

بسمه تعالی

دانشگاه علم و صنعت ایران - دانشکده مهندسی برق

مسئله درس الکترونیک صنعتی

با توجه به نیاز صنعت به مبحث الکترونیک صنعتی و با عنایت به عناصر الکترونیکی قدرت، که می‌توانند در قدرت‌های بالا عمل کلیدزنی را انجام دهند و همچنین عناصر ریز پردازنده‌های فوق سریع موجود در بازار، ضرورت توجه هر چه بیشتر به این شاخه علمی، بلحاظ مطالب تئوریک، کامپیوتری و آزمایشگاهی را واضحتر می‌گرداند. لذا سعی نمائید، مسئله ذیل را با دقت نظر و حوصله فراوان و به اشکال گوناگون تجزیه و تحلیل نمائید و نتیجه کارتان را بصورت تمیز و خوانا بعنوان حل مسئله اعلام نمائید.

(الف) مقدمه

- ۱- چنانچه منبع $v = v_m \sin \omega t$ را به آند دیود (D) متصل و کاتد این دیود را به مقاومت R متصل و طرف دیگر این مقاومت را به منبع متصل نمائیم، مطلوبست تعیین ولتاژ دو سر دیود $v_D(t) = v_{AK}(t)$ ، ولتاژ دو سر بار مصرفی $v_R(t)$ و جریان عبوری از مصرف کننده $i_R(t)$ ، مقادیر متوسط، مؤثر جریان و ولتاژها را بدست آورید.
- ۲- در صورتیکه به این مدار سلفی با مقدار L را سری با R اضافه نمائیم، علاوه بر مقادیر فوق $v_L(t)$ را نیز بدست آورید. در اینحالت زمان هدایت دیود را با زمان هدایت دیود در حالت قبل را مقایسه نمائید و علت تغییر در این زمانها را بطور واضح بیان نمائید.
- ۳- در صورتیکه به فرض دوم (۲) یک باطری با مقدار ثابت E را بطور سری با R و L اضافه نمائیم بطوریکه مقدار ولتاژ E بتواند مثبت یا منفی باشد، خواسته‌های فرض (۲) را مجدداً بررسی نمائید.
- ۴- در صورتیکه در فرض (۳) مقدار $L=0$ باشد، مجدداً مسئله را بررسی نمائید.
- ۵- در صورتیکه در فرض (۳) مقدار $R=0$ باشد، مجدداً مسئله را بررسی نمائید.
- ۶- چنانچه در فرض (۳) مقدار R و E هر دو صفر گردند، مقدار جریان عبوری $i(t)$ و زمان هدایت دیود را تعیین نمائید علت را دقیقاً بررسی کنید.

۷- چنانچه در شش فرض فوق الذکر یک دیود دیگر D' به موازات بار R ، L و E قرار دهیم بطوریکه کاتدهای دیودهای D و D' بهم متصل گردند، شش فرض فوق را مجدداً تجزیه و تحلیل و جوابها را اعلام نمائید همچنین نقش دیود D' و مقدار ولتاژ و جریان آن را بررسی نمائید.

۸- چنانچه در ۷ فرض فوق الذکر بجای دیود D تریستور Th را قرار دهیم و زاویه آتش تریستور را برابر ψ داشته باشیم. مطلوبست تجزیه و تحلیل و اعلام نتایج را.

۹- در فرضهای هشتگانه فوق و با توجه به اینکه منبع V در هر حال سینوسی است، مطلوبست:

۹-۱- توانهای ظاهری، اکتیو و راکتیو منبع (V) را،

۹-۲- هارمونیهای جریان عبوری از منبع (V) را محاسبه نمائید.

۹-۳- از طریق هارمونیهای جریان سعی نمائید مجدداً توانها را بدست آورید و با قسمت (۹-۱) مقایسه نمائید.

۱۰- از مدارهای آنالوگ و یا دیجیتال استفاده نمائید تریستور را فرمان دهید بطوریکه ψ بتواند بین صفر تا 180° درجه تغییر نماید.

۱۱- اگر بخواهیم جریان مدار از حداکثر I_M بیشتر نگردد، چگونگی را تحلیل و اعلام نمائید.

۱۲- برای عناصر الکترونیکی قدرت بکار گرفته شده در فوق چه حفاظتهای جریانی، ولتاژی و حرارتی را باید مد نظر داشت، چگونگی را بیان نمائید.

۱۳- چنانچه بررسی شما در خواستههای فوق الذکر فقط تحلیل ریاضی، فیزیکی نبوده و شبیه سازیهای کامپیوتری و یا حتی نتایج آزمایشگاهی دارید، دقیقاً اعلام نمائید.

۱۴- در صورتیکه به مدار فرض (۱) و بموازات مقاومت (R) خازن نسبتاً بزرگی را قرار دهیم، بطوریکه ولتاژ در دو سر مقاومت پیوستگی پیدا کند، مطلوبست روابط حاکم بر این مدار را. همچنین رسم ولتاژ $v_R(t)$ و محاسبه جریان عبوری از منبع V . شکل جریان منبع چگونه خواهد شد، چرا؟ برای محدود سازی این جریان چه باید کرد. نتیجه را بررسی و اعلام نمائید.

۱۵- در صورتیکه $\omega = 100\pi$ رادیان، $V_m = 220\sqrt{2}$ ولت، $R = 1.2$ اهم، $L = 100$ میلی‌هانری، $E = 200$

ولت، $\psi = 42^\circ$ درجه، $I_M = 260$ آمپر، $C = 1600$ میکروفاراد، بطور عددی خواستههای فوق الذکر را

بررسی و نتایج را اعلام نمائید.

(ب) یکسوسازی دیودی نیم موج

۱- منبع جریان متناوب سه فازه با فرکانس f هرتز و دامنه ولتاژ فازی V_m را به آند سه دیود متصل و کاتد آنها را بهم متصل و بار مصرفی را بین نقاط کاتد مشترک (M) و صفر شبکه (N) متصل می‌نمائیم ، مطلوبست :

۱-۱- در صورتیکه بار مصرفی اهمی خالص با مقدار R باشد ، ولتاژ دو سر بار مصرفی $u(t)$ ، جریان عبوری از بار مصرفی $i(t)$ ، جریان عبوری از دیودها $i_D(t)$ و جریان عبوری از هر فاز منبع $i_s(t)$ و ولتاژ دو سر هر دیود $V_D(t)$ را پیدا کنید.

۲-۱- مقدار متوسط جریان بار i_{av} ، ولتاژ متوسط دو سر بار مصرفی u_{av} ، ماکزیمم ولتاژ دو سر دیودها V_{RM} ضریب نوسانی ولتاژ دو سر بار K_u ، ضریب نوسانی جریان عبوری از بار K_i را بدست آورید.

۳-۱- در صورتیکه به بار مصرفی R مقدار اندوکتانس L را اضافه نمائیم بطوریکه داشته باشیم $\left(Q = \frac{L\omega}{R}\right)$

مطلوبست بررسی فرض‌های (۱-۱) و (۲-۱) فوق‌الذکر را.

۴-۱- چنانچه Q بسمت بی‌نهایت میل نماید ، مطلوبست محاسبه جریان متوسط هر دیود ، جریان ماکزیمم هر دیود و جریان مؤثر عبوری از هر فاز منبع و شکل آنرا $i_s(t)$

۵-۱- در فرض (۴-۱) مطلوبست هارمونی‌های ولتاژ و جریان بار مصرفی.

۶-۱- چنانچه به فرض (۳-۱) یک باطری E با مقدار $K_1 V_m$ اضافه نمائیم بطوریکه $(K_1 < 1)$ باشد. مطلوبست وضعیت هدایتی دیودها و شکل ولتاژ دو سر بار مصرفی را

۷-۱- از فرض اخیر چه نتیجه صنعتی می‌گیرید ، بررسی و بیان نمائید.

۸-۱- چنانچه در فرض (۱-۱) منبع را ایده‌آل نگرفته بلکه امپدانس هر فاز منبع را با R_c و L_c مدل نمائیم مطلوبست محاسبه مجدد این فرض را.

۹-۱- چنانچه در فرض (۸-۱) از R_c در مقابل $L_c \omega$ صرف‌نظر نمائیم ، مطلوبست زمان هدایت تداخلی دیودها و افت ولتاژ مربوط به فرض (۳-۱) را.

۱۰-۱- در فرض (۹-۱) چنانچه به ناگهان دو سر بار مصرفی اتصال کوتاه گردد ، وضعیت هدایت دیودها ، جریان اتصال کوتاه ، جریان عبوری از هر دیود و هر فاز منبع را بدست آورید.

۱-۱۱- در صورتیکه $f = 50$ هرتز ، $V_m = 220\sqrt{2}$ ولت ، $R = 0.75$ اهم ، $L = 50$ میلی هانری ، $|K_1| = 0.7$ ،

$L_c = 65$ میکروهانری باشد. مطلوبست محاسبه عددی فرضیات فوق الذکر را.

۱-۱۲- سعی نمائید مقادیر پارامترهای فرض‌های (۱-۱) الی (۱۰-۱) را متغیر گرفته و با شبیه سازی کامپیوتری

بررسی‌ها را انجام دهید و نتایج را با دقت خاصی اعلام نمائید.

(ج) یکسوساز دیودی تمام موج

۱- چنانچه منبع سه فازه فوق الذکر را توسط یک ترانسفورماتور به ۶ دیود متصل نمائیم بطوریکه نقطه آند

مشترک سه دیود (نقطه M) و نقطه کاتد مشترک (نقطه N) را تشکیل دهند و نسبت تبدیل ترانسفورماتوری

(اولیه به ثانویه) را برابر K_T در نظر بگیریم مطلوبست حل فرضیات (۱-۱) الی (۱۲-۱) قسمت (ب) را.

۲- چنانچه ترانسفورماتور دارای اتصالات $\lambda - \lambda$ ، $\lambda - \Delta$ ، $\Delta - \lambda$ ، $\Delta - \Delta$ ، $\Delta - Z$ ، $\lambda - Z$ و یا $\Delta - Z$ باشد.

مطلوبست محاسبه جریان در فازهای اولیه و ثانویه ترانسفورماتور و اثرات آنها را.

۳- فرض (۲) را چنانچه در قسمت (ب) بررسی نمائیم کدام ترانسفورماتورها مناسباند و کدام را رد می‌نمائید،

چرا؟

۴- چنانچه ترانسفورماتور تکفازه باشد و ولتاژ ورودی V_1 را به ولتاژ V_2 تبدیل نماید. مطلوبست بررسی مسئله وقتی

که باری مشابه فرض (۱-۶) از قسمت (ب) را داشته باشد.

۵- علاوه بر اعداد و ارقامی که در قسمت (۱-۱۱-ب) اعلام شد چنانچه $K_T = 0.6$ و مقادیر مؤثر $V_1 = 380$ ولت

و $V_2 = 150$ ولت باشد ، مطلوبست محاسبه عددی بندهای ۱ الی ۴ این قسمت را.

۶- در دو قسمت (ب) و (ج) چنانچه رابطه افت ولتاژ در دیودها را با $V_D = V_0 + R_D I$ و مقاومت خط شبکه سه

فازه متصل به اولیه ترانسفورماتور را برابر R_L و مقاومت اولیه ترانسفورماتور را R_p و مقاومت ثانویه

ترانسفورماتور را برابر R_s در نظر بگیریم ، مطلوبست :

۱-۶- محاسبه افت ولتاژ دیودها را .

۲-۶- محاسبه افت ولتاژ در اثر مقاومت‌های اهمی را.

۳-۶- مجموع افت ولتاژها را در هر حالت با توجه به فرض (۱-۹-ب) بدست آورید.

۷- فرض (۶) را با در نظر گرفتن مقادیر عددی که خودتان اعمال می‌نمائید محاسبه و نتایج را اعلام کنید.

(د) یکسوساز تریستوری نیم موج

۱- در صورتیکه در فرض (۱) از قسمت (ب) بجای دیودها، تریستور قرار دهیم و زاویه آتش آنها برابر ψ باشد.

مطلوبست :

۱-۱- محاسبه بندها (۳-۱) الی (۱۲-۱) را.

۲-۱- مدار فرمان آتش تریستورها را محاسبه، طراحی و رسم نمائید.

۳-۱- حفاظت‌های لازم را با توجه به جمیع جهات مسئله بررسی و پیش بینی و اعلام نمائید.

۴-۱- در صورتیکه زاویه آتش در دو مقدار $\psi_1 = 42^\circ$ و $\psi_2 = 110^\circ$ باشد با عنایت به مقادیر عددی داده شده

محاسبات را انجام دهید.

(ه) یکسوساز نیمه تریستوری تمام موج

۱- چنانچه در فرض (۱) از بند (ج) بجای دیودهای کاتد مشترک تریستور استفاده نمائیم. مطلوبست :

۱-۱- محاسبه بندهای (۱) و (۲) را

۲-۱- مدار فرمان تریستورهای این یکسوساز را رسم نمائید و بحث مختصر و مفیدی در مورد آن داشته باشید.

۳-۱- در صورتیکه مقادیر عددی بند (۱-۴) از فرض (د) را داشته باشیم مطلوبست محاسبه‌های عددی در

اینحالت و تفاوت‌های هارمونیکی جریان و ولتاژ را در هر دو حالت محاسبه و توضیح دهید.

(و) یکسوساز تریستوری تمام موج

۱- در صورتیکه در فرض (۱) از بند (ج) بجای هر شش دیود، تریستور قرار دهیم، مطلوبست محاسبه مجدد

خواسته‌های بند (ه) را و مقایسه خواسته شده در بند (۳-۱) را بسط داده و سه حالت را با هم مقایسه نمائید.

حالت‌های بندهای (د)، (ه) و (و)

۲- در صنایع چه وقت از بند (ه) و چه وقت از بند (و) می‌توان استفاده کرد.

(ز) کنترل کننده‌های جریان متناوب

۱- در بند (۱) از قسمت (الف) ، چنانچه دیود D'' را بطور معکوس ، موازی دیود D متصل نمائیم این بند را مجدداً مورد بررسی قرار دهید و نتایج را اعلام کنید.

۲- چنانچه بجای دو دیود D و D'' تریستورهای Th_1 و Th_2 را قرار دهیم و همان مقاومت اهمی R بعنوان مصرف کننده باشد. مطلوبست محاسبه ولتاژ دو سر R ، ولتاژ دو سر تریستورها جریان عبوری از بار مصرفی ، جریان عبوری از هر تریستور و همچنین جریان کشیده شده از شبکه ، مقادیر متوسط ، مؤثر و ماکزیمم این پارامترها را محاسبه نمائید. وقتی که زاویه آتش تریستورها برابر ψ باشد.

۳- در اینحالت مطلوبست محاسبه قدرت‌های مختلف و ضریب قدرت را نیز محاسبه نمائید.

۴- بعنوان مثال عددی ، همان مقادیر بند (۱۵) از قسمت (الف) را با در نظر گرفتن $\psi = 33^\circ$ درجه در نظر بگیرید.

۵- چنانچه همانند بند (۲) از قسمت (الف) اندوکتانس (L) به مدار اضافه گردد ، مطلوبست محاسبه مجدد بندهای یک الی چهار همین قسمت را در زوایای آتش $\psi_1 = 33^\circ$ و $\psi_2 = 100^\circ$.

۵-۱- چنانچه مقاومت R را برداریم و فقط L در مدار باشد ، در اینصورت چنانچه زاویه آتش برابر $\psi = 90^\circ$ یا $\psi = 110^\circ$ باشد. مجدداً بندهای یک الی سه را حل نمائید.

۶- در صورتیکه از سه مدار مشابه آنچه در بند (۲) این قسمت داریم ، استفاده کنیم و هر مدار را از یک فاز S ، R و یا T تغذیه گردد ، در اینصورت ، کنترل کننده سه فازه‌ای را داریم که سه مقاومت R یکسان را تغذیه می‌نماید در اینصورت مطلوبست :

۶-۱- محاسبه و رسم ولتاژ دو سر هر کدام از بارهای اهمی را وقتیکه زاویه آتش تریستورها برابر ψ باشد.

۶-۲- محاسبه و رسم ولتاژ دو سر یکی از تریستورها ، وقتیکه زاویه آتش ψ باشد.

۶-۳- محاسبه و رسم جریان عبوری از یکی از فازهای شبکه وقتیکه زاویه آتش ψ باشد.

۷- چنانچه در فرض (۶) بجای مقاومت‌های R ، اندوکتانس‌های L را جایگزین نمائیم ، مطلوبست محاسبه مجدد بندهای (۶) را.

۸- بعنوان محاسبه عددی همان مقادیر بند (۴) این قسمت را با در نظر گرفتن $\psi = 104^\circ$ درجه در نظر بگیرید.

(ح) کنترل کننده‌های جریان مستقیم (چاپرها یا هاشورها)

۱- چنانچه بخواهیم یک مبدل DC-DC کاهنده داشته باشیم بطوریکه ولتاژ منبع جریان مستقیم U ولتی را استفاده نماید و در خروجی ولتاژهای بین صفر تا U ولت را تحویل دهد. مطلوبست :

۱-۱- بررسی ، محاسبه و ترسیم شمای تبدیلی که بتواند چنین خواسته‌ای را برآورده سازد و از تریستور استفاده شده باشد.

۲-۱- بررسی و رسم مداری که بتواند این خواسته را برآورده نماید و از GTO استفاده کرده باشد.

۳-۱- بررسی و رسم مداری که بتواند این خواسته را برآورده نماید و از ترانزیستور IGBT استفاده شده باشد.

۲- تفاوت این سه مدار اخیر بلحاظ کاربردی ، مزایا و معایب را بررسی و اعلام نمائید.

۳- چنانچه بخواهیم یک مبدل افزایشنده داشته باشیم بطوریکه ولتاژ منبع جریان مستقیم U را به $K_2 U$ تبدیل نماید در اینصورت کدام یک از مدارهای (۱-۱) الی (۳-۱) را ترجیح می‌دهید. چرا ؟

۴- چنانچه در مبدل کاهنده فرض (۱) بار اهمی - القائی (L_L ، R_L) باشد مدار را مورد بررسی و تحلیل قرار دهید ، ولتاژ و جریان بار مصرفی را بدست آورید.

۴-۱- دیودی که بموازات بار قرار می‌دهید آیا ضرورت دارد ، چرا ؟

۴-۲- عنصر کلیدی که در این مدار بکار می‌برید باید دارای چه مشخصاتی بلحاظ ولتاژ و جریان باشد.

۵- چنانچه بخواهیم از مبدل افزایشنده بند (۳) استفاده نمائیم ، بطوریکه بار مصرفی اهمی (R') ، همراه با یک خازن (C') موازی با آن باشد. بگونه‌ایکه بتوانیم از منبع جریان مستقیم U_S ولتی ، ولتاژ $U_{R'}$ ولت متوسط را با جریان $I_{R'}$ آمپری در مقاومت اهمی داشته باشیم ، در این صورت مطلوبست :

۵-۱- سلف L_S سری شده چه مشخصاتی باید داشته باشد ؟

۵-۲- مشخصات خازن چه خواهد بود ؟

۵-۳- فرکانس کاری چاپر آیا مهم است ، f_{CH} را چقدر تعیین می‌نمائید.

۵-۴- مقادیر متوسط $U_{R'}$ و $I_{R'}$ را بدست آورید.

۵-۵- در اینحالت منبع U_S ، مقاومت R' را چقدر خواهد دید ؟

۵-۶- مقدار توان مصرفی در بار R' را محاسبه نمائید.

۶- بعنوان مثال عددی در صورتیکه داشته باشیم ، $U = 500$ ولت ، $K_2 = 20$ ، $R_L = 1.2$ اهم ، $L_L = 50$ میلی هانری ، $R' = 2$ اهم ، $C' = 500$ میکروفاراد ، $L_S = 200$ میلی هانری و $U_S = 24$ ولت موارد خواسته شده در بندهای مختلف مرتبط در این قسمت را بدست آورید.

(ط) اینورترهای مستقل

دو منبع جریان مستقیم با ولتاژهای E را با هم سری کرده و دو کلید نیمه هادی سری شده را در خروجی این دو منبع قرار می‌دهیم و بار مصرفی R_2 را در بین نقاط وسط بین دو کلید و دو منبع می‌بندیم ، در این صورت اگر :

۱- هر کدام از کلیدها به تناوب مدت t_2 میلی ثانیه هدایت داشته باشند مقدار قدرت مصرفی در بار R_2 را محاسبه نمائید.

۱-۱- هارمونی‌های ولتاژ و جریان در بار R_2 چگونه است ؟

۲- اگر به بار مصرفی R_2 سلف L_2 را اضافه نمائیم پاسخ‌های قبلی را در این مورد بررسی نمائید.

۲-۱- ضریب قدرت را در این حالت بدست آورید.

۳- چنانچه بجای دو منبع از یک منبع با مقدار E و بجای دو کلید از چهار کلید استفاده گردد. در این حالت آیا

تفاوتی در مسایل فوق الذکر پیش خواهد آمد (کلیدها دو به دو سری و موازی‌اند)

- ۳-۱- آیا در مشخصات کلیدها باید تغییر ایجاد کرد ، چرا ؟
- ۴-۱- چنانچه در بند (۳) یک ترانسفورماتور T_2 با نسبت تبدیل K_2 را واسط بین اینورتر و بار مصرفی قرار دهیم ،
مطلوبست :
- ۴-۱- در صورتیکه بخواهیم ولتاژ دو سر بار مصرفی m برابر بزرگتر از حالت (۳) گردد در اینصورت آیامنبع و کلیدها باید تغییر نمایند ، اثر فرکانس F_1 در این مدار چیست ؟
- ۵-۱- چنانچه در بند (۳) بجای ۴ کلید از ۶ کلید نیمه هادی استفاده نمائیم (کلیدها دو به دو سری و در سه شاخه موازی قرار گرفته‌اند) و سه بار مصرفی R_2 و L_2 را با اتصال ستاره بسته و به سرهای وسط این سه شاخه وصل نمائیم ، مطلوبست تعیین ولتاژ دو سر هر بار مصرفی را.
- ۵-۱- اگر بار مصرفی را به صورت مثلث ببندیم در این صورت توان‌های مفید مصرفی در این دو حالت به چه نسبتی تغییر می‌نماید.
- ۵-۲- هارمونی‌های جریان‌ها و ولتاژها را بدست آورید.
- ۵-۳- اگر بخواهیم توسط کلیدزنی هارمونی‌های بزرگتر را حذف نمائیم ، روش را بررسی و نتایج را اعلام نمائید.
- ۵-۴- آیا در اینحالت نوع کلید مهم است ، چرا ؟
- ۶-۱- بعنوان یک مثال عددی چنانچه داشته باشیم ، $E = 60$ ولت ، $R_2 = 0.75$ اهم ، $t_2 = 0.1$ میلی ثانیه ،
 $L_2 = 5$ میلی هانری ، $m = 6$ ، مقادیر بندهای این قسمت را بدست آورید.

(ی) کاربردها

- ۱- حفاظت در مقابل تغییرات ناگهانی جریان برای عناصر نیمه هادی کلیدی ، چگونه انجام می‌شود.
- ۲- چگونگی حفاظت در مقابل تغییرات ناگهانی ولتاژ را برای عناصر کلیدی نیمه هادی بررسی نمائید.
- ۳- صافی جریان در سیستم‌های جریان مستقیم کدامست ؟ چگونگی را بررسی نمائید.
- ۴- صافی ولتاژ در سیستم‌های جریان مستقیم چگونه انجام می‌شود ، چرا ؟
- ۵- ذخیره سازی انرژی الکتریکی و بکارگیری آن چگونه انجام می‌شود ، بررسی و بیان نمائید.
- ۶- موتورهای جریان مستقیم را چگونه می‌توان تغییر دور داد ، بررسی و بیان نمائید.

- ۷- نحوه کنترل دور ، کنترل جریان آرمیچر و ولتاژ دو سر آرمیچر چگونه است ، بررسی و بیان دارید.
- ۸- چگونه می توان موتور جریان مستقیم را در ناحیه گشتاور ثابت و یا قدرت ثابت استفاده کرد. دقیقاً بررسی و بیان نمائید.
- ۹- در سیستم اتوبوس برقی چگونه قدرت الکتریکی را از خط جریان مستقیم چند صد کیلوولتی به موتور جریان مستقیم داخل اتوبوس انتقال داده و تغییر ولتاژ و جریان می دهند ، بررسی ، تحلیل و بیان نمائید.
- ۱۰- در سیستم های تولید گاز کلر برای تصفیه آب از چه مبدلهائی استفاده می گردد ، چگونگی را بررسی و توجیح نمائید.
- ۱۱- کنترل ماشین آسنکرون ، روتور سیم بندی شده بروش برگشت قدرت چگونه انجام می شود ، روابط حاکم را بررسی و بیان نمائید.
- ۱۲- دو روش برای کنترل دور ماشین آسنکرون روتور قفسی با کنترل کننده های جریان متناوب و یا اینورترهای مستقل را بررسی و مزایا و معایب را دقیقاً تجزیه و تحلیل نمائید.
- ۱۳- دستگاه جوشکاری نقطه ای بر چه اساسی کار می کند ، بررسی و تحلیل نمائید.
- ۱۴- کوره های القائی از کدامیک از مبدل های فوق الذکر استفاده می نماید ، اثر فرکانس و کاربردها را بررسی و بیان نمائید.
- ۱۵- در کارخانجات نورد فولاد ، بر چه اساسی موتورهای محرک دستگاهها را بکار می گیرند ، بررسی ، تجزیه ، تحلیل و بیان نمائید.
- ۱۶- کارخانجات آلومینیوم سازی از چه مدارهای الکترونیک صنعتی استفاده می نمایند ، چگونه و چرا ؟
- ۱۷- سیستم های کنترل توان راکتیو و یا اصلاح ضریب قدرت بر چه اساسی کار می کنند ، چگونگی را بررسی و بیان نمائید.
- ۱۸- سیستم های شش پالسه و ۱۲ پالسه AC/DC کدامند ، چه تفاوت هائی دارند ، مزایا و معایب را بیان نمائید.
- ۱۹- سیستم های HVDC بر چه اساسی کار می کنند ، بررسی ، تحلیل و بیان نمائید.