نماتک
آموزش صحیح

بسته:

حفاظت موتورهای الکتریکی

فصل اول ۲
فصل دوم ۵
فصل سوم ۸
فصل چهارم ۱۱
فصل پنجم ۱۳
فصل ششم ۱۶
فصل هفتم ۱۹
فصل هشتم ۲۰
فصل نهم ۲۲
فصل دهم ۲۳
فصل یازدهم ۲۵
فصل دوازدهم ۲۷
فصل سیزدهم ۳۰

فصل اول

- معرفی روش‌های حفاظتی موتورهای فشار ضعیف
- آشنایی با مدارهای حفاظت موتور
- معرفی فرمول محاسباتی به منظور یافتن مقدار جریان ورودی به موتور
- نمایش نحوه پیدا کردن منحنی استارت مستقیم موتور
- نحوه راه‌اندازی تک‌ضرب موتورهای فشار ضعیف
- نمایش استارت موتور به‌صورت مستقیم
- تحلیل شماتیک موتور
- یافتن جریان نامی و رسم منحنی جریان بر حسب زمان
- محاسبه جریان راه‌اندازی و جریان پیک موتور
- منظور از حفاظت موتور چیست؟
- تعیین جریان واقعی بر حسب جریان نامی که از موتور کشیده می‌شود
- پیاده‌سازی منحنی حفاظتی روی منحنی جریان-زمان راه‌اندازی موتور
- تقسیم نمودار جریان-زمان راه‌اندازی به سه ناحیه (Tripping Curves)
- آشنایی با مفهوم اتصال کوتاه و خطاهای Solid
- معرفی تجهیزات لازم به منظور حفاظت موتور
- محاسبه زمان راه‌اندازی تک‌ضرب موتورهای فشار ضعیف
- نسبت جریان نامی به جریان راه‌اندازی چقدر می‌تواند باشد؟
- تخمین زمان راه‌اندازی با معلوم بودن منحنی جریان راه‌اندازی
- نحوه تعیین Rated Current در محاسبات مداری
- آشنایی با پیش‌نیاز حفاظت موتور
- اصول هماهنگی
- آشنایی با منحنی‌های حفاظت موتور

- خطای solid بیشتر ناشی از چیست؟
- بررسی ناحیه Overload
- تشریح کامل نواحی حفاظتی روی منحنی
- هرکدام از حفاظت‌ها توسط چه وسیله‌ای انجام می‌شود
- تعیین محدوده قرار گرفتن تنظیمات و نمودارهای حفاظتی
- تشریح عملی رله overload
- بیان مثالی از اصول هماهنگی حفاظتی موتورها
- حفاظت موتور توسط فیوز و بی متال‌ها و محدوده کارکرد آن‌ها
- اجزا تشکیل‌دهنده مدار و تشریح ترتیب قرار گرفتن ان
- هدف تعبیه فیوز در مدار
- نمایش نمونه واقعی کنتاکتور و نحوه اتصال ان در مدار
- بیان عملکرد کنتاکتور در مدار
- معرفی رفتار حفاظتی بی متال‌ها و نحوه اتصال ان
- چرا بی متال قبل کنتاکتور در مدار قرار نمی‌گیرد؟
- معرفی کلاس‌های حفاظتی بی متال‌ها
- تفسیر نمودار بی متال‌ها
- بی متال‌ها دارای چند منحنی هستند؟
- آشنایی با مفهوم hot و cold
- تفسیر حفاظتی ست بی متال زیمنس
- تشریح عملی نمونه‌ای از بی متال‌ها
- تشریح ساختمان داخلی بی متال‌ها
- رسم مدار بر اساس مدار تیپ یک که بی متال در ان تعبیه کردیم
- تحلیل حفاظتی مدار بر اساس منحنی‌های جریان راه‌انداز و منحنی بی متال‌ها
- نحوه انتخاب تنظیمات بر اساس تجهیزات (object) یا بهره‌برداری (operation)

- نحوه انتخاب جریان ست بی متال
- علت انتخاب جریان تنظیم بی متال بر اساس جریان نامی موتور چیست؟
- انتخاب بی متال کلاس‌های مختلف بر چه اساسی صورت می‌گیرد
- تفسیر هم‌زمان دو منحنی hot و cold بی متال‌ها روی نمودار جریان-زمان موتور
- آیا بی متال‌ها عملکردی در مقابل اتصال کوتاه‌ها دارند؟
- استفاده از منحنی فیوز در مقابل شرایط اتصال کوتاه ناگهانی مدار
- آشنایی با نحوه انتخاب فیوز
- بیان خطاهایی که در این مدل مدارات شاید مواجه شویم
- منظور از دو فاز شدن موتورها چیست؟
- آیا با تجهیزات حفاظتی معرفی‌شده قادر به شناسایی هر خطا در مدار هستیم؟
- عملکرد بی متال‌ها در مقابل دو فاز شدن موتورها چیست؟
- معرفی دو حالت برای موتور دو فاز شده
- حل مثال تشریحی دو فاز شدن موتور و ترسیم مدار معادل ان
- تحلیل منحنی‌های حفاظتی در راستا تشریح مثال دو فاز شدن
- چه عواملی باعث سوختن موتور یا اتصال کوتاه می‌شود
- معرفی عملکرد بی متال‌های solid state
- دلیل استفاده از بی متال‌های solid state
- تاثیر دمای محیط روی عملکرد بی متال‌ها
- معرفی بی متال‌های جبران سازی شده
- چه زمانی نیاز به استفاده از بی متال‌های جبران سازی داریم

فصل دوم

- بررسی مدارات موتور فشار ضعیف مجهز به کلید فشار ضعیف حرارتی
- توضیح شماتیک مدار حفاظتی موتور فشار ضعیف توسط مشخصه تنظیم کلید فشار ضعیف حرارتی
- آشنایی با کلید circuit-breaker در مدار
- کار contactor در مدار چیست؟
- آشنایی با قطع و وصل کردن موتور موقع تعمیرات و راه‌اندازی با contactor و circuit breaker
- بررسی عملکرد کنتاکتور از راه دور
- عملکرد بوبین در کنتاکتور
- معرفی عملی قطعه مدارشکن (circuit breaker)
- آیا مدارشکن (circuit breaker) از راه دور فرمان پذیر است؟
- بررسی حفاظتی منحنی Thermal-Magnetic
- بررسی شرایط حفاظتی از روی منحنی کلید فشار ضعیف حرارتی
- شرایط انتخاب جریان انی (instantaneous current) مدار بر اساس جریان موتور و جریان نامی circuit breaker
- آشنایی با عملکرد جریان انی در مدار
- آشنایی با شکل موج اتصال کوتاه
- توضیح مبحث اتصال کوتاه و نحوه محاسبات ان
- معرفی نمونه کلید حرارتی مغناطیسی حفاظتی موتور
- تحلیل مدار حفاظتی موتور تعبیه‌شده با ترانسفورماتور
- معرفی محاسبه جریان اتصال کوتاه با دو روش
- حل جریان اتصال کوتاه با روش تقریبی

- نحوه انتخاب جریان breaker با محاسبه ماکزیمم جریان اتصال کوتاه فشار ضعیف
- محاسبه جریان نامی ترانسفورماتور
- بررسی مدار قدرت و مدار فرمان کلیدهای حفاظتی موتور فشار ضعیف
- بررسی مزایا و معایب تغذیه breaker از خود مدار با تشریح مثال
- منظور از منطق دو از سه چیست؟
- بررسی علت قطع تغذیه از مدار سالم و بدون ایراد و راهکار ارائه‌شده برای جلوگیری از این مشکل چیست؟
- چرا مدار تغذیه بوبین را از مدار اصلی جدا می‌کنیم
- حل مثال روش حفاظتی موتور فشار ضعیف توسط کلید مجهز به تنظیمات اضافی از نوع الکترونیک
- بررسی breaker مجهز به تجهیزات الکترونیکی
- رسم منحنی راه‌انداز مدار حفاظتی مجهزشده با تجهیزات الکترونیکی و بررسی تنظیمات الکترونیکی ان
- معرفی دو نوع از تنظیمات الکترونیکی
- معرفی موتورهایی که با درایور تغذیه می‌شوند
- بررسی مدار حفاظت موتور-درایور توسط کلید فشار ضعیف یا فیوز
- تحلیل عملکرد اجزا تشکیل‌دهنده مدار حفاظت موتور-درایور
- وظیفه کلید فشار ضعیف تعبیه‌شده در حفاظت موتور-درایور چیست؟
- آیا می‌توان در مدار حفاظت موتور-درایور بجای circuit breaker از فیوز در برابر اتصال کوتاه استفاده کرد؟
- اصول کارکرد موتور با درایور
- تفسیر مدار داخلی مبدل فرکانس
- تاثیر وجود هارمونیک‌ها در مدار

- تنظیم مدار مغناطیسی circuit breaker تعبیه‌شده در مدار حفاظتی موتور با مبدل فرکانس
- تحلیل مدار حفاظتی متشکل از موتور و مبدل فرکانس و circuit breaker
- بررسی ناحیه بندی کردن مدار به منظور تحلیل اتصال کوتاه
- ترسیم نمودار جریان-زمان مثال موتور-درایور به منظور برآورده کردن اهداف حفاظتی
- آشنایی عملی با یک نمونه از مبدل فرکانس
- تشریح مثالی از موتوری که توسط راه‌انداز نرم (Soft Start) کار می‌کند
- عملکرد راه‌انداز نرم در مدار چیست؟
- مدارهای راه‌انداز نرم مجهز به چه حفاظتی هستند؟
- کارکرد فیوز SITOR در مدار
- تفسیر کارکرد موتور با راه‌انداز نرم
- راه‌انداز نرم حداکثر چقدر جریان را باید محدود کند؟

فصل سوم

- حفاظت تک فاز به زمین
- معرفی شبکه صنعتی TNS
- آشنایی با انواع سیستم‌های اتصال زمین
- تعمیق مفهوم زمین کردن الکتریکی
- تشریح زمین کردن حفاظتی
- نمایش شماتیک زمین کردن صنعتی
- در برق‌گرفتگی چند نوع اتصال به زمین داریم؟
- آشنایی با تماس مستقیم در برق‌گرفتگی
- اهداف طراحی شبکه‌های زمین
- معرفی تماس غیرمستقیم در برق‌گرفتگی
- آشنایی با ولتاژ تماس و مقدار زمان مجاز اتصال به زمین
- تحلیل شماتیک سیستم زمین کردن در شبکه صنعتی
- بیان مثالی از یک سیستم زمین به منظور نمایش نحوه اتصالات تجهیزات در شبکه صنعتی
- مزایا تشکیل رینگ در هر منطقه از شبکه
- نمایش شماتیک خطای تک فاز به زمین
- محاسبه تقریبی مقاومت PE و جریان خطا در خطای تک فاز
- بررسی عوامل ایجادکننده مقاومت خطا
- نمایش ایجاد مقاومت خطا در استاتور
- معرفی معیار تنظیم حفاظتی جریان تک فاز به زمین نسبت به جریان نامی موتور (Object)
- بررسی زمان تنظیم برای صادر کردن Trip

- معرفی روش سنجش مقدار جریان خطای تک فاز به زمین
- نمایش شماتیک اتصال زمین در موتورهای فشار ضعیف سیستم‌های صنعتی
- آشنایی با روش Core Balance به منظور سنجش جریان خطا
- بررسی نحوه عبور کابل‌ها از Core Balance CT
- نمایش شماتیک عبور کابل‌ها از Core Balance CT
- معرفی رابطه جریان تحمل بدن هر فرد در استاندارد تایید شده
- نحوه به دست آوردن زمان تنظیم حفاظتی جریان تک فاز به زمین
- معرفی معیار زمانی تنظیم حفاظتی
- بررسی علت به وجود آمدن Trip کاذب در حفاظت خطای تک فاز به زمین به خطای زمین موتورها
- معرفی انواع RCD
- امکان عملکرد RCD برای موتور-درایور و استفاده از فیلتر HF
- نمایش اصطلاحات RCD
- حفاظت موتورهای فشار متوسط
- ترانسفورماتورهای جریان
- آشنایی با CT و مدار معادل ان
- آشنایی با سر نقطه‌دار CT
- نمایش شماتیک سر نقطه‌دار CT
- بیان زمین کردن CT های سه فاز در ثانویه
- نمایش شماتیک زمین کردن CT هایی که به رله وصل کردیم
- مکان قرار گرفتن CT در مدار
- بیان مثال در راستای تحلیل مشخصات CT
- نحوه انتخاب مناسب CT برای مدارها
- آشنایی با خطای مرکب

- معرفی خطای فاز و اندازه‌گیری
- ضریب حد دقت (ALF) چیست؟
- معرفی نقطه زانویی
- نحوه یافتن ولتاژ نقطه اشباع در منحنی CT
- تفاوت DC Saturation و AC Saturation
- شکل موج جریان CT اشباع‌شده و نقطه کار
- ترسیم منحنی Melting & Clearing فیوز در منحنی جریان راه‌اندازی موتور
- بررسی نقطه اشباع و نقطه کار در CT
- یافتن ماکزیمم جریان خطا از محاسبات شبکه اتصال کوتاه
- تعیین ولت‌آمپر مناسب برای CT
- بررسی رابطه ولت‌آمپر و ALF به منظور یافتن CT مناسب
- بررسی کلاس دقت CT های اندازه‌گیری
- بررسی کلاس دقت CT های حفاظتی

فصل چهارم

- منظور از MV Motor چیست؟
- مدار حفاظتی موتورهای مجهز به فیوز و کنتاکتور
- تحلیل یک مدار فیوز-کنتاکتوری
- بررسی شدت میزان خطا تک فاز به زمین در حالت زمین شدن سیستم از طریق مقاومت
- دلیل استفاده از Core Balance اندازه‌گیری یا (ZCT) در موتورهای MV و سیستم‌های صنعتی
- آشنایی با Multi Core بودن CT
- بررسی رفتار رله در خرابی ناگهانی یا قطع سیستم توسط تغذیه خودش
- بررسی کد رله‌های حفاظتی مربوط به ANSI Code
- بررسی منطق کدهای حفاظتی ۴۸ & ۴۹ & ۵۱ & ۵۰-۱ & ۵۰-۲
- آشنایی با کدهای حفاظتی موتور حفاظت‌شده با فیوز (ANSI Code)
- مشخصات موتور و کنتاکتور
- تعریف پارامترهای startup current & startup time
- بررسی حفاظت کد ۵۰ (Motor Starting Protection 50)
- موقعیت مکانی حفاظت ۵۰
- نحوه انتخاب جریان pick up حفاظت ANSI Code
- آشنایی با ترکیب‌های متفاوت مدار حفاظتی موتور
- بررسی دیاگرام حفاظتی تک‌خطی با کدهای متفاوت حفاظتی موتور حفاظت‌شده با فیوز ANSI Code
- آشنایی با فیوزهای HRC
- ترسیم منحنی‌های حفاظتی فیوز و رله روی منحنی راه‌انداز جریان موتور MV

- نمایش محل Hot Stall & Cold Stall در منحنی حفاظتی منحنی جریان راه‌انداز موتور
- نحوه به دست آوردن pick up current حفاظت ۵۰
- روش یافتن جریان Locked Rotor
- نحوه به دست آوردن تنظیمات رله
- تعیین جریان راه‌اندازی از روی پلاک موتور
- تعیین جریان Locked Rotor از روی Document یا محاسبه از روی کدهای داده‌شده
- روابط انتخاب فیوز مناسب برای موتورهای فشار متوسط
- بررسی نحوه انتخاب فیوز
- بررسی موقعیت مکانی حفاظت ۵۰ با توجه به قدرت قطع کنتاکتور
- منظور از Making Current در کنتاکتور
- منظور از Breaking Current در کنتاکتور
- تشریح مثال به منظور تنظیم حفاظت ۵۰ رله (ANSI Code 50)
- آشنایی با مفهوم Fuse Saving و Time Clearing

فصل پنجم

- ظرفیت حرارتی موتور
- زمان حرارتی موتور
- زمان قفل شدن موتور
- مرور Hot Stall & Cold Stall روی نمودار منحنی استارت موتور
- تعریف موتورهای سرد و گرم Cold Motor & Warm Motor
- بررسی موقعیت مکانی حفاظت ۴۸ و ۴۹
- بررسی موقعیت مکانی Hot Stall & Cold Stall
- بررسی حفاظت ۴۸ (Motor Starting Protection 48)
- آشنایی با منطق حفاظت ۴۸
- بررسی منطق ۴۸ (logic) برای رله vamp 255
- مقایسه عملکرد حفاظت ۴۸ بر اساس دو منحنی Inverse & Definite Time
- نحوه پیدا کردن Start Current حفاظت ۴۸
- بررسی عملکرد منحنی جریان -زمان رله در استاندارد ANSI Code با کد ۴۸
- تحلیل ریاضی مثال بررسی حفاظت با کد ۴۸
- روش استفاده از جریان pick up به منظور حفاظت ۴۸
- آموزش محاسبات Trip Time بر اساس استارت ۸۰ درصد
- آموزش محاسبات Trip Time بر اساس استارت ۱۰۰ درصد
- نحوه تشخیص استارت موتور توسط رله و نمایش منحنی ان
- بررسی نتیجه بالا رفتن جریان Pick up از یک حد مجاز
- بررسی ارتباط جریان (Pick-up Current) و آشکار نشدن استارت موتور
- چه زمانی Trip از سمت حفاظت ۴۸ نداریم؟
- تعریف Minimum Current و زمان خیز (Rise Time)

- معرفی کنتاکتورهای کمکی (Auxiliary Contactor) به منظور اکتیو کردن حفاظت ۴۸
- در چه زمانی Re- acceleration اتفاق می‌افتد؟
- نمایش منحنی ناموفق استارت موتور
- تنظیم حفاظت ۴۸ بر اساس منحنی معکوس (Inverse Curve)
- بررسی حفاظت ۴۸ بر اساس منحنی معکوس (Inverse Curve) و منحنی زمان ثابت (Definite Time)
- نحوه محاسبه Trip Time
- بررسی نحوه تشخیص رله از گرم و سرد بودن موتور
- نحوه محاسبه ظرفیت حرارتی
- شتاب گیری دوباره موتورها و اثر آن در حفاظت ۴۸
- حفاظت Over Current protection 51
- معرفی انواع منحنی‌های حفاظت ۵۱
- مقایسه انواع منحنی‌های حفاظت ۵۱
- بررسی زمان اشباع منحنی‌ها
- حفاظت ANSI /IEEE 51
- معرفی زمان Reset Time
- تفاوت حفاظت ۴۸ و ۵۱ در هنگام راه‌اندازی و پس از ان
- بررسی شرایط کارکرد حفاظت ۵۱ در یک مثال
- آیا استفاده از حفاظت ۵۱ به جای حفاظت ۴۸ امکان‌پذیر است؟
- بررسی کاربرد حفاظت ۵۱ در مدار دارای موتور مجهز به فیوز
- جریان راه‌اندازی در موتور
- استفاده از حفاظت ۵۰ به جای حفاظت ۴۸ یا ۵۱ در راه‌اندازی موتور
- بررسی حالت Rotor Jam
- بررسی علت قفل شدن موتور به هنگام راه‌اندازی

- حفاظت روتور قفل‌شده در هنگام راه‌اندازی LR۵۱
- نحوه تنظیم ST & LST (Starting Time & Locked Rotor Starting Time)
- بررسی Locked Rotor موقع استارت
- حفاظت روتور قفل‌شده در هنگام کار Rotor Jam
- تفاوت حفاظت LR۵۱ و ۱۴
- حفاظت روتور قفل‌شده با استفاده از سنسور چرخش موتور ۱۴
- بررسی آسیب بلبرینگ‌ها (bearing) و تعیین حفاظت ان ها در مدار
- تغییر گروه تنظیمات (Change Group)
- بررسی حفاظت تعداد استارت‌ها ۶۶ (Start Number of Limit)
- بررسی گرافیکی حفاظت تعداد استارت‌ها ۶۶ (Start Number of Limit)
- بررسی حفاظت تعداد استارت‌ها ۶۶-۲۵۵ Vamp
- بررسی حفاظت تعداد استارت‌ها ۶۶-40 Sepam
- بررسی منحنی فاصله زمانی مناسب بین استارت‌ها
- بررسی و حل یک مثال و پیاده‌سازی تمام حفاظت‌های مطرح‌شده

فصل ششم

- حفاظت اضافه‌بار ۴۹ بر اساس رابطه دیفرانسیلی
- معرفی ضریب حرارتی هر موتور
- بررسی نحوه تشخیص رله از گرم و سرد بودن موتور و اعلام Trip
- اساس عملکرد رله دیجیتال برای حفاظت اضافه‌بار موتور با کد ۴۹ بر اساس جریان
- آشنایی با پارامتر ثابت زمانی
- ارتباط دمای محیط و ظرفیت گرمایی موتور
- معرفی نحوه کار رله بر اساس معادله دیفرانسیل
- نحوه به دست آوردن ثابت زمانی و زمان عملکرد رله
- تحلیل منحنی Pick up حفاظت ۴۹
- نکات لازم درباره تنظیم رله و حفاظت ان
- حفاظت اضافه‌بار ۴۹ با در نظر گرفتن مولفه منفی جریان
- حفاظت اضافه‌بار ۲۶ بر اساس سنسور حرارتی سیم‌پیچ
- طراحی تنظیم حفاظت اضافه‌بار و نحوه قرار دادن ان در رله
- بررسی موتور و نحوه تنظیم رله از دید بهره‌برداری و object current
- بررسی ثابت زمانی سرد و گرم شدن موتور
- بررسی اضافه‌بار و زمان Trip
- عملکرد حفاظت ۴۹ موقع استارت
- بررسی حافظه‌دار بودن حفاظت ۴۹
- تحلیل اضافه‌بار ۲۶
- اتصال RTD ها به رله
- تفاوت PTC و PT100
- تنظیم و تشخیص خرابی و یا عدم اتصال RTD ها به رله

- اتصال RTD ها به رله از نوع PT100
- آشنایی با انواع PT100
- بررسی عملکرد انواع PT100 ها در رله
- حفاظت موتور بر اساس PTC
- تفاوت PTC و NTC
- حفاظت دمایی Bearing 38
- محدوده دمایی حفاظت Bearing با ۳۸
- بررسی وضعیت حفاظت حرارتی و حفاظت ۴۹ رله‌ها
- بررسی حفاظت عدم تعادل بار ۴۶
- بررسی منحنی حفاظت عدم تعادل بار ۴۶
- اثر حفاظت عدم تعادل بار ۴۶
- نحوه محاسبه مولفه های منفی و مثبت
- علت ایجاد مولفه صفر
- بررسی اختلاف جریان فازهای موتور
- علت لرزش موتور و افزایش اثر حرارتی
- تعیین ناحیه خطا
- معرفی انواع خطا
- بررسی دو فاز شدن موتور زمان استارت
- بررسی دو فاز شدن موتور حین کار
- بررسی منحنی دو فاز شدن موتور زمان استارت و بررسی عملکرد حفاظت
- تعیین مقدار مولفه منفی
- بررسی منحنی دو فاز شدن موتور حین کار
- حفاظت G۵۰ و زمین کردن نقطه نول با NGR
- محاسبه مقدار خطا تک فاز به زمین

- نحوه عبور کابل زره دار و معمولی از ZCT
- حفاظت G۵۰ برای سیستم‌های مجهز به NGR
- نحوه تعیین زمان تأخیر به منظور تنظیم حفاظت G۵۰
- تعیین pick-up current
- بررسی شیلد و زره در کابل‌های فشار متوسط و اثرات زمین کردن ان ها موقع بروز خطا تک فاز به زمین
- بررسی حفاظت تک فاز به زمین
- بررسی دلیل زمین کردن شیلد
- نحوه زمین کردن شیلد
- بررسی علت ایجاد جریان گردابی
- نمایش شماتیک عبور کابل‌ها از ZCT و حفاظت G۵۰
- بررسی افزایش ولتاژ موقع بروز خطا تک فاز به زمین

فصل هفتم

- حل مثال موتور تک‌ضرب و پیاده‌سازی تمام حفاظت‌های ۴۹ & ۴۸ & ۵۰ & ۵۱ LR & 46 & 66 & 50G
- مرور نحوه انتخاب فیوز مناسب برای مدار
- معرفی محیط کار با نرم‌افزار etap
- پیاده‌سازی مثال مطرح‌شده در نرم‌افزار etap

فصل هشتم

- اعمال حفاظت‌ها به مثال ذکرشده در نرم‌افزار etap
- طرح حفاظتی موتور با Breaker
- آشنایی با Breaker
- بررسی خاصیت Breaker ها به منظور استفاده به جای فیوز و کنتاکتور
- آشنایی با محدودیت‌هایی که کنتاکتور دارد
- تفاوت عملکرد کنتاکتور و بریکر
- معرفی مشخصات breaker
- حفاظت ۵۰ و مشارکت موتورها در اتصال کوتاه
- حل مدار موتور مجهز به breaker و تحلیل حفاظت‌های اعمال‌شده
- عملکرد حفاظت number of start 66
- اعمال حفاظت ۴۸ و ۵۱ و ۶۶ در مدار مجهز به حفاظت breaker و انجام محاسبات
- اعمال تنظیمات به رله توسط نرم‌افزار DIGSI مربوط به رله‌های زیمنس
- آشنایی با محیط نرم‌افزار DIGSI
- آشنایی با حفاظت‌های جهت‌دار
- تشریح مبحث Breaker Failure Protection
- آموزش تنظیم پارامترهای حفاظتی در نرم‌افزار DIGSI
- حفاظت موتورهای فشارقوی با راه‌انداز آبی
- بررسی تاثیر تغییرات نمودار گشتاور-سرعت بر تغییرات نمودار جریان-سرعت
- حفاظت موتورهای فشارقوی با راه‌انداز مقاومتی
- بررسی محدود کردن جریان توسط راه‌انداز مقاومتی
- آشنایی با نوع و ساختمان داخلی مقاومت‌های راه‌انداز
- معایب راه‌اندازهای مقاومتی

- بررسی حفاظت عدم تعادل ۴۶ در راه‌انداز مقاومتی به منظور صادر کردن Trip
- بررسی حفاظت ۵۰ در راه‌اندازهای ابی و مقاومتی
- بررسی جریان locked rotor در راه‌انداز ابی و مقاومتی
- بررسی تغییرات تنظیمات حفاظت ۴۸ و ۵۱ در راه‌اندازهای مقاومتی و ابی
- بررسی تغییرات تنظیمات حفاظت ۴۸ و ۵۱ در راه‌اندازهای مقاومتی و ابی
- علت تغییرات حفاظت ۵۰ مرحله اول در راه‌انداز مقاومتی
- بررسی مثالی از موتور با راه‌انداز مقاومتی
- رسم منحنی‌های جریان-زمان استارت
- پیاده‌سازی حفاظت‌ها و نقاط Hot Stall & Cold Stall روی منحنی جریان-زمان استارت
- یافتن حداکثر جریان راه‌اندازی
- تعیین زمان استارت موتور
- بررسی وجود استارتر در مدار
- رسم منحنی‌های حفاظت ۴۸ & ۴۹ & ۵۰
- تنظیم استارتر های مقاومتی و ابی
- تنظیم زمان Trip
- تعیین Pick up Current
- تعیین Locked Rotor Current در مدار مجهز به راه‌انداز مقاومتی

فصل نهم

- تشریح مثال موتور مجهز به راه‌انداز مقاومتی و اعمال حفاظت‌های مورد نیاز
- علت خارج شدن استارتر از مدار بعد راه‌اندازی موتور
- بررسی حفاظت LR۵۱ در حالت Rotor Jam
- پیاده‌سازی موتور با رله از نوع sepam 40 با راه‌انداز مقاومتی در محیط نرم‌افزار etap
- انجام محاسبات و واردکردن مقادیر پارامترهای به دست آمده در محیط نرم‌افزار etap
- ارتباط مستقیم Locked Rotor Current با مقدار سهم موتور در جریان اتصال کوتاه
- آشنایی با مفهوم latch در محیط ETAP
- معرفی منحنی IDMT Protection Schneider Curve
- اعمال تنظیمات حفاظت برای رله sepam 40 در محیط etap
- معرفی حفاظت under current 37
- حفاظت موتورهای فشارقوی با راه‌انداز نرم (Soft-Starter)
- بررسی منحنی soft starter
- بیان مزایای استفاده از soft starter
- بررسی عملکرد soft starter
- حفاظت موتورهای فشارقوی با راه‌انداز درایور
- حفاظت موتورهای فشارقوی مجهز به بانک خازنی
- طرح اتصال موتور با ترانسفورماتور

فصل دهم

- تشریح مثالی از موتور با راه‌انداز نرم
- بررسی ANSI Code های حفاظتی ۵۰ & ۵۱ & ۴۸ & ۴۶ & ۴۹ & ۶۶ & ۵۱G50 & LR
- رسم منحنی جریان-زمان با راه‌انداز نرم موتور
- عملکرد Soft starter
- تعیین جریان راه‌انداز نرم
- بررسی مشارکت موتور موقع اتصال کوتاه
- تعیین جریان اتصال کوتاه
- بررسی زمان اتصال کوتاه
- بررسی خطاهای فازی
- بررسی عملکرد مدار کنترلی soft starter
- تفاوت استفاده از منحنی VI & EI
- تعیین pick-up current با در نظر گرفتن منحنی EI (Extremely Inverse)
- بررسی حفاظت ۴۶ هنگام استارت و بعد استارت در موتورهایی با راه‌انداز نرم
- بررسی شکل موج جریان موتور با Soft Starter
- بررسی خطا تک فاز به زمین حین استارت با soft starter
- بررسی حداکثر جریان بدون soft starter
- بررسی حداکثر جریان با وجود soft starter
- پیاده‌سازی مثال حل شده مجهز به soft starter در محیط نرم‌افزار etap
- آشنایی با رله Vamp 255
- بررسی موتور مجهز به درایور
- رسم منحنی جریان-زمان موتور با راه‌انداز درایور
- عملکرد مبدل‌های فرکانس

- رسم منحنی‌های ولتاژ-فرکانس مبدل‌های فرکانس
- بررسی ثابت بودن نسبت ولتاژ به فرکانس
- بررسی کنترل سرعت موتور توسط درایور
- رسم نمودار گشتاور-سرعت موتور
- بررسی مقدار مشارکت موتور (contribution) موقع اتصال کوتاه
- رسم ساختار مبدل‌های فرکانس (VFD)
- تعیین pick-up current در موتورهای مجهز به درایور
- رسم نمودارهای حفاظتی مورد لازم در موتورهای کنترل‌شده توسط درایور
- یافتن حداکثر جریان اتصال کوتاه
- نمایش موتور-درایو در نرم‌افزار ETAP
- آشنایی با حفاظت دیفرانسیل ۸۷
- اساس عملکرد حفاظت ۸۷(حفاظت دیفرانسیل موتور)
- نمایش شماتیکی و واقعی طرح با کوربالانس
- بررسی اصول کلی حفاظت دیفرانسیل موتور
- بررسی اتصال CT ها و سر نقطه‌دار و زمین کردن
- آشنایی با مفهوم پایداری دیفرانسیل

فصل یازدهم

- نمایی از شماتیک حفاظت دیفرانسیل موتور
- طرز بستن حفاظت دیفرانسیل موتور
- محاسبه جریان دیفرانسیل رله
- تعیین ورود و خروج جریان از سر نقطه‌دار
- محاسبه جریان دیفرانسیل موقع استارت موتور
- نحوه ترسیم منحنی Fault Line
- بررسی زمان عملکرد دیفرانسیل
- تاثیر وجود مولفه DC در CT
- آشنایی با مفهوم خطای خارجی
- بررسی مشارکت موتور در زمان خطای خارجی
- آشنایی با مفهوم پایداری
- تشریح جریان بایاس
- بررسی پایداری و تریپ در حفاظت دیفرانسیل موتور
- بررسی منحنی حفاظت دیفرانسیل موتور
- بررسی ناحیه‌ها در منحنی حفاظت ۸۷
- تعیین ناحیه تریپ موقع حفاظت ۸۷
- آشنایی با مفهوم High Set
- حذف مولفه DC و اشباع CT
- منحنی حفاظت رله زیمنس
- بررسی منحنی مشخصه خطا در رله زیمنس
- تشریح جامع جریان بایاس در قالب مثال
- روش به دست آوردن جریان حفاظت دیفرانسیل

- بررسی خطای داخلی
- مشارکت موتور در خطای داخلی ایجادشده
- نحوه اعمال حفاظت‌ها به رله
- مقایسه رله زیمنس با Sepam
- اعمال تنظیمات حفاظت رله زیمنس در نرم‌افزار DIGSI
- بررسی جریان دیفرانسیل و Restraint Current موقع استارت و اعمال جریان‌های مذکور در نرم‌افزار DIGSI
- منظور از مفهوم Add-On Stabilization
- بررسی Cross-Blocking
- بررسی ناحیه Add-On و مشکلاتی که اشباع CT می‌تواند ایجاد کند
- بررسی معیارهای جریان بایاس حفاظت دیفرانسیل
- نحوه تعیین شیب جریان (Slope)
- تشریح general مفهوم ناحیه add-on
- تشخیص حفاظت دیفرانسیل در مواجهه با خطا تک فاز به زمین با مقاومت
- یافتن حداقل جریان خطا
- بررسی تنظیمات حفاظت دیفرانسیل موتور مجهز به خازن
- بررسی تنظیمات رله دیفرانسیل vamp 265
- تشریح مثال موتور مجهز به ترانس متصل به شبکه
- بررسی حفاظت‌های موتوری مورد نیاز مثال موتور مجهز به ترانس

فصل دوازدهم

- بررسی موتورهای مجهز به بانک خازنی
- آشنایی با محل قرارگیری خازن‌ها در موتور
- حفاظت موتورهای فشارقوی مجهز به بانک خازنی
- اصلاح ضریب قدرت توسط بانک خازنی
- مقاومت دو سر خازن‌ها در بانک خازنی
- نمایش شماتیک بانک‌های خازنی
- حفاظت بانک خازنی توسط فیوز
- شماتیک نمای داخلی بانک خازنی
- انواع حفاظت داخلی بانک خازنی
- عملکرد فیوزهای داخلی تعبیه‌شده در بانک خازنی
- معیار انتخاب مقاومت داخلی بانک خازن
- معرفی انواع خازن ازنظر عایقی
- منظور از خازن گازی چیست
- منظور از خازن روغنی چیست
- بررسی موتورهایی که بانک خازنی می‌توان استفاده کرد
- حل مثال مدار مجهز به بانک خازنی
- محاسبه جریان پس از جبران سازی موقع استارت و بعد راه‌اندازی در حضور بانک خازنی
- محاسبه ظرفیت بانک خازنی
- محاسبه جریان بانک خازنی
- بررسی ضریب قدرت موتور موقع استارت
- مقایسه جریان راه‌اندازی موتور در حضور خازن و بدون خازن

- اعمال تنظیمات و رسم منحنی‌های حفاظت
- بررسی شرایط استفاده از حفاظت ۴۹
- بررسی Rotor Jam Current در حالت وجود بانک خازنی
- بررسی راه‌حل‌هایی در زمان خارج شدن بانک خازنی از مدار
- بررسی تنظیم حفاظت عدم تعادل ۴۶ در مدار مجهز به بانک خازنی
- حفاظت کاهش جریان موتور با ANSI Code 37
- بررسی شرایط وجود under current در رله sepam
- طرح اتصال موتور با ترانسفورمر
- بررسی جریان‌های هجومی مدار
- هم‌زمانی جریان‌های هجومی و خطا
- بررسی جریان‌های دو فاز در ترانس‌های ستاره-مثلث
- بررسی خطا تک فاز به زمین در موتورهای تجهیز شده به ترانس‌های ستاره-مثلث
- بررسی حفاظت ۲۷ و N۵۹
- آشنایی با طرح اتصال Open-Delta
- حفاظت ولتاژی موتورها
- محل قرارگیری PT (Potential Transformer)
- نحوه اتصال ورودی PT ها به شبکه
- ترانسفورمر اندازه‌گیری ولتاژ (PT or VT)
- مقایسه CT & PT
- حفاظت ترانسفورماتور اندازه‌گیری ولتاژ توسط فیوز در ثانویه و اولیه
- فیوزهای مورد نیاز در PT هایی که از دو سر شبکه و یا یک سمت ان وصل می‌شود
- طرح اتصال PT ها به رله به‌صورت سه فاز
- طرح اتصال PT ها به رله به‌صورت ولتاژ باقیمانده‌ای Open-Delta
- اندازه‌گیری ولتاژ بدون استفاده از PT

- اندازه‌گیری ولتاژ توسط مقسم خازنی
- دقت اندازه‌گیری PT
- انواع حفاظت ولتاژی
- بررسی علت استفاده از حفاظت ولتاژ
- حفاظت کاهش ولتاژ موتور - به‌صورت فاز-فاز یا فاز-زمین s۲۷/۲۷
- چه زمانی کاهش ولتاژ فازی ایجاد می‌شود؟
- حفاظت کاهش ولتاژ موتور - به‌صورت مولفه مثبت D۲۷
- حفاظت کاهش ولتاژ موتور - به‌صورت ولتاژ باقیمانده R۲۷
- بلاکینگ حفاظت کاهش ولتاژ با جریان و FFM
- تشریح مثال موتور-ترانسفورمر مجهز به PT
- بررسی خطاهای ایجادشده در مدل موتور-ترانسفورمر تعبیه‌شده به PT
- بررسی اندازه‌گیری ولتاژهای کاهشی فاز-فاز
- بررسی ولتاژهای افزایشی
- مفهوم مولفه مثبت
- بررسی خطا تک فاز به زمین در مثال مذکور
- نحوه تعیین زمان رفع خطا
- بررسی حفاظت D۲۷
- تشریح مفهوم FFM

فصل سیزدهم

- بررسی عوامل ایجادکننده اضافه ولتاژ موتور
- تحمل اضافه ولتاژ گذرا بر اساس استاندارد IEC
- تحمل اضافه ولتاژ فرکانس قدرت بر اساس استاندارد IEC
- کاربرد استفاده از برق‌گیر
- آیا رله‌ها تحمل اضافه ولتاژ را دارند؟
- رله لاک اوت تریپ کویل
- انواع کویل ها
- جریان تریپ کویل Trip Coil Current
- مانیتور مدار تریپ TCS (Trip Circuit Supervision)
- معرفی close coil & open coil
- معرفی شماتیک circuit breaker compartment
- معرفی شماتیک relay compartment
- نمایی شماتیک از مدار TCS برای رله Sepam
- نمایی شماتیک از مدار TCS رله زیمنس
- عدم عملکرد بریکر Breaker Failure 50BF
- ترسیم مدار TCS, Lock out
- بررسی مفهوم latch
- ارتباط بین TCS و مدارهای Lock out
- آشنایی با کنتاکت ثابت و متحرک
- بررسی ساختمان داخلی رله‌های دیجیتال
- معرفی و عملکرد اجزا رله دیجیتال
- نحوه یافتن مولفه های هارمونیکی

- کاربرد تبدیل فوریه گسسته یا فیلتر دیجیتال در رله‌ها