٤٢٤٣٩

دانشگاه مازندران

دانشکده فنی و مهندسی

پایان نامه کارشناسی ارشد

مهندسی برق ـ قدرت

عنوان

طراحی و ساخت منبع تغذیه dc -dc برای تقویت کننده‌های قابل حمل

۱۳۸۱ /۸/ ۱۴

استاد راهنما:

دکتر سعید لسان

استاد مشاور:

دکتر عبدالرضا رحمتی

۴۲۴۵۱

نگارش:

آرمین نجم آبادی

اردیبهشت ۸۱

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران

باسمه تعالی

دانشگاه مازندران

معاونت آموزشی

تحصیلات تکمیلی

ارزشیابی پایان نامه در جلسه دفاعیه

دانشکده فنی ومهندسی

نام و نام خانوادگی دانشجو: آرمین نجم آبادی **شماره دانشجوئی:** ۷۹۵۱۳۶۱۰۰۹

رشته تحصیلی: مهندسی برق-قدرت **مقطع:** کارشناسی ارشد

سال تحصیلی: نیمسال دوم ۸۱-۱۳۸۰

عنوان پایان نامه :

" طراحی و ساخت تقویت کننده توان بالای پر تابل با استفاده از مبدل های Push-Pull مجهز به کلیدهای Mosfet "

تاریخ دفاع : ۱۳۸۱/۲/۲۹

نمره پایان نامه (به عدد) : ۱۷

نمره پایان نامه (به حروف): هفده

هیات داوران :

استاد راهنما : دکترسعید لسان امضا

استاد مشاور : دکتر عبدالرضا رحمتی امضا

استاد مدعو : دکتر داود عرب خاپوری امضا

استاد مدعو : دکتر محسن سریانی امضا

نماینده کمیته تحصیلات تکمیلی : دکتر رضا قادری امضا

با تشکر و سپاس

از زحمات فراوان جناب آقای دکتر رحمتی و کمک‌های بی شائبه جناب آقای مهندس بیگی که در تدوین این پایان نامه مرا یاری نمودند.

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران

تقدیم به

استاد ارجمند جناب آقای دکتر سعید لسان که همواره از راهنمایی‌های دانشمندانه و مساعدت‌های بی‌دریغ شان در طول دوران تحصیلی به خصوص در تدوین این پایان نامه بهره‌مند بودم با امید آنکه بتواند نمودی از حق‌شناسی و احترام نسبت به ایشان تلقی گردد.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

چکیده .....

فصل اول

رگولاتور پوش پول

(۱-۱)رگولاتورهای خطی -رگولاتورهای سوئیچینگ ۱

(۱-۲) مقایسهٔ بین یک منبع تغذیهٔ خطی و سوئیچینگ ۲

(۱-۳) بررسی بلوک دیاگرام کلی منابع تغذیهٔ سوئیچینگ ۵

(۱-۴) توپولوژی Push_pull ۸

(۱-۵) اشکال اساسی و غیرقابل حل رگولاتور Push _ pull ۹

(۱-۶) اساس کار توپولوژی Push _ pull ۱۳

(۱-۷) رگولاسیون خط بار در خروجیهای پیرو (Slave) ۱۷

(۱-۸) نامتعادل بودن فلو (flux imbalance) در توپولوژی Push _ pull ۱۸

(۱-۹) توپولوژی Current mode ۲۴

(۱-۱۰) مزایای Current mode ۲۷

(۱-۱۱) مدار کنترل Voltage mode ۳۲

(۱-۱۲) مدار کنترل current mode ۳۷

(۱-۱۳) توضیح جزئیات مزایای Current mode ۴۱

عنوان | صفحه

فصل دوم

نیمه هادی‌های قدرت

(۲-۱) کاربرد نیمه‌هادی‌های قدرت در منابع تغذیهٔ سوئیچینگ ۴۹

(۲-۲) مشخصه‌های سوئیچینگ ۵۰

(۲-۳) محدودیت‌های سوئیچینگ ۵۳

(۲-۴) ماسفت های قدرت ۵۶

(۲-۵) نقاط ضعف های قدرت ماسفت‌های قدرت ۵۷

(۲-۶) مشخصه‌های سوئیچینگ ماسفت‌ها ۵۹

(۲-۷) IGBT ها ۶۲

فصل سوم

بررسی مدارات مغناطیسی

(۳-۱) یکسوکننده‌ها ۶۷

(۳-۲) بررسی و طراحی مدارات مغناطیسی ۶۹

(۳-۳) مواد هستهٔ ترانسفورمر و روابط هندسی و انتخاب پیک چگالی شار (فلو) هسته تلفات هستهٔ فریت بر حسب فرکانس و چگالی شار (فلو) برای مواد پر مصرف در ساخت هسته ۷۲

(۳-۴) ابعاد هندسی هسته‌های فریت ۷۴

(۳-۵) انتخاب پیک چگالی شار ۷۸

عنوان **صفحه**

(۳-۶) تلفات مسی ترانسفورماتور ۸۰

(۳-۷) اثر پوستی ۸۲

(۳-۸) اثر پوستی - روابط کمّی ۸۴

(۳-۹) اثر پوستی با شکل موجهای مربعی جریان ۸۷

(۳-۱۰) اثر مجاورت ۸۸

(۳-۱۱) مکانیسم اثر مجاورت ۸۹

فصل چهارم

بدست آوردن روابط برای توپولوژی push - pull

(۴-۱) بدست آوردن روابط توان خروجی برای توپولوژی Push-Pull ۹۴

(۴-۲) طراحی سلف خروجی ۹۷

(۴-۳) طراحی خازن خروجی ۹۸

(۴-۴) انتخاب تعداد دورهای اولیه ۹۹

(۴-۵) انتخاب تعداد دورهای ثانویه ۱۰۱

(۴-۶) پیک و rms جریان اولیه و ثانویه ۱۰۱

(۴-۷) فیلترهای خروجی ۱۰۴

(۴-۸) تنظیم گذرای خروجی ۱۰۶

عنوان | صفحه

(۴-۹) سه بخش مؤثر در تنظیم گذرای خروجی ۱۰۸
(۴-۱۰) مدارهای اسنابر و برشگر ۱۱۰
(۴-۱۱) برشگر سخت ولتاژ ۱۱۱
(۴-۱۲) برشگر آهسته ولتاژ ۱۱۲
(۴-۱۳) حالتهای گذرای بازشگت معکوس ۱۱۳

فصل پنجم

طراحی و ساخت

(۵-۱) مراحل طراحی و ساخت منبع تغذیه ۱۲۰
(۵-۲) محاسبه اندوکتانس خروجی ۱۲۰
(۵-۳) محاسبه خازن‌های صافی ۱۲۱
(۵-۴) انتخاب دیودهای یکسوکننده خروجی ۱۲۱
(۵-۵) طراحی و محاسبه ترانس اصلی ۱۲۲
(۵-۶) محاسبه تعداد دور اولیه ترانس ۱۲۳
(۵-۷) محاسبه جریان اولیه rms و سایز سیم ۱۲۳
(۵-۸) محاسبه جریان ثانویه (rms) و سایز سیم ۱۲۴
(۵-۹) محاسبهٔ تعداد دور ثانویه ۱۲۵
(۵-۱۰) بررسی و انتخاب سوئیچهای قدرت ۱۲۵
(۵-۱۱) طرح قسمت کنترل ۱۲۶

عنوان | صفحه

(۵-۱۲) تنظیم فرکانس اسیلاتور ۱۲۶

(۵-۱۳) مدار Soft start ۱۲۷

(۵-۱۴) منبع تغذیهٔ سوئیچینگ ارائه شده ۱۳۰

(۵ - ۱۵) نتایج تجربی .....

فصل ششم

آمپلی فایر

(۶-۱) مدار آمپلی فایر صوتی ۱۴۱

(۶-۲) نتایج تجربی ۱۴۷

(۶-۳) مدار PROTECTION ۱۵۰

چکیده

آمپلی فایرهای با توان بالا برای تغذیه مدارشان (با استفاده از برق شهر) احتیاج به یک ترانس کاهندهٔ حجیم با وزن زیاد دارند، که اگر بخواهیم از این آمپلی فایرها به صورت قابل حمل استفاده کنیم دارای یک مشکل اساسی می‌باشند به این صورت که برای رساندن ولتاژ به سطح ۲۲۰ ولت به ژنراتوری احتیاج داریم. در این پروژه طرحی پیشنهاد و ساخته شد که با استفاده از منبع تغذیه سوئیچینگ و یک باطری ماشین می‌توان آمپلی فایر را تغذیه کرد و دیگر آنکه از بکار بردن ژنراتور و ترانس کاهنده خودداری می‌شود که باعث کاهش قیمت دستگاه و ابعاد آن می‌شود.

هدف از این پروژه طراحی و ساخت یک منبع تغذیهٔ سوئیچینگ PWM DC-DC با استفاده از توپولوژی Push Pull می‌باشد ونیز ساخت یک دستگاه آمپلی‌فایر توان بالای قابل حمل که توسط منبع تغذیهٔ سوئیچینگ تغذیه می‌شود.

مهمترین ویژگی یک منبع تغذیه اندازه و حجم آن است. یکی از کاربردهای مبدل‌های DC-DC (PWM) در منبع تغذیهٔ سوئیچینگ بوده که به علت استفاده از قطعات الکترونیکی دارای حجم و وزن کم می‌باشد. از این رو دراین پروژه به طراحی و ساخت یک منبع تغذیهٔ سوئیچینگ کم حجم و با راندمان ۷۰٪ پرداخته می‌شود. در این منبع تغذیه ولتاژهای خروجی مدار به ترتیب ۵۰V و ۵۰V - با توان ۳۰۰W و ولتاژ ورودی ۱۲V باطری ماشین می‌باشد. برای انجام عمل سوئیچینگ نیمه هادی ماسفت استفاده شده است. در این منبع تغذیه از IGBT نیز استفاده شد که بنا به دلایلی که توضیح داده خواهد شد از استفاده از این قطعهٔ الکترونیکی خودداری شده است.

فصل اول

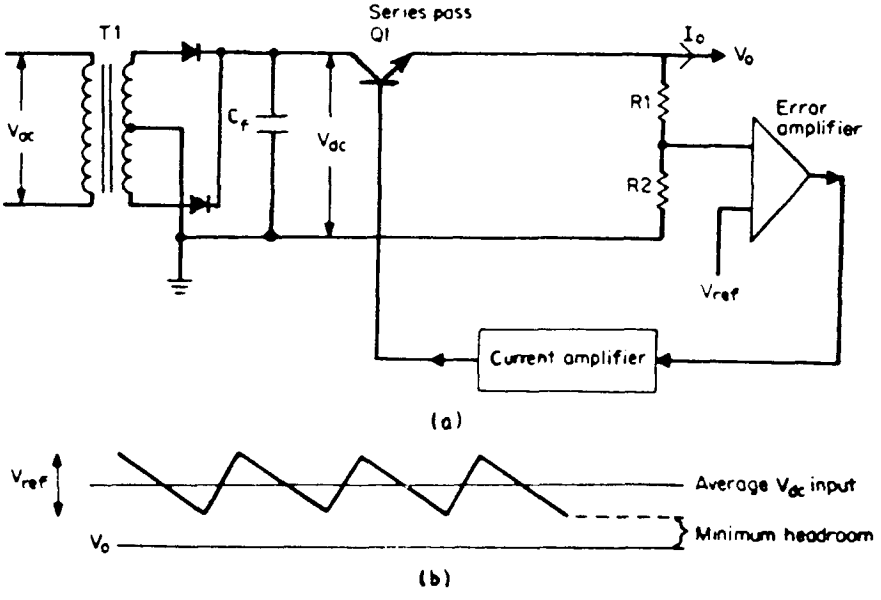
رگولاتور پوش پول

از اطلاعات مرکزی جمهوری اسلامی ایران

(۱-۱)رگولاتورهای خطی ـ رگولاتورهای سوئیچینگ

اساس کار

مدار اصلی، این رگولاتور در شکل ۱-۱ نشان داده شده است. این مدار شامل یک مقاومت متغیر است که به طریق الکتریکی تغییر می‌کند، یعنی به فرم یک ترانزیستور (که در ناحیهٔ خطی خود کار می‌کند) به طور سری با بار خروجی قرار گرفته است. یک تقویت کنندهٔ خطا، ولتاژ DC خروجی را بوسیلهٔ یک شبکهٔ مقاومتی نمونه‌گیری R_1 و R_2 حس کرده و آن را با یک ولتاژ مرجع V_{ref} مقایسه می‌کند. ولتاژ خروجی تقویت کننده خطا، بیس ترانزیستور قدرت را که به طور سری قرار گرفته، از طریق یک تقویت کنندهٔ جریان، درایو می‌کند. [۱]



شکل ۱-۱ (a) اساس کار مدار یک رگولاتور خطی (b) Headroom در یک رگولاتور خطی

تغییرات به گونه‌ای است که اگر ولتاژ خروجی زیاد شود (در اثر افزایش در ولتاژ ورودی یا کاهش در جریان بار خروجی)، ولتاژ بیس ترانزیستورسری (با فرض اینکه npn باشد) کم می‌شود. این امر مقاومت المان سری را افزایش داده و از این رو ولتاژ خروجی را مجدداً به مقدار قبلی کاهش می‌دهد تا نمونهٔ گرفته شده از خروجی با ولتاژ مرجع مساوی شود. این حلقهٔ فیدبک منفی به ترتیب مشابهی به هنگام بروز کاهش در ولتاژ خروجی که می‌تواند بدلیل افت در ولتاژ ورودی یا افزایش در جریان بار خروجی باشد، وارد عمل شود در این حالت ولتاژ خروجی خطا، اندکی بیس ترانزیستور سری را مثبت کرده باعث کاهش مقاومت کلکتور امیتر می‌گردد. در نتیجه مجدداً نمونه گرفته شده از خروجی با ولتاژ مرجع مساوی می‌باشد. عیب عمدهٔ یک رگولاتور سری اساساً تلفات زیاد آن در المان سری می‌باشد. از آنجا که تمام جریان بار باید از ترانزیستور سری عبور کند، تلفات آن مقدار I_o $(V_{dc} - V_o)$ می‌باشد. می‌نیمم تفاضل $(V_{dc} - V_o)$ که اغلب به عنوان Headroom مطرح می‌شود در بیشتر موارد برای ترانزیستورهای نوع npn برابر ۲/۵ ولت می‌باشد. [۱]

(۱-۲) مقایسهٔ بین یک منبع تغذیهٔ خطی و سوئیچینگ

انتخاب بین یک منبع تغذیهٔ خطی یا سوئیچینگ می‌تواند بر اساس کاربرد آنها انجام شود. هریک مشخصات مزایا و معایب خاص خود را دارند، همچنین حوزه‌های متعددی وجود دارد که تنها یکی از این دو نوع می‌تواند مورد استفاده قرار گیرند و یا کاربردهایی که یکی از بر دیگری برتری دارد.

مزایای منابع تغذیهٔ خطی

۱- نخست سادگی (طرح مدار بسیار ساده است و با قطعات کمی به راحتی پایدار می‌شود).

۲- قابلیت تحمل بار زیاد، نویز ناچیز یا کم در خروجی و زمان پاسخ دهی بسیار کوتاه.

۳- برای توان‌های کمتر از ۱۰w ارزانتر از مدارهای مشابه سوئیچینگ تمام می‌شود.

[۱][3]

معایب منابع تغذیهٔ خطی

۱- نخست آنکه تنها به صورت یک رگولاتور کاهنده قابل کاربرد هستند (ورودی باید حداقل ۲ تا ۳ ولت بیشتر از خروجی باشد).

۲- عدم انعطاف پذیری تغذیه، افزودن هر خروجی مستلزم اضافه کردن سخت‌افزار زیادی است.

۳- بهرهٔ متوسط چنین منابعی کم و نوعاً ۳۰٪ تا ۴۰٪ است. این تلفات توان در ترانزیستور خروجی تولید حرارت می‌کند و نیاز به ترانزیستور قویتری را مطرح می‌کند

[۱][3]

تمامی این معایب در تغذیه‌های سوئیچینگ رفع شده است:

۱- افزایش راندمان به حدود ۶۸٪ تا ۹۰٪ کارکرد ترانزیستور در نواحی قطع و اشباع به انتخاب حرارت گیر یا خنک کننده و ترانزیستور کوچکتر منجر شده است.