



به نام خدا

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه تهران

تمرین سری سوم درس الکترونیک صنعتی

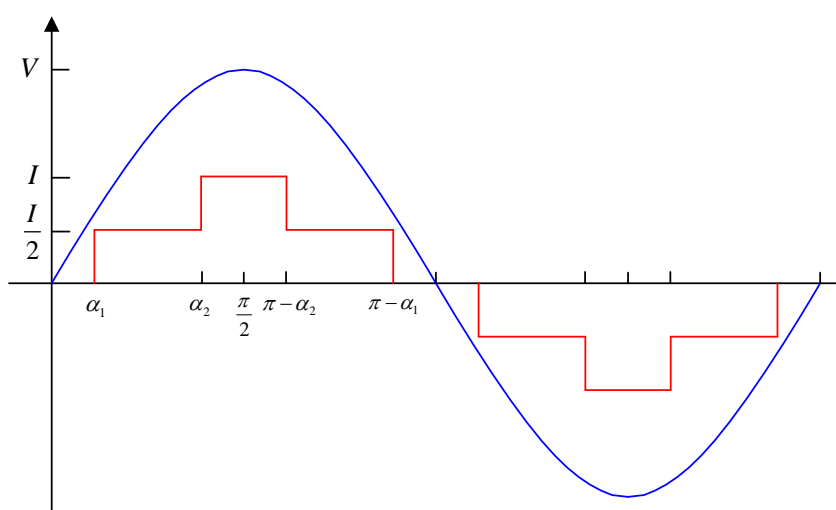
بهار ۱۴۰۱



فرصت تحویل: ۱۵ فروردین

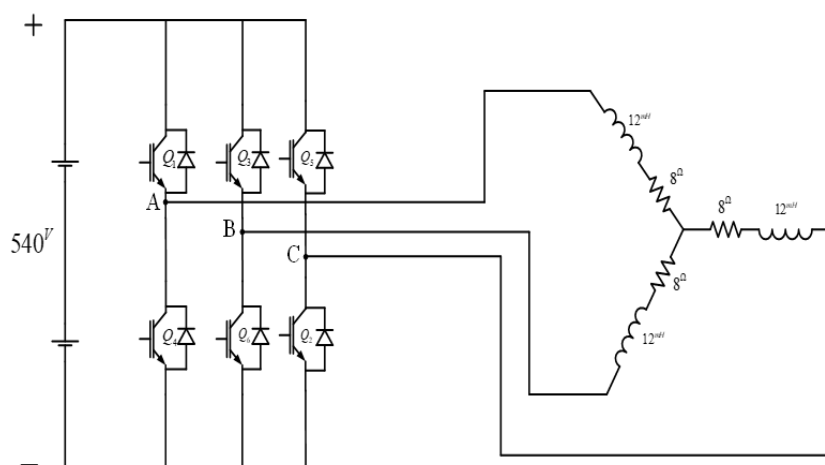
بخش ۱: تئوری

۱- شکل موج‌های ولتاژ و جریان در ترمینال ورودی یک وسیله الکتریکی در شکل نشان داده شده است. برای جریان مقادیر RMS، DPF، CF، PF و THD را به ازای $\alpha_1 = \alpha_2 = 45^\circ$ محاسبه نمایید.

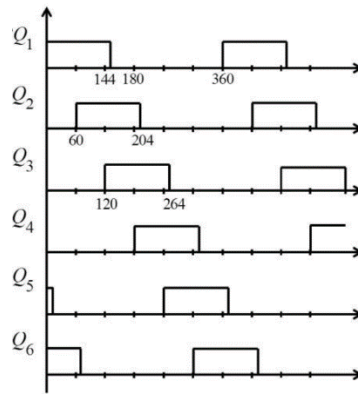


شکل ۱: ولتاژ و جریان ورودی وسیله الکتریکی

۲- در شکل ۲ اینورتر سه فاز با بار اهمی القایی نمایش داده شده است با توجه به سیگنال فرمان کلیدها در شکل ۳، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:



شکل ۲: اینورتر سه فاز



شکل ۳: سیگنال فرمان کلیدها

الف) شکل موج V_{AB} و V_{AC} را در یک دوره تناوب ترسیم کنید.

ب) در قسمت (الف)، بسط فوریه و THD را برای شکل موج V_{AC} محاسبه کنید.

بخش ۲: شبیه سازی

۳) اینورتر سه فاز شکل ۱ را با داده‌های سیگنال فرمان کلیدها در شکل ۲ است، در محیط سیمولینک متلب شبیه‌سازی نمایید و با محاسبه FFT و ترسیم شکل موج V_{AC} ، محاسبات بخش (ب) سوال ۲ را تایید کنید.

د) در صورتی که هارمونیک اصلی تولید شده توسط اینورتر ۵۰ هرتز باشد، موارد زیر را در دو حالت اتصال نقطه‌ی بار به نقطه‌ی صفر (وسط لینک dc) و حالت نوترال شناور بررسی و مقایسه نمایید:

۱) شکل موج جریان بار و مقادیر پیک و موثر آن

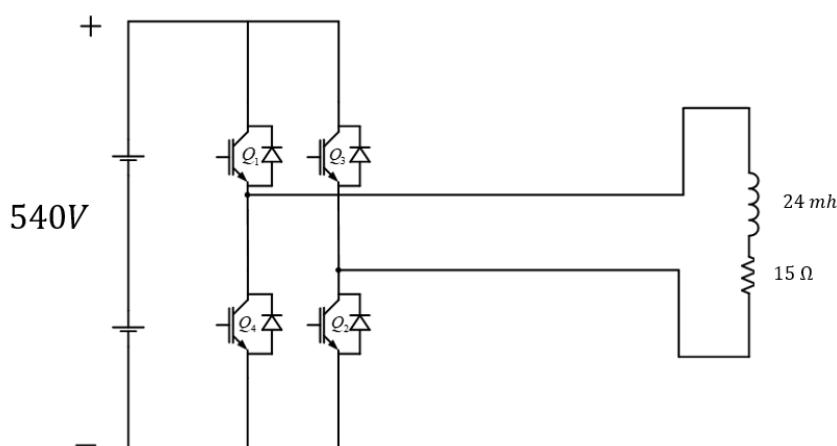
۲) طیف هارمونیک‌ی جریان بار

۳) شکل موج ولتاژ فاز اینورتر، ولتاژ خط به خط بار و ولتاژ نوترال بار برای ۵ سیکل

ه) برای اینورتر فوق، با در نظر گرفتن $f_c = 5kHz$ برای سیگنال حامل و فرکانس ۵۰ هرتز برای موج مدوله‌کننده، مدولاسیون SPWM را پیاده‌سازی کنید و مقدار THD جریان را با قسمت (د) مقایسه کنید.

و) اینورتر شکل ۱ با نوترال شناور را با تزریق ۲۰ درصد هارمونیک سوم و با استفاده از روش تزریق هارمونیک سوم شبیه‌سازی نمایید. شکل موج مرجع، ولتاژ فاز اینورتر، ولتاژ خط اینورتر و شکل موج جریان بار به همراه طیف موج هارمونیک‌ی و THD آن نمایش دهید.

۴- از یک اینورتر تک فاز تمام پل به شکل زیر، برای تولید ولتاژ با فرکانس ۵۰ هرتز در خروجی استفاده می شود.



شکل ۴: اینورتر تک فاز تمام پل

الف) با پیاده سازی مدولاسیون موج مربعی، شکل موج جریان منبع، ولتاژ و جریان Q_1 ، ولتاژ و جریان بار و مقدار THD جریان بار را به کمک سیمولینک بدست آورید و در گزارش خود درج نمایید. فایل شبیه سازی را نیز ضمیمه کنید.

ب) شکل موج جریان بار و طیف هارمونیکی آن را در حالت های زیر بدست آورید و مقایسه کنید.

a) Bipolar SPWM with $m_f = 11, m_a = 0.75$

b) Bipolar SPWM with $m_f = 21, m_a = 0.75$

c) Unipolar SPWM with $m_f = 21, m_a = 0.75$

d) Unipolar SPWM with $m_f = 21, m_a = 1.8$

۵- با توجه به مبدل نیم پل در فایل ضمیمه شده، به ازای شاخص فرکانس $m_f = 50$ و ۱۵ برای موج مدولاسیون ۵۰ هرتز، منحنی دامنه هارمونیک اصلی بر حسب اندیس مدولاسیون را در ناحیه فرامدولاسیون $m_a = 1$ تا $m_a = 3$ رسم کنید و منحنی این ناحیه را با Curve Fitting مرتبه ۲، تخمین بزنید.

(سوال ۵ توسط استاد در گروه مطرح شده و فایل شبیه سازی مربوط به این بخش در پیوست قرار داده شده است، جهت راهنمایی بیشتر به لینک تلگرام الصاق شده مراجعه نمایید.)

توضیحات مربوطه به سوال ۵: <https://t.me/c/1628458754/266>

موفق باشید