



دانشگاه زنجان

پایان نامه جهت اخذ مدرک کارشناسی

عنوان:

کنترل دور موتور AC طبق منحنی های خاص

استاد مربوطه:

جناب آقای دکتر شهرام محمدی

دانشجویان:

محمد هادی خاتمی - فرهود رسولی

سال تحصیلی ۹۱-۱۳۹۰

با تقدیر و تشکر :

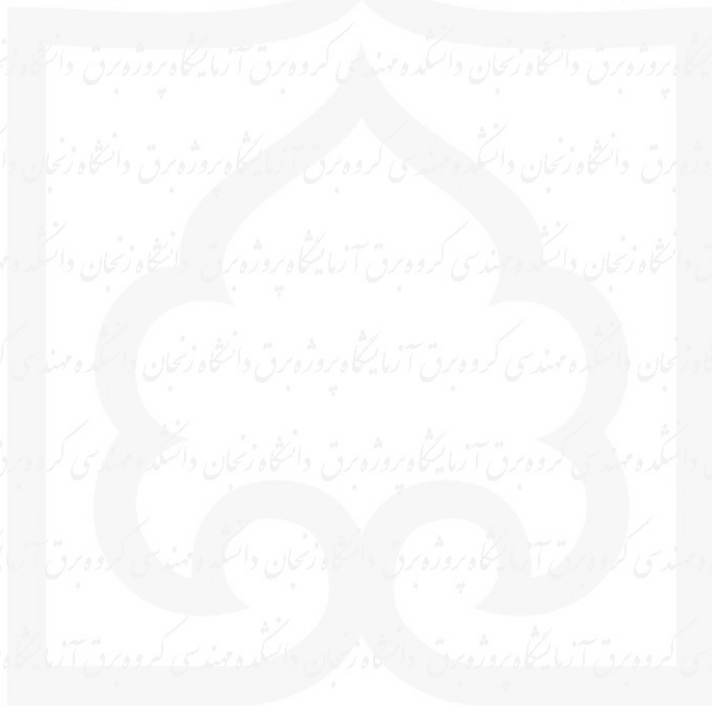
و من لربس • مکر مخلوقیلو • مکر الخالق»

تشکر و قدردانی از که گوئیم که هر چه داریم و هر چه بدست می آوریم از اوست. ایزد منانی که با نام او شروع کردیم و با

یاد او کار کردیم و با خواست او به پایان می رسانیم. در اینجا وظیفه می دانیم از استاد معزز و گرامی جناب آقای دکتر

شهرام محمدی که با راهنمایی ها و ارشادات خود، ما را در انجام این تحقیق یاری نمودند تقدیر و تشکر نماییم و از خداوند

متعال برای ایشان آرزوی توفیق و بهروزی را خواستاریم.



فهرست مطالب

فصل اول - تغذیه‌ی مدار

مقدمه	۱
منابع تغذیه	۳
مقدار ولتاژ خروجی	۴
مقدار جریان	۵
ولتاژ ورودی	۵
ایزولاسیون	۵
ریپل در خروجی	۶
رگولاسیون	۶
پاسخ حالت گذرایی	۷
راندمان	۷
حفاظت	۸
تداخل الکترومغناطیسی	۹
زمان Hold Up	۹
رنج حرارتی	۹
ابعاد	۹
انواع استانداردهای معتبر در SMPS ها	۱۰
صرفه‌ی اقتصادی	۱۱
انرژی	۱۱
کالبدشکافی SPC و بخش‌های مختلف یک منبع تغذیه	۱۱
فیلتر EMI/Transient	۱۳
شکل مداری این دسته از فیلترها	۱۵

پل دیودی	۱۶
تصحیح کننده فاکتور توان (PFC) Power Factor Correction	۱۶
سوئیچ های اصلی - مبدل	۱۹
یکسو کننده های خروجی و فیلترها	۱۹
کنترلر PWM – Isolator	۲۱
محافظت های گوناگون از منبع تغذیه	۲۲
Power Good	۲۲
محافظت از جریان بالا (OCP)	۲۲
محافظ ولتاژ بالا و پایین (OVP/UVP)	۲۳
محافظ درجه حرارت بالا (OTP)	۲۴
محافظ اتصال کوتاه (SCP)	۲۴
برخی از مزایای توپولوژی فلائی بک (flyback)	۲۵
برخی از مزایای توپولوژی فوروارد (forward)	۲۵
فصل دوم – اساس موتورهای القایی AC	
مقدمه	۲۶
اصل ساخت اولیه و کاربری	۲۶
استاتور	۲۷
روتور	۲۷
سرعت یک موتور القایی	۲۸
انواع موتورهای القایی	۲۹
موتورهای القایی تک فاز	۲۹
موتور القایی AC فاز شکسته	۳۰
موتور القایی با استارت خازنی	۳۱

.....	موتورهای AC القای با خازن دائمی اسپلیت	۳۱
.....	موتورهای AC القای استارت با خازن / کارکرد با خازن	۳۲
.....	موتور القای AC با قطب سایه دار	۳۲
.....	موتور القای AC سه فاز	۳۴
.....	موتور قفس سنجابی	۳۴
.....	موتور با روتور پیچشی	۳۴
.....	معادله کنترل گشتاور عملکرد موتور	۳۵
.....	ویژگی استارتینگ	۳۶
.....	ویژگی عملکرد	۳۷
.....	کنترل سرعت موتورهای القایی:	۳۸
.....	روش های کنترل سرعت موتور القایی:	۳۹
.....	روش های قدیمی کنترل سرعت موتور القایی:	۳۹
.....	روش های مدرن کنترل سرعت موتور القایی	۳۹
.....	روش های کنترل اسکالر موتور القایی	۳۹
.....	روش تغییر ولتاژ	۳۹
.....	روش تغییر فرکانس	۴۰
.....	روش تغییر همزمان فرکانس- ولتاژ	۴۰
.....	روش تغییر مقاومت روتور	۴۰
فصل سوم – معرفی موتور کنترلر MC3PHAC		
.....	مقدمه	۴۱
.....	مشخصه های MC3PHAC	۴۲
.....	فیلتر DSP	۴۲
.....	محاسبات دقت بالا	۴۲

تغییر ولتاژ آرام.....	۴۲
بوت استرپ کردن ترانزیستورهای High Side.....	۴۳
سرعت به روز رسانی سریع.....	۴۳
از بین بردن دینامیکی ریپل باس.....	۴۴
سرعت پایه قابل انتخاب.....	۴۴
پلاریته PWM قابل انتخاب.....	۴۴
فرکانس PWM قابل انتخاب.....	۴۵
زمان Dead-Time قابل انتخاب برای PWM.....	۴۵
کنترل سرعت.....	۴۶
کنترل شتاب.....	۴۶
تولید مشخصه ولتاژ.....	۴۶
مدار تولید کلاک یا PLL (حلقه قفل فازی).....	۴۸
تولید سیگنال های کنترلی.....	۴۸
حفاظت در برابر خطا.....	۵۰
معرفی پایه های MC3PHAC.....	۵۳
عملکرد مد Standalone.....	۵۵
دستورات مخصوص MC3PHAC.....	۵۹
فصل چهارم – طراحی برد کنترل موتور AC	
درایور موتور AC سه فاز.....	۶۰
زمان Dead Time.....	۶۱
روشن یا خاموش کردن تغذیه.....	۶۱
زمین کردن.....	۶۱
مدارهای تشخیص خطا.....	۶۲

مدار تشخیص اضافه ولتاژ.....	۶۲
مدار تشخیص اضافه دما.....	۶۳
منبع تغذیه مدار.....	۶۴
تأمین ولتاژ ۱۵ ولت و ۵ ولت DC به صورت آنالوگ و دیجیتال.....	۶۵
اینورتر سه فاز.....	۶۷
فصل پنجم – آشنایی با برخی المان‌های به کار رفته در مدار	
آشنایی با IR2130.....	۶۸
ویژگی‌ها.....	۶۸
شرح.....	۶۸
عملکرد نرم افزار FreeMaster.....	۶۹
کارکرد نرم افزار FreeMaster در ارتباط با MC3PHAC.....	۶۹
نکات.....	۷۱
رابط ایزوله کننده ی نوری RS232 چیست؟.....	۷۲
Datasheet	
Absolute Maximum Ratings.....	۷۴
Recommended Operating Conditions.....	۷۵
Dynamic Electrical Characteristic.....	۷۵
Static Electrical Characteristics.....	۷۶
Static Electrical Characteristics -- Continued.....	۷۶
Lead Assignments.....	۷۷
MC3PHAC Datasheet.....	۷۷
Electrical Characteristics.....	۷۸
Maximum Ratings.....	۷۸

فصل اول : تغذیه مدار

مقدمه

یکی از مهمترین بخشهای هر سیستمی PSU یا همان Power Supply Unit است که توان مورد نیاز اجزای دیگر سیستم را تأمین می‌کند. اگر منبع تغذیه به هر دلیلی قادر به تأمین توان مورد نیاز نباشد، هیچ قطعه‌ای در سیستم به درستی عمل نخواهد کرد. البته در برخی مواقع این احتمال وجود دارد که عدم تولید توان توسط منبع تغذیه به واسطه صدمه دیدن سایر قسمت‌ها باشد. در این فصل، اساس تبدیل توان را شرح خواهیم داد و به طور مختصر مراحل مختلفی را که یک منبع تغذیه برای تأمین توان طی می‌کند، بررسی خواهیم کرد و در پایان نیز نگاهی به محافظه‌های منبع تغذیه خواهیم داشت.

تغذیه مدار میتواند روی برد و به اصطلاح به صورت on board پیاده سازی شود. یا از منابع خارجی استفاده کنیم. که با قیمت‌ها و کیفیت‌ها و البته کاربردهای مختلف ساخته شده اند.

منابع خارجی به دو صورت کلی رگولاتور خطی و سوئیچینگ (Switched mode power Supply) دسته بندی میشوند. این اسم از نوع عملکرد این سیستمها گرفته شده است. به این منابع تغذیه اختصاراً SMPS نیز می‌گویند. این حروف بر گرفته شده از نام لاتین Switched Mode Power Supplies است.

هر سیستم طراحی شده به طور طبیعی وابسته به منبع تغذیه ی خود می باشد. یعنی اولین پارامتر در طراحی مدار نوع منبع تغذیه و مقادیر وابسته به آن است. یکی از مباحث مهم در طراحی SMPS ها، سنگین وزن بودن و گرانی آن است، که کلیه اینها در یک منبع تغذیه از نوع SMPS به صورت دستگاه ارزان قیمت، سبک و کوچک تعریف خواهد شد. وقتی که طراح سیستم شروع طراحی می کند، اولین تعریفی را که در نظر خود مجسم می کند، مقدار ولتاژ و جریان ماکزیمم در SMPS است. بنابراین نسبت ولتاژ و جریان تعیین کننده انتخاب قطعات مورد نیاز برای طراحی است.

راندمان SMPS بصورت نوعی بین ۸۰٪ الی ۹۰٪ است که ۳۰٪ تا ۴۰٪ آنها در نواحی خطی کار می کنند. خنک کننده های بزرگ که منابع تغذیه رگوله قدیمی از آنها استفاده می کردند، در SMPS ها دیگر به چشم نمی خورند و این باعث شده که از این منابع تغذیه بتوان در توانهای خیلی بالا نیز استفاده کرد.

در فرکانسهای بالای کلیدزنی از یک ترانزیستور جهت کنترل سطح ولتاژ DC استفاده می شود. با بالا رفتن فرکانس ترانزیستور، دیگر خطی عمل نمی کند و نویز مخابراتی شدیدی را با توان بالا تولید می

نماید. به همین سبب در فرکانس کلیدزنی بالا از المان کم مصرف Power MOSFET استفاده می شود. اما با بالا رفتن قدرت، تلفات آن نیز زیاد می شود. المان جدیدی به بازار آمده که تمامی مزایای دو قطعه ی فوق را در خود جمع آوری نموده است و دیگر معایب BJT و Power MOSFET را ندارد. این قطعه ی جدید IGBT نام دارد. در طی سال های اخیر به دلیل ارزانی و مزایای این قطعه از IGBT استفاده ی زیادی شده است .

امروزه مداراتی که طراحی می شوند، در رنج فرکانسی MHz و قدرتهای در حد MVA و با قیمت خیلی کمتر از انواع قدیمی خود می باشند. فروشندگان های اروپائی در سال ۱۹۹۰ میلادی تا حد ۲ میلیارد دلار از فروش این SMPS ها درآمد خالص کسب نمودند. ۸۰٪ از SMPS های فروخته شده در اروپا طراحی شدند و توسط کارخانه های اروپائی ساخت آنها صورت پذیرفت. درآمد فوق العاده بالای فروش این SMPS ها در سال ۱۹۹۰ باعث گردید که شاخه ی جدیدی در مهندسی برق ایجاد شود، این رشته مهندسی طراحی منابع تغذیه سوئیچینگ نام گرفت .

یک مهندس طراح منابع تغذیه سوئیچینگ بایستی که در کلیه شاخه های زیر تجربه و مهارت کافی کسب کند و همیشه اطلاعات بروز شده در موارد زیر داشته باشد :

- طراحی مدارات سوئیچینگ الکترونیک قدرت .
- طراحی قطعات مختلف الکترونیک قدرت .
- فهم عمیقی از نظریه های کنترلی و کاربرد آنها در SMPS ها داشته باشد .
- اصول طراحی را با در نظر گرفتن سازگاری میدانهای الکترومغناطیسی منابع تغذیه سوئیچینگ با محیط انجام دهد .
- درک صحیح از دفع حرارت درونی (انتقال حرارت به محیط) و طراحی مدارات خنک کننده ی مؤثر با راندمان زیاد .

منابع تغذیه

یک منبع تغذیه سوئیچینگ (Switchedmode power Supply) یا SMPS یک واحد منبع تغذیه توان

(PSU) است که به روش سوئیچینگ عمل رگولاسیون را انجام می دهد. برای ثابت نگه داشتن ولتاژ و

جریان خروجی یک منبع تغذیه دو روش رگولاتور خطی و رگولاتور به روش سوئیچینگ وجود دارد.

در روش رگولاتور خطی از ترانس و المانهای یکسو کننده جریان و فیلتر استفاده می شود. عیب این روش

تلفات بالا و بازدهی پائین و عدم دسترسی به رگولاسیون دقیق و مقادیر دلخواه در خروجی این نوع منبع

تغذیه است. یک مقایسه را می توان بین این دو روش به این صورت بررسی کرد:

۱- در روش خطی ترانسها در فرکانس ۵۰ تا ۶۰ هرتز کار می کنند که در نتیجه دارای اندازه و حجم

بیشتری هستند ولی در روش سوئیچینگ به دلیل استفاده از فرکانس بالای ۵۰ تا ۲۰۰ کیلوهرتز حجم و

وزن ترانسها را می توان کاهش داد.

۲- بازده توان در روش سوئیچینگ بیشتر از روش خطی است. یک منبع خطی با تلف کردن میزان توان،

خروجی خود را رگوله می کند ولی در روش سوئیچینگ با تغییر میزان دوره سیکل سوئیچ یا همان (duty

cycle) می توان ولتاژ و جریان خروجی را کنترل کرد.

در توانهای بالا از روش PWM و در توانهای پائین تر از ۳۰ وات از روش کلید زنی به صورت پالسهای

معمولی استفاده می شود یک طرح خوب در این روش می تواند تا ۹۵٪ بازدهی داشته باشد. موردی که در

منابع تغذیه سوئیچینگ وجود دارد بحث نویز و اثرهای ناخواسته الکترومغناطیسی است که می بایست از

فیلتر EMI و اتصالات RF استفاده کرد.

بنابراین مهم ترین مزایای منابع تغذیه سوئیچینگ

۱- راندمان بالا = تلفات کمتر انرژی

۲- حجم کمتر مدار

مهم ترین عیب منابع تغذیه سوئیچینگ:

ایجاد نویز الکترومغناطیسی زیاد در محیط

در طرح منبع تغذیه سوئیچینگ اگر ورودی اصلی AC باشد ابتدا از یک طبقه یکسو کننده عبور می‌کند. طبقه یکسو کننده یک ولتاژ DC رگوله نشده ایجاد می‌کند که این ولتاژ DC به خازنهای فیلترینگ بزرگ متصل می‌شود جریان کشیده شده توسط این یکسو کننده از منبع تغذیه AC باعث ایجاد پالسهای کوتاه در اطراف پیک ولتاژ AC می‌شود.

این پالسهای کوچک در فرکانسهای بالا باعث کاهش فاکتور توان منبع تغذیه سوئیچینگ می‌شوند در اینجا از تکنیکی باید استفاده کرد و جریان یکسو شده را مجبور کرد تا شبیه یک شکل موج سینوسی باشد که در واقع فاکتور توان اصلاح شود.

یک SMPS با ورودی DC به این مرحله (یکسو کننده) احتیاجی نداریم. می‌توانیم برای ورودی SMPS یک سوئیچ انتخاب حالت قرار دهیم که برای حالت DC مدار یکسو کننده در ورودی سیستم حذف شود و برای حالت AC نیز دو حالت ۱۲۰ و ۲۲۰ ولت قرار دهیم. (در حالت ۱۲۰ ولت یک مدار دو برابر کننده ولتاژ و در حالت ۲۲۰ ولت یک یکسو کننده در طرح ورودی قرار بگیرد) در مرحله اینورتر دوباره این مقدار DC به AC تبدیل می‌شود فرکانس کار این اینورتر (منظور سوئیچ کردن ها) بیش از ۲۰ کیلوهرتز انتخاب می‌شود (جهت عدم شنود صدای ترانس) در مرحله بعد ترانس با تعداد دورهای پیچشی کم وجود دارد (به دلیل فرکانس بالا دور سیم پیچ ترانس کم می‌شود و بسته به نیاز ترانس افزایش یافته یا کاهش یافته است) (عمل سوئیچ معمولاً به کمک چند طبقه MOSFET جهت رسیدن به بهره بالا انجام می‌شود)

مقدار ولتاژ خروجی

عموماً در بیشتر مدارات منطقی ولتاژ ۵V مورد نیاز می‌باشد، اما در بعضی موارد نیاز به 5V- هم می‌باشد. در کامپیوترها برای ایجاد گشتاور در موتورهای متنوع به کار رفته در درایوهای مختلف مانند موتورهای CPU FAN, CD ROM, F.D.D, H.D.D و ... نیاز به ولتاژهای ۱۲V +, 12V-, ۷V می‌باشد. در مصارف کنترل صنعتی جهت اعمال فرمان تحریک قطع و وصل در شیرهای برقی و رله های کنتاکتوری از طریق پورت های PLC ولتاژ اعمالی به سیستمهای تحت کنترل دارای سطوح ولتاژی 24V-, +24V است. در اتومبیلهای برقی، ترکشن و HVDC به سطح ولتاژ بالاتری احتیاج است.

مقدار جریان

در هر خروجی می بایست ماکزیمم جریان مصرفی در حالت پایداری مشخص شود. هر سیستم الکتریکی در روی بدنه خود پلاکی دارد که در آن تمام مقادیر نامی و مجاز مورد نیاز دستگاه از طرف کارخانه سازنده باتوجه به مشخصات طراحی و تستهای متعددی که بر روی دستگاه انجام شده است، مشخص می باشد. برای مثال در دیسک درایوها مقدار جریان راه اندازی و حالت پایداری مشخص می باشد و طراح منبع تغذیه بایستی حد مجاز جریان خروجی را بالاتر از جریان راه اندازی و حالت پایداری تعیین نماید. حتی در بعضی از مواقع سازنده دیاگرامهایی را همراه با دستگاه قرار می دهد که کمک بیشتری به طراح می کند.

ولتاژ ورودی

ولتاژ ورودی می تواند از نوع AC یا DC و با رنج تغییرات مشخصی باشد. طراح حتماً باید به نوع ورودی و عملیاتی که می باید روی آن انجام دهد تا خروجی مطلوبی بدست آورد را همواره در نظر بگیرد. معمولاً فرکانس، دامنه و شکل موج ولتاژ ورودی در طراحی خیلی مهم است. همچنین نوع شبکه ای که تغذیه ورودی را بر عهده دارد مهم است. معمولاً در محیطهای صنعتی مانند کارخانجاتی که شبکه در شرایط سخت جهت تامین انرژی قوص الکتریکی و ... کار می کند شکل موج ولتاژ و جریان ورودی غیر قابل پیش بینی است و باید با استفاده از سیستمهای جبران ساز شکل موجهای شبکه را تا حد قابل قبولی اصلاح کرد.

ایزولاسیون

در بسیاری از کاربردها ایزولاسیون الکتریکی بین ورودی ها و خروجی های مدارات احتیاج می باشد، حتی در بسیاری از موارد ایزولاسیون بین خروجی دستگاه با ورودی دستگاه دیگر نیز مورد نیاز است و طراح ملزم به اندیشیدن تدابیری خاص جهت برآورده سازی این امر می باشد.

ایزولاسیون الکتریکی اغلب توسط ترانسفورماتور در منابع تغذیه ایجاد می شود که استفاده از ترانسفورماتور باعث حجیم شدن منبع تغذیه می شود. در مصارفی که نیاز به حجم کوچک می باشد، مانند ماهواره ها، کامپیوترها، شارژرهای باطری موبایل و تلفن و همچنین در منبع تغذیه مورد استفاده در پرینترها و دستگاه های کوچک که اجبار در کوچک ساختن آنها می باشد نظیر دوربینهای عکاسی دیجیتال و دوربینهای فیلم برداری و لوازم نظامی استراق سمع و جاسوسی و بمبها و موشکهای دوربرد

ناچاراً باید از ایزولاسیون به وسیله ترانسفورماتور چشمپوشی کرد و به فکر چاره‌ی دیگری برای تحقق بخشیدن به این امر بود یا اینکه توسط مدارات فیدبک عمل تثبیت خروجی را در صورت وجود تغییر یا اغتشاش در ورودی را انجام داد تا از مدارات در مقابل صدمه دیدن و معیوب شدن حفاظت شود و یا اینکه بایست از ایزولاسیون تا حدودی یا کلاً صرف نظر نمود.

ریپل در خروجی

طبیعتاً مقداری نوسان در خروجی DC منابع تغذیه وجود دارد. به مقدار دامنه پیک تا پیک این نوسانات ریپل می‌گویند. هر خروجی که دارای ریپل باشد، حتماً دارای تعدادی هارمونیک بغیر از فرکانس صفر هرتز است. به همین خاطر اغلب مقدار خروجی را به جای معرفی با مقدار DC آنرا با مقدار rms نشان می‌دهند. هر چه مقدار نسبت ثابت ریپل به مقدار DC کوچکتر باشد بهتر است. این نسبت در صدی ریپل را می‌توان با استفاده از فیلتر پایین گذر متشکل از سلف و خازن و یا افزایش فرکانس ورودی و کلیدزنی با سرعت زیاد تا حد قابل ملاحظه‌ای کاهش داد.

رگولاسیون

ولتاژ خروجی در یک منبع تغذیه متأثر از عواملی می‌باشد که این عوامل عبارتند از: الف) تغییرات در ولتاژ ورودی.

ب) تغییرات در جریان بار.

ج) تغییرات در درجه حرارت محیط.

یک منبع تغذیه‌ی رگوله معمولاً دارای مدارات فیدبک برای جبران این تغییرات و اصلاح آنها و محدود کردن این تغییرات در ناحیه‌ی قابل قبولی می‌باشد. این فیدبک‌ها ممکن است عمل رگولاسیون را به صورت (۱) رگولاسیون خط، (۲) رگولاسیون بار، (۳) رگولاسیون حرارتی، انجام دهد.

منابع

1. Bowes, S.R., Grewal, S.S., Holliday, D.M.J., High Frequency PWM Technique For Two and Three Level Single-Phase Inverters, IEE Proceedings on Electric Power Applications 2000; 147(3) : 181-191.

2. Eric, R., Motto, John F., Donlon, H., Iwamoto, New Power Stage Building Blocks For Small Motor Drives, Power Electronics'99 1999; 343-349.

3. www.freescale.com

4. www.eca.ir

5. www.microchip.com

6. www.datasheet.net