



دانشگاه زنجان

دانشکده برق دانشگاه زنجان

پایان نامه کارشناسی

مهندسی برق - گرایش مخابرات

عنوان:

ساخت مدار اینورتر چند سطحی به همراه مدار کنترل لازم

استاد راهنما:

دکتر اصغر طاهری

نگارنده:

ساسان فتحی

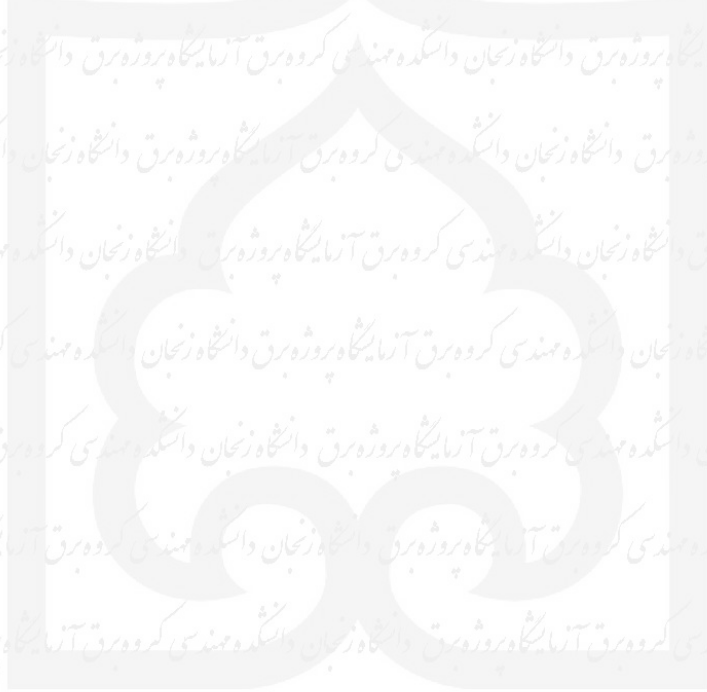
۱۳۹۴

## من لم يشكر المخلوق لم يشكر الخالق

از تمامی اساتید و عزیزانی که مرا در به سرانجام رسانیدن این پروژه یاری نمودند، کمال تشکر و

قدردانی دارم.

## بابان نامه کارشناسی



# فهرست مطالب

پیشگفتار ..... ۱

## فصل اول

۱

### آشنایی با قطعات

۱

۱-۱ تفاوت بین قطعات Dip و SMD

۱

۲-۱ دیود

۲

۳-۱ خازن

۲

۴-۱ مقاومت

۳

۵-۱ مبدل DC-DC

۴

۶-۱ بافر

۴

۷-۱ میکروکنترلر avr

۵

۸-۱ پروسیسر arm

۶

۹-۱ اپتوکوپلر

۷

۱۰-۱ درایور

۸

۱۱-۱ رگولاتور

۸

۱۲-۱ Pcb

۹

۱۳-۱ IGBT

۱۱

۱۴-۱ سیگنال PWM

۱۳

## فصل دوم

۱۴

### شبیه سازی های مقدماتی

۱۴

۱-۲ مبدل های DC به AC

۱۴

۲-۲ مدار نیم پل به همراه شبیه سازی

۱۵

۳-۲ مدار تمام پل

۱۷

۲-۴	کاربرد های اینورتر منبع جریان	۱۸
۲-۵	شبیه سازی یک اینورتر سه فاز	۱۸
۲-۶	شبیه سازی یک اینورتر سه فاز (۶ پالس) برای بار در هدایت ۱۵۰	۱۹
۲-۷	اینورترهای چند سطحی	۲۲
<b>فصل سوم</b>		
۳۳	طراحی و ساخت اینورتر	۳۳
۳-۱	محیط نرم افزار	۳۴
۳-۲	مدار اینورتر چند سطحی	۳۵
۳-۳	توضیح کارکرد مدار	۳۷
<b>فصل چهارم</b>		
۳۹	دیتا شیت ها و پیوست	۳۹
<b>مراجع</b>		
۶۵		۶۵

## پیشگفتار

با توجه به اینکه موضوع این پایان نامه در رابطه با ساخت اینورتر چند سطحی می باشد، سعی بر آن بوده است که توضیحات کاملی در مورد مفاهیم عملی، قطعات و مدار های مورد نیاز ارائه شود تا در آینده، ادامه

این قبیل کارها با آسودگی بیشتری انجام شود.

# پایان نامه کارشناسی



# فصل اول

## آشنایی با قطعات

در این پروژه از قطعات و تجهیزات مختلفی استفاده شده است که به ترتیب به بررسی و شرح آن ها می پردازیم، البته Datasheet کامل این قطعات در فصل پایانی آورده شده است.

### ۱-۱ تفاوت بین قطعات Dip و SMD

قطعات LMD یا همان DIP قطعاتی هستند که وارد برد مدار می شوند و آن طرف برد لحیم می شوند. اما

قطعات SMD قطعاتی هستند که روی برد لحیم می شوند نه پشت آن. در ضمن از لحاظ عملکرد و مقادیرهای

فیزیکی و کارکرد یکسان بوده و فرقی بین DIP و SMD نیست فقط استفاده از قطعات smd باعث کوچکتر

شدن مدار میشود. بعضی مواقع که می خواهید از arm و fpga و حتی avr و pic هایی که تعداد پایه های

بیشتری دارند استفاده کنید، مجبورید از smd استفاده کنید چون فقط smd دارند. یکی از مزایای قطعی

قطعات SMD کاهش ورود نویزهای الکترومغناطیس به داخل مدار می باشد. همانطور که می دانید هر قطعه



## ۱-۲ دیود

در اثر اتصال یک نیمه رسانای نوع n به یک نیمه رسانای نوع p قطعه ای به نام پیوند p-n (دیود) حاصل می

شود، بر اثر این اتصال کمی الکترون از بخش n به بخش p آمده و کمی هم حفره از بخش p به بخش n آمده

و باعث می شود یک میدان الکتریکی درون این قطعه حاصل شود. حال که این قطعه در مدار قرار می گیرد

اگر میدان الکتریکی دو سر این قطعه خلاف جهت میدان الکتریکی درونی باشد، میدان الکتریکی درونی خنثی

شده و جریان الکتریکی در آن جهت برقرار می شود ولی اگر میدان الکتریکی دو سر قطعه هم سو با میدان

درونی باشد، جریان الکتریکی در آن جهت عبور داده نمی شود.

## ۱-۳ خازن

خازن المان الکتریکی است که می تواند انرژی الکتریکی را توسط میدان الکترواستاتیکی (بار الکتریکی) در

خود ذخیره کند. انواع خازن در مدارهای الکتریکی بکار می روند. خازن را با حرف C که ابتدای کلمه

capacitor است نمایش می دهند. ساختمان داخلی خازن از دو قسمت اصلی تشکیل می شود:

الف - صفحات هادی

ب - عایق بین هادیها (دی الکتریک)

هرگاه دو هادی در مقابل هم قرار گرفته و در بین آنها عایقی قرار داده شود، تشکیل خازن می‌دهند. معمولا صفحات هادی خازن از جنس آلومینیوم، روی و نقره با سطح نسبتا زیاد بوده و در بین آنها عایقی (دی الکتریک) از جنس هوا، کاغذ، میکا، پلاستیک، سرامیک، اکسید آلومینیوم و اکسید تانتالیوم استفاده می‌شود. هر چه ضریب دی الکتریک یک ماده عایق بزرگتر باشد آن دی الکتریک دارای خاصیت عایقی بهتر است. به عنوان مثال، ضریب دی الکتریک هوا ۱ و ضریب دی الکتریک اکسید آلومینیوم ۷ می‌باشد. بنابراین خاصیت عایقی اکسید آلومینیوم ۷ برابر خاصیت عایقی هوا است.

## ۱-۴ مقاومت

یک مقاومت ایده‌ال عنصری است با یک مقاومت الکتریکی که صرف نظر از ولتاژ اعمالی به دو سرش یا جریان الکتریکی عبوری از آن، ثابت می‌ماند. اما بدلیل اینکه مقاومت‌های جهان واقعی نمی‌توانند این شرایط ایده‌ال را برآورده سازند، آنها را بگونه‌ای طراحی می‌کنند که در برابر تغییرات دما و دیگر عوامل محیطی، نوسانات کمی در مقاومت الکتریکی شان ایجاد شود. مقاومتها ممکن است که ثابت یا متغیر باشند. مقاومت‌های متغیر پتانسیومتر یا رئوستا نیز خوانده می‌شوند و این اجازه را می‌دهند که مقاومت وسیله توسط تنظیم یک میله یا لغزش یک ابزار کنترلی، تغییر کند.

برخی از مقاومتها بلند و نازک هستند و ماده مقاوم حقیقی در وسط آنها قرار دارد و یک پایه هادی در هر انتهای آن نصب شده است، به این مقاومت بسته محوری گفته می‌شود. مقاومت‌های استفاده شده در کامپیوترها و دیگر وسایل، نوعا خیلی کوچکتراوند و اغلب در بسته‌های با پایه سطحی (فن آوری پایه سطحی) بدون

سیم‌های رابط بکار می‌روند. مقاومت‌های با توان بالاتر را در بسته‌های محکمتری قرار می‌دهند و بگونه‌ای طراحی شده‌اند که گرما را بطور موثری از بین ببرند، اما تمامی آنها دارای همان ساختار قبلی مقاومتها هستند.



مقاومتها به عنوان بخشی از شبکه‌های الکتریکی بکار می‌روند و در علم میکروالکترونیک و ابزارهای نیمه هادی شرکت دارند. اندازه گیری دقیق یک مقاومت بصورت نسبت ولتاژ به جریان است و واحد آن در دستگاه SI، اهم است.

یک عنصر دارای مقاومت ۱ اهم است اگر یک ولتاژ ۱ ولتی دو سر عنصر منجر به یک جریان ۱ آمپر شود که معادل جریان یک کولمب بار الکتریکی در ثانیه در جهت مخالف است.

یک جسم فیزیکی نوعی مقاومت است. اکثر فلزات، مواد هادی هستند و در برابر جریان الکتریسته مقاومت کمی دارند. بدن انسان، یک تکه پلاستیک، یا حتی یک خلا دارای مقاومت‌هایی هستند که قابل اندازه گیری است. موادی که دارای مقاومت‌های بسیار بالایی هستند عایق نامیده می‌شوند.

## ۱-۵ مبدل DC-DC

برای درک بهتر این نوع مبدل ها می توان آنها را معادل ترانسفورماتور در در ولتاژ متناوب دانست، همانگونه که ترانسفورماتورها ولتاژ متناوب را از سطحی به سطح دیگر تبدیل می کنند، مبدل های DC-DC هم انجام این وظیفه را در ولتاژ های مستقیم بر عهده دارند، این نوع از مبدل ها خود به دو دسته ی ایزوله و غیر ایزوله تقسیم می شود. در این پروژه از مبدلی با نام **minMax MAU ۲۰۹** استفاده شده که مشخصات فنی آن در فصل پایانی گنجانده شده است.

## ۱-۶ بافر

بسیاری از المانهای الکترونیکی و به خصوص IC های دیجیتال، قابلیت جریان دهی محدودی دارند و قطعاتی مانند موتور، لامپ، رله و ... که مصرف جریان زیادی دارند را نمی توان مستقیم به آن ها متصل نمود.

علاوه بر این در بعضی مدارات ممکن است خروجی یک IC به ورودی چند IC دیگر داده شود. برای هر IC پارامتری به نام Fan-Out تعریف می شود که مشخص می کند خروجی IC به ورودی چند IC می تواند داده

بافر استفاده نمود. به عبارت دیگر Fan-out بافر ها بسیار زیاد است.

بافرهای ۲ وظیفه‌ی مهم را انجام می‌دهند:

۱- منطقی کردن ولتاژ ورودی: اگر ولتاژ ورودی بین ۲٫۵-۰ ولت باشد، بر روی خروجی مربوطه ولتاژ ۰

قرار گرفته و اگر بین ۵-۲٫۵ ولت باشد، ۵ ولت روی آن قرار می‌گیرد. در حقیقت بر روی پایه‌های

خروجی همواره ولتاژ ۰ یا ۵ ولت (وابسته به ولتاژ ورودی) قرار می‌گیرد.

۲- تقویت جریان ورودی‌ها بر روی خروجی‌ها

## ۱-۷ میکروکنترلر avr

AVR در ابتدا یک خانواده از میکروکنترلرهای ۸ بیتی بود که در سال ۱۹۹۶ برپایه معماری تغییر یافته

هاروارد طراحی و ساخته شد و توسط شرکت Atmel روانه بازارهای جهانی شد. این میکروکنترلر یکی از

پرفروش‌ترین میکروکنترلرها در کل جهان به شمار می‌آید و تاکنون در پروژه‌های کثیر علمی، تحقیقاتی و

تجاری گوناگونی به کار گرفته شده است.

AVR سری‌های مختلفی را شامل می‌شود و فرآیند توسعه این خانواده از میکروکنترلرها همچنان ادامه دارد.

از شناخته شده ترین سری‌های AVR می‌توان به سری Atmega, AtXmega, Attiny اشاره نمود. در

حال حاضر AVR در سری‌های مختلف و متنوعی با توان‌های پردازشی گوناگون، ظرفیت‌های حافظه‌ای

مختلف و سرعت پردازش متفاوت در بازارهای جهانی موجود است. اما چیزی که در حال حاضر در کشورهای

به صورت عمومی و گسترده استفاده می‌شود، سری Atmega از خانواده AVR است که به علت قیمت

مناسب و توان پردازش بالا مورد استقبال قرار گرفته است.

دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه‌ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پروژه گروه برق مراجعه فرمایید.

# فصل چهارم

## دیتا شیت ها و پیوست

در این فصل DataSheet قطعات استفاده شده در پروژه قرار گرفته شده است.

## مراجع

[۱] F. Blaabjerg, R. Teodorescu, Z Chen, and M. Liserre, "Power Converters and Control of Renewable Energy Systems", in Proceeding of International Conference on Power Electronics (ICPE'۰۴), ۲۰۰۴.

[۲] Lai Jih-Sheng and Peng Fang Zheng, "Multilevel Converters-A new Breed of Power Converters", IEEE Transactions on Industry Applications, vol. ۳۲, no. ۳, pp. ۵۰۹-۵۱۷, ۱۹۹۶.

[۳] R. Teodorescu, F. Blaabjerg, J.K. Pedersen, E. Cengelci, S.U. Sulistijo, B.O. Woo, and P. Enjeti, "Multilevel Converter - A Survey", in Proceeding of European Conference on Power Electronics and Application (EPE'۹۹), Lausanne, Switzerland, ۱۹۹۹.

[۴] J. Rodriguez, Lai Jih-Sheng, and Peng Fang Zheng, "Multilevel Inverters: A Survey of Topologies, Controls, and Applications", IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. ۴۹, no. ۴, pp. ۷۲۴-۷۳۸, ۲۰۰۲.

[۵] A Nabae, I Takahashi, and H Akagi, "A New Neutral-Point Clamped PWM Inverter", IEEE Transactions on Industry Applications, vol. ۱۷, pp. ۵۱۸-۵۲۳, ۱۹۸۱.

۶. الکترونیک صنعتی بیم بهارا، ترجمه سید محمد رضا موسوی تقی آبادی - احسان فنودی