیره خیلی کوچکتر هستند . مولفه های بالا تمایل به تخریب مسیر خود دارند .

در منابع PWM معمولاً ارتباط زمینها سه مسئله را ایجاد می کند :

ولتاژ ریپل

جریان AC اشتراکی در خازن های موازی

پایداری حلقه بسته تغذیه و سطوح RFI و EMI

در مورد خازن ها مسیرهای PCB علاوه بر اندوکتانس ESL مقاومت سری ESR را هم به مدار اضافه می کنند و این قابلیت محلی خازن را متاثر می کند . از اینرو کاهش قابلیت خازن را به همراه دارد

در این حالت خازنی که مسیر کوتاهتری دارد انرژی بیشتری را نسبت به خازن دیگر که مسیر طولانی تری دارد جذب می کند جریان رپل مرتبط با بخش کنترل باید آنقدر که ممکن است کم نگاه داشته شود چرا که تقویت کننده ها به تغییرات چند میلی ولت در ورودیهایشان حساس هستند.

اگر زمین جریان کم مربوط به بخش کنترلر با زمین جریان زیاد مخلوط شود ولتاژ تولید شده توسط اندوکتانس های پارازیتی به صورت حسابی با ولتاژ بازخورد یا سیگنال جریان جمع می شوند. تقویت کننده ها به تغییرات چند میلی ولتی حساس هستند به علاوه جریان زیادی که مسیر را تحت تأثیر قرار دهد نمی کشند. هنگام ترکیب زمین کنترل و قدرت پایداری ولتاژ مشکلتر می شود. هر چند غیر ممکن نمی شود. در مقاصد غیر ایزوله زمین کنترل باید مستقیما به ترمینال زمین خروجی متصل گردد به دلیل اینکه بخش خروجی نسبت به نویز خیلی صبورتر است. سرانجام اینکه طرح زمین خوب در ارتباط نزدیک با مسائل EMI و RFI قرار دارد. در هر منبع تغذیه سه نوع زمین وجود دارد. زمینهای منابع تغذیه.

اولین زمین مسیر برگشت اولیه ترانسفورمر و سویچ قدرت که باید به خازن bulk ورودی که منبع جریان لحظه ای است اتصال یابد.

زمین دوم شامل ثانویه ترانسفورمر و فیلتر خازن خروجی است. در اینجا هم شامل پیک جریان و شکل موجهای جریان ثانویه است. سومین زمین، زمین کنترل است که شامل همه زمینهای پیرامون IC می باشد. همه این زمینها در یک نقطه به هم اتصال یافته اند. جریان قدرت بالا نباید اجازه هدایت در این مسیر را پیدا کند، خازن های به کار رفته باید مشخصه فرکانسی خوبی داشته باشند این خازن ها باید توان حذف مؤلفه های فرکانس بالا را دارا باشند، تا یک مدار ساکت آنالوگ را فراهم آورند. این مؤلفه های فرکانسی توان تبدیل شدن به تشعشعات RFI و EMI را دارند. یک سیستم زمین خوب را نمایش می دهد هر یک از خازن های به کار رفته مشخصه فرکانسی مطلوبی دارند به علاوه برای جبران اثرات فرکانس بالا خازن های ویژه ای هم به موازات آنها قرار گرفته اند.

## طرح و استفاده از برشگر<sup>۱</sup> و اسنوبر

استفاده از اسنوبر و کلمپر در یک منبع تغذیه به منظور کاهش اثرات مرگبار اسپایک های ولتاژ تولیدی و کاهش تشعشعات RFI و EMI انجام می گیرد.

---

<sup>۱</sup>. Clamp

دامنه و شکل این اسپایک ها می تواند به فراتر از نواحی کاری بایاس مستقیم و معکوس FBSOA و RBSOA تجاوز کند جهت ولتاژ و تغییرات جریان مرتبط با یک اسپایک می تواند به راحتی RFI تولید کند که در محیط پراکنده می شوند. لازم به ذکر است که افزون اسنوبر یا کلمپ تنها به عنوان آخرین راه حل مطرح است. کار بیشتری هنگام طرح «طرح مدار چاپی» PCB و ترانسفورمر و انتخاب عنصر می تواند انجام گیرد. اگر نیاز به اسنوبر برطرف نشد این کار عملی بعد از تولید نمونه های اولیه می تواند انجام گیرد. شکل فیزیکی و انرژی داخلی یک اسپایک ولتاژ کاملاً می تواند توسط اندوکتانس ها و خازن های پارازیتی موجود در طرح مدار چاپی و طرح ترانسفورمر تعیین گردد. و پیش از اضافه کردن حفاظت طرح نهایی محسوب نمیشود. این طرح حفاظت نباید تلفات اضافی به مجموعه بیفزاید مگر آنکه یقیناً لازم باشد. امکان وقوع خطاهای بسیاری هنگام استفاده از اسنوبر یا کلمپر وجود دارد. هر دوی اینها تمایل به کاهش پیک اسپایک را دارند و دو وظیفه متفاوت را انجام می دهند. مهمترین چیز این است که طراح بداند چه چیزی باید حفاظت شود عموماً این نیمه هادی قدرت است، ترانزیستور دو قطبی یا MOSFET، ترانزیستورهای قدرت ولتاژ بالا را خیلی بهتر از MOSFET ها تحمل می کنند به علاوه در مقابل شکست

بهمنی در مقایسه با MOSFET خیلی مقاومتر هستند ولی ترانزیستورهای قدرت شکست ثانویه دارند و مسئله ازدحام جریان که در زیر ولتاژ بهمنی رخ می دهد.

نواحی عملکرد ایمن توسط SOA مشخص شده است مشکل هنگامی بروز می کند که بخواهیم ترانزیستور (نیمه هادی) را در SOA خاموش و روشن کنیم، و تعیین مقادیر مجاز حداکثر لحظه ای و دایم I و V. در ترانزیستور نواحی RBSOA برای خاموش سازی و FBOSA برای روشن کردن و متناظرا برای MOSFET منحنی های SSOA و FBSOA وجود دارد اگر هر نقطه کاری خارج از SOA قرار بگیرد نیمه هادی آماده سوختن است. ممکن است سوختن بلادرنگ رخ ندهد یا حتی در نمونه های اولیه هم اتفاق نیفتد ولی یکجا دستگاه خواهد سوخت. و لذا طراح باید شکل موجهای جریان و ولتاژ سویچ را در ناحیه SOA مورد مطالعه قرار دهد. و عملیات مناسب در طرح را انجام دهد. دیودهای کلاسیک و برشگر کلمپ زنر (شکل ۳-۹) منحصرأ برای شرایط فوق ولتاژ یا شکست بهمنی مورد استفاده قرار گیرند. و این هنگامی است که اسپایک های ولتاژ از محدوده  $V_{ce0}$  یا  $V_{dss}$  بدون تجاوز به ناحیه شکست ثانویه یا ازدحام جریان تجاوز می کنند. اگر دیود برشگر یکسو کننده بخواهد بکار رود دیود باید از نوع دیودهای با زمان بازیافت خیلی سریع باشد. و این به خاطر آن است که زمان بازیافت مستقیم (زمان روشن شدن دیود) مربوط به یک دیود فوق

سریع از همه پیوندهای P-N کوتاهتر است. و این زمان به منظور آغاز زمان برش اسپایک ها به سرعت هر چه تمامتر لازم است. دیودهای کندتر به ولتاژ اسپایک اجازه افزایش به مافوق ولتاژ طرح شده را می دهند، پیش از آنکه دیود شروع به هدایت کند. (انرژی موج اسپایک به یک امپدانس کوچک چاه sink می کند) همه دیودهای زبر خطی سریع شروع به هدایت می کنند ولی یک امپدانس سری از خود به نمایش می گذارند که این می تواند به اسپایک اجازه افزایش به ولتاژی بیش از ولتاژ زبر را بدهد، که وابستگی بیشتری به ولتاژ اسپایک و امپدانس زبر  $Z_{zt}$  دارد.

برشهای دیودهای یکسوگر نوعا به خازن فیلتر ورودی bulk باز می گردند(جهت بازیافت). در حالی که انرژی داخل زبر به صورت  $E \times I$  تحمل و تلف می شود. تغییر در سطح برش دیود آن چیزی است که برش نرم نام دارد. این برشگر انرژی را به یک چاه «چاه نرم انرژی»<sup>۲</sup> مانند یک خازن با اندازه متوسط بر می گرداند. برای استفاده از این طرح طراح باید انرژی اسپایک را برای اندازه خازن بهینه بداند. سپس ولتاژ اسپایک در خازن نگاه داشته می شود. این روش نه تنها اسپایک ها را می برد بلکه لبه های آنها را هم شکل می دهد که می تواند به ممانعت از شکست ثانویه و ازدحام جریان کمک کند. ولتاژ برش ورودی و پیک ولتاژ می تواند به وسیله D.C ولتاژ ورودی تغییر کند. هر دو ثابت زمانی شارژ و دشارژ خازن باید به دقت برای

---

<sup>2</sup> . soft current sink

محاسبه دینامیک رنج ورودی منبع تغذیه محاسبه شوند. لازم به ذکر نیست که در اینجا هم دیود باید یک دیود فوق سریع باشد.

روشی که در تغذیه های فلای بک به کار گرفته می شود. سیم پیچ کلمپ نام دارد. یا به دلیل اینکه تغذیه فلای بک ترانسفورمرش را جهت تغذیه ذخیره انرژی به کار می گیرد و در زمان ما بین خاموش کردن سویچ قدرت و روشن شدن یکسو کننده منحنی کاملاً بی بار می شود اسپایک های ولتاژ تولیدی کاملاً می توانند بریده شوند. سیم پیچی کلمپ یک سیم پیچ با نسبت ۱:۱ است، که هدایت و بازگشت انرژی را به خازن فیلتر ورودی در طی دوره بی باری بر عهده دارد. که باید به دقت با سیم پیچی اولیه یکسان باشد به خاطر اینکه نه تنها انرژی را حمل کند بلکه ترویج خازنی را با اندوکتانس نشتی سیم پیچ اولیه را هم ایجاد کند. اگر به خوبی ترویج نشده باشد سیم پیچ کلمپ عمل نخواهد کرد و نتیجه ای حاصل نخواهد شد. در این صورت یک برشگر خارجی یا اسنوبر باید اضافه شود. به دلیل برگشت انرژی به اولیه تلفات قابل ملاحظه ای به شبکه اضافه نمی شود. سرانجام، اسنوبر با ملاحظات خاصی در تغذیه های فلای بک مورد استفاده قرار می گیرد. که هدف آن کنترل نرخ گذاری اسپایک و شکل پیک آن است. این راه به علاوه عملی ترین شکل پرهیز از شکست ثانویه وازدحام جریان می باشد(در ترانزیستور دو قطبی).



تئوری کاربرد آن براساس ساخت مدار "tune" شده با اندوکتانس های پارازیتی و خازن های میرا شونده فیزیکی مسیرهای طرح مدار چاپی و ترانسفورمر استوار است. در اختصار اسنوبر راکتانس های پارازیتی یک مدار تانک "lossy" را می سازد. به دلیل پراکندگی خازن ها و سلف های پارازیتی در میان عنصرهای پیرامون طرح مدار چاپی، تعیین محل سرچشمه و اندازه گیری آنها مشکل است و لذا مدل سازی برای آن غیر ممکن می باشد. و طراح نمی تواند با مقادیر به صورت جعبه سیاه روبرو شود و معادله ساده ای برای مدل کردن مقادیر عنصرها وجود ندارد.

روشی مطابق پروسه بعدی قابل اجرا است.

۱- قراردادن پروپ ولتاژ اسیلوسکوپ در نزدیکترین نقطه ممکن به عنصری که می خواهد اسنوب کند. (زمین را در حداقل فاصله ممکن قرار دهید). سپس پیک و فرکانس تموجات را اندازه گیری کنید.

۲- قراردادن یک خازن خیلی کوچک به موازات عنصری که می خواهد اسنوب کند. و افزایش خازن تا اینکه فرکانس تموجات «رینگینگ» به نصف کاهش یابد (در مقایسه با فرکانس در غیاب خازن) در این حالت مجموع خازنهای پارازیتی برابر نصف  $C_0$  خازن اضافه شده است.

۳- محاسبه مقدار بهینه مقاومت اسنوبر به وسیله رابطه :

$$R = \frac{F_o \times C_o}{6.28}$$

۴- اضافه کردن این مقاومت به صورت سریال به خازن اضافه شده (امکان تغییر مقدار این مقاومت جهت نیل به پیک ولتاژ مطلوب وجود دارد).

توجه: توان تلف شده به وسیله اسنوبر توسط رابطه دمپینگ  $P_s = CF \cdot (V_{P.P})^2$  محاسبه می شود.  $F$  فرکانس کاری تغذیه،  $V_{P.P}$  ولتاژ پیک توپیک در طی خازن اسنوبر است.

این تقریب<sup>۳</sup> به مقادیر خیلی خوبی برای عنصرهای اسنوبر منتهی می شود. توان تلفاتی اسنوبر امکان دارد به مسئله ای در توان مصرفی منجر شود. افزایش مقاومت و کاهش خازن توان تلفاتی در اسنوبر را خواهد کاست ولی فاکتور دمپینگ بدتر می شود و پیک ولتاژ اسپایک را افزایش خواهد داد، طراح توان تلفاتی در اسنوبر را باید فراموش کند. استفاده از اسنوبر یا برشگر باید آخرین راه حل باشد. مهم این است که طراح با سایر طرحها هم آشنا باشد در صورت نیاز طراح باید از انتخاب طرح بهینه آگاه باشد.

### ملاحظات<sup>۴</sup> طرح EMI و RFI

ایجاد انتشار، و تداخل امواج در حوزه های رادیویی و الکترومغناطیسی مسئله خاصی را در منابع تغذیه سویچینگ مطرح می کنند. تغییرات خیلی سریع در شکل موج

<sup>3</sup> . approach

<sup>4</sup> . Consideration

جریان با چگالی بالا در منابع تغذیه سویچینگ PWM منبع این تشعشعات هستند. در طرحهای نوین، منابع تغذیه سویچینگ PWM به فرکانس کاری ۰/۵ تا ۱MHz. نائل شده اند که آنها را جهت تشعشعات رادیویی به محیط اطراف بالقوه آماده تر می کند. در این حالت طیف فرکانسی تشعشعات حاصله از سویچ قدرت تحت کنترل تحت فشار تا صدها مگاهرتز هم خواهد رسید. کنترل تشعشعات RFI و EMI احتمالا تاریکترین نقطه در طراحی منابع تغذیه سویچینگ است. کلیه کارهای انجام گرفته توسط طراح مادامی که عملا مورد آزمایش قرار نگیرند اطمینان بخش نخواهند بود. و این شک نگرانی هایی را برای طراح در طی پروسه طراحی ایجاد می کند. نقطه شروع کنترل تشعشعات طرح خود رگولاتور است. نخست آنکه همه شاخه های جریان بالا هرچه ممکن است کوتاهتر انتخاب شوند، سویچ های قدرت دیودها و ترانسفورمرها و خازن ها به صورت فیزیکی هر چه تمامتر به یکدیگر نزدیک باشند. سپس طراح باید همه حالات گذرا را ملاحظه کند؛ آیا اسپایک وجود دارد، آیا تغییرات سریع ( $\frac{dv}{dt}$  و  $\frac{dd}{dt}$ ) وجود دارد، در صورتی که پاسخ مثبت باشد، مثلا شاید استفاده از اسنوبر و برشگر مفید باشد، و یا اینکه طرحهای فراوانی برای زمین جریان بالا مطرح است. (به خاطر داشته باشید کمی پرهیز و جلوگیری از بسیاری درمان بهتر است). در نهایت استفاده از شیلد توصیه می شوند، شیلدها به منظور به دام انداختن و

نابودی هر گونه تشعشعی طرح شده اند و براساس تئوری گره گاوس کار می کنند. به ویژه آنکه شیلد باید مولد تشعشعات را کاملا احاطه کند و پیرامون آن را به یک زمین خوب اتصال دهد هر نقطه از شیلد باید مقاومت بسیار کوچکی تا زمین داشته باشد و اگر نه کارایی آن به نحو چشمگیری کاهش می یابد. شیلدهای تک لایه در مقایسه با شیلدهای چند لایه حفاظت کمتری را در مقابل تشعشع به عمل می آورند این شیلدها سیمهای حامل جریان بالا را هم باید در بر گیرند.

حدود مجاز تشعشع برای هر ناحیه تفاوت دارد و این به دلیل طیف فرکانس رادیویی محلی است. تعیین این حدود بر عهده دولتهای محلی است در ایالات متحده کمیته فدرال FCC کار تعیین این حدود مجاز را بر عهده دارد. محدوده مجاز برای اتحادیه اروپا در شکلهای به نمایش درآمده است. رعایت این معیارها اهمیت بالایی دارند و لذا این آزمونها را خیلی سبک نگیرید.

### ملاحظات ایمنی محصولات و منابع تغذیه

هر یک از کشورهای صنعتی استانداردهای ایمنی خود را به منظور کسب اطمینان از اینکه مصرف کننده یا تعمیرکار مرتبط هنگام استفاده یا انجام تعمیر از ایمنی کامل برخوردار باشد تدوین کرده اند محدوده اجرای این قوانین مرزهای جغرافیایی این کشورها است مگر آنکه کشور دیگری شمول این قوانین را برای اتباع و محدوده خود

بپذیرید. برای تجهیزات الکترونیکی واژه ایمنی به معنای این است که محصول شوک ایجاد نکند. آتش نگیرد، و یا حالات ناخواسته را به افراد کاربر تحمیل نکند، همچنین از یک درجه امنیت قابل قبول برای تعمیرکار برخوردار باشد.

اگر تلاش به عرضه محصولات خود را در هر جای دنیا دارید باید از اهمیت خاص خودش نزد شما برخوردار باشد. برای منابع تغذیه نیازهای ایمنی مضاعفی وجود دارد این گونه منابع نه تنها باید با نیازهای ایمنی خودشان بلکه با نیازهای مربوط به مصرف کننده و سایر قسمت‌های دستگاه نیز روبرو شوند. آژانس های مختلف تعیین معیارهای ایمنی در همه دنیا وجود دارد، هر چند در مواردی همچون اتحادیه اقتصادی اروپا (EEC) و آمریکای شمالی همگرایی و یکسان سازی استانداردها تجارب موفقی را به نمایش گذاشته اند. ولی تمایل به داشتن معیارهای جداگانه هنوز هم وجود دارد.

آژانس های نظارتی در آمریکای شمالی عبارتند از :

• UL در ایالات متحده

• CSA در کانادا

در کشورهای عضو اتحادیه اروپا استانداردهای مشترک به وسیله کمیته بین المللی الکتروتکنیک تدوین یافته است و این در حالی است که حدود ۱۲ آژانس نظارت کننده در اروپا وجود دارد.

ولی آژانس های اصلی نظارت کننده VDE برای آلمان غربی و BSI در انگلستان است. و کمپانی هایی که به کشورهای خارجی خدمات ارائه می دهند وجود دارند. این شرکتها عموماً معیارهایی را که سایر کشورها با آنها کار می کنند مورد آزمون قرار می دهند. ( به جهت انطباق با استانداردهای ذکر شده ). هر چند که ممکن است مقصود نهایی نباشد ولی به جهت دسته بندی مفید است. برای منابع تغذیه و بعضی محصولات جدول ۹-۱ تدوین شده است. برای ایجاد احساس پذیرش پاره ای از موارد مؤثر در اینجا فهرست شده اند :

۱- نشان گذاری و برچسب چسباندن، نکات مهمی همانند : محدوده ورودی خروجی نوع قدرت ورودی و مشخصات آن (فرکانس...)، کلاس عایق کاری، بار نامی ... باید به وسیله برچسبی که به خوبی چسبیده باشد در محدوده مناسب نصب گردد.

۲- فاصله گذاری<sup>۵</sup> و عایق کردن هادیها، عبارت است از حداقل فاصله بین هادیهایی که در اختلاف پتانسیل نسبت به یکدیگر قرار دارند. چنانکه جداسازی تنها به وسیله هوا مابین هادیها انجام گیرد آن را فاصله آزاد گوئیم و اگر این کار به وسیله عایق انجام شود آن را جهنده می نامیم.

---

<sup>5</sup> . Clearance

برای  $V_{RMS}$  ۲۵۰،  $cl$  و  $cr$  عبارت است از حداقل  $3mm$  بین خطوط ورودی و  $8mm$  مابین خطوط ورودی و خروجی. این نیازها می توانند با قرار گیری یک عایق تأیید شده بین هادیها تأمین گردند.

۳- ولتاژهای مخاطره آمیز، کلیه ولتاژهای بالاتر از  $42/5V$  و توان جریان دهی بیش از  $8A$  برای اشخاص در صورت تماس با بدن خطرناک هستند، مادون این ولتاژها (SELV) نام دارد که باید به صورت فیزیکی از ولتاژهای مخاطره آمیز جدا و عایق شوند.

۴- خطای کاربر (اپراتور): اپراتور نباید آگاهانه اعمال مخرب انجام دهد، مدار باید در مقابل رخداد چنین حوادثی ایمن باشد (مثلا اتصال ولتاژهای غیر مجاز...) حتی ممکن است نیاز به قفلهای داخلی برای برش ولتاژهای اعمالی از خارج باشد. (تعیین لزوم، محدوده و چگونگی چنین حفاظتهایی وظیفه طراحان با تجربه است).

۵- سیم کشی : همه سیمهای داخل دستگاه باید به عایقی با مقاومت بیشتر از حداکثر ولتاژ موجود در دستگاه مجهز باشند.

۶- بسته بندی : جعبه یا حفاظ باید از جنس عایق انتخاب شود و در صورتی که فلزی است باید به زمین اتصال یابد این اتصال و سایر اتصالات زمین به وسیله سیمهای سبز یا سبز زرد باید انجام گیرد. مقاومت هر نقطه از زمین (شامل حفاظ و کلیه سطوح و

سیمهای رابط به زمین) نباید از مقدار ۰/۱ اهم برای جریان ۲۵A تجاوز کند. این به آن

معناست که از سیمهایی با AWG<sup>۶</sup> بزرگتر از ۱۸ برای این منظور استفاده گردد.

۷-مقاومت در برابر آتش: مواد بکار رفته در تغذیه و محصولات نباید مانند سوخت

برای آتش عمل کنند. (یعنی اینکه حتی در صورت آتش گرفتن نباید دامنه آتش را

توسعه دهند و یا اینکه بدون منبع آتش خارجی به سوختن ادامه دهند) این معیارها در

مورد انتخاب PCB ها هم به کار می رود.

استانداردهای UL-۴۷۸ از معیارهای اتحادیه اروپا در این مورد سختگیرانه تر است.

۸-مقاومت عایقی و دی الکتریک: اینها مجموعه ای از آزمونها هستند جهت روبرو

شدن با شرایط غیر معمول همانند رعد و برق جرقه و تموج ولتاژ...

برای ولتاژهای بیشتر از ۲۵۰V آزمونها ۱۰ بار تکرار شود. اگر ثانویه در ولتاژی کمتر

از ۳۰V کار می کند نیازی به تست نیست.

**توجه:** برای ولتاژ DC عموماً یک دقیقه به ولتاژ اجازه افزایش می دهند و بعد از آن

۲ ثانیه زمان برای کاهش (ولتاژ DC را خیلی سریع تغییر ندهید چرا که ترانس آن را

مانند ولتاژ AC می بیند).

---

<sup>6</sup> . American wire gauge



## آزمایش نمودن بخشهای منبع تغذیه

آیا منبع تغذیه شما با مشخصات طرح شده ساخته شده است؟ آیا قدرت مورد نظر را تأمین می کند؟ ...

برای پاسخگویی به این سؤالات و سؤالات مشابه روشهای آزمون از سوی سازندگان ابداع شده و در جهت بهبود و عمومیت هرچه بیشتر توسعه یافته اند.

### رگولاسیون خط

معنای این حرف این است که میزان تغییرات ولتاژ خروجی در ازای تغییرات در ولتاژ ورودی چقدر است. این آزمون به توان هدایت بار خروجی منتهی می شود. ولتاژ خروجی با دقت ۰/۱٪ اندازه گیری می شود (این اندازه گیری برای سه مرحله حداقل، حداکثر، نامی و حداکثر تکرار پذیری تکرار می شود. رابطه بعدی رگولاسیون خروجی را بیان می کند.

$$\frac{V_{out}(high) - V_{out}(low)}{V_{out}(ideal)} (100) \text{ line regulation} =$$

### ۵- رگولاسیون بار

در این آزمون تغییرات خروجی در پاسخ به تغییرات متوسط جریان هر یک از خروجیها سنجیده می شود. در این تست ورودی در ولتاژ خروجی سپس تحت ۰/۵٪

جریان نامی و ۱۰۰٪ جریان نامی اندازه گیری می شود. رگولاسیون بار به وسیله رابطه زیر توصیف می شود:

$$\text{Load regulation} = \frac{V_{out}(high) - V_{out}(low)}{V_{out}(ideal)} (100)$$

### زمان پاسخ دینامیک بار

این پارامتر عموماً مورد غفلت قرار می گیرد و از اهمیت بالایی هم برخوردار است این از محدود پارامترهایی است که تغذیه نوع سویچینگ نسبت به تغذیه خطی رجحان ندارد. و کند تر از یک تغذیه خطی پاسخ می دهد و این به دلیل ماهیت طرح و زمان لازم برای شبکه حسگر به منظو حس تغییر در جریان خروجی و انعکاس آن به مدار کنترل PWM است ولی آنچه کندتر است و تعیین کننده ترانس و شبکه ذخیره انرژی است.

### مقاومت دی الکتریک

در این آزمون دی الکتریکی استفاده شده مود ارزیابی قرار می گیرد. این کار با ولتاژی بیشتر از حداکثر ولتاژ مجاز کاری انجام می شود. در این صورت امتحان با ولتاژ AC موج با همان فرکانس کاری ( یعنی ۵۰٪ یا ۶۰ HZ ) اعمال می شود. در صورتی که عایق نتواند تا این ولتاژ ایستادگی کند این آزمون مخرب خواهد بود در غیر این

صورت نه. فضاهای خاصی که مورد آزمایش قرار می گیرند عبارتند از: لایه های عایق در ترانسفورمر قدرت، فضای عایق شده بین شاخه های PCB، مقاومت دی الکتریکی سیمهای ارتباطی... .

به دلیل اینکه ولتاژهای آزمون داخلی بیشتر از حداکثر ولتاژهای کاری هستند احتیاط ویژه ای در طی مراحل آزمون چه از نظر کاری و چه از نظر ممانعت در عدم نفوذ ولتاژ مخرب به قسمتهای غیر مجاز به عمل آید. عمده آزمونهای ولتاژ بالا با اعمال ولتاژ DC انجام می شود می توان ثابت کرد که با کسب اطمینان از این آزمونها مقاومت الکتریکی تضمین شده است و نیاز به انجام آزمون اضافی با ولتاژ AC نیست. (زمان اعمال آزمونها نباید خیلی کوتاه شود به دلیل اینکه از دید ترانس مثل یک ولتاژ AC به نظر می رسند). اشکال مراحل و حالات مختلف این آزمونها را نشان می دهد.

### ۹-۵-۵: زمان بالا نگاه داشتن<sup>۷</sup>

این آزمون زمانی را که خروجی در غیاب ورودی کماکان می تواند توان مورد نیاز بار را تأمین کند، تعیین می نماید و نشان می دهد که مدار در صورت بروز وقفه در شبکه تأمین توان ورودی چه مدت می تواند خروجی را تأمین کند (شکل ۹-۱۵).

---

<sup>7</sup>. Time hold up

در این آزمون مقدار انرژی که در خازن ورودی ذخیره شده است اندازه گیری می شود. برای تأمین بعضی اهداف خاص ممکن است مقدار این خازن تا چند هزار میکروفاراد هم برسد.

### ۶-۵-۹: آزمون محدوده جریان زیاد

در هر منبع تغذیه سویچینگ چگونگی پاسخ به بار به شیوه حس جریان و کنترل بستگی دارد. و ضمانتی برای عملکرد یکسان همه خروجیها نیست (۱۶-۹). این آزمون باید با یک بار صرفاً اهمی انجام شود (نه بار اکتیو).

طراحی منبع تغذیه ۱۰۰ khz، 250 w (5A,48V)

هدف طراحی یک منبع تغذیه 5A,48V است که 240 W توان طلب می کند و برای همین منظور توان ماکزیمم را 250 w در نظر می گیریم.

نخست باید کلیات طراحی مشخص شود. برای این توان هم روش فلای یک و هم روش فوروارد مناسب هستند که ما روش فوروارد را انتخاب می کنیم. فرکانس 100KHz نیز مناسب است. البته در این توان می توان از فرکانسهای بالاتر نیز استفاده کرد اما استفاده از فرکانسهای بالا این عیب را دارد که باعث محدود شدن ما در استفاده از نیمه هادیهای فورت می شوند. اکنون با هدف انتخاب IC مناسب روش کنترل فیدبک فرمان را انتخاب می کنیم. حالت فرمان نوع کنترل ولتاژ یکی از

معمولترین سیستمهای کنترلی است که انتخاب ما نیز همین روش میباشد در مورد روش تغذیه ترانسفورماتور و قسمت نیمه هادی قدرت برای اینکه توان مورد نیاز ما تامین شود از روش نیم پدل استفاده می کنیم که توان مناسبی برای مقصود ما تامین می کند در نتیجه ناچار به استفاده از SG3526IC هستیم که هم کنترل ولتاژ بوده و هم جفت خروجی میباشد که از برابر با نیاز ما می باشد . برای عبور توان مورد نیاز .

MOSfet مدل MTP2N50 را انتخاب می کنیم و از دیودهای shotkey استفاده می کنیم در خروجی می توانیم از دیودهای MBR735 نیز استفاده کنیم ولی در درودی منبع چون فرکانس پایین است می توانیم برای مستقیم کردن ولتاژ 220V ر.دی از دیودهای ساده 1N4007 نیز استفاده کنیم که برای فرکانس ۵۰ Hz کافی می باشند اکنون بعد از مشخص شدن معماری کلی منبع تغذیه مورد نیاز ما نوبت به محاسبات لازم برای طراحی ترانسفورماتور می رسد که به قرار زیر هستند.

خروجی  $\left\{ \begin{array}{l} 48 \text{ V} \\ 5 \text{ A} \\ 250 \text{ W} \end{array} \right.$   $\approx 240 \text{ W}$

ورودی  $\left\{ \begin{array}{l} 220 \text{ V} \\ 250 \text{ W} \\ 1.36 \text{ A} \end{array} \right.$   $\Rightarrow$  با احتساب تلفات  $\Rightarrow \frac{p_{out}}{0.75} = p_{in} \Rightarrow \frac{250}{0.75} = 333 \text{ W}$

$\Rightarrow$  ورودی  $\left\{ \begin{array}{l} 220 \text{ V} \\ 333 \text{ W} \\ 1.5 \text{ A} \end{array} \right.$

برای انتخاب چگالی فلو اشباع 2400 را در نظر می گیریم که اطمینان خوبی دارد

$$\beta_{sat} = 2400$$

$$\beta_{sat} = 2\beta_{max} \Rightarrow \beta_{max} = \frac{1}{2}\beta_{sat} \quad \beta_{max} = \frac{1}{2}2400 = 1200$$

$$W_a A_c = \frac{P_{out} \cdot I_D \cdot 10^8}{(0.24)\beta_{max} \cdot f} \Rightarrow \frac{333 \cdot 400 \times 10^8}{4 \times 0.24 \times 1200 \times 10^5} = 115.625$$

اکنون باید تعداد دور سیم پیچ برای اولیه را حساب کنیم

$$N_{pri} = \frac{V_{ri} \cdot 10^8}{4 \cdot f \cdot \beta_{max} \cdot A_c} = \frac{220 \times 10^8}{4 \times 10^5 \times 1200 \times 0.89} = 51.5 \approx 52 \text{ دور}$$

اکنون برای محاسبه تعداد دور ثانیه دو روش پیش رو داریم اول محاسبه خود سیم

پیچ ثانویه و دوم استفاده از تعداد دور اولیه در رابطه که روش دوم را انتخاب

می کنیم

$$N_{\text{sec}} = \frac{N_{\text{pri}} V_{\text{sec}}}{V_{\text{pri}}} \Rightarrow \frac{52 \times 48}{220} = 13.7 \text{ دور}$$

اکنون هسته مناسب را انتخاب می کنیم که چون فرکانس کمتر از 200kHz است

می توانیم برای کم شدن قیمت از هسته ترکیب آهن ساده با ورقهای عابقراری

استفاده کنیم و بازار بیشترین کاربرد را دارد. (هسته ساده آهن)

در مورد شماره سیم مورد نظر با توجه به جریانهای مورد نیاز ما در اولیه و ثانویه و

جدول قطر سیمها بدست می آید:

اولیه	1.s A	18`	
			AWG
ثانویه	S A	13	

که با توجه به نیاز به تهیه سیمها در بازار ایران قطر سیمها: