شرکت دانش بنیان

تجهیزات ابزار آزما

نوآوری و فناوری برای توسعه

دستورکار جامع الکترونیک صنعتی

دستور کار ویژه دانشجو

تجهیزات آزمایشگ
Laboratory Equipment

نوآوری و فناوری برای توسعه

خراسان رضوی، مشهد، بزرگراه آسیایی، جاده شهرک صنعتی طوس، شهرک فناوری های نوین غذایی، ساختمان پژوهش، طبقه اول، شرکت تجهیزات ابزار آزما

www.abzarazma.ir

info@abzarazma.com

www.aparat.ir/abzarazma

+98 51 35420099 (3line)

ازمایشگاه های الکترونیک قدرت و ماشین الکتریکی
Power Electronics and Electrical Machines Labs

ازمایشگاه ماشین های الکتریکی
- آموزنده ترانسفورماتور (MC-101)
- آموزنده ماشین های القایی(آسنکرون) (MC-100)
- آموزنده ماشین های سنکرون (MC-103)
- آموزنده ماشین های الکتریکی DC (MC-102)
- آموزنده ماشین های الکتریکی پیشرفته (MC-105)
- آموزنده درایو ماشین های القایی(آسنکرون) (MC-104)
- آموزنده ماشین های مخصوص (MC-107)
- آموزنده ماشین های الکتریکی AC (MC-106)
- آموزنده مدار گسترده DC (MC-111)
- آموزنده ماشین الکتریکی با قابلیت پایش و کنترل نرم افزاری (MC-110)
- ماژول مانیتورینگ و کنترل ماشین های الکتریکی (MC-61)
- آموزنده مدار گسترده AC (MC-112)

ازمایشگاه الکترونیک صنعتی
- آموزنده الکترونیک صنعتی پیشرفته (IE-102)
- آموزنده الکترونیک صنعتی تکمیلی (IE-101)
- آموزنده الکترونیک صنعتی یکسو سازها و برشگرها (IE-104)
- آموزنده الکترونیک صنعتی کنترل پیشرفته موتور (IE-103)
- آموزنده الکترونیک صنعتی اینورتر و کنترل V/F (IE-106)
- آموزنده الکترونیک صنعتی مبدل های DC به DC (IE-105)
- آموزنده الکترونیک صنعتی با قابلیت پایش و کنترل نرم افزاری (IE-110)
- آموزنده الکترونیک صنعتی سیکلو کانورتر (IE-107)
- ماژول مانیتورینگ و کنترل مبدل های توان (IE-67)

ازمایشگاه الکترونیک قدرت
- آموزنده الکترونیک قدرت (IE-108)

ازمایشگاه های سیستم های قدرت و انرژی های نو
Power Systems and Renewable Energies Lab

ازمایشگاه بررسی سیستم های قدرت
- شبیه ساز بررسی سیستم های قدرت پایه (PSA-101)
- شبیه ساز بررسی سیستم های قدرت ۱ (PSA-100)
- شبیه ساز بررسی سیستم های قدرت پیشرفته (PSA-103)
- شبیه ساز بررسی سیستم های قدرت تکمیلی (PSA-102)
- شبیه ساز تحلیل سیستم های انرژی (PSA-105)
- شبیه ساز جامع بررسی سیستم های قدرت (PSA-104)
- آموزنده رله و حفاظت و سیستم قدرت (RP-104)
- آموزنده رله و حفاظت و شبیه ساز پست برق (RP-103)
- ماژول مانیتورینگ و کنترل سیستم های قدرت (RE-61)
- آموزنده رله و حفاظت و پست برق و سیستم های قدرت (RP-105)

ازمایشگاه حفاظت و رله
- آموزنده رله و حفاظت پایه (RP-100)
- آموزنده رله و حفاظت تکمیلی (RP-101)
- آموزنده رله و حفاظت پیشرفته (RP-102)
- آموزنده رله و حفاظت و شبیه ساز پست برق (RP-103)
- آموزنده رله و حفاظت و سیستم قدرت (RP-104)
- آموزنده رله و حفاظت و پست برق و سیستم قدرت (RP-105)
- آموزنده رله و حفاظت پست برق رله اضافه جریان (RP-106)
- آموزنده رله و حفاظت پست برق رله دیفرانسیل (RP-107)
- آموزنده رله و حفاظت پست برق رله دیستانس (RP-108)
- ماژول مانیتورینگ و کنترل سیستم های قدرت (RE-61)

ازمایشگاه انرژی های نو
- شبیه ساز تولید برق بادی پیشرفته (RE-102)
- شبیه ساز تولید برق بادی (RE-101)
- آموزنده تولید برق خورشیدی(فتوولتاییک) (RE-100)
- آموزنده تولید برق هایبرید (بادی-خورشیدی-پیل سوختی) (RE-105)
- آموزنده تولید برق پیل سوختی (RE-104)
- شبیه ساز تولید برق بادی و خورشیدی (RE-103)
- ماژول مانیتورینگ و کنترل سیستم های قدرت (RE-61)

ازمایشگاه ریز موج و انتن
- آموزنده ریز موج و انتن (TC-104)

ازمایشگاه پردازش سیگنال های دیجیتال
- آموزنده پردازش سیگنال های دیجیتال DSP (DL-107)

ازمایشگاه سیستم های دیجیتال
- آموزنده میکرو کنترلر ARM (DL-104)
- آموزنده میکرو کنترلر PIC (DL-105)
- آموزنده سیستم های دیجیتال۲ (DL-106)
- آموزنده مدار منطقی (DL-101)
- آموزنده سیستم های دیجیتال۱ (DL-102)
- آموزنده میکرو کنترلر AVR (DL-103)

ازمایشگاه مدارهای الکتریکی و اندازه گیری
- میز آزمایشگاه مدارهای الکتریکی و اندازه گیری (CI-103)
- میز آزمایشگاه مدارهای الکتریکی و اندازه گیری (CI-101)

ازمایشگاه الکترونیک
- میز آزمایشگاه الکترونیک (CI-102)
- آموزنده جامع مدارهای الکترونیکی (AE-106)
- آموزنده مدارهای الکترونیکی۱ (AE-102)

ازمایشگاه الکترونیک انالوگ
- آموزنده مدارهای الکترونیکی (AE-105)
- آموزنده مدارهای الکترونیکی۳ (AE-104)
- آموزنده مدارهای الکترونیکی۲ (AE-103)

کارگاه الکترونیک
- کارگاه تجهیزات SMD (BE-106)
- کارگاه مدار چاپی (BE-104)

ازمایشگاه مدارهای پالس و دیجیتال
- آموزنده مدارهای تکنیک پالس (AE-101)
- آموزنده مدارهای مجتمع (AE-100)

ازمایشگاه های الکترونیک و مخابرات
Electronics and Telecommunications Labs

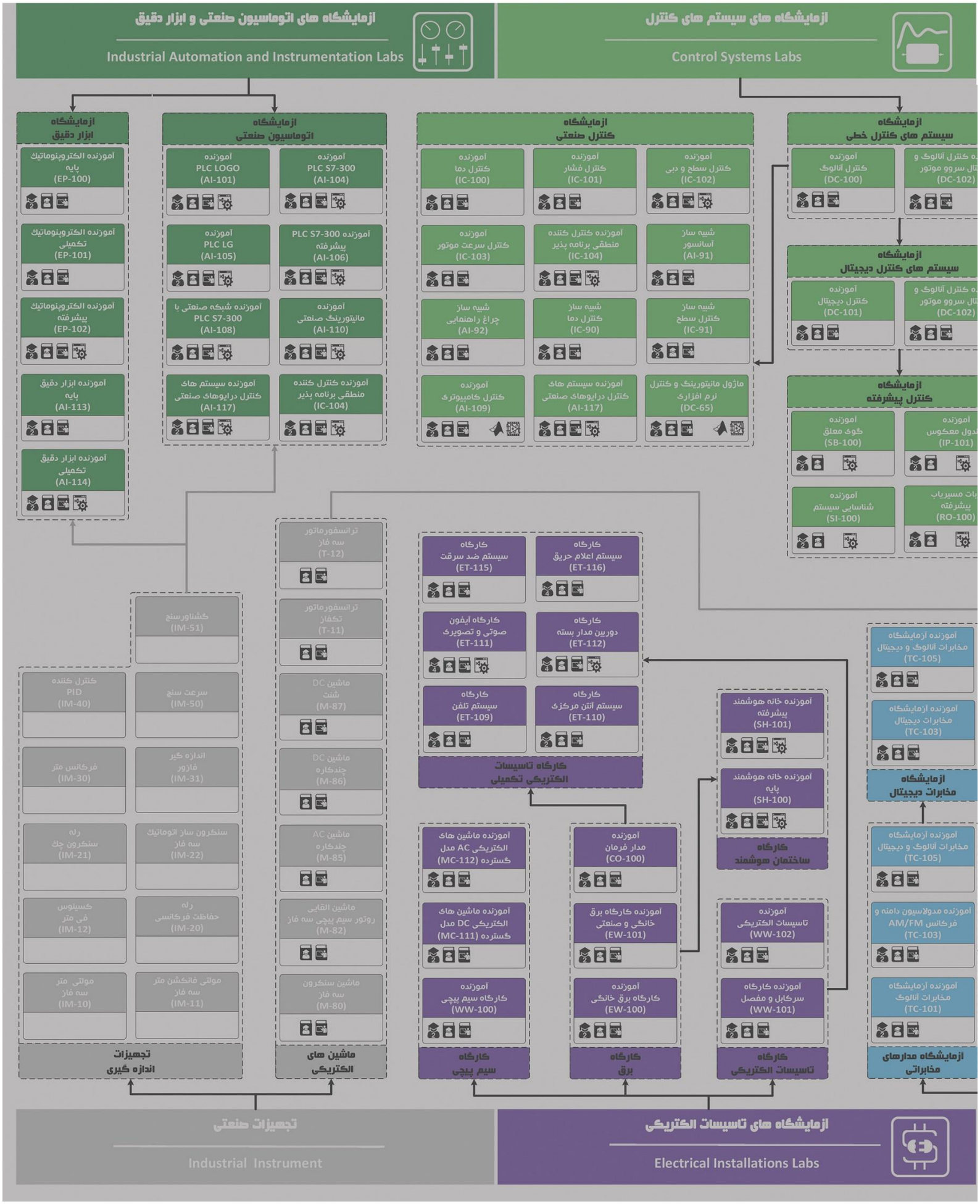
راهنما
- تعداد کاربر
- دستورکار مدرس
- اتصال به نرم افزار Matlab/Simulink
- دستورکار دانشجو
- اتصال به نرم افزار
- اتصال به نرم افزار Labview

شرکت دانش بنیان

تجهیزات ابزار آزما

...اهی مهندسی برق

Electrical Engineering L...



دستور کار آزمایشگاه الکترونیک صنعتی

اهداف:

هدف از این دستور کار معرفی تجهیزات آزمایشگاههای الکترونیک صنعتی و همچنین ارائه دستورکار لازم برای انجام آزمایشات می‌باشد.

پیشگفتار:

پیشنهاد می شود شروع آزمایشگاه با یک یا چند بازدید از مرکز کاربردی مرتبط با مطالب درس شروع شود. کارخانه‌جات صنعتی دارای مدارات الکترونیک قدرت و غیره می‌توانند گزینه مناسبی برای بازدید دانشجویان به شمار روند.

در این دستور کار مطالب اساسی درس الکترونیک صنعتی در قالب ۱۶ آزمایش ارائه گردیده است. مشخصات آموزنده‌ها در پیوست شماره یک تشریح داده شده است.

مطالب بیان شده در دستور کار هر آزمایش شامل مقدمه، شرح آزمایش و تحلیل و جداول مربوطه و در پایان سؤالات مربوط به آزمایش می‌باشد. این دستور کار طوری طرح شده است تا دانشجو حین انجام مراحل مختلف آزمایش بخش‌های مختلف آن را تکمیل نماید و با تحلیل نتایج حاصل به درک عمیق‌تری از مفاهیم الکترونیک صنعتی دست یابد. طبیعتاً به دلیل زمان محدود آزمایشگاه، انجام برخی محاسبات در آزمایشگاه توسط دانشجو امکان پذیر نبوده و این مهم به بخش سؤالات انتهای هر بخش منتقل شده است.

هر دانشجو قبل از حضور در کلاس می‌بایست یک پیش گزارش راجع به مباحث جلسه جاری و گزارش تکمیل شده جلسه قبل را تحویل نماید. انجام بحث و تبادل نظر دانشجویان و مدرس کلاس راجع به نتایج حاصل از آزمایش‌هاتأثیر قابل ملاحظه ای در درک کنترل فرآیندها دارد. مسلماً گزارش حاصل همراه با نقص و کاستی‌هایی است که با پیشنهادات شما مدرسین و دانشجویان عزیز در نسخه های بعدی برطرف خواهد شد.

نکات مهم:

هشـــــدار۱ (اقـــدامـــات احتیاطی)

در هنگام انجام سیم بندی و یا قبل از هرگونه تغییری در مدار، دقت کنید که برق دستگاه قطع باشد.

ه شدار۲ (خطر آ سیب به دستگاه و شوک الکتریکی)

برای تعمیر تجهیزات از افراد واجد شـــرایط و با هماهنگی شـــرکت سازنده استفاده نمایید.

ه شدار۳ (خطر آ سیب به دستگاه و شوک الکتریکی)

هیچ‌گونه اصـــلاح و یا تغییری در وضـــعیت فعلی تجهیزات مجاز نیست.

هشدار۴ (خطر آسیب به تجهیزات)

به محدوده مجاز ورودی و خروجی‌های تجهیزات توجه شـــود و از اعمال ورودی خارج از محدوده مجاز به تجهیز خودداری شود.

هشدار۵ (شوک الکتریکی)

به منظور حفظ جان کاربران، آموزنده‌ها به سیم ارت مجهز می باشد لذا از صحت اتصال سیم ارت ساختمان محل آزمایشگاه، مطمئن باشید

هشدار۶ (اقدامات احتیاطی)

اتصالات را به طور کامل بررسی کنید تا سیم‌ها اتصال کوتاه و یا رها شده نباشند.

هر اتصالی که ممکن است دو سطح ولتاژ مختلف را به هم اتصال کوتاه کند؛ بررسی گردد.

پیش از وصل کردن برق دستگاه، سیم‌بندی با حضور مدرس بررسی گردد.

هشدار۷ (اقدامات احتیاطی)

در هنگام کار با اسیلوسکوپ متوجه باشید که زمین همه پروب‌ها به هم متصل هستند.

هنگامی که چند اندازه گیری مختلف انجام می دهید از ایزوله بودن پروب ها اطمینان حاصل نمائید.

دقت کنید که مد اندازه گیری مولتی متر را به در ستی انتخاب کرده باشید. هرگز از مد جریان برای سایر اندازه گیری ها استفاده نکنید

هشدار۸ (اقدامات احتیاطی)

در زمان¬های کار کردن با مدار تنها از منابع تغذیه ایزوله اســـتفاده کنید.

ادامه نکات مهم:

هشدار۹ (خطرات مربوط به مدارات الکترونیک قدرت)

- ولتاژ بالای شوک‌های الکتریکی که ممکن است سلامتی انسان را به خطر بیندازد.
- انفجار عناصر (مثل خازن الکترولیتی) و جرقه زدن مدار
- خطر آتش سوزی ناشی از موارد فوق

هشدار۱۰ (اقدامات احتیاطی)

در هنگام وصـــل کردن کلید مدار، ولتاژ یا توان کمی به مدار جهت تســـت آن اعمال کنید. بعد از مرحله اول به تدریج ولتاژ یا توان را افزایش دهید. در صورت داغی بیش از حد یا هر نوع شوک روند را متوقف کنید.

هشدار۱۰ (اقدامات احتیاطی)

در هنگام خاموش کردن مدار؛ ابتدا ولتاژ یا توان تغذیه به طور آهســـته کاهش یابد و ســـپس همه منابع تغذیه خاموش شـــود و اتصالات آنها قطع گردد.

دقت شـــوید بار به خروجی مدار متصـــل باقی بماند تا به طور کامل انرژی¬های ذخیره در سلف و خازن‌ها تخلیه شود.

هشدار۱۰ (اقدامات احتیاطی)

در هنگام ایجاد تغییرات در مدار، ابتدا مدار مطابق موارد قســـمت قبل خاموش شود. سپس تغییرات در اجزای مورد نظر ایجاد شود و دوباره مدار را بر ا ساس موارد احتیاطی ذکر شده به تغذیه مت صل نمائید.

کلیه حقوق این اثر متعلق به شرکت دانش بنیان تجهیزات ابزار آزما خاورمیانه می‌با شد. هرگونه کپی برداری از این اثر، غیرقانونی بوده و پیگرد قانونی دارد.

فهرست مطالب

نکات مهم: ۵

ادامه نکات مهم: ۶

فهرست مطالب ۷

۱ بررسی رفتار IGBT، MOSFET و اپتوکوپلر ۱۰

2 اینورتر تکفاز و آشنایی با روش مدولاسیون SPWM تک فاز ۱۵

۳ اینورتر تک فاز و فیلترهای ورودی و خروجی اینورتر ۲۰

۴ کنترل دور موتورهای القایی به روش V/F ۲۴

پیوست شماره یک ۲۵

جـــــدول راهنما

شماره و عنوان آزمایش	IE-100	IE-101	IE-102	IE-103	IE-104	IE-105	IE-106	IE-107	IE-108	IE-109	IE-110
۱- اندازه‌گیری پارامترهای دیود قدرت، تریستور و ترایاک	❊	❊	❊		❊			❊		❊	❊
۲- مبدل‌های AC به DC تکفاز دیودی	❊	❊	❊		❊					❊	❊
۳- دیمر و کنترل ولتاژ AC تکفاز با ترایاک	❊	❊	❊					❊			
۴- مبدل‌های AC به DC تک فاز تریستوری	❊	❊	❊		❊			❊		❊	❊
۵- مبدل‌های AC به DC سه فاز دیودی	❊	❊	❊		❊					❊	❊
۶- مبدل‌های AC به DC سه فاز تمام کنترل‌شونده	❊	❊	❊		❊			❊		❊	❊
۷- مبدل‌های AC/AC تکفاز	❊	❊	❊		❊			❊		❊	❊
۸- مبدل‌های AC به AC سه فاز	قابل توسعه	قابل توسعه	قابل توسعه		قابل توسعه			قابل توسعه		قابل توسعه	قابل توسعه
۹- بررسی رفتار IGBT، MOSFET و اپتوکوپلر		❊	❊	❊		❊	❊			❊	❊
۱۰- اینورتر تکفاز و آشنایی با روش مدولاسیون SPWM تکفاز		❊	❊				❊				❊
۱۱- اینورتر تکفاز و فیلترهای ورودی و خروجی اینورتر		❊	❊				❊				❊
۱۲- کنترل دور موتورهای القایی به روش V/F		❊	❊	❊			❊			❊	❊
۱۳- کنترل حلقه بسته سرعت موتور القایی				❊							
۱۴- مبدل های dc-dc غیر ایزوله با دو عنصر ذخیره انرژی			❊			❊				❊	❊
۱۵- مبدل سیکلوکانورتر								❊			قابل توسعه
۱۶- معرفی واحد مانیتورینگ و کنترل مبدلهای توان											❊

۱ بررسی رفتار IGBT، MOSFET و اپتوکوپلر

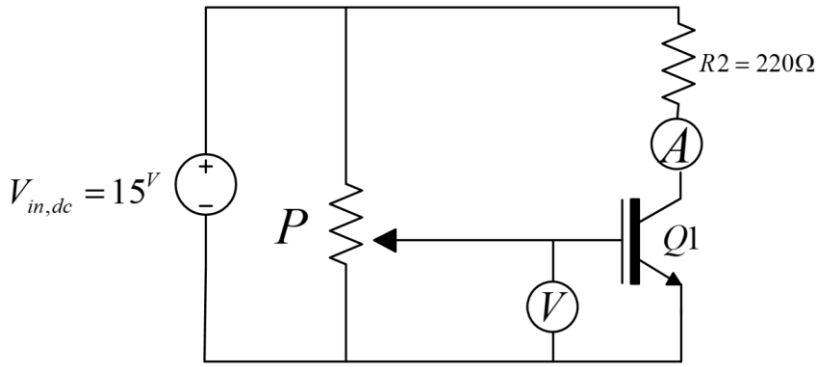
۱-۱ مقدمه

در تمام آزمایش‌های قبل تاکید بر مدارات الکترونیک صنعتی مبتنی بر تریستور بود. الکترونیک صنعتی مدرن با رشد کلیدهای نیمه هادی جدید از جمله ترانزیستور قدرت و MOSFET قدرت متحول شده است و امروزه در بسیاری از کاربردها این کلیدهای نیمه هادی جایگزین تریستور شده اند. منابع تغذیه سوئیچینگ و اینورترها دو دسته بزرگ از کاربرد کلیدهای نیمه هادی جدید می باشند. سرعت کلیدزنی به مراتب بالاتر این کلیدهای جدید مزیت عمده آنها می باشد. این کلیدهای نیمه هادی در مقایسه با تریستور تمام کنترل شونده می باشند. در این آزمایش با منحنی مشخصه و ویژگی های این کلیدهای نیمه هادی آشنا می‌شوید. اپتوکوپلر نیز به عنوان المانی پر کاربرد در طبقه درایو این کلیدها بررسی شده است.

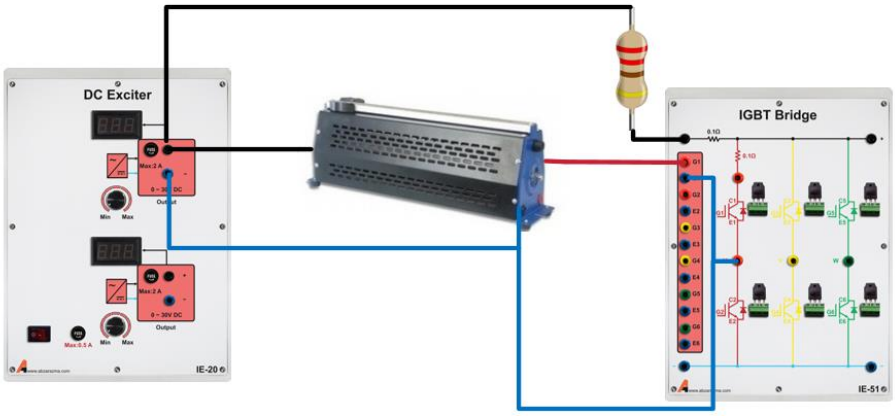
۱-۲ آزمایش و تحلیل

۱-۲-۱ اندازه‌گیری پارامترهای IGBT

به منظور اندازه‌گیری پارامترهای IGBT مدار شکل ۱-۱ ارائه شده است. برای پیاده‌سازی این مدار مطابق مدل پیشنهادی در شکل ۱-۲ عمل نمایید. پس از پیاده‌سازی به موارد زیر پاسخ دهید.



شکل ۱-۱ مدار پیشنهادی جهت اندازه گیری پارامترهای IGBT



شکل ۱-۲ مدل پیشنهادی جهت پیاده‌سازی مدار مناسب برای اندازه‌گیری پارامترهای IGBT

۱- . ابتدا به برگه مشخصات IGBT موزد استفاده مراجعه نمایید و مقدار حداکثر منبع ولتاژ $V_{in,dc}$ را تعیین کنید؟

۲- با فرض اینکه ولتاژ منبع ورودی ۱۵ ولت باشد، مقدار حداقل مقاومت $R2$ را تعیین نمایید؟

۳- با تغییر رئوستا و یا پتانسیومتر P ولتاژ گیت-امیتر را از صفر تا ۱۵ ولت تغییر دهید. در این شرایط بندهای زیر را انجام دهید.

- مقادیر ولتاژ گیت-امیتر و کلکتور-امیتر را اندازه بگیرید.
- به ازای چه مقداری از ولتاژ گیت، IGBT کاملاً خاموش است؟
- به ازای چه مقداری از ولتاژ گیت، IGBT کاملاً روشن است؟

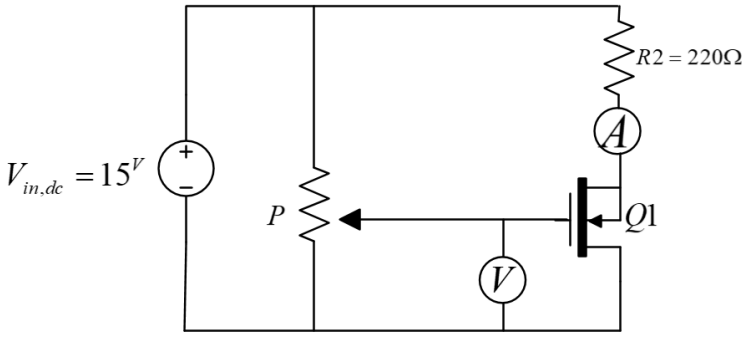
۴- حداکثر ولتاژ دو سر بار را اندازه گیری کرده و با ولتاژ ورودی مقایسه کنید؟علت اختلاف را توضیح دهید؟

۵- مقادیر به‌دست آمده از آزمایش را با اطلاعات برگه مشخصات IGBT مقایسه کرده و علت اختلاف را شرح دهید .

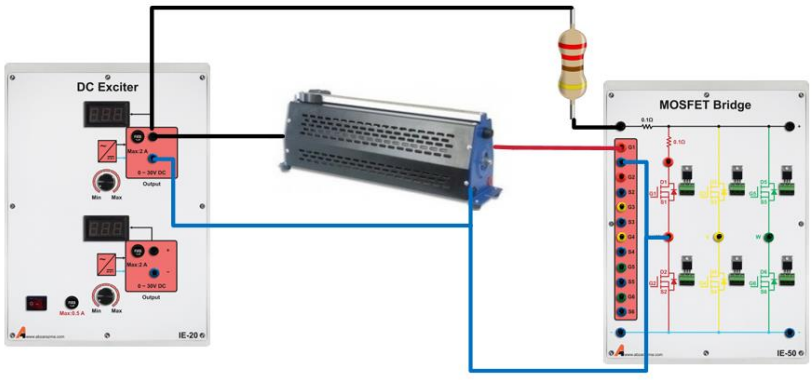
۶- افت ولتاژ مستقیم و مقاومت کلکتور – امیتر را در زمان روشن بودن IGBT تعیین کنید؟

۲-۲-۱اندازه‌گیری پارامترهای MOSFET قدرت

برای اندازه‌گیری پارامترهای MOSFET مداری مشابه حالت قبل در نظر گرفته شده است. این مدار در شکل ۳-۱ نشان داده شده است. برای پیاده‌سازی مدار این آزمایش از ماژول‌های MOSFET Bridge و DC Exciter استفاده می‌شود. سوالات این آزمایش نیز مشابه آنچه برای *IGBT* بیان گردید می‌باشد. لذا پس از پیاده‌سازی مدار آزمایش به سوالات زیر پاسخ دهید.



شکل ۳-۱ مدار پیشنهادی جهت اندازه گیری پارامترهای MOSFET



شکل ۴-۱ مدل پیشنهادی جهت پیاده‌سازی مدار مناسب برای اندازه‌گیری پارامترهای MOSFET

۱- . ابتدا به برگه مشخصات MOSFET موزد استفاده مراجعه نمایید و مقدار حداکثر منبع ولتاژ $V_{in,dc}$ را تعیین کنید؟

۲- با فرض اینکه ولتاژ منبع ورودی ۱۵ ولت باشد، مقدار حداقل مقاومت $R2$ را تعیین نمایید؟

۳- با تغییر رئوستا و یا پتانسیومتر P ولتاژ گیت-امیتر را از صفر تا ۱۵ ولت تغییر دهید. در این شرایط بندهای زیر را انجام دهید.

- به ازای چه مقداری از ولتاژ گیت- سورس، MOSFET کاملاً خاموش است؟
- به ازای چه مقداری از ولتاژ گیت- سورس، MOSFET کاملاً روشن است؟

۴- وقتی MOSFET کاملاً روشن است، مقاومت بین درین و سورس چه مقداری است؟ محاسبات مربوطه را ذکر کنید .

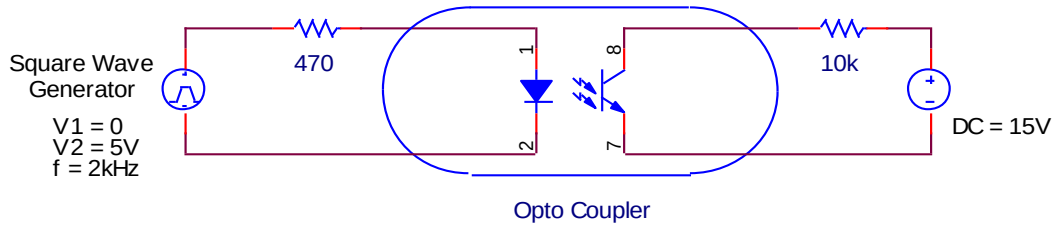
۵- مقادیر به دست آمده از آزمایش را با اطلاعات برگه مشخصات Power MOSFET مقایسه کرده، و علت اختلاف را شرح دهید .

۶- از نقطه نظر فرکانس عملکردی، زمان خیز و زمان تاخیر؛ ماسفت مورد استفاده را با IGBT مورد آزمایش در حالت قبل مقایسه کنید

۳-۲-۱مشاهده رفتار اپتوکوپلر

با هدف بررسی رفتار ایزولاتور نوری و یا Optocoupler مدار پیشنهادی در شکل ۵-۱ ارائه گردیده است. از سیگنال ژنراتور جهت تولید پالس مربعی با دامنه ۵ ولت و فرکانس ۲ کیلوهرتز استفاده کنید.

برای پیاده سازی مدار زیر، از بردبوردهای آزمایشگاهی استفاده کنید. از ترا شه PS2501-1 و یا 6N137 می‌توانید به عنوان اپتوکوپلر در مدار زیر استفاده کنید. نکته لازم به ذکر این است که تراشه‌های نام‌برده جزء ایزولاتورهای نوری سریع و با فرکانس عملکردی بالا هستند.



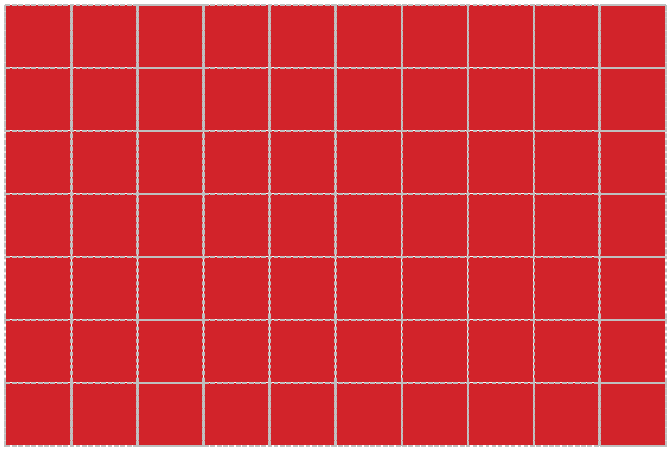
شکل ۵-۱ مدار پیشنهادی جهت بررسی رفتار اپتوکوپلر

پس از پیاده‌سازی مدار آزمایش، به برگه راهنمای این تراشه مراجعه کنید و به کمک آن به موارد زیر پاسخ دهید.

۱- از روی برگه مشخصات اپتوکوپلر، مقادیر t_r, t_f را به‌دست آورید .

۲- افت ولتاژ روی دیود فرستنده در حالت روشن چه‌قدر است ؟

۳- در صورت ایزوله بودن زمین اسیلوسکوپ ولتاژ ورودی را با کانال ۱ و ولتاژ خروجی را با کانال ۲ به صورت هم‌زمان مشاهده کنید در غیر اینصورت موارد ذکر شده را به طور جداگانه مشاهده و در شکل ۶-۱ رسم نمایید.



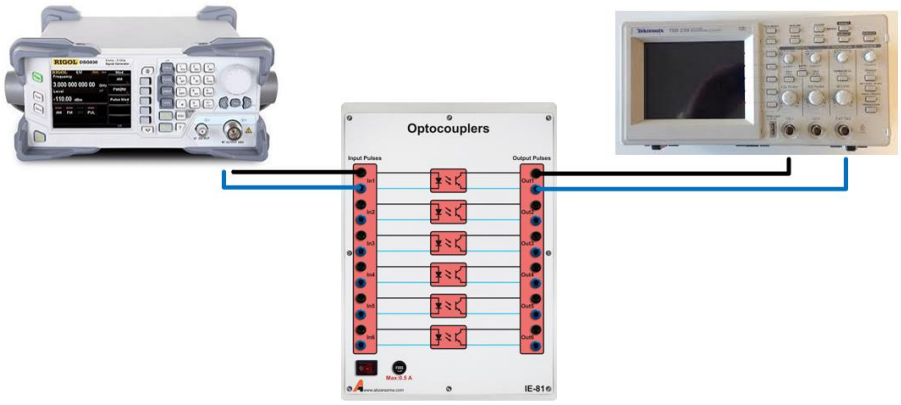
شکل ۶-۱ شکل موج پالس ورودی و خروجی اپتوکوپلر

۴- شکل موج های رسم شده در بند "ب" را تحلیل و نحوه‌ی رفتار اپتو کوپلر را توضیح دهید؟

۴-۲-۱بررسی رفتار اپتوکوپلر و درایور گیت

با توجه به اینکه اپتوکوپلر تنها برای ایزولاســیون بین مدارات فرمان و قدرت کاربرد دارد؛ لذا نیاز به وجود یک طبقه درایور جهت تقویت جریان گیت و بهبود حالت گذرای روشــن و خاموش شــدن کلیدهای نیمهادی نیز وجود دارد. با پیشــرفت‌های صــورت گرفته در زمینه ســاخت تراشــه‌های الکترونیکی، امروزه تراشــه‌هایی وجود دارد که به طور همزمان ایزولاســیون و تقویت جریان را انجام می‌دهد. تراشــه TLP250 یکی از این موارد ا ست. از این ترا شه در ساخت ماژول Optocouplers آموزنده الکترونیک صنعتی ا ستفاده شده ا ست. این ماژول دارای ۶ مدار ایزولاتور نوری و درایو گیت مستقل است

این‌بار پالس ۵ ولت با فرکانس ۲ کیلوهرتز را به یکی از ورودی‌های آن متصل نموده و پالس خروجی را که به کمک اسیلوسکوپ مشاهده کنید. در آزمایش‌های بعدی از این ماژول جهت ایزولاسیون بین مدار فرمان و مدار قدرت استفاده می‌شود و وجود طبقه درایور به بهبود پالس‌های گیت کمک می‌کند. پیاده‌سازی این مدار بسیار ساده و مطابق شکل ۷-۱ است.



شکل ۷-۱ مدل پیشنهادی جهت بررسی رفتار اپتوکوپلر با وجود درایور گیت

در صورت ایزوله بودن زمین اسیلوسکوپ ولتاژ ورودی را با کانال ۱ و ولتاژ خروجی را با کانال ۲ به صورت هم‌زمان مشاهده کنید در غیر اینصورت موارد ذکر شده را به طور جداگانه مشاهده و در شکل ۸-۱ رسم نمایید.

شکل ۸-۱ شکل موج پالس ورودی و خروجی اپتوکوپلر

۳-۱ سوالات آزمایش

۱- با توجه به شکل موج‌ها، این المان تا چه فرکانسی قابل استفاده است ؟

۲- مزیت استفاده از اپتوکوپلر چیست ؟ این المان به کدامیک از المان‌های قدرت شبیه است

۲ اینورتر تکفاز و آشنایی با روش مدولاسیون SPWM تکفاز

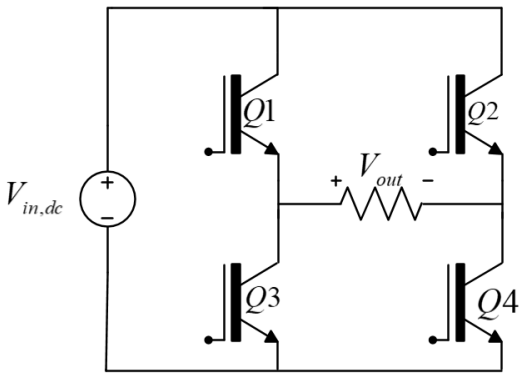
۲-۱ مقدمه

این مبدل‌ها با عنوان اینورترها ذکر می‌شوند. ولتاژ خروجی AC می‌تواند در یک فرکانس ثابت یا متغیر باشد. در صورتیکه در این مبدل‌ها ولتاژ ورودی تغییر نموده و ضریب بهره ثابت بماند ولتاژ خروجی متغیر حا صل می‌گردد. اینورترها به دو د سته کلی اینورترهای تک‌فاز و اینورترهای سه‌فاز تقسیم می‌شوند و اگر ولتاژ ورودی ثابت بماند به این اینورترها، اینورتر منبع ولتاژ و اگر چنانچه جریان ورودی ثابت نگه داشته شود به آن اینورتر منبع جریان گفته می‌شود. در شکل ۱-۲ اینورتر ولتاژ تکفاز نشان داده شده است.

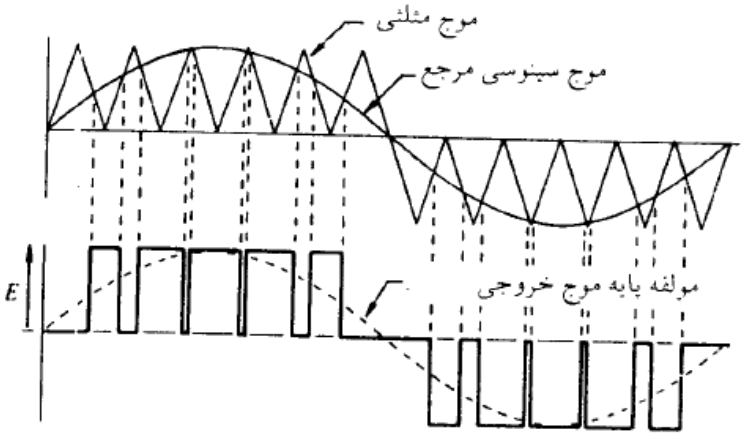
اگر ولتاژ ورودی ثابت بماند با تغییر ضریب بهره اینورتر که معمولاً با روش کنترل مدولا سیون پهنای پالس انجام می‌گیرد، ولتاژ خروجی متغیری خواهیم داشت. در شکل ۲-۲ روش ساخت پالس‌های فرمان برای اینورتر تکفاز نشان داده شده است. از مقایسه موج دندان‌اره‌ای با سینوسی مرجع پالس‌های فرمان ساخته شده است.

در نیم سیکل مثبت ولتاژ خروجی اگر کلیدهای Q1 و Q4 فرمان داده می‌شوند؛ ولتاژ بار برابر ولتاژ ورودی خواهد شد و توان از ورودی به سمت بار منتقل خواهد شد. پس از این حالت کلیدزنی، برای حفظ پیوستگی جریان بار خصوصا در بار سلفی، کلیدهای Q3 و Q4 با هم روشن خواهند شد تا دو سر بار اتصال کوتاه شود و جریان ذخیره شده در بار سلفی د شارژ گردد. در نیم سیکل منفی ولتاژ خروجی اگر کلیدهای Q2 و Q3 رو شن شوند، ولتاژ بار برابر ولتاژ ورودی خواهد شد اما علامت آن قرینه ورودی می‌با شد. در این زمان انتقال توان به خروجی صورت خواهد گرفت و پس از این حالت کلیدزنی کلیدهای Q2 و Q1 رو شن خواهند شد تا دو سر بار ات صال کوتاه و برگ شت جریان بار از این طریق صورت گیرد.

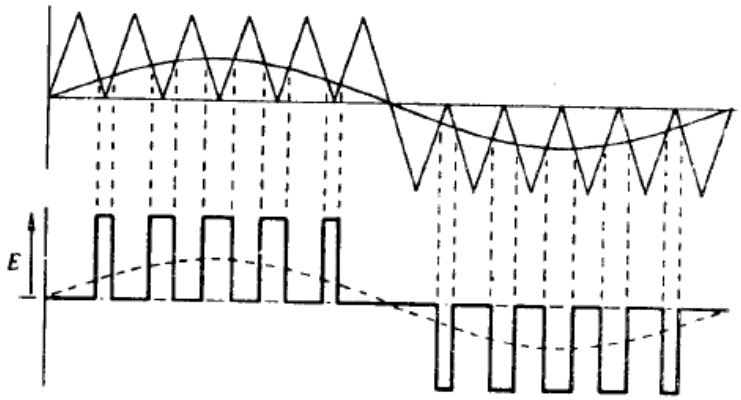
با تغییر دامنه سینوسی مرجع، شاخص مدولاسیون دامنه و یا ضریب بهره اینورتر تغییر می‌کند که به تبع آن امکان د ستیابی به ولتاژ با مقدار موثر متغیر در خروجی فراهم خواهد شـــد. اگر فرکانس موج دندان‌اره‌ای تغییر کند، فرکانس کلیدزنی تغییر خواهد کرد. هر چقدر فرکانس کلیدزنی بیشتر باشد، طیف هارمونیکی ولتاژ خروجی فرکانس‌های بالاتری را پوشش می‌دهد و از اهمیت کمتری برخوردار است. اما افزایش فرکانس کلیدزنی دارای این عیب است که تلفات کلیدزنی افزایش خواهد داشت.



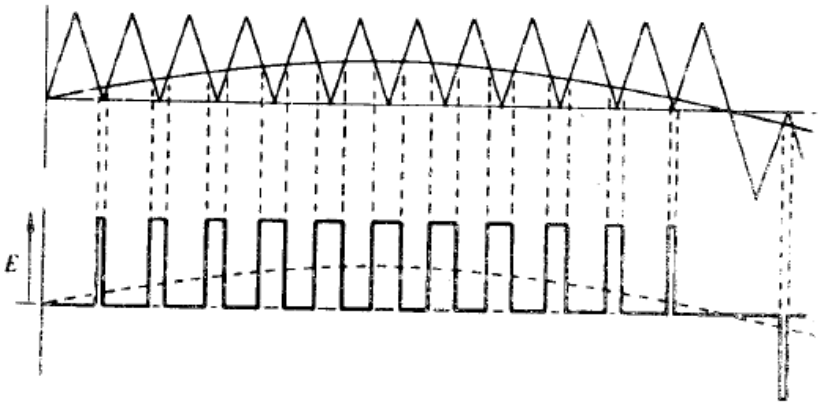
شکل ۱-۲ مدار اینورتر تکفاز



الف) در ماکزیمم ولتاژ خروجی



ب) در نصف ماکزیمم ولتاژ خروجی



ج) در نصف ولتاژ و نصف فرکانس

شکل ۲-۲ ساخت پالس‌های فرمان اینورتر تکفاز با موج دندانه‌اره‌ای یکطرفه

۲-۲ آزمایش و تحلیل

در این آزمایش به کمک ماژول مولد فرمان اینورتر تکفاز با روش مدولاسیون عرض پالس سینوسی (**SPWM**) به بررسی عملکرد اینورتر تکفاز پرداخته خواهد شد.

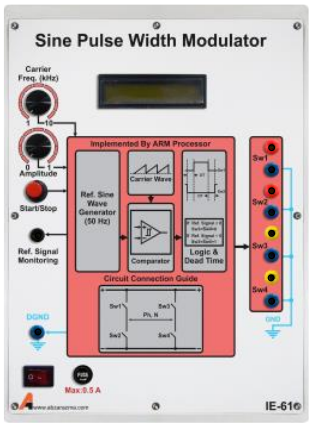
۱-۲-۲ماژول تولیدکننده فرمان اینورتر تکفاز

این ماژول در واقع مدار کنترل اینورتر تکفاز است که مبتنی بر روش مدولاسیون عرض پالس سینوسی خواهد بود. به منظور جلوگیری از روشن شدن همزمان ترانزیستورهای واقع در یک شاخه می بایست پالس های فرمان اعمالی به یک شاخه not همدیگر بوده و زمان مرده بین آنها وجود داشته باشد.

در شکل ۳-۲ این ماژول نشان داده شده است. همانطور که پیش از بیان گردید در روش مدولاسیون SPWM، دامنه موج دندانه اره‌ای ثابت بوده و با تغییر دامنه شکل موج سینوسی مرجع ضریب مدولاسیون تغییرمی کند. رابطه ضریب مدولاسیون به صورت زیر است.

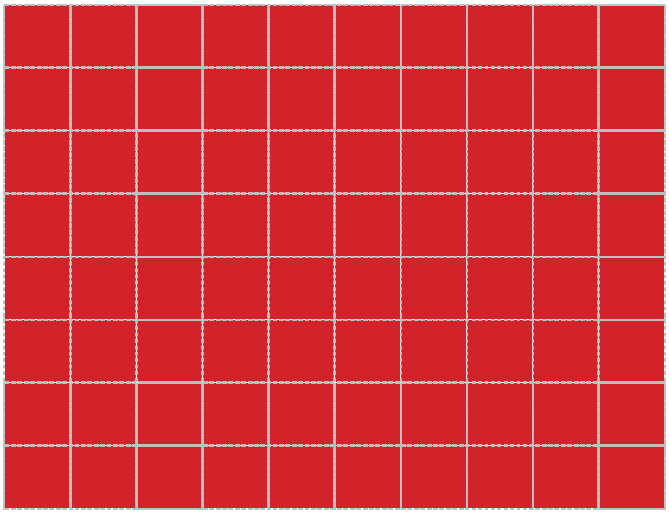
$$m_a = \frac{A_m}{A_c}$$

که در رابطه فوق، m_a، ضریب مدولاسیون؛ A_m، دامنه سینوسی مرجع و A_c، دامنه سیگنال حامل است. به عنوان مثال اگر دامنه دندانه اره ای ۵ ولت باشد به ازای شکل موج سینوسی با دامنه ۳ ولت، شاخص مدولاسیون دامنه ۰,۶ می شود .



شکل ۳-۲ ماژول مولد فرمان اینورتر تکفاز

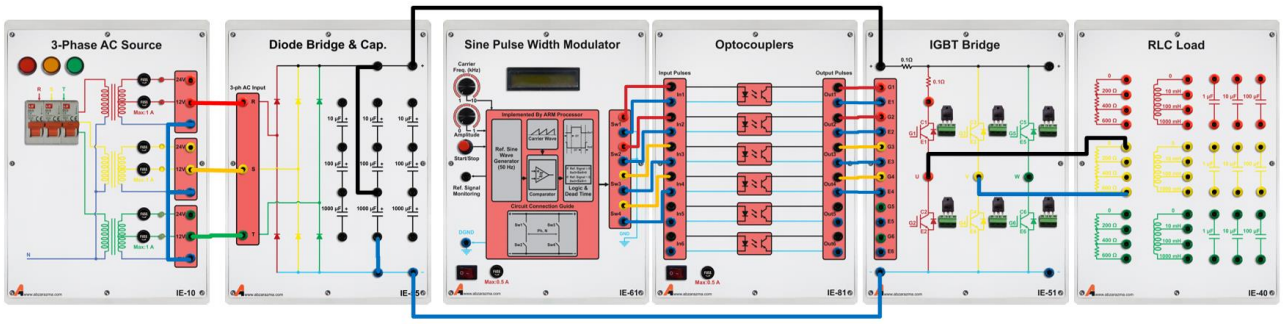
پالس‌های خروجی این ماژول دارای زمین مشترک هستند بنابراین به راحتی می‌توان به کمک اسیلوسکوپ فرمان کلیدهای پل را مشاهده نمود. شاخص مدولاسیون دامنه را ۰,۵ قرار دهید و فرکانس حامل را ۱ کیلوهرتز در نظر بگیرید. در این شرایط پالس‌های فرمان SW1 تا SW4 را در یک دوره تناوب در شکل ۴-۲ رسم نمایید و در این شرایط زمان مرده را بررسی کنید.



شکل ۴-۲ پالسهای فرمان SW1 تا SW4

۲-۲-۲ اینورتر تکفاز

مدار قدرت اینورتر تکفاز در شکل ۲-۱ نشان داده شده است. برای بررسی رفتار اینورتر تکفاز، مطابق ساختار پیشنهادی در شکل ۲-۵ ماژول مولد فرمان اینورتر را از طریق اپتوکوپلر به ماژول IGBT متصل کنید. بار را ۶۰۰ اهم انتخاب کنید. برای فراهم نمودن ولتاژ لینک DC، ولتاژ سه فاز ورودی را به کمک پل دیودی یکسو نموده و در نهایت به منظور کاهش ریپل ولتاژ از یک خازن ۱۰۰۰ میکروفاراد موازی لینک DC استفاده می‌گردد. همانطور که در آزمایش قبل بیان گردید به منظور ایزولاسیون بین مدار قدرت و مدار فرمان از اپتوکوپلر بایستی استفاده گردد. در این ماژول از یک طبقه درایور گیت به منظور بهبود پالس گیت کلیدها استفاده شده است.

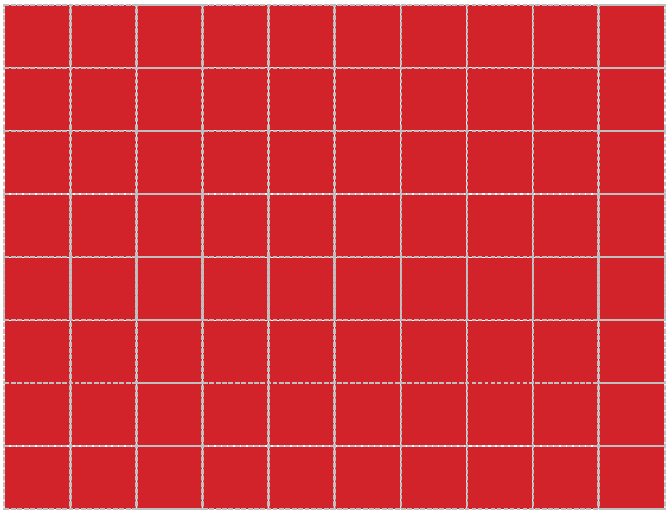


شکل ۲-۵ مدل پیشنهادی برای پیاده‌سازی اینورتر تکفاز

برای راه‌اندازی ابتدا ماژول SPWM را درحالت STOP قرار داده و تغذیه سه فاز ورودی را روشن کنید.

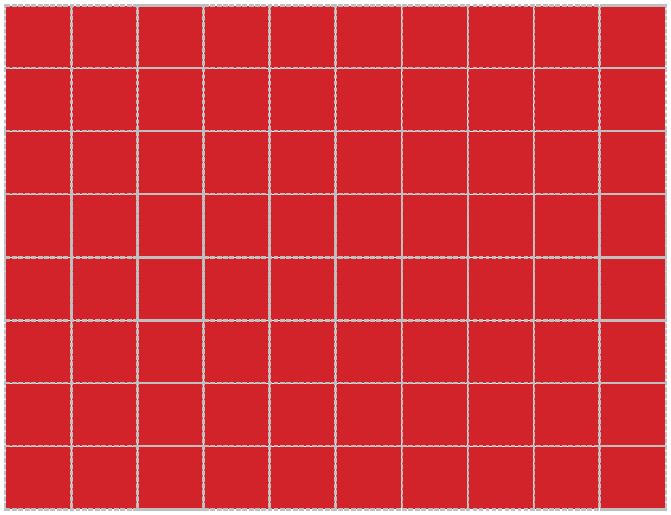
پس از اطمینان از برقراری ولتاژ لینک DC، آنگاه دکمه Run را فشار دهید تا فرمان کلیدها اعمال گردد. سپس به کمک اسیلوسکوپ شکل‌موج‌های زیر را رسم کنید.

۱- شکل موج ولتاژ بار را شکل ۲-۶ رسم نمایید. سپس اثر تغییر فرکانس سیگنال حامل و همچنین تغییر اندیس مدولاسیون را بر روی شکل موج ولتاژ خروجی بررسی نمایید.



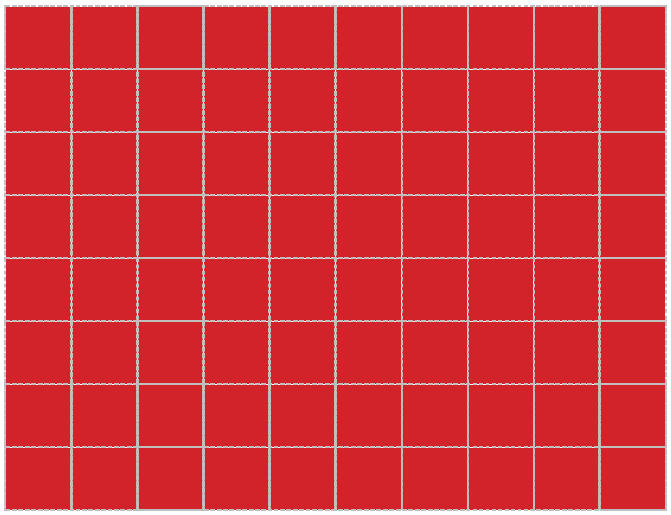
شکل ۲-۶ شکل موج ولتاژ بار در اینورتر تکفاز

۲- شکل موج جریان و ولتاژ SW1 را مشاهده و در شکل ۲-۷ رسم نمائید .



شکل ۲-۷ شکل موج جریان و ولتاژ SW1

۳-شکل موج ولتاژ کلکتور-امیتر، دو ترانزیستور واقع در یک شاخه را به طور همزمان مشاهده و درشکل ۲-۸ نمائید.



شکل ۲-۸ شکل موج ولتاژ کلکتور – امیتر SW1 و SW2

۴- شکل موج ولتاژ گیت- امیتر و کلکتور- امیتر SW1 را به طور همزمان مشاهده و مورد بحث قرار دهید

۲-۳ سوالات آزمایش

۱-در روش مدولاسیون SPWM، اگر دامنه سینوسی مرجع از دندانه اره‌ای بیشتر باشد کیفیت ولتاژ خروجی اینورتر چه تغییری می‌کند؟

۲- علت استفاده از موج دندانه اره ای را ذکر نمائید

۳- یکی از مزایای وجود زمان مرده، جلوگیری از اتصال کوتاه لینک DC است. در مورد سایر مزایای وجود زمان مرده در کلاس بحث کنید

۴- به جای پل IGBT، از پل MOSFET در مدار اینورتر تکفاز استفاده نمایید و آزمایش را تکرار کنید.

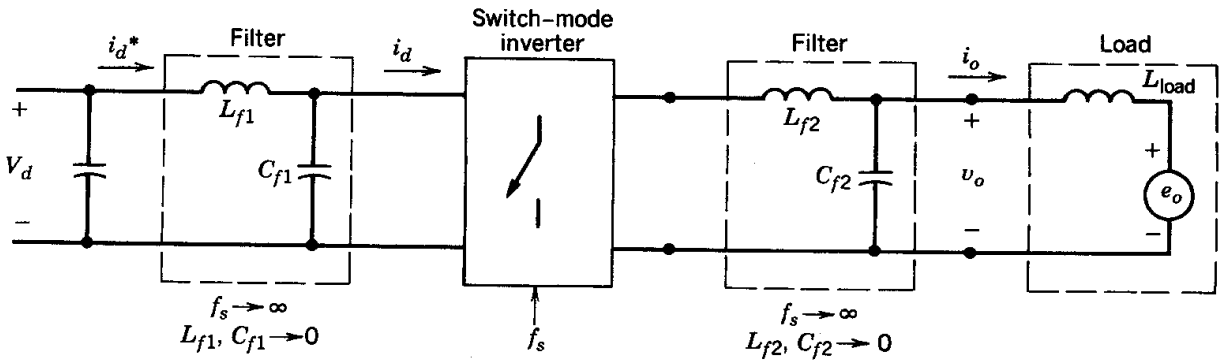
۳ اینورتر تکفاز و فیلترهای ورودی و خروجی اینورتر

۳-۱ مقدمه

ولتاژ خروجی اینورتر ایده‌آل بایستی شکل موج سینوسی باشد البته در عمل ایده آل نبوده و دارای هارمونیک است. در کاربردهای قدرت کم و متو سط ولتاژخروجی با شکل موج مربعی یا شبه مربعی کفایت می کند، اما در کاربرد های قدرت بالا شکل موج با اعوجاج کمتر مورد نیاز اســـت. در این مدارات زمانیکه تعداد پالس ها در هر ســـیکل افزایش می یابد، منجر به افزایش هارمونیک های مرتبه بالا می گردد. این هارمونیک ها راحت تر از هارمونیک های مرتبه پایین، توســـط فیلترهای ورودی و خروجی اینورترحذف می گردند. در نتیجه خروجی به فرکانس مورد نظر نزدیک تر خواهد شد. مقادیر سلف و خازن فیلتر با توجه به رابطه (۱۱-۱) می‌تواند محاسبه گردد.

$$F=\frac{1}{2\pi\sqrt{lc}} \qquad (11-1)$$

در شکل ۱-۳ نحوه قرارگیری فیلترهای ورودی و خروجی نشان داده شده است. فیلترهای ورودی DC و فیلترهای خروجی از نوع AC می‌باشند.



شکل ۱-۳ نحوه قرارگیری فیلترهای ورودی و خروجی اینورتر

۳-۲ آزمایش و تحلیل

در آزمایش ۲ رفتار اینورتر تکفاز بررســـی گردید. dv/dt بالای ولتاژ خروجی و بالا بودن THD ولتاژ و جریان خروجی اینورتر ســـبب ایجاد گشتاور هارمونیکی در بارهای موتوری می‌شود و راندمان موتور را به‌شدت کاهش داده و طول عمر مفید تجهیز را کم می‌کند. برای اینکه این مشـکل تا حدی برطرف گردد نیاز به فیلترهای LC بزرگ در پایانه خروجی اینورتر به وجود می‌آید. البته تغییرات ولتاژ ســریع خروجی اینورتر مشـکلات دیگری را نیز به همراه دارد که تخریب زود هنگام عایق ســیم‌پیچ‌ها، انعکاس موج در کابل‌های طولانی و تابش الکترومغناطیسی برخی از آن‌ها به شمار می‌روند.

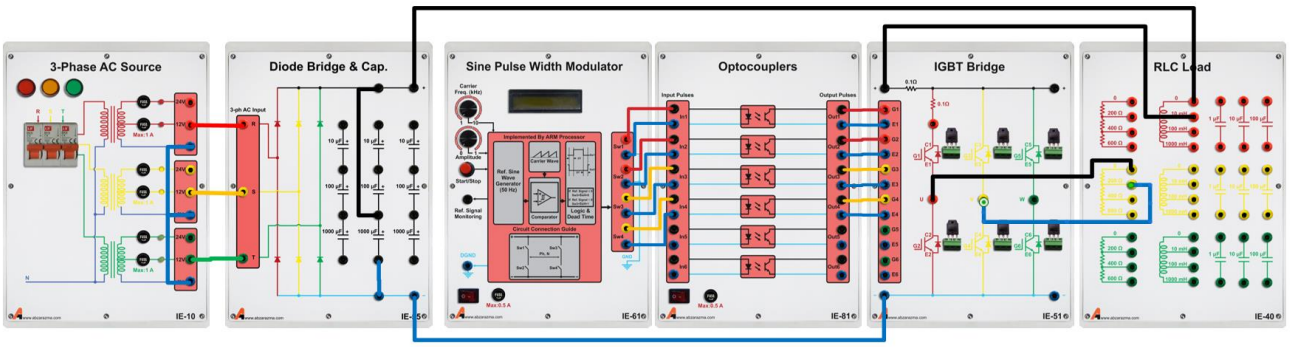
در این آزمایش به بررسی تاثیر فیلترهای ورودی و خروجی بر شکل موج های جریان و ولتاژ اینورتر پرداخته خواهد شد.

۳-۲-۱فیلتر ورودی اینورتر

در این آزمایش تاثیر حضـــور فیلتر L را در ورودی اینورتر تکفاز بررســـی خواهیم نمود. برای انجام آزمایش، مدار آزمایش شـــماره ۲ را پیاده‌سازی نموده و از یک سلف ۱۰ میلی هانری به صورت سری با ورودی استفاده نمایید. مقدار بار خروجی را ۲۰۰ اهم انتخاب کنید.

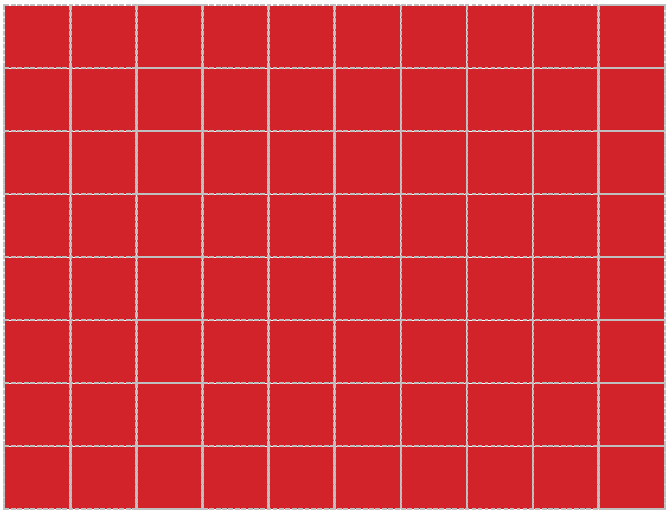
ساختار پیشنهادی مدار آزمایش به صورت شکل ۲-۳ است. برای راه‌اندازی ابتدا ولتاژ لینک DC را اعمال کنید و پس از آن کلید Run را فشار دهید تا فرمان SPWM به کلیدها اعمال شود.

پس از راه‌اندازی به سوالات زیر پاسخ دهید.



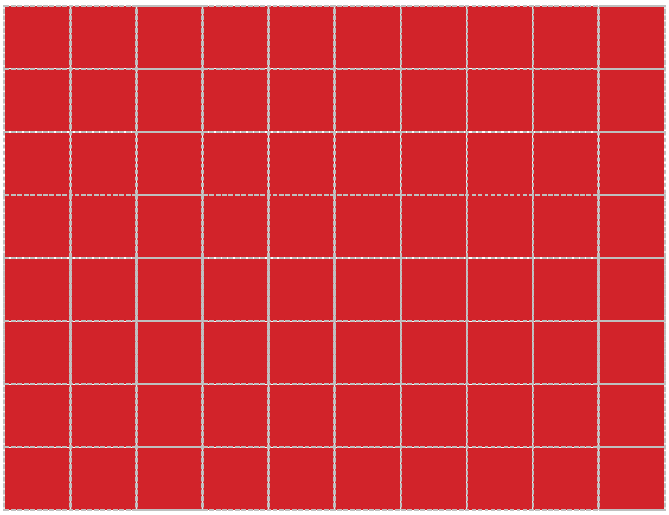
شکل ۲-۳ مدل پیشنهادی جهت بررسی تاثیر فیلتر L در ورودی اینورتر

۱- شکل موج ولتاژ بار را مشاهده کنید و سپس شکل موج جریان ورودی را در شکل ۳-۳ رسم نمایید



شکل ۳-۳ شکل موج جریان ورودی به اینورتر

۲- مقدار سلف ورودی را تغییر داده و مجددا شکل موج جریان ورودی را رسم کنید.

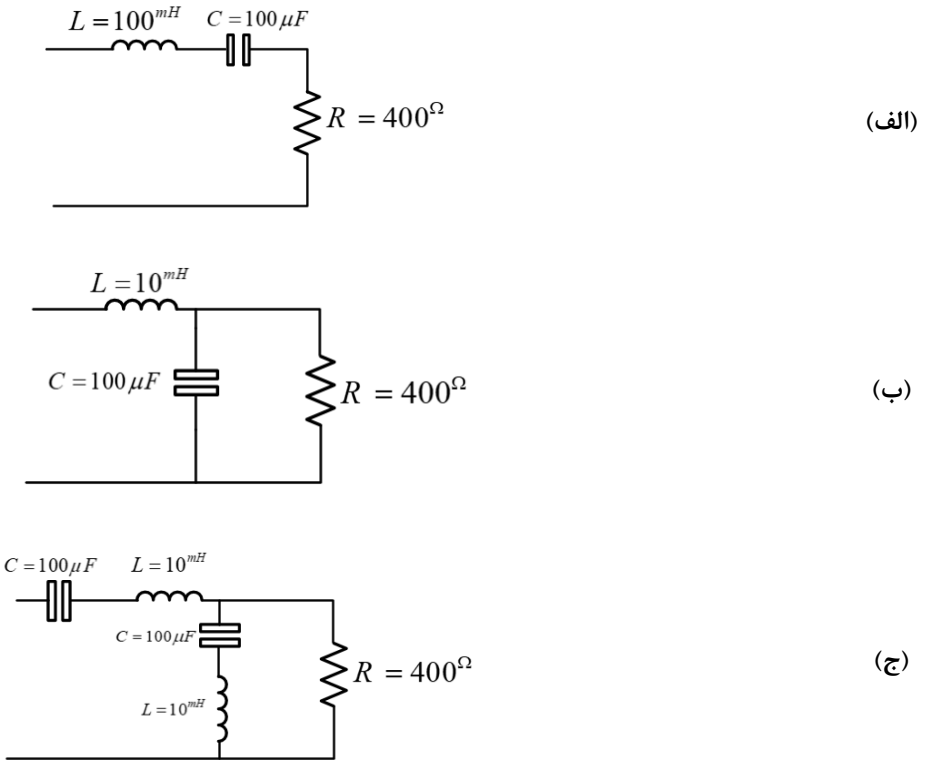


شکل ۴-۳ شکل موج جریان ورودی به اینورتر با تغییر سلف ورودی

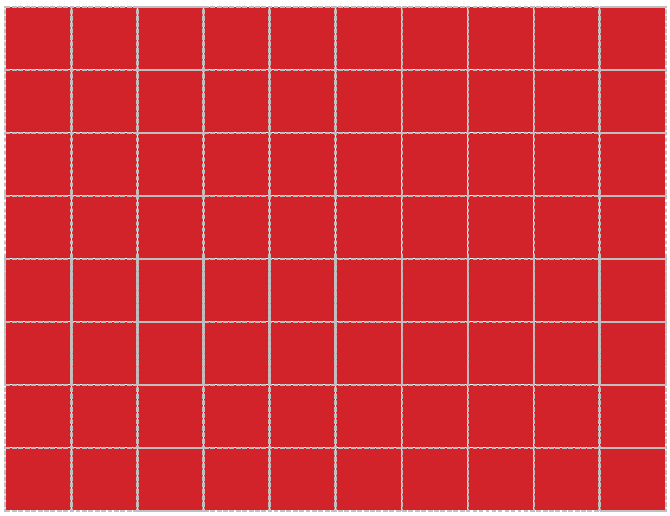
۳- تاثیر وجود فیلتر را در ورودی بررسی کنید؟

۳-۲-۲ فیلترخروجی اینورتر

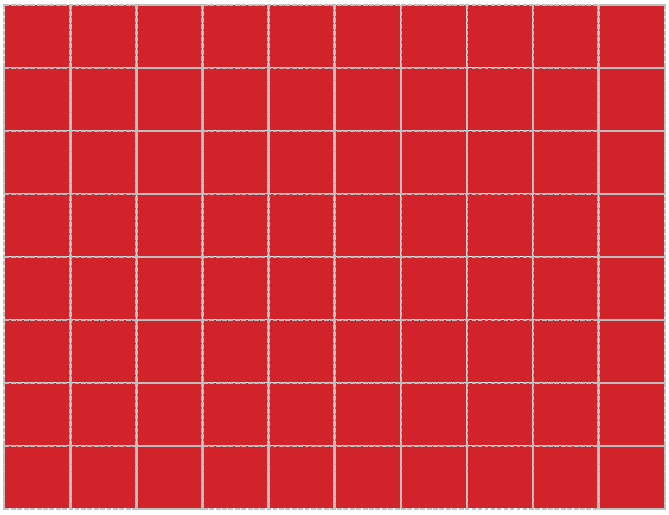
در این بخش آزمایش فیلتر LC در خروجی اینورتر قرار داده و تاثیر آنرا بر شکل موج ولتاژ خروجی بررسی خواهیم نمود. قرار دادن فیلتر در خروجی منجر به کاهش dv/dt و بهبود THD ولتاژ خروجی خواهد شد. مدار این بخش مشابه حالت قبل است با این اختلاف که فیلتر در خروجی اینورتر قرار خواهد گرفت. بار خروجی را در این بخش از آزمایش ۴۰۰ اهم انتخاب کنید و سپس آرایش‌های متفاوت فیلتر LC که در شکل زیر نشان داده شده است را پیاده سازی نمایید. در هر حالت شکل موج ولتاژ خروجی و جریان خروجی را رسم نمایید.



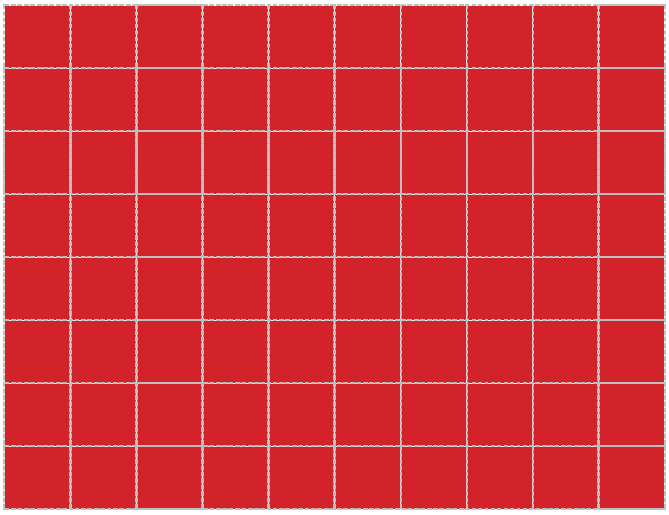
شکل ۳-۵ آرایش‌های متفاوت فیلتر LC در خروجی اینورتر



شکل ۳-۶ شکل موج ولتاژ خروجی و جریان خروجی در حضور فیلتر LC نوع (الف)



شکل ۳-۷ شکل موج ولتاژ خروجی و جریان خروجی در حضور فیلتر LC نوع (ب)



شکل ۳-۸ شکل موج ولتاژ خروجی و جریان خروجی در حضور فیلتر LC نوع (ج)

حال با توجه به آرایش‌های مختلف به سوالات زیر پاسخ دهید.

۱- بهترین وضعیت ولتاژ خروجی مربوط به کدام مرحله است ؟

۲- بهترین وضعیت جریان خروجی مربوط به کدام مرحله است ؟

۴ کنترل دور موتورهای القایی به روش V/F

۴-۱ مقدمه

اینورترها از جمله مبدل های dc–ac می با شند که به طور و سیعی در کاربردهای صنعتی ا ستفاده می گردد. محرک های سرعت متغیر موتورهای ac، منابع تغذیه بی وقفه و . . . تنها بخشی از کاربردهای اینورترها به شمار می‌روند. در اینورترهای سه فاز، خروجی دارای ولتاژ متناوبی با اختلاف فازهای ۰°، ۱۲۰° و ۲۴۰° می باشد.

همانطور که بیان شد، یکی از کاربردهای اینورترهای سه‌فاز کنترل دور موتورهای AC ا ست. زمانی که از اینورتر سه‌فاز برای کنترل دور موتور استفاده می‌گردد، از روش‌های کنترلی اسکالر و برداری برای اعمال فرمان مناسب به کلیدها و کنترل دور موثر و کارآمد موتور بهره‌گیری خواهد شد. یکی از این روش‌های کنترلی روش مبتنی بر Volt per Hertz است.

روش تثبیت نسبت ولتاژ به فرکانس (یا کنترل V/ F ثابت)، ساده ترین روش کنترل موتورهای AC می‌باشد. امروزه این روش، بطور گسترده در کاربردهای صنعتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این نوع کنترلرها از نوع اسکالر بوده و بصورت حلقه باز با پایداری خوب عمل می‌کنند. مزیت این روش سادگی سیستم‌های کنترلی آن ا ست. در مقابل، این نوع کنترلرها برای کاربردها با پا سخ سریع منا سب نمی باشند.

در روش V/F نسبت دامنه ولتاژ خروجی به فرکانس آن همواره مقدار ثابتی نگه داشته می‌شود تا دامنه شار درون موتور ثابت باقی بماند؛ چراکه در صورت کاهش دامنه شار موتور، حداکثر گشتاور قابل حصول کاهش یابد و افزایش دامنه شار ماشین از مقدار نامی ممکن است سبب اشباع هسته گردد و راندمان موتور را کاهش دهد.

سرعت یک موتور القائی تو سط سرعت سنکرون و سرعت لغزش رتور تعیین می گردد. با توجه به رابطه دور موتور آ سنکرون (۱۲-۱) می‌توان با تغییر فرکانس، سرعت سنکرون را تغییر، و دور موتور را کنترل نمود. به منظور ایجاد ولتاژ و فرکانس متغیر از اینورتر های ولتاژ استفاده می‌کنند. در اینورترهای ولتاژ، متغیر تحت کنترل همان ولتاژ و فرکانس اعمالی به استاتور است .

$$n_r = \frac{60\,f}{P} \qquad (۱۲-۱)$$

که در این رابطه P تعداد زوج قطب های موتور القایی می‌باشد

۴-۲ آزمایش و تحلیل

در این آزمایش به بررسی نحوه کنترل دور موتور به کمک اینورتر سه‌فاز مبتنی بر روش کنترلی V/F پرداخته خواهد شد.

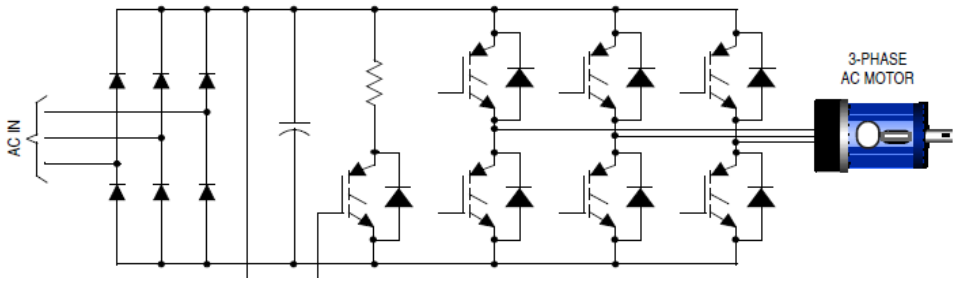
شکل ۴-۱ ساختار یک اینورتر دوسطحی سه‌فاز را نشان می‌دهد. برای استفاده از این ساختار در کاربردهای توان بالا و یا ولتاژ بالا، هر یک از کلیدهای Q1 تا Q6، از اتصال سری و یا موازی چند کلید دیگر تشکیل می‌شوند. در این ساختار نیز تغییرات سریع ولتاژ در خروجی، سبب نیاز به استفاده از فیلترهای LC بزرگ خواهد شد.

ماژول Volt per Hertz Speed Controller به عنوان مدار کنترل اینورتر سه‌فاز مورد استفاده قرار می‌گیرد که فرمان مناسب را جهت روشن و خاموش نمودن کلیدهای Q1 تا Q6 بر اساس روش کنترلی V/F ایجاد می‌کند. این ماژول بر اساس روش مدولاسیون عرض پالس سینوسی می‌باشد. برای پیاده‌سازی مدار آزمایش می‌توانید از مدل پیشنهادی درشکل ۲-۴ استفاده کنید.

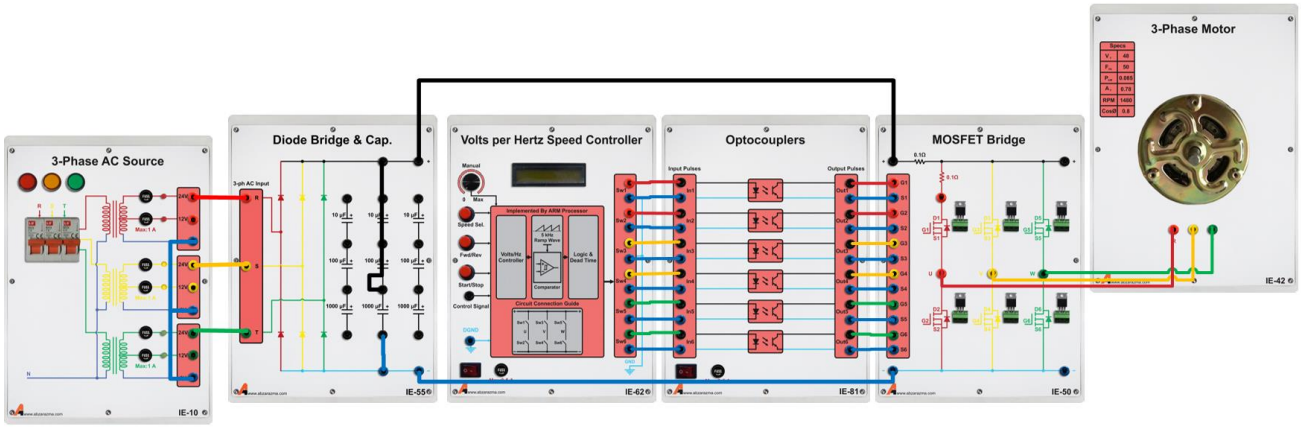
از ماژول موتور القایی که به صورت ستاره سربندی شده است به عنوان بار اینورتر استفاده نمایید و موثر ولتاژ تغذیه ورودی را ۲۴ ولت انتخاب کنید. ولوم تنظیم سرعت کنترلر V/F را روی نیمه قرار دهید. ماژول کنترلر V/F دارای دو مود تنظیم سرعت است. ۱- به کمک ولوم تنظیم سرعت؛ ۲- به کمک سیگنال کنترل خارجی که در بازه ۰ تا ۳,۳ ولت می‌تواند متغیر باشد

به کمک کلید .Speed Sel مود تنظیم سرعت را m=0 انتخاب کنید. مود کنترل سرعت روی LCD کاراکتری نمایش داده می‌شود. به کمک کلید Fwd/Rev می‌توان جهت چرخش موتور را تغییر داد. ترمینال‌های Control Signal و DGND جهت اعمال سیگنال کنترل در مود تنظیم سرعت خارجی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

برای راه‌اندازی مدار ابتدا تغذیه سه فاز را روشن نمایید و پس از اطمینان از وجود ولتاژ لینک DC، کلید Run را در ماژول Volts per Hertz Speed Controller فشار دهید تا فرمان گیت از طریق اپتوکوپلرها به پل ماسفت اعمال شود.



شکل ۱-۴ مدار قدرت اینورتر سه‌فاز



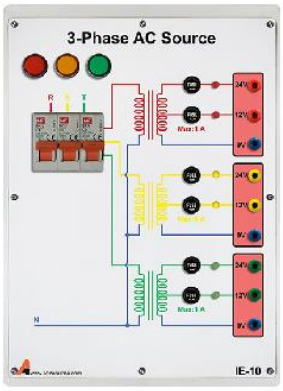
شکل ۲-۴ مدل پیشنهادی برای پیاده‌سازی آزمایش کنترل سرعت موتور القایی مبتنی بر روش V/F

پس از راه‌اندازی، به کمک اسیلوسکوپ ولتاژ خط موتور را مشاهده کنید با تغییر ولوم تنظیم سرعت، عملکرد کنترل حلقه باز سرعت مبتنی بر روش V/F را بررسی نمایید.

با هر بار فشردن کلید Fwd /Rev جهت چرخش موتور تغییر می‌کند. تاثیر این کلید را بر نحوه پالس‌دهی به کلیدهای Q1 تا Q6 بررسی کنید.

پیوست شماره یک

مشخصات ماژول‌های آموزنده الکترونیک صنعتی



منبع ولتاژ AC قابلیت تولید دو سطح ولتاژ 12و24 V را دارا می باشد. تمام خروجی ها به وسیله فیوز حفاظت شده اند تا از اضافه بار کلید ها و ترانسفورماتورها جلوگیری شود.

مشخصات:

- ولتاژ ورودی: 380V
- ولتاژ فاز خروجی: 12-24 V
- 6 • عدد LED جهت نمایش وضعیت خروجی ها
- جریان خروجی: حداکثر 2A

IE – 10 | 3Phase AC Source–

این ماژول جهت تنظیم ولتاژ DC متغیر مورد استفاده قرار می گیرد.

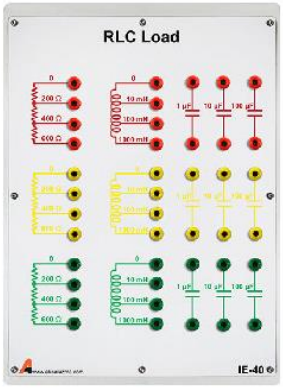
مشخصات:

- دو خروجی 0 تا 1A ، 35 V
- خط حذف گردید
- نمایشگر چهار رقمی

IE – 20 | DC Exciter

از این دستگاه برای اندازه گیری ولتاژ و جریان تکفاز و DC، مقاومت، فرکانس و ... استفاده می شود.

IE – 31 | Multimeter



شامل بارهای مختلف و در مقادیر مختلف می باشد.

مشخصات:

- بار مقاومتی با مقادیر 470Ω، 220Ω و 1kΩ
- بار سلفی با مقادیر 1mH، 10mH و 100mH
- بار خازن AC با مقادیر 1uF، 10uF و 100uF

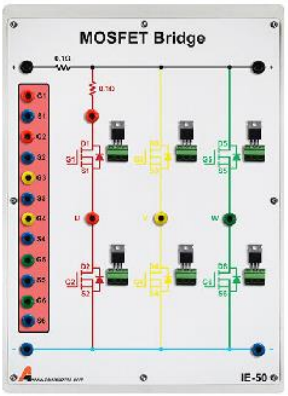
IE – 40 | RLC Load

این ماژول شامل یک موتور الکتریکی سه فاز و یک موتور یونیورسال می باشد.

مشخصات:

- موتور سه فاز: ولتاژ خط 48V، جریان کاری 5A/1
- موتور یونیورسال: ولتاژ 48V، جریان کاری 5A/1
- اتصالات به صورت فیشی و در سه رنگ مختلف

IE – 41 | Phase & Universal Motor – 3

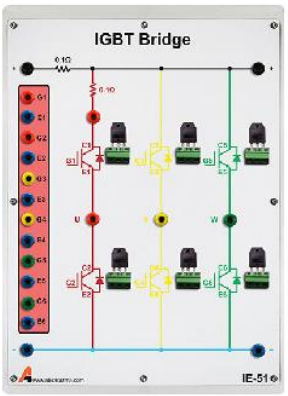


این ماژول جهت پیاده سازی پل سه فاز مبتنی بر Mosfet استفاده می گردد.

مشخصات:

- مدار قدرت پل سه فاز مبتنی بر ماسفت IRF450 با قابلیت تعویض
- امکان اعمال 6 عدد فرمان گیت- سورس
- امکان اندازه گیری ولتاژ و جریان کلید نیمه هادی
- امکان اندازه گیری ولتاژ و جریان باس DC
- سیم بندی و پیکربندی ساده آرایش های مبدل‌های توان

IE – 50 | Mosfet Bridge

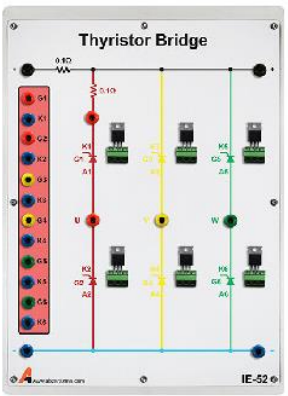


از پیکربندی پل سه‌فاز می توان برای پیاده سازی برشگر AC سه‌فاز استفاده نمود.

مشخصات:

- مدار قدرت پل سه فاز مبتنی بر IGBT Gh20n50 با قابلیت تعویض
- امکان اعمال 6 عدد فرمان گیت- سورس
- امکان اندازه گیری ولتاژ و جریان کلید نیمه هادی
- امکان اندازه گیری ولتاژ و جریان باس DC
- سیم بندی و پیکربندی ساده آرایش های مبدل‌های توان
- امکان اندازه گیری ولتاژ و جریان کلید نیمه هادی

IE – 51 | IGBT Bridge

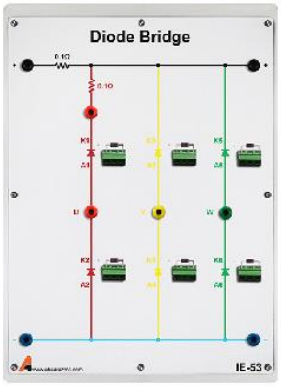


از پیکربندی پل سه‌فاز می توان برای پیاده سازی برشگر AC سه‌فاز استفاده نمود.

مشخصات:

- مدار قدرت پل سه فاز مبتنی بر تریستور BT151 با قابلیت تعویض
- امکان اندازه گیری ولتاژ و جریان کلید نیمه هادی
- امکان اندازه گیری ولتاژ و جریان باس DC
- سیم بندی و پیکربندی ساده آرایش های مبدل‌های توان

IE – 52 | Thyristor Bridge

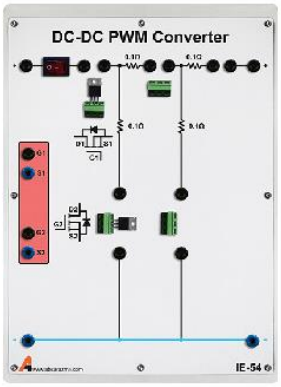


از پیکربندی پل سه‌فاز می توان برای پیاده سازی یکسوساز سه‌فاز کنترل شده و نشده استفاده نمود.

مشخصات:

- مدارهای قدرت پل سه فاز دیودی BY299 با قابلیت تعویض
- امکان اندازه گیری ولتاژ و جریان کلید نیمه هادی
- امکان اندازه گیری ولتاژ و جریان باس DC
- سیم بندی و پیکربندی ساده آرایش های مبدل‌های توان

IE – 53 | Diode Bridge

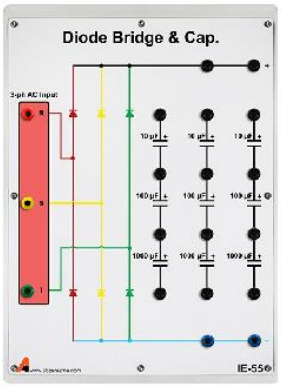


مبدل های PWM برای تبدیل سطوح مختلف ولتاژهای DC به یکدیگر مورد استفاده قرار می گیرند. امکان پیاده سازی مبدل DC/DC با دو یا چهار المان ذخیره کننده انرژی مثل باک، بوست، باک-بوست، چوک، سپیک و زیتا وجود دارد.

مشخصات:

- ولتاژ کاری 0 تا 200V
- امکان اندازه گیری ولتاژ و جریان عناصر مدار
- جریان کاری 0 تا 8A
- امکان نصب راحت المان ها

IE – 54 | DC-DC PWM Converter

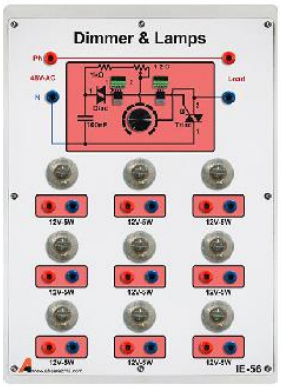


یکسوساز سه‌فاز دیودی یک مبدل AC/DC غیر قابل کنترل است که به کاربران امکان درک اصول تبدیل AC به DC را می دهد.

مشخصات:

- ولتاژ ورودی: 20-48 V AC
- ولتاژ خروجی: 25-115 V DC
- جریان ورودی: 2 A
- جریان خروجی:2A
- حفاظت جریان هجومی توسط 500 Ω NTC: 0

IE – 55 | Diode Bridge & CAP

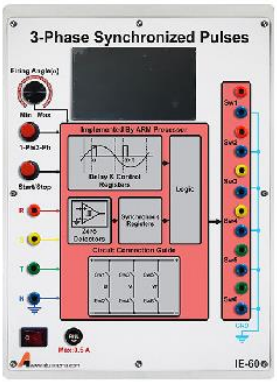


دیمرها به منظور کنترل روشنایی لامپ ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. دیمرهای مدرن بر مبنای ساختار برشگرهای کنترل شده با کلیدهای الکترونیک قدرت ساخته می شوند

مشخصات:

- ولتاژ ورودی: 48 V
- ولتاژ خروجی: صفر تا 48 V
- 9 • عدد لامپ 12 V

IE – 56 | Dimmer & Lamps

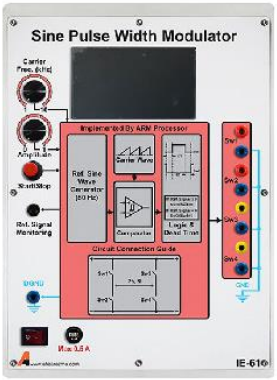


این ماژول جهت تولید پالس های سه‌فاز برای برشگرهای AC و یکسوکننده‌های کنترل شونده مورد استفاده قرار می‌گیرد و به صورت دستی و کامپیوتری قابل تنظیم می‌باشد.

مشخصات:

- فرکانس خروجی برابر با فرکانس ورودی
- جریان خروجی حداکثر 50 mA
- تولید پالس های سه‌فاز با اختلاف زاویه 120 درجه
- زاویه آتش از0 تا 180 درجه
- قابلیت انتخاب بین تولید پالس سه‌فاز و تکفاز
- کانکتور USB

IE – 60 | 3Phase Synchronized Pulses–

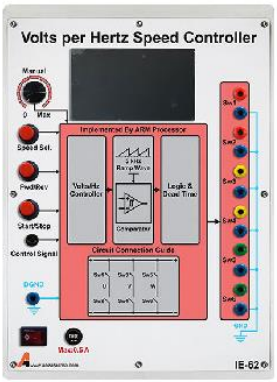


مدولاتور پهنای پالس سینوسی (SPWM) سیگنال های PWM را با مقایسه دو سیگنال سینوسی و رمپ تولید می نماید. دو خروجی مکمل یکدیگر هستند و برای اطمینان از کلیدزنی ایمن، بین پالس های کلید بالا و پایین زمان مرده در نظر گرفته شده است.

مشخصات:

- فرکانس موج حامل 1–20 kHz
- امکان تغییر دامنه سیگنال مرجع
- فرکانس موج سینوسی 50 Hz

IE – 61 | Sine Pulse Width Modulator

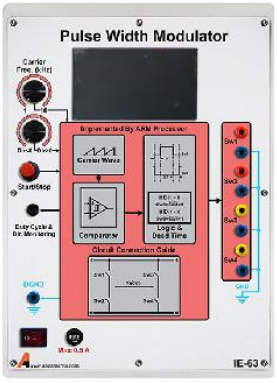


این ماژول فرمان‌های مدار اینورتر سه‌فاز را برای کنترل دور موتور سه‌فاز فراهم می کند.

مشخصات:

- فرکانس موج سینوسی 1–50 Hz
- فرکانس موج حامل 1–20 kHz
- قابلیت تنظیم سرعت و جهت دوران موتورالکتریکی

IE – 62 | Volts Per Hertz Speed Controller

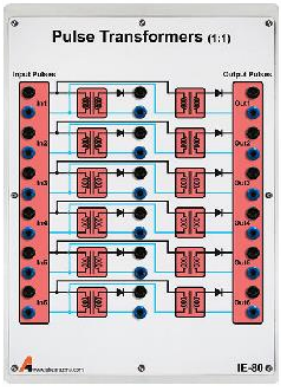


پالس های کلیدزنی توسط ماژول تولیدکننده PWM ایجاد می شود. یک موج دندانه اره‌ای با فرکانس متغیر با دوره کاری مرجع مقایسه می شود تا پالس های آتش کلیدها تولید شود.

مشخصات:

- فرکانس 1–20 kHz
- دوره کاری 0 تا 100 درصد

IE – 63 | Pulse Width Modulator

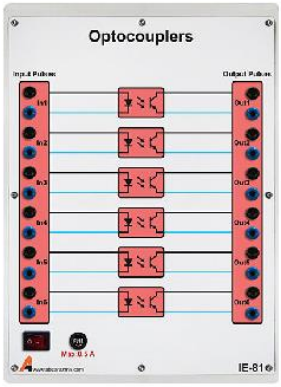


ترانسفورماتور پالس به گونه ای طراحی می شود که بتواند پالس های مربعی شکل را انتقال دهد. پالس های آتش با استفاده از ترانسفورماتور پالس ازکلیدهای الکترونیک قدرت ایزوله می شوند. هر پالس ورودی به دو پالس ایزوله خروجی تبدیل می شود.

مشخصات:

- ولتاژ ورودی 12 V
- ولتاژ خروجی 12 V
- جریان ورودی حداکثر 50 mA
- جریان خروجی حداکثر 30 mA

IE – 80 Pulse Transformers

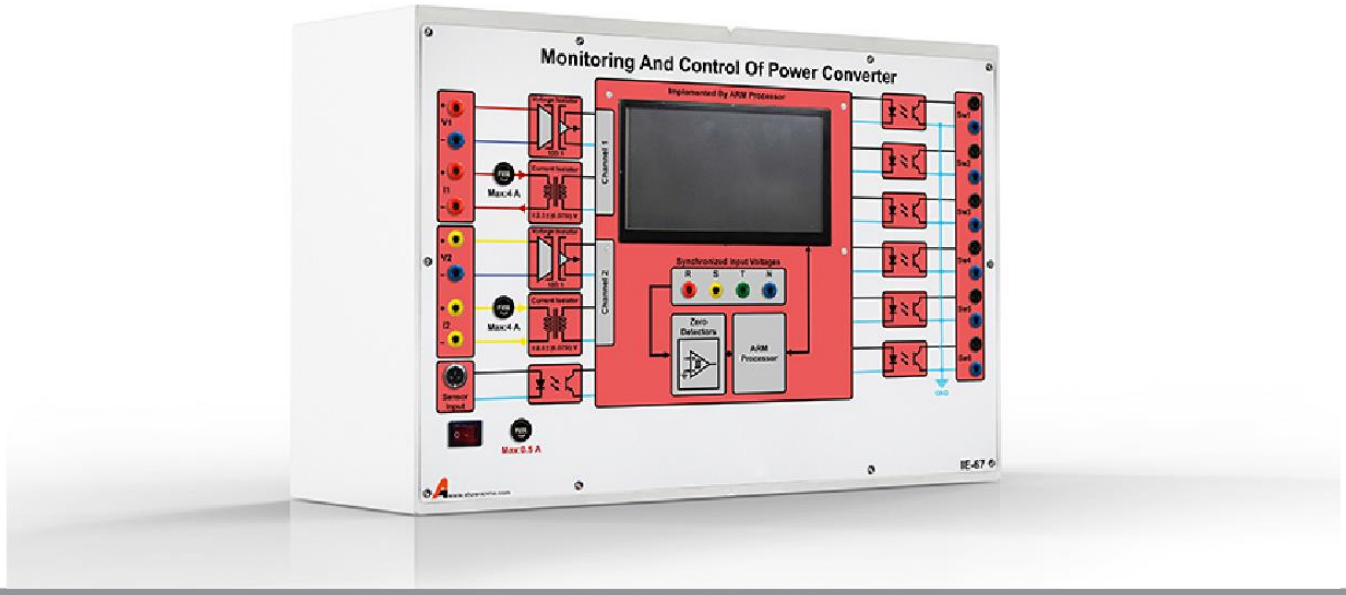


اپتوکوپلرها بین ماژول های کنترل و قدرت کلیدهای الکترونیک قدرت ایزولاسیون نوری ایجاد می کنند.

مشخصات:

- ولتاژ ورودی: 0 تا 12 ولت
- جریان خروجی: حداکثر 100 mA
- ولتاژ خروجی: 0 تا 12 ولت
- حداکثر فرکانس: 100 kHz

IE – 81 Optocouplers



ماژول مانیتورینگ و کنترل مبدل توان (MCPC-2)

توضیحات:

از این ماژول به منظور مانیتورینگ و کنترل همزمان مبدل‌های توان استفاده می گردد. این مبدل‌های توان جهت تبدیل توان الکتریکی/ مغناطیسی و سایر انواع تبدیل توان به کار می‌رود.
اندازه‌گیری ایزوله ولتاژ، جریان و پالس دیجیتال به وسیله مدارهای ایزولاتور مغناطیسی و نوری فراهم شده است. همچنین گذر از صفر ولتاژهای سه‌فاز با ایزولاسیون نوری فراهم شده است. پردازش اطلاعات ورودی توسط ریزپردازنده ARM صورت می‌گیرد. امکان مانیتورینگ ولتاژ، جریان، توان، ضریب توان، فرکانس و سرعت تجهیز مورد بررسی در این ماژول فراهم گردیده است. رسم شکل موج‌های متنوع در کنار نمایش مقادیر متوسط و موثر، امکان انتقال بهتر مفاهیم را فراهم می‌سازد.
تولید پالس های فرمان برای انواع مبدل های الکترونیک صنعتی در این ماژول فراهم شده است.

مشخصات سخت افزاری:

- پردازنده ARM از سری Cortex-M۳
- مانیتور ۷ اینچ با صفحه لمسی
- ورودی پالسی با دامنه ۱۲ تا ۲۴ ولت با ایزولاسیون نوری
- خروجی های دیجیتال ۰ تا ۱۲ ولت با ایزولاسیون نوری و تقویت جریان
- ورودی سه‌فاز با تشخیص گذر از صفر و ایزولاسیون نوری
- ولتاژ ورودی ۰ تا ۴۰۰V با ایزولاسیون گالوانیک
- جریان ورودی ۰ تا ۱۰A با ایزولاسیون گالوانیک

مشخصات نرم افزاری:

- پایش شکل موج‌های ولتاژ و جریان مدارهای الکترونیک صنعتی بدون نیاز به اسکپ و به وسیله ماژول مانیتورینگ و کنترل مبدل‌های توان
- تولید پالس های فرمان برای انواع مبدل های الکترونیک صنعتی شامل: یکسوسازهای تریستوری تک‌فاز نیم موج و تمام موج، یکسوسازهای تریستوری سه‌فاز سه‌پالسه و شش پالسه، برشگرهای AC تک‌فاز و سه‌فاز، اینورتر تک‌فاز و سه‌فاز، منابع تغذیه سوییچینگ غیر ایزوله چون باک، بوست، باک-بوست
- تنظیم نرم‌افزاری و ساده انواع تکنیک‌های تولید پالس فرمان
- تولید زوایای آتش مدارهای تریستوری با امکان سنکرون‌سازی
- نمایش مقادیر متوسط و موثر ولتاژ و جریان و همچنین توان