



طراحی منابع تغذیه سوئیچینگ لامپ‌های LED

مترجمین

دکتر مصطفی صدیقی زاده

(عضو هیئت علمی دانشگاه شهید بهشتی تهران)

سید محمد رضا موسوی تقی آبادی

(دانشجوی دکترای قدرت دانشگاه شهید بهشتی تهران)

انتشارات پرتونگار

سرشناسه	: ویندر، استیو. Winder, Steve.
عنوان و نام پدیدآور	: طراحی منابع تغذیه سوئیچینگ لامپ‌های LED / استیو ویندر؛ مترجمین: مصطفی صدیقی زاده، سیدمحمد رضا موسوی تقی آبادی
مشخصات نشر	: مشهد: پرتونگار، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری	: ۲۱۶ ص.: مصور، جدول، نمودار.
شابک	: ۹۶۴-۶۷۳۵-۷۱-۱ 964-6735-71-1
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: عنوان اصلی: Power supplies for LED driving.
موضوع	: دیودهای نور گسیل
موضوع	: برق دستگاه‌ها
موضوع	: منابع تغذیه از نوع کلیدزنی
شناسه افزوده	: صدیقی زاده، مصطفی، ۱۳۵۲ -، مترجم
شناسه افزوده	: موسوی تقی آبادی، محمد رضا، ۱۳۴۷ -، مترجم
رده‌بندی کنگره	: ۱۳۹۴ و ۹ / ۸۹ / ۸۷۱ TK ۷۸۷۱
رده‌بندی دیویی	: ۶۲۱/۳۸۱۵۲۲
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۷۴۶۲۷۰

مشهد: میدان سعدی، بازارچه کتاب، تلفن: ۳۲۲۳۴۵۰۸، تلفکس: ۳۲۲۲۹۵۶۴

انتشارات پرتونگار

نام کتاب	: طراحی منابع تغذیه سوئیچینگ لامپ‌های LED
مترجمین	: مصطفی صدیقی زاده - سیدمحمد رضا موسوی تقی آبادی
ناشر	: انتشارات پرتونگار
نوبت چاپ	: اول
تیراژ	: ۵۰۰ جلد
تاریخ انتشار	: بهار ۱۳۹۴
تعداد صفحه	: ۲۱۶ صفحه
قطع کتاب	: وزیری
صفحه‌آرایی	: معصومه برک
طرح جلد	: گرافیکا
چاپ جلد	: چاپخانه گونمبرگ
چاپ متن	: چاپخانه نیکو
صحافی	: حافظ
قیمت	: ۱۲۰۰۰۰ ریال

شابک: ۹۶۴-۶۷۳۵-۷۱-۱ ISBN: 964-6735-71-1

کلیه حقوق برای ناشر محفوظ است.

E-mail: partonegarpub@yahoo.com

فهرست مطالب

پیشگفتار.....	۹
فصل ۱: مقدمه.....	۱۱
۱-۱. اهداف و رویکرد کلی.....	۱۱
۱-۲. آشنایی با مطالب کتاب.....	۱۲
فصل ۲: مشخصه LED ها.....	۱۶
۲-۱. کاربرد LED ها.....	۱۶
۲-۲. اندازه گیری نور.....	۲۰
۲-۳. مدار معادل یک LED.....	۲۱
۲-۴. تغییرات افت ولتاژ بر حسب رنگ و جریان.....	۲۲
۲-۵. اشتباهات رایج.....	۲۲
فصل ۳: تغذیه LED ها.....	۲۴
۳-۱. منبع ولتاژ.....	۲۴
۳-۱-۱. کنترل غیر فعال جریان.....	۲۵
۳-۱-۲. کنترل جریان فعال.....	۲۷
۳-۱-۳. حفاظت اتصال کوتاه.....	۳۰
۳-۱-۴. آشکارساز خرابی.....	۳۰
۳-۲. منبع جریان.....	۳۱
۳-۲-۱. مدارهای تقسیم جریان خود تنظیم.....	۳۲
۳-۲-۲. محدود کننده ولتاژ.....	۳۳
۳-۲-۳. محافظت مدار باز.....	۳۴
۳-۲-۴. آشکارساز خرابی LED ها.....	۳۴
۳-۳. آزمایش راه اندازهای LED.....	۳۵
۳-۳-۱. استفاده از دیود زنر به عنوان یک بار ساختگی.....	۳۵

۳-۴. اشتباهات رایج ۳۶

۳-۵. نتیجه‌گیری ۳۷

فصل ۴: منابع تغذیه خطی ۳۸

۴-۱. مقدمه ۳۸

۴-۱-۱. تنظیم کننده‌های ولتاژ ۳۸

۴-۱-۲. تثبیت کننده‌های ولتاژ به عنوان دهنده یا گیرنده جریان ۴۰

۴-۱-۳. مدارهای جریان ثابت ۴۰

۴-۲. مزایا و معایب ۴۱

۴-۳. محدودیت‌ها ۴۲

۴-۴. اشتباهات رایج در طراحی راه‌اندازهای خطی LED ۴۲

فصل ۵: راه‌اندازهای LED نوع بای (کاهنده) ۴۳

۵-۱. یک نمونه IC برای کنترل مدل بایک ۴۴

۵-۲. مدار بایک برای کاربردهای DC ۴۵

۵-۲-۱. ویژگی‌های هدف ۴۵

۵-۲-۲. انتخاب فرکانس کلیدزنی و مقاومت R1 ۴۶

۵-۲-۳. انتخاب خازن ورودی (C1) ۴۶

۵-۲-۴. انتخاب القاگر (L1) ۴۷

۵-۲-۵. انتخاب MOSFET (Q1) و دیود D2 ۴۸

۵-۲-۶. انتخاب مقاومت حسگر جریان (R2) ۴۸

۵-۲-۷. اشتباهات رایج در طراحی مدل بایک ولتاژ پایین ۴۹

۵-۳. مدار بایک با ورودی AC ۵۰

۵-۳-۱. ویژگی‌های هدف ۵۰

۵-۳-۲. انتخاب فرکانس کلیدزنی و مقاومت R1 ۵۱

۵-۳-۳. انتخاب بل دیودی ورودی (D1) و ترمیستور (NTC) ۵۱

۵-۳-۴. انتخاب خازن‌های ورودی C1 و C2 ۵۲

۵-۳-۵. انتخاب القاگر I.L ۵۲

۵-۳-۶. انتخاب کلید MOSFET (Q1) و دیود D1 ۵۳

۵-۳-۷. انتخاب مقاومت حسگر R2 ۵۵

۵-۴. مدارهای بایک تغذیه شده با دیمر AC ۵۵

۵-۵. اشتباهات رایج در مدارهای بایک با ورودی AC ۵۷

۵-۶. مدل بایک دوگانه ۵۸

۵-۷	مبدل باک هیستریتیک	۶۱
۶	فصل ۶: مبدل افزایشی (بوست)	۶۳
۶-۱	حالت‌های کاری مبدل بوست	۶۴
۶-۲	کنترل کننده بوست HV9912	۶۴
۶-۳	طراحی بک راه‌انداز LED بوست با حالت هدایت پیوسته	۶۹
۶-۳-۱	مشخصه‌های طراحی	۶۹
۶-۳-۲	مدار نمونه	۷۰
۶-۳-۳	انتخاب فرکانس کلیدزنی (f_s)	۷۰
۶-۳-۴	محاسبه حداکثر چرخه کار (دیوتی سایکل D_{max})	۷۰
۶-۳-۵	محاسبه حداکثر جریان القاگر (I_{inmax})	۷۱
۶-۳-۶	محاسبه اندازه القاگر ورودی (L1)	۷۱
۶-۳-۷	انتخاب MOSFET کلیدزنی (Q1)	۷۲
۶-۳-۸	انتخاب دیود کلیدزنی D1	۷۲
۶-۳-۹	انتخاب خازن خروجی (C_o)	۷۲
۶-۳-۱۰	انتخاب MOSFET جداساز (Q2)	۷۴
۶-۳-۱۱	انتخاب خازن‌های ورودی (C1 و C2)	۷۴
۶-۳-۱۲	انتخاب مقاومت زمان‌بندی (R_T)	۷۵
۶-۳-۱۳	انتخاب دو مقاومت حسگر جریان R1 و R2	۷۵
۶-۳-۱۴	انتخاب مقاومت‌های مرجع جریان (R3 و R4)	۷۶
۶-۳-۱۵	برنامه‌ریزی جریان‌ساز شیب (R_{slope} و R7)	۷۶
۶-۳-۱۶	انتخاب حد جریان القاگر (R5 و R6)	۷۷
۶-۳-۱۷	خازن پایه‌های VDD و REF	۷۸
۶-۳-۱۸	تنظیم نقطه قطع اضافه ولتاژ (R8 و R9)	۷۸
۶-۳-۱۹	طراحی شبکه جریان‌ساز	۷۹
۶-۳-۲۰	مدار جهش خروجی	۸۲
۶-۴	طراحی راه‌انداز بوست LFD در حالت هدایت ناپیوسته	۸۲
۶-۴-۱	مشخصه‌های طراحی	۸۲
۶-۴-۲	مدار نمونه	۸۳
۶-۴-۳	انتخاب فرکانس کلیدزنی (f_s)	۸۳
۶-۴-۴	محاسبه حداکثر جریان القاگر (I_{inmax})	۸۴
۶-۴-۵	محاسبه مقدار القاگر ورودی (L1)	۸۴
۶-۴-۶	محاسبه زمان‌های On و Off مبدل	۸۵

۸۶.....	۶-۴-۷. انتخاب MOSFET کلیدزنی (Q1).....
۸۶.....	۶-۴-۸. انتخاب دیود کلیدزنی (D1).....
۸۶.....	۶-۴-۹. انتخاب خازن خروجی (C _o).....
۸۸.....	۶-۴-۱۰. انتخاب MOSFET جداساز (Q2).....
۸۸.....	۶-۴-۱۱. انتخاب خازن‌های ورودی (C1 و C2).....
۸۹.....	۶-۴-۱۲. انتخاب مقاومت زمان‌بندی (R _T).....
۸۹.....	۶-۴-۱۳. انتخاب دو مقاومت حسگر جریان (R1 و R2).....
۹۰.....	۶-۴-۱۴. انتخاب مقاومت‌های مرجع جریان (R3 و R4).....
۹۰.....	۶-۴-۱۵. انتخاب حد جریان القاگر (R5 و R6).....
۹۱.....	۶-۴-۱۶. خازن پایه‌های VDD و REF.....
۹۱.....	۶-۴-۱۷. تنظیم نقطه قطع اضافه ولتاژ (R8 و R9).....
۹۱.....	۶-۴-۱۸. طراحی شبکه جریان‌ساز.....
۹۴.....	۶-۵. اشتباهات رایج.....
۹۴.....	۶-۶. نتیجه‌گیری.....
۹۵.....	فصل ۷: مبدل‌های بوست - باک (افزاینده - کاهنده).....
۹۶.....	۷-۱. مبدل CUK.....
۹۷.....	۷-۱-۱. عملکرد مبدل بوست - باک Cuk.....
۱۰۰.....	۷-۱-۲. کنترل هیستریزیک مبدل بوست - باک.....
۱۰۰.....	۷-۱-۳. اثر تأخیر زمانی در کنترل هیستریزیک.....
۱۰۳.....	۷-۱-۴. پایداری مبدل بوست - باک.....
۱۰۷.....	۷-۱-۵. نرخ تضعیف نور با استفاده از کنترل نور به روش PWM.....
۱۰۷.....	۷-۱-۶. طراحی یک مبدل بوست - باک به کمک تراشه HV9930.....
۱۲۲.....	۷-۲. مبدل باک - بوست SEPIC.....
۱۲۳.....	۷-۲-۱. معادله‌های اصلی SEPIC.....
۱۳۰.....	۷-۳. ساختار باک - بوست.....
۱۳۰.....	۷-۴. اشتباهات رایج در مدارهای بوست - باک.....
۱۳۰.....	۷-۵. نتیجه‌گیری.....
۱۳۲.....	فصل ۸: اصلاح ضریب توان در راه‌اندازهای LED.....
۱۳۲.....	۸-۱. اصلاح ضریب توان.....
۱۳۳.....	۸-۲. مبدل Bi-Bred.....
۱۳۵.....	۸-۳. مبدل باک - بوست - باک (BBB).....

۱۳۷	۸-۴ اشتباهات رایج در مدارهای PFC
۱۳۸	۸-۵ نتیجه گیری
۱۳۹	فصل ۹: مبدل‌های برگشتی (فلای بک)
۱۴۰	۹-۱ فلای بک دو سیم پیچه
۱۴۱	۹-۱-۱ مثالی از فلای بک
۱۴۳	۹-۲ مبدل فلای بک سه سیم پیچه
۱۴۴	۹-۲-۱ قوانین طراحی یک مبدل فلای بک
۱۴۷	۹-۳ مبدل فلای بک یک سیم پیچه (باک - بوست)
۱۵۰	فصل ۱۰: اساس کار منابع تغذیه سوئیچینگ
۱۵۰	۱۰-۱ رگولاتورهای خطی
۱۵۰	۱۰-۲ رگولاتورهای سوئیچینگ
۱۵۱	۱۰-۲-۱ بررسی رگولاتور باک
۱۵۶	۱۰-۲-۲ بررسی رگولاتور بوست
۱۵۷	۱۰-۲-۳ ملاحظات رگولاتور بوست - باک
۱۵۸	۱۰-۲-۴ مدارهای دارای اصلاح ضریب توان
۱۵۸	۱۰-۲-۵ ملاحظات مبدل فلای بک
۱۶۰	۱۰-۲-۶ محدود کننده‌های جریان ضربه
۱۶۱	۱۰-۲-۷ روش‌های راه انداز نرم
۱۶۳	فصل ۱۱: انتخاب قطعه برای راه اندازهای LED
۱۶۳	۱۱-۱ نیمه‌هادی‌های گسسته
۱۶۵	۱۱-۱-۱ ترانزیستور MOSFET
۱۶۷	۱۱-۱-۲ ترانزیستورهای دو قطبی
۱۶۷	۱۱-۱-۳ دیود
۱۶۹	۱۱-۲-۳ عناصر مهارگر ولتاژ
۱۷۰	۱۱-۲ عناصر غیرفعال (پسیو)
۱۷۰	۱۱-۲-۱ خازن‌ها
۱۷۴	۱۱-۲-۲ القاگرها
۱۷۷	۱۱-۲-۳ مقاومت‌ها
۱۷۹	۱۱-۳ برد مدار چاپی (PCB)
۱۷۹	۱۱-۳-۱ فیبرهای مدار چاپی (PCB) معمولی

۱۸۰	۱۱-۳-۲. فیبر مدار چاپی SMD
۱۸۲	۱۱-۴. تقویت کننده‌های عملیاتی (op-amp) و مقایسه گر ها

فصل ۱۲: مواد مغناطیسی به کار رفته در القاگرها و ترانسفورماتورها

۱۸۶	۱۲-۱. هسته فریت
۱۸۶	۱۲-۲. هسته‌های پودر آهن
۱۸۷	۱۲-۳. هسته‌های خاص
۱۸۷	۱۲-۴. شکل و ابعاد هسته
۱۸۸	۱۲-۵. اشباع مغناطیسی
۱۸۹	۱۲-۶. تلفات هستی

فصل ۱۳: پدیده EMI و EMC

۱۹۱	۱۳-۱. استانداردهای EMI
۱۹۲	۱۳-۱-۱. راه‌اندازهای LED تغذیه شونده از برق شهر
۱۹۳	۱۳-۱-۲. الزامات کلی برای همه دستگاهها
۱۹۳	۱۳-۲. روش‌های مناسب برای طراحی EMI
۱۹۴	۱۳-۲-۱. نمونه‌ای از مدار بک
۱۹۸	۱۳-۲-۲. نمونه‌ای از مدار Cuk
۲۰۲	۱۳-۳. استانداردهای EMC
۲۰۳	۱۳-۴. اقدامات EMC

فصل ۱۴: ملاحظات حرارتی

۲۰۶	۱۴-۱. بازده و تلفات توان
۲۰۷	۱۴-۲. محاسبه دما
۲۰۹	۱۴-۳. کنترل دما و روش‌های خنک‌سازی

فصل ۱۵: نکته‌های ایمنی

۲۱۳	۱۵-۱. ایمن سازی برق AC شهر
۲۱۴	۱۵-۲. مدار شکن
۲۱۴	۱۵-۳. فاصله خزش
۲۱۴	۱۵-۴. مقدار نامی خازن‌ها
۲۱۵	۱۵-۵. عملکرد ولتاژ پایین

پیشگفتار

چندین سال است که LED ها پا به عرصه وجود گذاشته‌اند و در ابتدا به عنوان نمایشگرهای قرمز رنگ مورد استفاده قرار می‌گرفتند. پس از آن LED های زرد، سبز و سرانجام آبی رنگ تولید شدند که افزایش ناگهانی در کاربرد دیودهای LED را موجب شد. کاربردهایی مانند چراغ‌های راهنما، لامپ خودروها و نورپردازی. اخیراً ترکیب LED های آبی رنگ با فسفر زرد برای تولید نور سفید به کار می‌روند. میزان نور تولیدی به وسیله LED ها نیز به طور پیوسته افزایش می‌یابد و امروزه LED های با قدرت 1 W، 3 W و 5 W رایج هستند.

تغذیه یک LED تکی یا یک رشته طولانی از LED های سری که مصرف جریان کمی دارند (حدود 20 mA)، مشکل چندانی ندارد اما تغذیه LED های جریان بالا مانند 350 mA، 700 mA، 1 A یا بالاتر آسان نیست. البته اگر تلفات توان مهم نباشد می‌توان از یک رگولاتور ساده برای تغذیه آنها استفاده کرد و یا از یک مقاومت ساده اگر به تثبیت جریان نیاز نداشته باشیم. اما در بیشتر کاربردها یک تثبیت کننده کلیدزنی (رگولاتور سوئیچینگ) پر بازده مورد استفاده قرار می‌گیرد. هنگامی که ولتاژ رشته LED ها از ولتاژ تغذیه بزرگتر است یا ولتاژ تغذیه تغییرات گسترده‌ای دارد، استفاده از رگولاتور سوئیچینگ ضروری است. اما کلیدزنی یا سوئیچینگ تداخل الکترومغناطیسی¹ (EMI) را به همراه خواهد داشت. این کتاب به بررسی برخی روش‌های تغذیه LED ها می‌پردازد. برخی اهداف کتاب عبارتند از:

۱) بررسی روش‌های مناسب برای تغذیه LED ها

۲) ارائه مثال‌های کاربردی

۳) جلوگیری از برخی خطاهایی که مهندسین به هنگام طراحی مرتکب می‌شوند.

البته مطالب کتاب شامل جزئیات نمی‌باشد و مطالعه برخی مباحث جانبی مورد نیاز خواهد بود. مطالب این کتاب از دفترچه راهنمای کارخانه‌های سازنده، نکته‌های کاربردی، جزوه‌های آموزشی دانشگاه‌ها و ... اخذ شده است.

با تشکر