بسم الله الرحمن الرحيم

٢٥٢٣٨

دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده فنی و مهندسی

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی برق- الکترونیک

شبیه سازی منبع تغذیه پالسی قابل کنترل با GTO

ماشاء الله زینلی

استاد راهنما:

دکتر وحید احمدی

استاد مشاور:

دکتر عباس شوایی

آبان ۷۷

2102/2

۲۵۲۲۸

۱۳۷۸ /۳/ ۲۵

دانشگاه تربیت مدرس

تاییدیه هیات داوران

آقای **ماشااله زینلی** پایان‌نامه ۶ واحدی خود را با عنوان **شبیه‌سازی منبع تغذیه پالسی قابل کنترل با GTO** در تاریخ **۷۷/۸/۳۰** ارائه کردند. اعضای هیات داوران نسخه نهائی این پایان‌نامه را از نظر فرم و محتوی تایید و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی **برق** با گرایش **الکترونیک** پیشنهاد می‌کنند. ۱۹ب۸

اعضای هیات داوران	نام و نام خانوادگی	امضاء
۱ـ استاد راهنما :	آقای دکتر وحید احمدی	
۲ـ استاد مشاور :	آقای دکتر شولائی	
۳ـ استادان ممتحن :	آقای دکتر نبوی	
	آقای دکتر فرهنگی	
۴ـ مدیر گروه :	آقای دکتر نبوی	
(یا نمایندهٔ گروه تخصصی)		

پذیرفته به عنوان [illegible] پایان‌نامه کارشناسی ارشد مورد تایید است.

امضای استاد راهنما:

شماره:.....

تاریخ:.....

پیوست:.....

آیین‌نامهٔ چاپ پایان‌نامه (رساله)های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرّس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان‌نامه (رساله)های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرّس مبیّن بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش‌آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

مادّهٔ ۱ در صورت اقدام به چاپ پایان‌نامه (رساله)ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به مرکز نشر دانشگاه اطلاع دهد.

مادّهٔ ۲ در صفحهٔ سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه)، عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد/رسالهٔ دکتری نگارنده در رشتهٔ [illegible] است که در سال ۱۳۷۷ در دانشکدهٔ [illegible] دانشگاه تربیت مدرّس به راهنمایی سرکار خانم/جناب آقای دکتر [illegible] و مشاورهٔ سرکار خانم/جناب آقای دکتر [illegible] از آن دفاع شده است.»

مادّهٔ ۳ به منظور جبران بخشی از هزینه‌های نشریات دانشگاه تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به مرکز نشر دانشگاه اهدا کند دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

مادّهٔ ۴ در صورت عدم رعایت مادّهٔ ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ‌شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرّس، تأدیه کند.

مادّهٔ ۵ دانشجو تعهد و قبول می‌کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می‌دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در مادّهٔ ۴ را از محلّ توقیف کتابهای عرضه‌شدهٔ نگارنده برای فروش، تأمین نماید.

مادّهٔ ۶ اینجانب [illegible] دانشجوی رشته [illegible] مقطع [illegible] تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می‌شوم.

تقدیم به:

پدر و مادر مهربان

و همسر دلسوز

و تنها فرزندم علی

تقدیرنامه

لازم است از آقایان

۱- دکتر وحید احمدی استاد راهنما

۲- دکتر عباس شوشتائی استاد مشاور

۳- دکتر عبدالرضا نبوی ریاست پژوهشکده الکترونیک

و سایر همکاران پژوهشکده الکترونیک و مجتمع سیدالشهداء کاشان که اینجانب را در جهت انجام پروژه یاری نموده‌اند تشکر و قدردانی می‌نمایم.

امید است مورد توجه و عنایت قرار گیرد.

چکیده:

در این پروژه با توجه به اهمیت و جایگاه منابع تغذیه پالسی در تکنولوژی امروز، تاریخچه و سیر تکاملی آن بررسی شده و یکی از منابع تغذیهٔ پالسی که قابل کنترل با GTO می‌باشد و از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده جهت شبیه سازی کامپیوتری موردتوجه قرار گرفته است. برای شبیه سازی لازم است، کلیهٔ عناصر تشکیل دهنده بطور کامل شناخته و مدل هرکدام در نرم‌افزار SPICE بررسی گردد. بعد از تحقیق مدل صریحی برای قطعه GTO وجود نداشته، بنابراین به کمک ساختار فیزیکی و مداری و معادلات ریاضی حاکم بر آن، مدل GTO تحت یک زیربرنامه ارائه و در نتیجه منبع تغذیه پالسی با استفاده از زیربرنامه و سایر قابلیتهای نرم‌افزار SPICE شبیه سازی شده‌است. و نتایج حاصل از مدل وشبیه سازی با نتایج بدست آمده در عمل و مراجع موجود قابل قیاس می‌باشد. امید است مورد استفاده واقع شود.

کلمات کلیدی: منبع تغذیه پالسی، تریستور خاموش شونده با گیت، کلیدزنی

فهرست مطالب

عنوان — صفحه

فصل ۱:

۱ـ مقدمه ۲

۱ـ۱: آشنایی باانواع منابع تغذیه پالسی ۳

۱ـ۲: بلوک دیاگرام منبع تغذیه پالسی ۱۰

۱ـ۳: اصول کار و آرایشهای مداری منابع تغذیه پالسی خازنی ۱۲

فصل ۲:

۲ـ۱: منبع تغذیه پالسی قابل کنترل با GTO ۲۰

۲ـ۲: شناخت تریستور ۲۴

۲ـ۳: شناخت GTO ۲۸

فصل ۳:

۳ـ۱: مدل ادوات PNPN ۴۱

۳ـ۲: محاسبه پارامترهای لازم جهت مدل نمودن GTO ۴۸

۳ـ۳: مدل BTS59 ..... ۴۹

۳ـ۴: شبیه‌سازی منبع تغذیه پالسی ۵۴

فصل۴:

۴ـ۱: نتیجه گیری ۵۹

۴ـ۲: پیشنهادات ۶۰

ضمائم ۶۱

فصل اول:

مقدمه و آشنایی

۱- مقدمه:

گسترش روزافزون سیستم‌هایی نظیر پرتاب کننده‌های الکترومغناطیسی، شتاب دهنده‌های هسته‌ای، تولید کننده‌های میدانهای قوی الکترومغناطیسی، شکل دهنده‌های فلزات، تغذیهٔ لیزرها و ... که نیازمند پالسهای قدرت الکتریکی هستند، باعث توسعهٔ تحقیقات و ساختار منابع تغذیهٔ پالسی شده‌است. این منابع باید قادر باشند توان‌های لحظه‌ای بسیار بالا را در حجم و وزن بسیار کم تأمین نمایند. بحث و بررسی در مورد منابع تغذیهٔ پالسی با توجه نیاز تکنولوژی، به این منابع توسط دانشمندان و محققان از گذشته تا کنون ادامه داشته‌است و به نتایج قابل توجهی رسیده‌اند. که قسمتهایی از این بررسی ها در فصل اول آورده شده‌است. با توجه به نقش اساسی کامپیوتر در حل مسائل پیچیده و بغرنج علمی، در این مقوله نقش کامپیوتر و شبیه سازی کامپیوتری و استفاده از نرم‌افزارهای مناسب نیز از اهمیت شایانی برخورداراست. لذا با در نظر گرفتن صرفه اقتصادی و جلوگیری از اتلاف وقت، بعد از طراحی منبع تغذیه پالسی، توسط نرم افزار مناسب شبیه سازی راانجام داده و در صورت کسب نتایج قابل قبول، اقدام به ساخت منبع تغذیه می‌نماییم.

۱-۱- آشنایی با انواع منابع تغذیه پالسی

منابع تغذیهٔ پالسی اصلی به هفت دسته تقسیم بندی شده اند که عبارتند از:

باطری، بانک خازنی، سلف، تولید کننده پالس، دیسک آلترناتور، ژنراتور هموپلار، چرخ طیارو سایر منابع پالسی که با استفاده از منابع تغذیهٔ اصلی و عناصر دیگر ساخته شده‌اند در قسمت بعدی توضیح داده می‌شوند.

۱-۱-۱: باطری[۱]

باطری به عنوان عنصر ذخیره‌کننده انرژی الکتریکی بکار می‌رود. دارای چگالی انرژی خوب ولی چگالی قدرت پایین و بطور لحظه‌ای نمی‌توان از آن جریان گرفت. و مطالعاتی توسط محققین در رابطه با انواع باطری انجام گرفته‌است. که به عنوان نمونه می‌توان تحقیقات به عمل آمده در رابطه با سه نوع باطری توسط دکتر Ian Mcnab از شرکت وستینگهاوس[1] در جدول شماره(۱ـ۱) نشان می‌دهد.

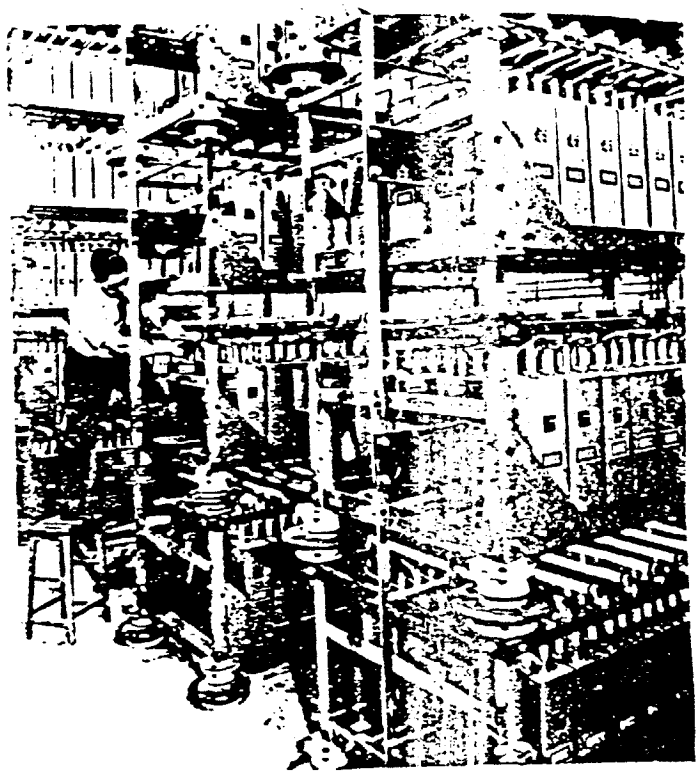
جدول(۱-۱): مشخصات سه نوع باطری[۱]

	Bipolar Lead-Acid	Silver-Iron	Lithium Metal Sulfide
Developer	JPL/ Johnson controls	Westing-house R & D/Cheswick	Westing-house Oceanic
Location	Pasadena/ Minneapolis	Pittsburgh, PA	Chardon, OH
Contract Funding	USAF/ WPAFB	Westing-house Corporate/ Navy	ARDEC
Power Density (20 s) Goal	4.5 kW/kg	6 kW/kg	7.3 kW/kg
Energy Density Goal	80 kJ/kg	80 kJ/kg	280 kJ/kg
Available in Quantity	1991	1993	1994
Recharge Time	80 min.	80 min.	1 min.
Operation	Sealed Unit	Sealed Unit	Heater/ Cooling
Temp-erature	75°C	75°C	460 to 550°C
1 MW Mass	220 kg	167 kg	137 kg

1- Westinghose

۱-۱-۲: بانک خازنی[۱][1]

بانک خازنی یکی دیگر از وسایل ذخیره کننده انرژی است، که به علت تخلیه سریع انرژی و قابل در دسترس بودن و داشتن شار پراکندگی مغناطیسی کم نسبت به دو منبع قبل، دارای قابلیت بهتری است. و پیشرفتهای خوبی در زمینه ساخت بانکهای خازنی با چگالی‌های انرژی مناسب در آزمایشگاهها و شرکت های مختلف انجام گرفته‌است. تا کنون به عنوان معمول ترین منبع تغذیه پالسی مورد استفاده قرار می‌گیرد. استفاده از خازنها به طور سری و موازی و ایجاد ظرفیت مناسب و تحمل ولتاژ مورد نظر، بانک خازنی ساخته می‌شود. شمای یک بانک خازنی معروف به خازنهای ZETA در شکل(۱ـ۱) نمایش داده‌است.



شکل(۱-۱): بانک خازنی معروف به خازنهای ZETA[۳]

1-Capacitor Bank

۱-۱-۳: سلف[۱]

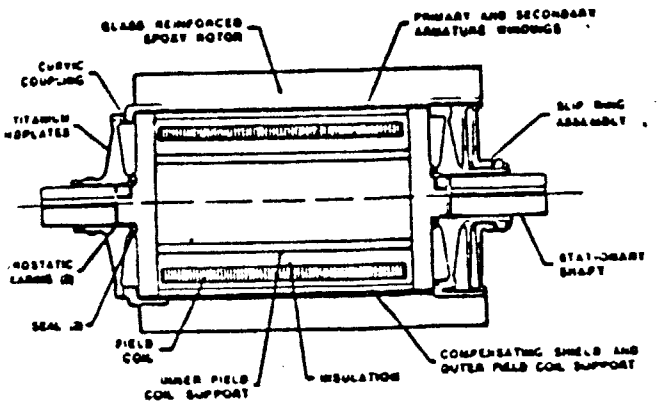
سلف به عنوان ذخیره کننده انرژی به طور وسیع در سیستم‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد. جریان لازم به زمان تناوب نسبتاً طولانی در سلف ایجاد شده و سپس کلید باز سریعاً جریان را به بار منتقل می‌نماید. سلف‌ها نیز جهت کنترل نسبت افزایش جریان در سیستمهایی که با بانک خازنی کار می‌کنند، مورد استفاده قرار می‌گیرد. چگالی انرژی ذخیره شده در سلف بسته به نوع مواد بکار رفته در ساخت آن تعیین می‌شود. به عنوان نمونه می‌توان سلف با چگالی انرژی ۵۰KJ/KG با ثابت زمانی کوتاه (کمتر از ۰/۱ ثانیه) و سلف با چگالی انرژی ۱۰KJ/KG با ثابت زمانی بالا(بیشتر از ۱ ثانیه) را تحت شرایط استفاده از نیتروژن مایع ایجاد نمود.

۱-۱-۴- تولید کننده پالس[۱][1]

طراحی این وسیله بر اساس ایجاد شکل پالس با پهنای مورد نظر است، و تحقیقات آن در مرکز الکترومکانیک دانشگاه تگزاس به عمل آمده است. اساس کار مانند ماشین‌های الکتریکی می‌باشد که برای هدف خاصی طراحی می‌گردند. بدلیل این که این نوع ماشین دارای هسته هوایی می‌باشد و مقدار زیادی انرژی صرف تحریک مغناطیسی می‌گردد لذا خود تحریکی لازم شده و انرژی از روتور آن گرفته می‌شود. این سیستم برای سرعت های بین ۲/۵ km/s تا ۴ km/s و ریل گانهای ۹MJ استفاده می‌گردد. و با این تغذیه سه شلیک متوالی را نیز می توانیم داشته باشیم. از مزایای این تغذیه می‌توان

1-Compulsator

مزایای این تغذیه می‌توان راندمان بالا و ایجاد شکل پالس مطلوب و همچنین صفر شدن جریان در هنگام خروج برتابه و چگالی انرژی ۸KJ/Kg تا ۱۰KJ/Kg را ذکر نمود. شمای داخلی یک تولید کننده پالس در شکل(۱ـ۲) نمایش داده‌است.



شکل(۱-۲): شمای داخلی یک تولید کننده پالس [۱]

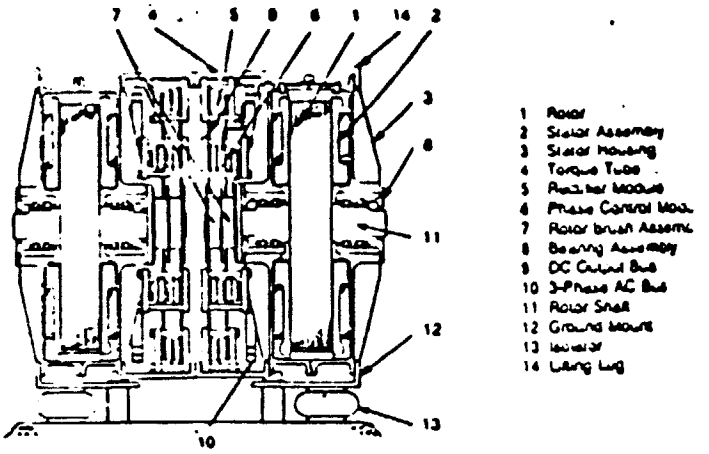
۱-۱-۵: دیسک آلترناتور[۱][1]

در این ماشین به جای روتور استوانه‌ای از صفحهٔ مدور که توانایی سرعت بالا را داشته باشد استفاده می‌گردد. این ماشین متفاوت از آلترناتورهای مرسوم بوده و دارای یک میدان دورانی خود تحریک، سه فاز و هشت قطب بوده و به عنوان تغذیه اصلی کویل گان[2] جهت شلیک پی‌درپی استفاده می‌شود. و از لحاظ پارامترهای مکانیکی مشابه تولید کننده‌های پالس بوده و قابل قیاس

1- Disk Alternator

2- Coil Gun

هستند. شمای داخلی یک دیسک آلترناتور در شکل(۱ـ۳) نمایش داده‌است.



شکل(۱-۳) شمای داخلی یک دیسک آلترناتور [۱]

۱-۱-۶: ژنراتور هموپلار[۱][1]

ژنراتور هموپلار هسته هوایی خود تحریک[2] که در شکل(۱ـ۴) شمای مداری و در شکل(۱ـ۵) شمای داخلی ژنراتور را نشان می‌دهند، در واقع یک منبع تغذیه پالس است که انرژی را به صورت اینرسی نگهداری می‌کند. روتور آن از چرخ طیار ترکیبی که با سرعت خیلی بالا می‌چرخد، تشکیل شده و انرژی ذخیره در چرخ طیار به انرژی سلفی تبدیل می‌شود. یک نمونه ساخته شده آن دارای چگالی انرژی حدود ۶KJ/Kg تا ۸KJ/Kg وزن آن ۱۵۰۰lb و اندازه قطر ۶۸cm و ارتفاع ۴۰cm است.

1- Homoplar Genrator

2- SEAC HPG