



دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

گرایش:

کنترل

عنوان:

ساخت و کنترل مبذل باک بوسلت با آی سی LM5118

استاد راهنما:

دکتر فرشاد مریخ بیات

نگارش:

محمدتقی مولائی ۹۳۴۵۰۱۲۳

زمستان ۹۶

تقديم به پدر و مادر عزيزم

فهرست مطالب

کلیه مطالب	۱
فصل اول: مبدل های توان	۲
۱-۱ مقدمه	۲
۱-۲ انواع رگولاتورها	۳
۱-۲-۱ رگولاتورهای خطی	۳
۲-۲-۱ رگولاتورهای سوئیچینگ	۳
۱-۲-۲-۱ چگونگی عملکرد یک منبع تغذیه سوئیچینگ	۴
۱-۲-۲-۲ انواع منابع تغذیه سوئیچینگ	۵
۳-۱ مبدل های DC-DC	۵
۱-۳-۱ مبدل های باک، بوست و باک-بوست	۵
۲-۳-۱ مروری بر کنترل مبدل های DC-DC	۷
۳-۳-۱ عوامل مؤثر بر عملکرد کنترل	۷
فصل دوم: شماتیک مدار و المان های آن	۹
۱-۲ مقدمه	۹
۲-۲ بلوک دیاگرام و شماتیک مدار	۹
۳-۲ المان های استفاده شده در مدار و روابط حاکم بر آن ها	۱۰
۱-۳-۲ آی سی LM5118	۱۰
۲-۳-۲ تعیین مقادیر المان ها	۱۶
۳-۳-۲ پیکربندی تقویت کننده خطا	۲۰

چکیده مطالب

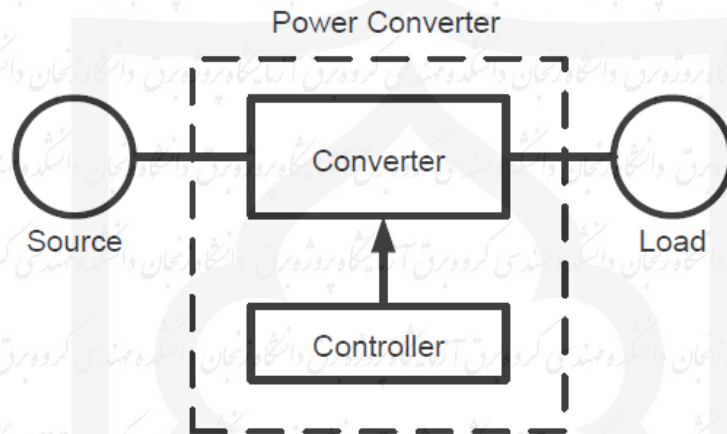
با پیشرفت فناوری نیمه‌هادی‌ها دنیای جدیدی به روی الکترونیک و قطعات الکترونیکی باز شد که مبدل‌های سوئیچینگ نیز از این قاعده مستثنی نبودند. امروزه مبدل‌های سوئیچینگ به خاطر بازدهی بالا و کارایی خوبی که دارند بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرند. مبدل‌های کاهنده و افزایشنده سطح ولتاژ نیز کاربردهای زیادی در صنعت دارند. در فصل اول نگاهی کلی بر مبدل‌های توان خواهیم داشت و درباره مزایا و معایب رگولاتورهای خطی و سوئیچینگ و همچنین نحوه عملکرد مبدل‌های سوئیچینگ، انواع مبدل‌های DC-DC، کنترل این مبدل‌ها و عوامل مؤثر بر عملکرد کنترل‌شان صحبت خواهیم کرد. در فصل دوم بلوک دیاگرام و شماتیک مبدل را شرح داده و به توضیح المان‌های استفاده‌شده در آن خواهیم پرداخت و در نهایت در مورد پیکره‌بندی تقویت‌کننده خطا بحث خواهیم کرد. در فصل سوم وارد مرحله طراحی برد مدار چاپی و ساخت مبدل می‌شویم و نحوه ساخت برخی المان‌های ناموجود را بررسی خواهیم کرد و در آخر این فصل نتایج حاصل از طراحی برد مدار چاپی را با جزئیات بیشتری بررسی می‌کنیم. در فصل چهارم که فصل کوتاهی است، مبدل را تحت آزمایش قرار داده و واکنش و عملکرد آن را دنبال خواهیم کرد.

فصل اول

مبدل‌های توان

۱-۱ مقدمه

نقش تبدیل توان، آسان کردن انتقال توان از منبع به بار با تبدیل ولتاژها و جریان‌ها از یک دامنه و یا فرکانس، به دامنه‌ها و فرکانس‌های دیگر هست. این عملیات پردازش توان، با استفاده از یک مدار آنالوگ به نام مبدل توان شکل ۱-۱، انجام می‌پذیرد. برای این ترتیب فرآیند انتقال توان، نیاز به یک کنترل کننده هست. هدف نهایی کل فرآیند تبدیل، داشتن بازده هر چه بیشتر درحالی که به نزدیک‌ترین مقادیر تبدیلی که عملیات کنترلی مطلوب ممکن، دست می‌یابیم است. از مبدل‌های توان برای تنظیم ولتاژ استفاده می‌شود.



شکل ۱-۱: بلوک دیاگرام مبدل توان

۱-۲ انواع رگولاتورها

از یک دیدگاه می‌توان رگولاتورها را به دودسته خطی و سوئیچینگ تقسیم‌بندی کرد. در گذشته از رگولاتورهای خطی به‌وفور استفاده می‌شد. به علت بازده پایین و معایب متعددشان که در ادامه ذکر خواهد شد به تدریج جای خود را به رگولاتورهای سوئیچینگ دادند.

ایده منابع سوئیچینگ در سال ۱۹۷۰ مطرح شد که در ابتدای امر از بازدهی پایینی برخوردار بود (پیشرفت علم و فناوری تدریجی است!) ولی در مقایسه با باتری‌ها و منابع تغذیه آنالوگ وزن و حجم کمتر ولی در عین حال توان بالایی داشتند. در طرح‌های نخستین منابع تغذیه از عناصر ابتدایی نظیر BJT استفاده

می‌شد که این خود باعث کاهش راندمان در حدود ۶۸٪ می‌شد. امروزه منابع تغذیه سوئیچینگ جایگاه خاصی در صنعت برق و الکترونیک و مخابرات یافته‌اند و به دلیل برتری‌ها و مزایای زیادی که نسبت به

دیگر منابع تغذیه دارا می‌باشند توجه صنعتگران و مهندسان برق را به خود معطوف کرده‌اند. آ تا جایی که گروهی از مهندسان الکترونیک در بهبود و کارایی‌ها و کیفیت آن‌ها تحقیقات گسترده‌ای انجام داده‌اند. البته نتیجه این تلاش‌ها پیشرفت روزافزونی است که در ساخت این سیستم‌ها پدید آمده است همچنین پیشرفت در فناوری ساخت قطعات نیز تأثیر بسزایی در منابع تغذیه سوئیچینگ داشته است. با پیدایش ماسفت‌های سریع و پر قدرت، تلفات ترانزیستوری به‌طور چشمگیری کاهش پیدا کرده است و عمده تلفات در ترانسفورماتورها خلاصه می‌شود که برای غلبه بر این مشکل فرکانس کاری مدار را تا حد ۱ مگاهرتز افزایش داده‌اند.

۱-۲-۱ رگولاتورهای خطی

از مزایای رگولاتورهای خطی می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- سادگی مدار (طراحی مدار بسیار ساده و با قطعات کمی، به راحتی پایدار می‌شود).
- قابلیت تحمل بار زیاد، نویز ناچیز در خروجی و زمان پاسخ‌دهی بسیار کوتاه
- برای توان‌های کمتر از ۱۰ وات، ارزان‌تر از مدارهای مشابه سوئیچینگ تمام می‌شود.

از معایب رگولاتورهای خطی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- تنها به صورت رگولاتور کاهنده به کار می‌رود. (ورودی باید حداقل ۲ تا ۳ ولت بیشتر از خروجی باشد).
- قابلیت انعطاف کم و افزون هر خروجی به مدار مستلزم اضافه کردن قطعات اضافی است.
- بهره کم و در حدود ۳۰٪ تا ۴۰٪ هست. این تلفات توان در ترانزیستور خروجی تولید حرارت می‌نماید و نیاز به ترانزیستور قوی‌تری تا حدود ۱۵ وات است، روش‌های معمول خنک‌سازی مفید است ولی بیش از این توان نیاز به سرمایه‌ش تحت فشار هست.
- راندمان مدار هنگامی خوب است که مقدار ولتاژ خروجی، به ولتاژ ورودی نزدیک باشد.

۱-۲-۲ رگولاتورهای سوئیچینگ

رگولاتورهای سوئیچینگ دارای مزایای زیر هستند:

- افزایش راندمان در حدود ۶۸٪ تا ۹۰٪.

- به دلیل اینکه قدرت خروجی از یک ولتاژ DC بریده شده که به شکل AC در یک قطعه مغناطیسی ذخیره می شود تأمین می گردد، لذا با اضافه کردن تنها یک سیم پیچ می توان خروجی دیگری را به دست آورد که بسیار ارزان تر و ساده تر تمام می شود.
- به دلیل افزایش فرکانس کاری به حدود ۵۰ تا ۶۰ کیلوهرتز، اجزای ذخیره کننده انرژی می توانند خیلی کوچک تر انتخاب شوند و بدین دلیل از نظر سایز و اندازه کوچک هستند.
- برخلاف منابع خطی، در توان های خیلی بالا قابل استفاده هستند.
- قابلیت افزایش ولتاژ ورودی در خروجی همه موارد ذکر شده در بالا، به کاهش هزینه و توان تلفاتی و افزایش بهره دهی و انعطاف پذیری منجر می شود.

از جمله معایب رگولاتورهای سوئیچینگ می توان به موارد زیر اشاره نمود:

- طرح چنین منابعی اصولاً مشکل و پیچیده است.
- نویز قابل ملاحظه ای ایجاد می کنند و البته می توان با کمک پلایه^۱ و محافظ آن را کاهش داد.
- ماهیت کار این منابع که بر اساس برش یک ولتاژ DC است باعث می شود که زمان رسیدن ولتاژ خروجی به مقدار مطلوب در مقایسه با منابع خطی زیاد باشد این زمان را اصطلاحاً زمان پاسخ گذرا گویند.
- شامل ترکیبات خارجی اضافه از جمله، خازن ها و سلف ها است.

۱-۲-۲-۱ چگونگی عملکرد یک منبع تغذیه سوئیچینگ

همان طور که ذکر شد یک رگولاتور خطی بر اساس تأمین جریان و ولتاژ مطلوب در خروجی به وسیله یک نیمه هادی قدرت که در حالت خطی بکار گرفته شده است کار می کند که حاصل ضرب اختلاف ولتاژ خروجی با ورودی در جریان بار، توانی است که در این عنصر نیمه هادی باید تلف شود که بعضاً زیاد است و مهم ترین عامل پائین بودن راندمان هست. دلیل این امر هم عملکرد ترانزیستور در حالت خطی است یعنی جایی که ولتاژ در سر سوئیچ و جریان عبوری آن هر دو زیاد است؛ اما یک رگولاتور سوئیچینگ را می توان به عنوان یک منبع خطی در نظر گرفت، در حالی که در یک منبع از نوع سوئیچینگ، تغییر سطح ولتاژ خروجی از طریق تغییر در روشن به خاموش یا اصطلاحاً زمان کارکرد^۲ ترانزیستور خروجی انجام می گیرد. به دلیل کارکرد ترانزیستور در حالت خاموش و روشن تلفات در نیمه هادی در مقایسه با حالت

¹ filter

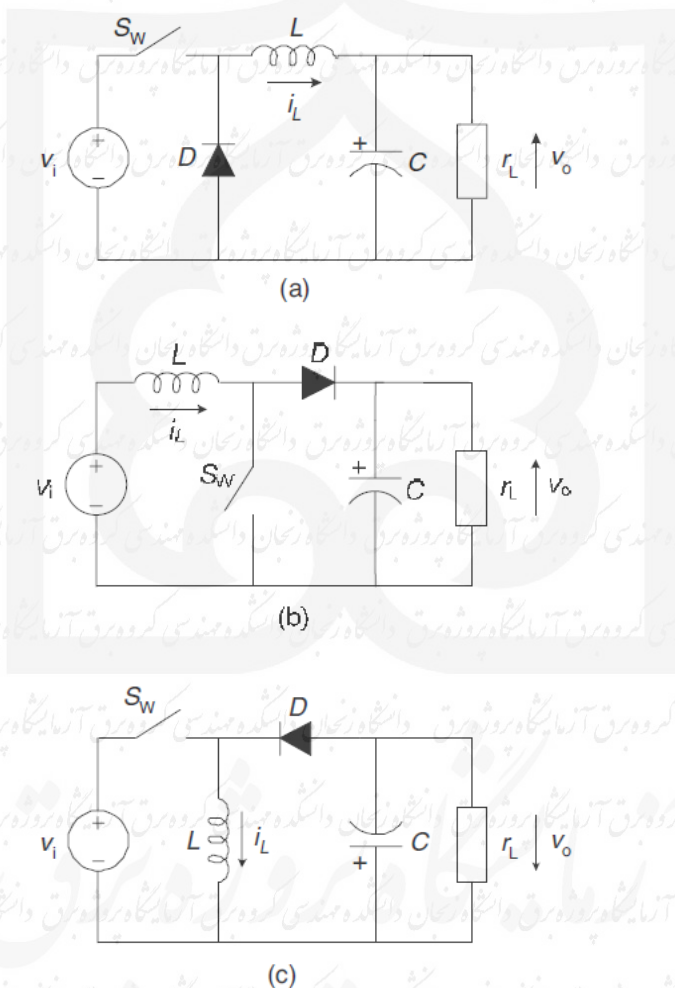
² duty cycle

دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان

همان طور که در شکل ۱-۲ نشان داده شده است، هر یک از این مبدل ها تشکیل شده از تنها یک سویچ توان اکتیو (دوسویه) SW، یک سویچ توان پسیو (واکنشی) که معمولاً یک دیود D است، یک عنصر القایی L و یک عنصر ذخیره کننده خازنی C هستند. در اینجا v_i ولتاژ ورودی، v_o ولتاژ خروجی و r_L باری است که توان بدان تحویل داده می شود.

گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان

وظیفه اصلی مبدل باک، تغییر ولتاژ ورودی به مقداری کوچک تر در خروجی است. در مقابل، وظیفه اصلی مبدل بوست، افزایش ولتاژ ورودی، به ولتاژی بزرگ تر در خروجی است. مبدل باک-بوست، همان طور که از نامش پیداست، امکان هم افزایش ولتاژ ورودی و هم کاهش ولتاژ ورودی را فراهم می کند. در هر سه مبدل، دامنه تبدیل ولتاژ به طور مستقیم توسط تنظیم ON و OFF سویچ، کنترل می شود. یک نکته مهم، ویژگی انتقال انرژی این سه مبدل است.



شکل ۱-۲: ساختار مبدل های DC-DC ابتدایی

دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان

(a) مبدل باک؛ (b) مبدل بوست؛ (c) مبدل باک-بوست

