



هندبوک جامع تابلوهای برق فشار ضعیف

قابل استفاده برای :

علاقتمندان ورود به حرفه نظام مهندسی تأسیسات برقی صلاحیت‌های طراحی، نظارت و اجرا
کارشناسان رسمی دادگستری و قوه قضائیه
دانشجویان رشته‌های مهندسی برق
طراحان تابلوهای برق صنعتی فشار ضعیف



مؤلفان:

مهندس حامد ملکی
دکتر ایمان سریری



ملکی، حامد، ۱۳۶۲-
هندبوک جامع تابلوهای برق فشار ضعیف: قابل استفاده برای علاقمندان ورود به حرفه نظام مهندسی تاسیسات
برقی، صلاحیت‌های طراحی، نظارت و اجرا، کارشناسان رسمی دادگستری و قوه قضاییه، دانشجویان رشته‌های
مهندسی برق، طراحان تابلوهای برق صنعتی فشار ضعیف/مؤلفان حامد ملکی، ایمان سریری.

تهران: نوآور، ۱۴۰۱.

۴۷۲ ص.

۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۶۱۱-۵

فیبا

کتابنامه: ص. ۴۷۱.

فشار پایین (برق) -- شبکه‌ها -- دستنامه‌ها Low voltage systems -- Handbooks, manuals, etc.

فشار پایین (برق) -- شبکه‌ها -- ابزار و وسایل -- طرح و ساختمان Low voltage systems -- Equipment

and supplies -- Design and construction

برق -- سیم‌کشی Electric wiring

سریری آجیلی، ایمان، ۱۳۵۹ -

TK۷۸۶۷

۳۸۱۵/۶۲۱

۸۸۰۵۰۵۹

فیبا

سرشناسه:

عنوان و نام پدیدآور:

مشخصات نشر:

مشخصات ظاهری:

شابک:

وضعیت فهرست نویسی:

یادداشت:

موضوع:

موضوع:

موضوع:

شناسه افزوده:

رده بندی کنگره:

رده بندی دیویی:

شماره کتابشناسی ملی:

اطلاعات رکورد کتابشناسی:

هندبوک جامع تابلوهای برق فشار ضعیف



نشر نوآور

مؤلفان: مهندس حامد ملکی، دکتر ایمان سریری

ناشر: نوآور

شمارگان: ۳۰۰ نسخه

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۶۱۱-۵

مرکز پخش:

نوآور، تهران، خیابان انقلاب، خیابان فخررازی، خیابان شهدای
ژاندارمری نرسیده به خیابان دانشگاه ساختمان ایرانیان، پلاک ۵۸،
طبقه اول، واحد ۳ تلفن: ۹۲-۶۶۴۸۴۱۹۱، www.noavarpub.com

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و
مصنفان مصوب سال ۱۳۴۸ برای ناشر محفوظ و منحصرأ متعلق به
نشر نوآور می‌باشد. لذا هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از این کتاب
(از قبیل هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن، عکس‌برداری، نشر
الکترونیکی، هر نوع انتشار به صورت اینترنتی، سی‌دی، دی‌وی‌دی،
فیلم فایل صوتی یا تصویری و غیره) بدون اجازه کتبی از نشر نوآور
ممنوع بوده و شرعاً حرام است و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار
می‌گیرند.

لطفاً جهت دریافت الحاقات و اصلاحات احتمالی این کتاب به سایت انتشارات نوآور مراجعه فرمایید.

www.noavarpub.com

Splus.ir/noavarpub

Eitaa.ir/noavarpub

<https://telegram.me/noavarpub>

فهرست مطالب

۴۰	شینه (Busbar) (باس بار)
۴۰	ترمینال ریلی یا ترمینال تابلویی
۴۱	ریل فلزی
۴۲	داکت
۴۲	جیب نقشه
۴۲	کاور شفاف
۴۳	گلند
۴۵	مقره‌ها (Insulator)
۴۵	انواع مقره
۴۵	۱- چکمه‌های
۴۵	۲- اتکایی (رزینی)
۴۵	۳- پله‌های
۴۵	۴- آچارخور
۴۶	براس بوش (brass bush)
۴۷	بوشن
۴۷	انواع بوشن‌ها
۴۷	کاندولت
۴۸	ریخته‌گری تحت فشار یا دایکست (Die casting)
۴۸	وارنیش
۴۸	الف- وارنیش معمولی
۴۸	ب- وارنیش نسوز
۴۸	ج- وارنیش حرارتی یا شرینگ
۴۹	انواع حروف سیم و شماره سیم جهت لیبیل گذاری سیم و کابل
۴۹	انواع وایرشوهای (سرسیم لوله‌ای) روکش دار (wire lug)
۴۹	بست کمربندی و نوار فرم
۵۰	لوله‌های برق (کاندوییت conduit)
۵۰	الف- خرطومی فلزی (Flexible)
۵۰	ب- پلی اتیلن (PE: Polyetilen)
۵۰	پ- پولیکا (PVC: Polyvinyl Chloride)
۵۰	ت- فولادی (Steel pipes)
۵۱	باس داکت (Bus Duct)
۵۱	مهمترین کاربردهای سیستم باسداکت در صنعت برق
۵۱	تسمه مسی
۵۲	خازن
۵۲	پریز صنعتی
۵۳	فیوزها
۵۳	کلاس کاربرد فیوزها طبق IEC 269
۵۴	۱) فیوز فشنگی یا بکسی (BUCHSE)
۵۷	فیوزهای DIAZED و NEOZED
۶۰	۲) کاربرد فیوزهای فشنگی یا LS
۶۱	۳) کلید مینیاتوری پیچی اتوماتیک یا طرح آلفا
۶۱	۴) کلیدهای مینیاتوری (MCB)
۶۴	جریان لحظه‌ای (قدرت قطع)
۶۴	جریان نامی
۶۵	۵) کلید مینیاتوری DC
۶۶	۶) کلید ایزولاتور (مینیاتوری خشک) (Isolator, Disconnecter, Maintenance Switch)
۶۶	لاگ اوت و تگ اوت (Lock out / Tag out)
۶۸	۷) فیوزهای فشار قوی
۶۹	فیوز نوع Stud Mount Type
۷۰	تجهیزات جانبی فیوز NH
۷۰	۸) فیوز کات اوت
۷۱	ساختار فیوز کات اوت
۷۱	فیوز ولتاژ بالا
۷۲	۹) فیوز کریر (جانشین فیوزهای فشنگی سنتی) یا fuse-disconnector
۷۴	۱۰) فیوزهای شیشه‌ای
۷۵	انواع فیوز کش
۷۶	سلکتوتیه یا هماهنگی (backup protection)

پیشگفتار

فصل اول / مراحل ساخت و مونتاژ تابلو برق در کارگاه

۱۱	مقدمه
۱۱	مراحل کلی ساخت تابلو
۱۱	۱- بخش فلز و جوشکاری
۱۱	۲- رنگ کاری، پوشش‌های پودری (رنگ کوره‌ای پودری)
۱۲	پوشش تابلوهای فشار ضعیف
۱۲	الف) زیرسازی
۱۲	ب) رنگ‌آمیزی نهایی
۱۲	۳- مونتاژ بدنه و اسکلت داخلی
۱۳	۴- مونتاژ الکتریکی
۱۳	الف) کنتاکتور
۱۳	ب) کلیدهای اتوماتیک و فیوزهای کاردی
۱۳	پ) کلیدهای مینیاتوری MCB
۱۳	ت) شینه‌ها
۱۴	ث) سیم‌کشی
۱۴	ماشین‌آلات مورد استفاده برای تولید تابلو برق
۱۴	۱- دستگاه برش (گیوتین لنگی)
۱۴	۲- پانچ ۸ تنی
۱۴	۳- دریل دستی
۱۴	۴- خم کن
۱۴	۵- دستگاه فرم‌دهی شمش‌ها
۱۵	۶- دریل ستونی
۱۶	۷- دستگاه جوش اینورتری و جوشکاری CO2
۱۶	۸- سیستم کوره
۱۷	۹- بخش کنترل کیفیت تابلو QC (Quality Control)
۱۷	۱. بخش کنترل مونتاژ بدنه
۱۷	۲. بخش کنترل مونتاژ الکتریکی
۱۷	نکات فنی اجرای سیستم‌های تهویه
۱۸	انواع فن تابلوی
۱۸	الف- LOUVER
۱۹	ب- Grill
۱۹	فن خنک‌کننده تابلو و ترموستات فن
۲۱	هیتر تابلوی (گرمکن)
۲۱	۱- هیتر رادیاتوری با فن و بدون فن
۲۱	۲- هیتر مسطح سیلیکونی
۲۲	کپسول‌های اطفاء حریق
۲۲	لوزی آتش
۲۴	اطفاء حریق تابلو برق
۲۶	تکنولوژی اطفاء حریق تابلو برق
۲۸	روشنایی داخل تابلو
۲۸	پلاک مشخصات تابلو برق
۲۹	کف پوش عایقی
۳۱	ابزارهای پرکاربرد در سوراخ کاری
۳۱	۱- گرد بر فلزی HOLE SAW
۳۱	۲- برقو
۳۲	دریچه‌های انفجاری
۳۲	اینترلاک‌ها
۳۲	اجزای تابلو برق
۳۶	اینترلاک مکانیکی کلیدها
۳۶	کیفیت قفل تابلو برق (استاندارد)
۳۷	پرسش‌ها

فصل دوم / شناخت قطعات و امان‌های ساخت تابلو برق

۳۸	کابلشو (کفش کابل)
۳۹	انگشتی (مفق یا بوش)

- ۷۸ حفاظت پشتیبان چگونه تعیین می‌شود؟
- ۷۹ بی‌متال یا رله حرارتی (Thermal Over Load Relay)(TOR)
- ۸۱ حفاظت الکتروموتور با رله حرارتی
- ۸۲ انتخاب کلیدهای اتوماتیک فشار ضعیف (استاندارد 2 و 1-IEC 60947)
- ۸۲ ۱- کلید مینیاتوری MCB
- ۸۳ ۲- کلید کمپکت محافظ موتوری (کلید محافظ الکتروموتور معروف به کلید ترمیک)
- ۸۴ ۳- کلید کمپکت (بدنه تریقی) (Miniature Current Circuit Breaker)
- ۸۵ لوازم جانبی کلیدهای کمپکت
- ۸۵ اصطلاحات و علائم مهم در کلیدهای کمپکت و رله‌های الکترونیکی
- ۸۶ ۴- کلیدهای اتوماتیک هوایی فشار ضعیف (Air circuit breaker)
- ۸۸ ۵- کلید جریان تفاضلی (RCCB)
- ۸۹ انواع تیپ‌های RCD
- ۸۹ ۱- تیپ AC
- ۸۹ ۲- تیپ A
- ۸۹ ۳- تیپ F
- ۸۹ ۴- تیپ B
- ۹۲ محاسبات تنظیم جریان کلید MCCB
- ۹۶ کلیدهای چاقویی یا تیغه‌ای (knife Switch)
- ۹۶ الف- کلیدهای دستی تیغه‌ای (کاردی)
- ۹۶ ب- کلیدهای غلتکی
- ۹۶ پ- کلید زبانه‌ای
- ۹۶ انواع کلیدهای گردان یا سلکتور سوئیچ (پاگو)
- ۹۷ کلید ولت‌متر
- ۹۷ کلید فیوز (DISCONNECTOR SWITCH)
- ۹۸ پلاک کابل
- ۹۸ نوع پلاستیکی
- ۹۹ پلاک کابل فلزی
- ۹۹ کلید مغناطیسی (سنسور مجاورتی) (reed switch)
- ۹۹ کنتاکتورها (رله مغناطیسی)
- ۹۹ ساختمان و طرز کار کنتاکتور
- ۱۰۰ حلقه‌های اتصال کوتاه روی هسته بوبین کنتاکتور (حلقه فراه):
- ۱۰۱ این اجزاء عبارتند از:
- ۱۰۲ مقادیر نامی کنتاکتورها
- ۱۰۲ مهمترین مقادیر نامی که بر روی کنتاکتور قید می‌شوند عبارتند از:
- ۱۰۲ (۱) جریان نامی
- ۱۰۳ الف) جریان دائمی (Ith2)
- ۱۰۳ ب) جریان هفتگی (Ith1)
- ۱۰۳ پ) جریان هشت ساعتی (Ith)(Rated Conventional Thermal Current)
- ۱۰۳ ت) جریان کار نامی (Ie)(Rated Operational Current)
- ۱۰۳ ث) جریان هفتگی اتصال کوتاه ضربه‌ای (Isc)
- ۱۰۳ ۲) ولتاژهای نامی
- ۱۰۳ الف) ولتاژ کار نامی (Ue)(Rated Operational Voltage)
- ۱۰۳ ب) ولتاژ عایقی نامی (Ui)(Rated Insulation Voltage)
- ۱۰۳ پ) ولتاژ تغذیه نامی (UC)(Rated Control Circuit voltage)
- ۱۰۴ ۳) قدرت قطع
- ۱۰۴ ۴) طول عمر کنتاکتور
- ۱۰۴ ۵) حداکثر ولتاژ ضربه‌ای قابل تحمل (lightning impulse withstand) U_{imp} (voltage)
- ۱۰۴ کنتاکتورهای کمکی (کنتاکتور فرمان)
- ۱۰۵ پلاتین کمکی (Auxiliary Contact)
- ۱۰۵ کنتاکتورهای جریان مستقیم
- ۱۰۶ کاربرد کنتاکتورهای DC
- ۱۰۶ رله شیشه‌ای
- ۱۰۶ رله قفلی (Latching relay)
- ۱۰۷ تایمرها (رله‌های زمانی)
- ۱۰۸ ۱- تایمر موتوری یا الکترومکانیکی
- ۱۰۸ ۲- تایمر الکترونیکی
- ۱۰۹ ۳- تایمر بی‌متال یا حرارتی
- ۱۱۰ ۴- تایمر پنوماتیکی یا نیوماتیکی (با فشار هوا یا بادی)
- ۱۱۰ ۵- تایمر هیدرولیکی (با فشار روغن)
- ۱۱۰ ۶- تایمر دیجیتالی
- ۱۱۱ الف- تایمرهای آنالوگ صنعتی
- ۱۱۱ ب- تایمرهای دیجیتالی صنعتی
- ۱۱۲ تایمر سوئیچ (Time Switch) یا تایمر برنامه‌پذیر
- ۱۱۲ ۱- تایمر سوئیچ روزانه (Daily time switch)
- ۱۱۲ ۳- تایمر سوئیچ سالانه (Yearly time switch)
- ۱۱۲ کاربرد تایمر سوئیچ‌ها
- ۱۱۳ شستی‌ها
- ۱۱۳ ۲) شستی استوپ STOP
- ۱۱۳ ۳) شستی استارت - استوپ یا دوبل (DOBLE - START - STOP)
- ۱۱۳ لیمیت سوئیچ‌ها - کلیدهای تماسی (سوئیچ‌های محدود کننده)
- ۱۱۳ الف- کلید محدود کننده (LIMIT SWITCH)
- ۱۱۳ ب- میکرو سوئیچ (Micro Switch)
- ۱۱۴ کلید قطع اضطراری (کلید قارچی) emergency stop switch
- ۱۱۴ ترموستات کلید تابع حرارت (Thermo+stat)
- ۱۱۴ موارد کاربرد
- ۱۱۴ فتوسل (photo+cell)
- ۱۱۵ کلید چنج آور (دو طرفه) (Changeover Switch)
- ۱۱۷ چشم الکترونیکی (Sensor) - مجاورتی
- ۱۱۸ کلید تابع دور (کلید گریز از مرکز)
- ۱۱۹ رله ضربه‌ای
- ۱۲۰ مدار الکترونیکی رله زمانی
- ۱۲۱ لامپ سیگنال
- ۱۲۲ رله‌های قابل برنامه‌ریزی (PLC) Programmable Logic Controller
- ۱۲۳ منبع تغذیه
- ۱۲۳ درایوها (variable-voltage-variable-frequency) (VVVF)
- ۱۲۴ رگولاتور خازنی
- ۱۲۵ رله کنترل فاز
- ۱۲۶ طریقه نصب رله کنترل فاز
- ۱۲۶ رله کنترل جریان
- ۱۲۷ طریقه نصب رله کنترل بار
- ۱۲۷ ترانس ایزوله (Isolation Transformer)
- ۱۲۸ کاربرد:
- ۱۲۸ برد رله (کارت ایزولاتور)
- ۱۲۹ پل یکسوساز
- ۱۳۰ پارازیت گیر رله‌های الکترومکانیکی
- ۱۳۲ وارستور (Voltage Dependent Resistor) یا (Varistor)
- ۱۳۲ ساختار داخلی وارستور
- ۱۳۳ فیلترهای پسیو هارمونیک
- ۱۳۴ رله‌های حالت جامد (SSR) (Solid State Relay)
- ۱۳۶ سنسورهای القایی (مجاورتی، غیرتماسی یا پراکسیمیتی)
- ۱۳۶ نحوه نصب سنسورهای القایی
- ۱۳۸ سنسورهای خازنی (مجاورتی) (Proximity)
- ۱۳۹ ویژگی‌های سنسور القایی آتونیکس PR12-4DN
- ۱۳۹ ارستر (Surge Protection Device)
- ۱۳۹ ۱- وریستور
- ۱۳۹ ۲- تریستور SCR
- ۱۴۰ ۳- دیود خنثی ساز ولتاژ گذرا (Transient Voltage Suppression (TVS) diode)
- ۱۴۰ ۴- GDT (Gas Discharge Tube)
- ۱۴۰ نقشه داخلی سرچ ارستر
- ۱۴۰ الف- حفاظت اولیه (میله فلزی فرانکلین) (Lightning rod):
- ۱۴۰ ب- حفاظت داخلی (ثانویه) (Surge arrester):
- ۱۴۱ فیوز پشتیبان (back up fuse)
- ۱۴۱ نحوه قرارگیری سرچ ارستر
- ۱۴۱ کلاس سرچ ارسترها
- ۱۴۲ طول هادی‌های ارستر
- ۱۴۳ پارامترهای سرچ ارستر
- ۱۴۳ تعداد قطب‌ها

۱۸۱ اندازه گیری توان راکتیو (غیر فعال)

۱۸۲ توالی سنج RST

۱۸۲ ۱- چرخشی (rotating type)

۱۸۳ ۲- استاتیکی (Static Type)

۱۸۴ ۳- توالی سنج های دیجیتالی

۱۸۵ ترانس کوربالانس

۱۸۵ Core Balance Current Transformer

۱۸۶ طریقه نصب

۱۸۷ نصب ترانس CBCT در تابلوهای MCC

۱۸۸ کلیدهای ELCB (Earth Leakage Circuit Breaker)

۱۸۹ ترموویژن (Thermo+graphy)

۱۹۰ فاز یاب (فازنما)

۱۹۰ دستگاه اندازه گیری مقاومت سیستم ارت تابلوی (پایش آنلاین شبکه زمین)

۱۹۰ انرژی سنج (اکتیو)

۱۹۱ انرژی سنج سه فاز (اکتیو)

۱۹۱ کنتور راکتیو

۱۹۱ دستگاه سنکرونسکوپ

۱۹۱ ۱- الکترومکانیکی

۱۹۲ ۲- الکترونیکی

۱۹۴ هارمونیک آنالایزر

۱۹۴ دورسنج

۱۹۴ سرعت سنج مکانیکی یا تاکوژنراتور

۱۹۶ دورسنج مادون قرمز (لیزری)

۱۹۶ دورسنج مادون قرمز و مکانیکی

۱۹۶ دورسنج مغناطیسی

۱۹۶ تحلیل مدار سرعت سنج دیجیتالی

۱۹۷ دورسنج با سنسور فوتوالکتریک

۱۹۸ کالیبراسیون

۱۹۸ پرسش ها

فصل چهارم / نصب خازنهای اصلاح ضریب توان

۲۰۰ مقدمه

۲۰۰ اصول کنتاکتور خازنی

۲۰۲ تفاوت کنتاکتور خازنی با کنتاکتور معمولی در چیست؟

۲۰۲ عملکرد کنتاکت های کنتاکتور خازنی

۲۰۲ جریان هجومی (Inrush Current)

۲۰۳ مقاومت تخلیه (Discharge resistors)

۲۰۴ بانک خازنی

۲۰۵ مزایای خازن گذاری در تجهیزات

۲۰۵ انواع جبران سازی

۲۰۵ ۱- جبران ساز انفرادی

۲۰۵ ۲- جبران ساز گروهی

۲۰۵ ۳- جبران ساز مرکزی

۲۰۵ ۴- جبران سازی ترکیبی (مختلط)

۲۱۵ نحوه انتخاب راکتور هارمونیک مناسب

۲۲۳ محاسبات ضریب C/K در رگولاتور خازنی (Threshold level)

۲۲۴ انتخاب فیوز مناسب خازن

۲۲۴ محاسبه توان اکتیو

۲۲۴ محاسبه مقدار انرژی راکتیو

۲۲۴ شرح نمودار محاسباتی اصلاح ضریب توان

۲۲۶ تعیین سایز کابل برای بانک خازنی

۲۲۶ روشی برای تخمین مقدار قدرت خازن

۲۲۸ محاسبات قدرت خازن مورد نیاز با کنتور الکترومکانیکی

۲۲۸ انرژی سنج الکترومکانیکی

۲۳۱ بررسی سلامت خازن فشار ضعیف

۲۳۱ اتصال بانک خازنی همراه درایوها

۲۳۲ پلاک خازن حاوی چگونه اطلاعاتی می باشد؟

۲۳۴ وسیله تخلیه، مقاومت E - مثلا جنس CFR = Carbon Film Resistor

۲۳۵ پروژه طراحی فیلتر هارمونیک بانک خازنی

۲۳۶ ۱- اسکلت تابلو بانک خازنی

۱۴۵ قوانین کابل کشی در تابلو

۱۴۸ فلوتر (Level Switches)(Float Level)

۱۴۸ الف- کنترل سطح مایعات با فلوتر مکانیکی (شناوری)

۱۴۸ ب- فلوتر الکترونیکی

۱۴۹ کاربرد

۱۴۹ کلید تابع فشار یا سوئیچ فشار (پرشر سوئیچ) (Pressure Switch)

۱۵۰ اجزاء کنترل در یک سیستم اتوماسیون صنعتی

۱۵۱ ۱- اندازه گیرها

۱۵۱ ۲- کنترل کننده

۱۵۱ ۳- محرک ها

۱۵۱ ترانس دایوسر (Transducer)

۱۵۲ تجهیزات سنجش دما در صنعت

۱۵۲ ترموکوپل PT100

۱۵۳ ترانسیمتر (TRANSFER+METER)

۱۵۴ انواع ترانسیمترها عبارتند از

۱۵۴ ترمیستور (thermistors)

۱۵۵ پل وتستون (Wheatstone Bridge)

۱۵۶ تفاوت RTD و ترمیستورها

۱۵۷ شیر برقی (ولو) (Solenoid Valve)

۱۵۷ نرم افزارهای پر کاربرد در برق صنعتی

۱۵۷ اینورتر (Inverter)

۱۵۸ سلول خورشیدی (Solar cell)

۱۵۸ تعاریف سلول و ماژول و پانل و آرایه

۱۵۹ سلول گالوانی

۱۶۰ پرسش ها

فصل سوم / شناخت و بکارگیری انواع دستگاه های اندازه

گیری الکتریکی

۱۶۴ ۱- آمپر متر

۱۶۴ اندازه گیری جریان متناوب به صورت مستقیم

۱۶۴ اندازه گیری جریان بارهای القایی

۱۶۵ اندازه گیری جریان متناوب به صورت غیر مستقیم - ترانس جریان (CT) (ترانس کوران)

۱۶۶ مزایای ترانسفورماتورهای اندازه گیری

۱۶۷ کلاس دقت ترانس های جریان (cI)

۱۶۷ آمپرمترهای کلمپی

۱۶۷ ۱- کلمپ ترانس جریان

۱۶۸ ۲- کلمپ پره آهنی یا انبری

۱۶۸ ۳- کلمپ آمپر متر اثر هال

۱۶۹ ۲- اندازه گیری اختلاف سطح الکتریکی (ولتاژ) (Potential Transforme)

۱۷۰ ۲- اندازه گیری ولتاژ به صورت غیر مستقیم - ولتاژهای بالا

۱۷۰ اندازه گیری به وسیله ترانسفورماتور ولتاژ الکترومغناطیسی PT

۱۷۱ ۱- بردن نامی

۱۷۱ ۲- فرکانس نامی

۱۷۱ ۳- نسبت تبدیل ترانس ولتاژ (R)

۱۷۱ ۴- مقدار استاندارد توان خروجی

۱۷۲ کلاس دقت PT (Potential Transformer Accuracy Class)

۱۷۲ خطاهای ذاتی در ترانسفورماتور ولتاژ دو نوع هستند:

۱۷۲ ۱- خطای نسبت (Ratio Error)

۱۷۲ ۲- خطای زاویه فاز (Phase Angle Error)

۱۷۳ تعداد دور سیم پیچ ها در PT

۱۷۳ ۳- اندازه گیری اختلاف فاز

۱۷۴ مصرف کننده های اکتیو و راکتیو

۱۷۴ اصطلاح پیش فازی (Lead) و پس فازی (Lag)

۱۷۵ اندازه گیری فرکانس

۱۷۶ اندازه گیری توان اکتیو (فعال)

۱۷۸ میگر (تستر عایقی) (megger)

۱۷۹ انواع اتصالات میگر

۱۸۰ خروجی محافظ The Guard Terminal

۱۸۱ اصول عملکرد میگر الکترو دینامیکی

۲۷۵	Electrical riser diagram residential
۲۷۵	نقشه برق on-line (تک خطی یا فنی) (sld یا single line diagram)
۲۷۶	نقشه برق حقیقی یا عملی (نقشه مسیر جریان یا گسترده)
۲۷۶	نقشه برق ترمینال (Terminal)
۲۷۷	نقشه برق مونتاژ (Assembly)
۲۷۷	نقشه برق کابل و وایرینگ (wiring)
۲۷۷	نقشه برق (Layout) یا جانمایی
۲۷۸	نقشه ترمینال خارجی
۲۷۸	نقشه‌های مدار فرمان و قدرت
۱- ۲۷۸	شمای فنی و حقیقی مدار فرمان و قدرت راه‌اندازی موتور سه فاز ستاره - مثلث با کلید غلتکی
۲۷۹	۲- شمای فنی چپگرد - راستگرد کلیدهای اهرمی، غلتکی و زبانه‌ای صفر و یک
۲۷۹	۳- شمای حقیقی چپگرد - راستگرد با کلیدهای اهرمی، غلتکی و زبانه ای صفر و یک
۲۸۰	۴- شمای فنی راه‌اندازی با کلیدهای اهرمی، غلتکی و زبانه‌ای صفر و یک
۲۸۰	۵- شمای حقیقی راه اندازی با کلیدهای اهرمی، غلتکی و زبانه‌ای صفر و یک
۲۸۱	۶- مدار فرمان و قدرت راه اندازی موتور سه فاز بصورت یکی بجای دیگری دستی
۲۸۱	۷- مدار فرمان و قدرت راه اندازی موتور سه فاز بصورت یکی بجای دیگری اتوماتیک
۲۸۱	۸- مدار فرمان و قدرت راه‌اندازی موتور تکفاز بصورت چپگرد- راستگرد معمولی - حفاظت کامل
۲۸۲	۹- مدار فرمان و قدرت راه اندازی موتور سه فاز بصورت تک استارت
۲۸۲	۱۰- مدار فرمان و قدرت راه اندازی موتور سه فاز بصورت چپگرد- راستگرد معمولی - حفاظت ناقص
۲۸۲	۱۱- مدار فرمان و قدرت راه اندازی موتور سه فاز بصورت چپگرد و راستگرد معمولی - حفاظت کامل
۲۸۳	۱۲- مدار فرمان و قدرت راه اندازی موتور بصورت ستاره- مثلث دستی
۲۸۴	۱۳- مدار فرمان و قدرت راه اندازی موتور بصورت ستاره- مثلث اتوماتیک
۲۸۴	۱۴- رله الکترونیکی ستاره- مثلث
۲۸۵	۱۵- مدار فرمان و قدرت ستاره- مثلث چپگرد و راستگرد- دستی
۲۸۵	۱۶- مدار فرمان و قدرت ستاره-مثلث، اتوماتیک، راه‌اندازی خودکار در برگشت برق
۲۸۵	۱۷- روابط ترمز جریان مستقیم
۲۸۶	۱۸- مدار فرمان و قدرت ترمز جریان مستقیم یک موتور القایی - راه اندازی مستقیم
۲۸۶	۱۹- مدار چپگرد-راستگرد با ترمز DC
۲۸۷	۲۰- مدار ترمز جریان مستقیم موتور سه فاز
۲۸۸	۲۱- راه‌اندازی ستاره-مثلث با اصلاح ضریب توان PFC
۲۸۸	۲۲- راه اندازی موتور روتور ریگی با مقاومت راه انداز روتور به صورت مرحله ای با تایمر
۲۸۹	۲۳- اصلاح ضریب توان موتور Δ/Y با کنترل دور توسط اوتوترانسفورماتور
۲۸۹	پرسش‌ها
۲۹۰	
فصل هفتم / اصول چیدمان و جاسازی لوازم مورد نیاز در تابلوها	
۲۹۲	مقدمه
۲۹۲	۱- حفظ رعایت نکات ایمنی در مقابل برق گرفتگی و آتش‌سوزی
۲۹۲	۲- رعایت نکات فنی
۲۹۳	۳- صرفه‌جویی در هزینه‌های قطعات تابلو برق و کاهش حجم استفاده از سیم و کابل‌ها
۲۹۳	۴- نظم و زیبایی تابلو برق
۲۹۵	اجزای تشکیل دهنده تابلو برق
۲۹۵	ابعاد و اندازه لوازم مورد استفاده در یک تابلو برق
۲۹۶	فضاهای خالی بین لوازم مورد استفاده در تابلوهای برق
۲۹۸	ارائه طرح به تابلو ساز
۲۹۹	فضا برای باسبار اصلی و انشعاب
۳۰۳	استاندارد محافظت در برابر ضربه IK
۳۰۴	محاسبات تهویه تابلو برق
۳۰۴	محاسبات فن

۲۳۶	طراحی تهویه برای تابلو بانک خازنی
۲۳۷	اسکلت تابلو بانک خازنی
۲۳۸	خازن‌های قدرت و راکتورهای جدا کننده
۲۳۸	مدار قدرت بانک خازنی
۲۴۰	تعداد و نوع خازن‌ها
۲۴۰	حفاظت
۲۴۰	نقشه مدار قدرت و فرمان تابلو بانک خازنی
۲۴۱	محاسبات انتخاب خازن برای الکتروموتور سه فاز
۲۴۳	پرسش‌ها
فصل پنجم / شناخت انواع تابلوها در صنعت برق	
۲۴۵	تابلو برق (Electrical panel - Panel board)
۲۴۶	انواع تابلوها
۲۴۶	الف- metal clad
۲۴۹	۲- تابلوهای کشویی:
۲۵۰	ب- تابلوهای (Rack):
۲۵۰	تابلوهای ضد انفجار
۲۵۱	اطلاعات ATEX چگونه نمایش داده می‌شود؟
۲۵۱	کدگذاری تجهیزات بر اساس استاندارد ATEX
۲۵۲	۱- تابلوهای fix نوع معمولی
۲۵۳	۲- تابلو برق مدولار (compartment type)
۲۵۳	۳- تابلوهای برق نوع metal clad
۲۵۳	۴- تابلو برق کشویی (withdrawable switchgear)
۲۵۴	۱- تابلوهای MCC
۲۵۴	۲- تابلوهای LCP PANEL
۲۵۴	۳- تابلوهای بانک خازنی PFC
۲۵۴	۴- تابلو برق توزیع distribution panel
۲۵۴	۵- تابلوی کنترل یا PLC
۲۵۴	۶- تابلوی RTU
۲۵۵	تابلوهای داخلی برق ساختمان
۲۵۵	۱- تابلوی تقسیم واحد (Distribution Panel)
۲۵۷	۲- تابلوی عمومی (General Panel)
۲۵۸	۳- تابلوی کنتور (Main Distribution Panel)
۲۵۸	بررسی استاندارد تابلوهای فشار ضعیف ۱- IEC ۶۰۴۳۹
۲۵۹	ساختمان بیرونی
۲۵۹	تابلوی باز (open type assembly)
۲۵۹	تابلوی جلو بسته (dead front assembly)
۲۵۹	تابلوی سلولی (cubicle type assembly)
۲۵۹	تابلوی چند سلولی (multi cubicle type assembly)
۲۵۹	تابلوی میزی (desk type assembly)
۲۵۹	تابلوی جعبه ای (box type assembly)
۲۵۹	تابلوی چند جعبه‌ای (multi box type assembly)
۲۵۹	تابلوی داخل ساختمان (assembly for indoor installation)
۲۵۹	تابلوی هوای آزاد (assembly for outdoor installation)
۲۵۹	روش نصب تابلوها
۲۵۹	۱- قسمت‌های ثابت (fixed parts)
۲۵۹	۲- قسمت‌های کشویی و جداشدنی (withdraw able & removable parts)
۲۶۰	۱- تابلوی ثابت
۲۶۰	۲- تابلوی قابل انتقال
۲۶۰	درجه حفاظت IP
۲۶۰	نمونه چارت تابلوهای سیستم LV
۲۶۱	نمونه تابلوهای صنعتی برق
۲۶۶	پرسش‌ها
فصل ششم / طراحی مدارات فرمان و قدرت و نقشه‌خوانی	
۲۶۸	مقدمه
۲۶۸	سطوح استاندارد
۲۶۸	انواع نقشه‌های برق
۲۷۵	نقشه چیدمان تجهیزات (Riser diagram)

سیستم تهویه و خنک کننده ۳۴۸

بخش دوم: پلاک کنتاکتور ۳۵۱

بخش سوم: انتخاب روش راه اندازی الکتروموتور و اطلاعات فیوز، بی متال و... با توجه به جداول ۳۵۲

الف- راه اندازی یک ضرب DOL ۳۵۵

ب- راه اندازی ستاره- مثلث ۳۵۶

محاسبات راه اندازی و حفاظت الکتروموتورها ۳۵۷

موارد مصرف روش های مختلف راه اندازی ۳۵۸

تعیین رنج قطعات ۳۵۸

نحوه محافظت از مصرف کننده های با جریان راه اندازی بالا ۳۶۱

ب- راه اندازی ستاره و مثلث Y-Δ ۳۶۱

طریقه ی اتصال موتور ستاره - مثلث Y-Δ ۳۶۱

مدار قدرت ستاره - مثلث ۳۶۲

زمان راه اندازی ستاره - مثلث ۳۶۳

تنظیم جریان رله حرارتی در جبران سازی انفرادی ۳۶۴

ج- روش های جدید راه اندازی الکتروموتورها ۳۶۴

روش های مختلف راه اندازی موتورهای القایی ۳۶۴

راه اندازی مستقیم Direct starting (Direct On Line DOL) ۳۶۴

روش راه اندازی ستاره- مثلث (Normal star-delta starting) ۳۶۵

روش راه اندازی با اتوترانسفورماتور (واریاک یا کمپانساتور) (Auto-transformer starting) ۳۶۵

راه انداز نرم با تجهیزات الکترونیک قدرت (Soft Starter) ۳۶۷

مزایای استفاده از سافت استارتر ۳۶۸

مدار قدرت سافت استارتر تریستوری و کنترل زاویه آتش ۳۷۰

وظیفه کنتاکتور بای پس خارجی ۳۷۱

راه اندازی به روش مثلث داخلی یا insid delta ۳۷۲

ضرورت استفاده از soft starter برای پمپها ۳۷۲

روش های start توسط سافت استارترها ۳۷۳

روش جریان ثابت (constant current) ۳۷۳

روش کنترل شتاب (adaptive acceleration control) ۳۷۳

راه اندازی ضربه ای (kick start) ۳۷۳

روش رمپ ولتاژ (voltage ramp) ۳۷۳

روش کنترل گشتاور (torque control) ۳۷۳

روش های stop توسط سافت استارترها ۳۷۳

روش توقف آزاد (freewheel stop) ۳۷۳

روش شیب ولتاژ (soft stop) ۳۷۴

روش کنترل گشتاور (torque control) ۳۷۴

روش راه اندازی با Variable Frequency Drive (VSD) (Variable Speed Drive) ۳۷۴

..... ۳۷۴

ساختار داخلی VSD ۳۷۵

بخش یکسوساز ۳۷۵

بخش اینورتر ۳۷۵

باس DC ۳۷۶

مقاومت ترمز (Braking resistors) ۳۷۶

راکتور خروجی درایو ۳۷۷

انتخاب صحیح سافت استارتر یا اینورتر ۳۷۸

انتخاب اینورتر برای یک الکتروموتور سه فاز ۳۷۹

۱- توان نامی ۳۷۹

۲- جریان نامی ۳۷۹

۳- نوع کاربری ۳۷۹

۴- دمای محیط ۳۷۹

۵- ارتفاع از سطح دریا ۳۷۹

اثر جریان های فرکانس بالا در بلبرینگ ۳۸۱

آشنایی با جریان بلبرینگ ۳۸۱

راه اندازی موتور سه فاز با استفاده از برق تکفاز ۳۸۳

روش تنظیمات کلید MCCB ۳۸۵

محافظت کامل موتور با حسگر حرارتی ۳۸۸

۱: ترمیستور PTC ۳۸۸

نحوه سیم کشی دستگاه نظارت PTC ۳۹۲

۲: سوئیچ اورلود (Overload Switch) یا OLP ۳۹۲

تهویه طبیعی ۳۰۵

تعریف تهویه اجباری ۳۰۵

چگونگی انتخاب خنک کننده تابلو برق ۳۰۶

محاسبه میدل حرارتی هوا / هوا ۳۰۹

محاسبه فن و فیلتر ۳۰۹

شرحی بر سیستم خنک کننده تابلو برق بدون مبرد و کمپرسور ۳۱۱

لیست برآورد متریکال (Material Take Off-MTO) ۳۱۳

درخت محصول یا فرمول ساخت (Bill Of Material) ۳۱۳

پرسش ها ۳۱۴

فصل هشتم / اصول شینه کشی ۳۱۶

اجرای شینه بندی ۳۱۶

الف- (روش اول - روش تجربی) ۳۱۶

۱- نصب قطعات ۳۱۶

۲- ابعاد ۳۱۶

۳- سوراخ کاری ۳۱۷

۴- خم اول ۳۱۷

۵- خم دوم ۳۱۷

نکات مهم در بستن کابل به شمش ۳۱۸

ب- نحوه خم کردم شینه (روش دوم) ۳۱۸

شرح انجام کار ۳۱۸

مثال کاربردی ۳۱۸

شرح انجام کار ۳۱۹

نکاتی در مورد شینه بندی ۳۲۱

حداکثر دمای پیوسته شینه ۳۲۳

انتخاب شکل سطح مقطع شینه ۳۲۴

تعیین ابعاد شینه ۳۲۴

برآورد وزن شینه ۳۲۵

عوامل مهم در آرایش شینه ها ۳۲۶

فاصله هوایی شینه ها (فاصله خزشی) ۳۲۶

جدول محاسبه سائز شینه بندی تابلو برق ۳۲۷

اندازه مناطق تماس شمش ۳۲۸

محاسبه وزن صفحه مسی و سیم های مسی ۳۲۸

قدرت قطع کلیدها ۳۲۹

فرمول های خمکاری شمش ها ۳۳۰

پرسش ها ۳۳۱

فصل نهم / محاسبات الکتریکی مدارات قدرت و انتخاب تجهیزات ۳۳۵

بخش اول: پلاک الکتروموتور ۳۳۵

پلاک موتور القایی ۳۳۵

کلاس حرارتی عایقی موتور: ۳۳۶

حفاظت عمومی موتور ۳۳۶

انواع رژیم های کارکرد یا چرخه کار الکتروموتور (Duty Types) ۳۳۷

۱-S1 کارکرد پیوسته یکنواخت ۳۳۷

۲-S2 کارکرد کوتاه مدت ۳۳۸

۳-S3 کارکرد غیر دائمی تناوبی ۳۳۸

۴-S4 کارکرد غیر دائم تناوبی به همراه راه اندازی نسبتاً طولانی در ابتدای هر استارت ۳۳۹

۵-S5 کارکرد غیر دائم تناوبی به همراه راه اندازی نسبتاً طولانی در ابتدای هر استارت به همراه استفاده از ترمز الکتریکی ۳۳۹

۶-S6 کارکرد پیوسته بصورت پرودیک ۳۴۰

۷-S7 کارکرد پیوسته بصورت پرودیک به همراه ترمز الکتریکی برای توقف ۳۴۱

۸-S8 کارکرد پیوسته به همراه تغییرات سرعت بار ۳۴۱

۹-S9 کارکرد غیر پرودیک بار به همراه تغییرات سرعت در بار ۳۴۲

۱۰-S10 کارکرد با باری که دارای مقادیر متفاوت ولی ثابتی باشد ۳۴۲

مقدار متوسط توان، گشتاور و جریان ۳۴۴

ضریب سرویس (Service Factor) SF ۳۴۴

محدوده ولتاژ و فرکانس موتور ۳۴۵

مصرف انرژی ۳۴۵

نوع نصب ۳۴۶

۴۱۵	۲- ارتفاع (Altitude).....
۴۱۶	فکتورهای موثر در کارایی و عملکرد موتور:.....
۴۱۶	ب- تابوهای برق.....
۴۱۶	۱- ارتفاع از سطح دریا.....
۴۱۶	۲- دمای محیطی بالا.....

فصل دوازدهم / نقشه‌های اجرایی طراحی و ساخت تابوهای لوازم اندازه‌گیری ۴۱۸

۴۱۸	پیوست ۱: تابوهای لوازم اندازه‌گیری مجتمعی (مسکونی، تجاری و اداری).....
۴۱۸	نمای داخلی تابو کنتور یک فاز و سه فاز.....
۴۱۹	نمای داخلی تابو کنتور ۲+۱ و ۳+۱.....
۴۲۰	نمای داخلی تابو کنتور ۴+۱ و ۵+۱.....
۴۲۱	نمای داخلی تابو کنتور ۶+۱.....
۴۲۲	نمای داخلی تابو کنتور ۷+۱ و ۸+۱.....
۴۲۳	نمای داخلی تابو کنتور ۹+۱ و ۱۰+۱.....
۴۲۴	نمای داخلی تابو کنتور ۱۱+۱ و ۱۲+۱.....
۴۲۵	نمای داخلی تابو کنتور ۱۳+۱ و ۱۴+۱.....
۴۲۶	نمای داخلی تابو کنتور ۱۵+۱ و ۱۶+۱.....
۴۲۷	نمای داخلی تابو کنتور ۱۷+۱ و ۱۸+۱.....
۴۲۸	نمای داخلی تابو کنتور ۱۹+۱ و ۲۲+۱.....
۴۲۹	نمای داخلی تابو کنتور ۲۳+۱.....
۴۳۰	نمای داخلی تابو کنتور ۱+۱ سه فاز.....
۴۳۱	نمای داخلی تابو کنتور ۲+۱ سه فاز.....
۴۳۲	نمای داخلی تابو کنتور ۳+۱ سه فاز.....
۴۳۳	نمای داخلی تابو کنتور ۴+۱ سه فاز.....
۴۳۴	نمای داخلی تابو کنتور ۵+۱ و ۶+۱ سه فاز.....
۴۳۵	نمای داخلی تابو کنتور ۷+۱ و ۸+۱ سه فاز.....
۴۳۶	نمای داخلی تابو کنتور ۹+۱ سه فاز.....
۴۳۷	پیوست ۲: تابوهای لوازم اندازه‌گیری غیر مجتمعی تکفاز و سه فاز (به صورت توکار و روکار و نصب بر روی پایه).....
۴۴۰	پیوست ۳: تابو لوازم اندازه‌گیری دیماندی.....
۴۴۰	تابو لوازم اندازه‌گیری مشترکین دیماندی با ترانس جریان‌های ۱۰۰ تا ۲۰۰ آمپر.....
۴۴۱	تابو لوازم اندازه‌گیری مشترکین دیماندی با ترانس جریان‌های ۲۵۰ تا ۳۰۰ آمپر.....
۴۴۱	تابو لوازم اندازه‌گیری مشترکین دیماندی نصب روی سکو بتنی با ترانس جریان‌های ۳۰۰ تا ۵۰۰ آمپر.....
۴۴۲	پیوست ۴: طرح تابو لوازم اندازه‌گیری غیر دیماندی.....
۴۴۳	سیم‌بندی مدار کنتورهای هوشمند.....
۴۴۴	رنج ترانس جریان و کلید MCCB و شینه تابو لوازم اندازه‌گیری با آمپراژ انشعاب.....
۴۴۶	ضمیمه یکم: نکات فنی در خصوص تابوهای برق.....
۴۴۷	الف) نکات فنی تابو برق که باید در ساخت و طراحی تابو در نظر گرفته شود:.....
۴۴۷	ضمیمه دوم: پروژه عملی.....
۴۵۰	ضمیمه سوم: جداول مهندسی برق.....
۴۵۵	مشخصات سنسورهای مجاورتی نوع DC سه سیمه سری PR اتونیکس.....
۴۶۴	کاتالوگ مشخصات کنتاکتور سری DL.....
۴۶۶	شماتیک سیستم توزیع نیروی برق در سطح.....
۴۶۷	تابلوی اصلی.....
۴۶۷	شماتیک توزیع نیروی برق در ارتفاع.....
۴۶۸	جایجایی و حمل و نقل تابو برق‌ها.....
۴۷۰

منابع و مأخذ ۴۷۲

۳۹۳	۳: ترموستات (Thermostat) یا (PTO).....
۳۹۳	۴: Thermal Cutoff Switch.....
۳۹۴	تکنیک‌های طراحی حفاظت الکتروموتورها.....
۳۹۴	حفاظت موتور با اتصال مثلث.....
۳۹۴	حفاظت موتور با اتصال ستاره.....
۳۹۵	رله مدار حفاظت ولتاژ نقطه خنثی اتصال ستاره.....
۳۹۵	رله مدار حفاظت ولتاژ اتصال مثلث.....
۳۹۶	مدار حفاظتی فاز باز با استفاده از سه ترانسفورماتور جریان.....
۳۹۶	راه‌اندازی موتور شنت DC.....
۳۹۷	کنترل سرعت موتور جریان مستقیم سری.....
۳۹۷	کنترل سرعت موتور القایی با دیود.....
۳۹۸	مدار ترمز معکوس موتور DC.....
۳۹۸	کنترل مدار استارت موتور DC شنت توسط رله زمان.....
۳۹۸	مدار ترمز موتور القایی با خازن سه فاز.....
۳۹۹	کنترل چپگرد-راستگرد موتور شنت DC.....
۳۹۹	نقشه راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز، تکفاز شده توسط خازن.....
۴۰۰	مدار محافظت از موتور در برابر داغ شدن سیم پیچ‌ها.....
۴۰۰	پرسش‌ها.....

فصل دهم / عیب‌یابی و تست‌های رایج تابو برق ۴۰۴

۴۰۴	اصول عیب‌یابی تابوهای الکتریکی.....
۴۰۴	مشخصات الکتریکی تابو برق.....
۴۰۴	الف- تست، تحویل و انجام مراحل بازرسی در کارخانه (Factory Acceptance Test (FAT TEST.....
۴۰۵	ب- نصب و راه‌اندازی در سایت (Installation&Site Acceptance Test) SAT.....
۴۰۵	TEST.....
۴۰۵	تست‌های روتین.....
۴۰۶	۱- چک کردن عایق.....
۴۰۶	۱-۱- اندازه‌گیری مقاومت عایقی.....
۴۰۶	طریقه تست عایقی تابوهای فشار ضعیف.....
۴۰۶	نحوه تست تابو.....
۴۰۷	تست میگر.....
۴۰۷	تست hipot.....
۴۰۸	۱-۲- تست دی الکتریک (dielectric test).....
۴۰۹	تست ولتاژ ضربه‌ای (Voltage impulse test).....
۴۱۰	۲,۱ شرایط تست.....
۴۱۰	۲,۲ اندازه‌گیری مقاومت مداوم.....
۴۱۱	ترابل شوتینگ، اینترلاک، ارتینگ و سرویس و نگهداری دوره‌ای.....
۴۱۱	۱- ترابل شوتینگ.....
۴۱۲	۲- سیستم اینترلاک در تابوهای برق.....
۴۱۲	تفاوت Inter trip و Inter lock.....
۴۱۲	۳- ارتینگ تابو برق.....
۴۱۳	۴- سرویس و نگهداری در بازدهی‌های دوره‌ای تابوهای برق.....
۴۱۳	انواع روش‌های زمین کردن تابو برق.....
۴۱۳	۱- زمین کردن الکتریکی تابو برق.....
۴۱۴	۲- زمین کردن حفاظتی تابو برق.....
۴۱۴	روش‌های مختلف زمین کردن بار.....
۴۱۴	۱- زمین کردن بار.....
۴۱۴	۲- روش مستقیم.....
۴۱۴	۳- روش غیر مستقیم.....
۴۱۴	پرسش‌ها.....

فصل یازدهم / بررسی تخصصی الکتروموتورها و تابوها ۴۱۵

۴۱۵	تاثیر دمای هوا و ارتفاع از سطح دریا در قدرت.....
۴۱۵	الف- الکتروموتور.....
۴۱۵	۱- حداکثر دمای محیط Maximum ambient temperature.....

خداوند را شاکرم که این فرصت را به من داد تا توانستم کتاب هندبوک جامع تابلوهای برق فشار ضعیف را به رشته تحریر در آورم و این را موهبت بزرگ الهی می‌دانم. همواره سعی کرده‌ام که اگر کاری را انجام می‌دهم کامل و کاربردی باشد. تابلوهای برق جزء لاینفک کارخانجات هستند. و بدون آنها هرگز نمی‌توان کارخانه‌ای را تجسم کرد. یکی از خصوصیات تابلوهای برق تنوع بسیار بالای آنها می‌باشد. تجهیزات مورد نیاز یک کارگاه تابلو سازی در فصل اول آن آمده است. در این کتاب انواع تجهیزات و المان‌های برق صنعتی به همراه شکل‌ها و نمودارهای کاربردی شرح داده شده است. ساختار انواع دستگاه‌های اندازه‌گیری شرح و توصیف شده است. در فصل‌های بعدی تابلوهای خازنی و انواع دیگر تابلوها با مثال کاربردی آورده شده است. اصلاح ضریب توان به روش‌های مختلف مورد بحث قرار گرفته است. بسیاری از مطالب کاربردی از جمله محاسبات مورد نیاز تهویه تابلو و یا محاسبات فیلتر پسیو و.... شرح داده شده است. اذعان می‌کنم که این اثر عاری از خطا و اشکال نبوده و تذکر اساتید، دانشجویان و مهندسين ما را در رفع نواقص یاری خواهد نمود. در انتها این اثر را به همسرم تقدیم می‌کنم که صبوری و تفاهم، امکان این امر را فراهم نمود.

این اثر را تقدیم پیشگاه یگانه منجی عالم بشریت حضرت مهدی (عجل الله تعالی فرجه الشریف) می‌نمایم.

خداوند تعالی دوست دارد که هرگاه فردی از شما کاری کند آن را محکم و بی‌عیب انجام دهد.
پیامبر اکرم(ص)

مهندس حامد ملکی
دکتر ایمان سریری
Noavar33@yahoo.com

نشر نوآور ضمن قدردانی و ارج نهادن به اعتماد شما به کتاب‌های این انتشارات، به استحضارتان می‌رساند که همکاران این انتشارات، اعم از مؤلفان و مترجمان و کارگروه‌های مختلف آماده‌سازی و نشر کتاب، تمامی سعی و همت خود را برای ارائه کتابی درخور و شایسته شما فرهیخته گرامی به کار بسته‌اند و تلاش کرده‌اند که اثری را ارائه نمایند که از حداقل‌های استاندارد یک کتاب خوب، هم از نظر محتوایی و غنای علمی و فرهنگی و هم از نظر کیفیت شکلی و ساختاری آن، برخوردار باشد.

با این وجود، علی‌رغم تمامی تلاش‌های این انتشارات برای ارائه اثری با کمترین اشکال، باز هم احتمال بروز ایراد و اشکال در کار وجود دارد و هیچ اثری را نمی‌توان الزاماً مبرا از نقص و اشکال دانست. از سوی دیگر، این انتشارت بنابه تعهدات حرفه‌ای و اخلاقی خود و نیز بنابه اعتقاد راسخ به حقوق مسلم خوانندگان گرامی، سعی دارد از هر طریق ممکن، به‌ویژه از طریق فراخوان به خوانندگان گرامی، از هرگونه اشکال احتمالی کتاب‌های منتشره خود آگاه شده و آن‌ها را در چاپ‌ها و ویرایش‌های بعدی آن‌ها رفع نماید.

لذا در این راستا، از شما فرهیخته گرامی تقاضا داریم در صورتی که حین مطالعه کتاب با اشکالات، نواقص و یا ایرادهای شکلی یا محتوایی در آن برخورد نمودید، اگر اصلاحات را بر روی خود کتاب انجام داده‌اید پس از اتمام مطالعه، کتاب ویرایش‌شده خود را با هزینه انتشارات نوآور، پس از هماهنگی با انتشارات، ارسال نمایید، و نیز چنانچه اصلاحات خود را بر روی برگه جداگانه‌ای یادداشت نموده‌اید، لطف کرده عکس یا اسکن برگه مزبور را با ذکر نام و شماره تلفن تماس خود به ایمیل انتشارات نوآور ارسال نمایید، تا این موارد بررسی شده و در چاپ‌ها و ویرایش‌های بعدی کتاب اعمال و اصلاح گردد و باعث ارتقاء و هرچه پربارتر شدن محتوایی کتاب و ارتقاء سطح کیفی، شکلی و ساختاری آن گردد.

نشر نوآور، ضمن ابراز امتنان از این عمل متعهدانه و مسئولانه شما خواننده فرهیخته و گرانقدر، به‌منظور تقدیر و تشکر از این همدلی و همکاری علمی و فرهنگی، در صورتی که اصلاحات درست و بجا باشند، متناسب با میزان اصلاحات، به‌رسم ادب و تشکر و قدرشناسی، نسخه دیگری از همان کتاب و یا چاپ اصلاح‌شده آن و نیز از سایر کتب منتشره خود را به‌عنوان هدیه، به انتخاب خودتان، برایتان ارسال می‌نماید، و در صورتی که اصلاحات تأثیرگذار باشند در مقدمه چاپ بعدی کتاب نیز از زحمات شما تقدیر می‌شود.

همچنین نشر نوآور و پدیدآورندگان کتاب، از پیشنهادها، نظرات، انتقادات و راه‌کارهای شما عزیزان در راستای هرگونه بهبود کتاب، و هرچه بهتر شدن سطح کیفی و علمی آن صمیمانه و مشتاقانه استقبال می‌نمایند.



نشر نوآور

تلفن: ۰۲۱۶۶۴۸۴۱۹۱-۲

www.noavarpub.com

info@noavarpub.com

مقدمه

برق یکی از صنایعی است که اگر می‌توان گفت بیشترین بازار را در جهان به خود اختصاص داده است و با اطمینان کامل می‌توان گفت یکی از صنایع مهم در جهان می‌باشد.

در حال حاضر بیشترین بازار کار را در رشته‌های برق سیستم‌های قدرت به خود اختصاص داده‌اند که در این رشته‌ها یکی از مهمترین مشاغل که در کشورهای بزرگ دنیا وجود دارد صنعت تابلوسازی مدارهای فرمان و قدرت می‌باشد که توانسته بازار خوبی را برای افراد ایجاد کند، زیرا تمامی کارخانجات و اداره‌ها و موسسات و حتی ساختمان‌های بزرگ و کوچک به این صنعت نیازمندند.

امروزه در شهرهای بزرگ و کوچک کارگاه‌ها و شرکت‌های زیادی مشغول به کار می‌باشند که توانسته‌اند افراد زیادی را از نظر شغلی تامین کنند و این صنعت روز به روز پیشرفته‌تر می‌شود تا جایی که سیستم‌های کنترل مکانیکی در تابلوهای برق کم کم از رده خارج می‌شوند و سیستم‌های هوشمند PLC توانسته بازار کار را در دست بگیرند و کشور ما نیز در حال توسعه در این زمینه‌ها می‌باشد ولی هنوز تمامی کارخانجات و شرکت‌ها نتوانسته‌اند این سیستم جدید را بر روی دستگاه‌ها و وسایل خود پیاده کنند، زیرا در کشور ما متخصصان زیادی در این زمینه وجود ندارند ولی چندین شرکت و کارگاه اقدام به تولید این نوع تابلوی سیستم هوشمند کرده‌اند و باید مسئولان توجه بیشتری را به این مورد داشته باشند.

تابلوهای برق جزء لاینفک هر کارخانه می‌باشند. برق و سیستم‌های قدرت و تابلوهای آن از مهمترین عوامل به راه افتادن کارخانجات و صنایع می‌باشد به طوری که بدون آن نمی‌توان هیچ نوع تولیدی را در یک کشور داشت پس باید آن را جدی گرفت و به آن اهمیت زیادی داد.

مراحل کلی ساخت تابلو

مراحل کلی ساخت تابلو برق به شرح زیر می‌باشد.

۱- بخش فلز و جوشکاری

بطور کلی نوع دستگاه‌های استقرار یافته در این بخش ادوات سنگین فلز کاری می‌باشد که به ترتیب عبارتند از: گیوتین برش - پانچ‌های ۱۲ و ۸ تنی - خم ۴۰ تنی از نوع دیجیتالی - خم دستی - دستگاه مته کاری - دستگاه سه کاره برش (خم و سوراخ کاری شمش‌ها) - دستگاه جوش 250 A - سنگ فرز.

همه قطعات ابتدا وارد بخش برش شده و به اندازه‌های مطلوب مطابق نقشه در می‌آیند. سپس با توجه به فرم و وضعیت مورد نیاز برای هر قطعه به بخش‌های پانچ و خم کاری و مته کاری برده می‌شود (البته بعضی از قطعات مستقیماً به بخش خم کاری می‌روند و برای بعضی دیگر ابتدا به بخش پانچ و بعد به بخش خم می‌رود و بعضی از قطعات ممکن است یکی از دو حالت فوق را نداشته باشد).

قطعات خارج شده از این بخش وارد بخش جوشکاری می‌شود در این بخش قطعات مختلف ورودی، با توجه به نیازشان جوشکاری می‌شوند. برای از بین بردن اثر خال جوشها و به منظور یکنواخت کردن سطح فلز در رنگ کاری بخش‌های جوشکاری شده خارجی را به بخش فرزکاری می‌برند در این بخش سطوح جوشکاری خارجی را توسط سنگ فرز صاف می‌کنند این مرحله پایان کار بخش فلزکاری و تأمین یا تغذیه ورودی بخش رنگ کاری می‌باشد.

۲- رنگ کاری، پوشش‌های پودری (رنگ کوره‌ای پودری)

قطعات ساخته شده در بخش فلزکاری پس از پرداخت کاری وارد بخش رنگ کاری می‌شود در این بخش از رنگ‌های ساده برای محیط باز و رنگ‌های چرمی برای محیط بسته استفاده میشود. پودر رنگ را در داخل دستگاه رنگ پاش ریخته و آن را با ولتاژ 20 KV باردار می‌کنند و بدنه تابلو را به زمین متصل میکنند و عمل پاشش را انجام می‌دهیم.

و بعد آنها را از (چنگک) آویزان می‌کنیم تا رنگ را به خود بگیرد و خشک شود. سپس قطعات نیمه خشک شده را به (کوره) منتقل می‌کنیم و در درجه حرارت 180 °C در مدت 20 دقیقه قرار می‌دهیم.



دستگاه پاشش رنگ الکترواستاتیک و مشخصات فنی

مشخصات و اطلاعات فنی :

برق مصرفی: تک فاز ۲۲۰ ولت AC

فرکانس : ۵۰-۶۰ هرتز

فرکانس خروجی : ۱۷ KHz

ولتاژ خروجی : ۰ - ۱۰۰ کیلو ولت

قطبیت : منفی حداکثر

مصرف هوای فشرده : ۱۳ متر مکعب در ساعت

فشار هوای ورودی : ۱۰-۶ بار

رطوبت مجاز هوای ورودی : ۳/۱ گرم بر متر مکعب

حداکثر روغن مجاز ورودی هوای کمبرسور : ۰.۱ ppm

حداکثر میزان بودر خروجی : ۶۰۰ گرم در دقیقه

پوشش تابلوهای فشار ضعیف

تابلو برق اصلی توزیع نیروی برق فشار ضعیف - انواع ایستاده قابل دسترسی از جلو و قابل دسترسی از پشت این نوع تابلو برق باید از نوع ایستاده و با اسکلت نگهدار از آهن به فرم نشی، ناودانی و سپری ساخته شده و به وسیله پیچ و مهره به یکدیگر متصل شود به گونه‌ای که در برابر تنش‌های حرارتی، الکتریکی و مکانیکی در شرایط عادی بهره‌برداری مقاوم باشد.

پوشش تابلو برق باید از ورق‌های فلزی با ضخامت حداقل دو میلی‌متر بوده و به وسیله پیچ و مهره به اسکلت نگهدار محکم شود. ساختمان بدنه این نوع تابلو برق‌ها باید به گونه‌ای باشد که تابلو برق‌ها به سهولت از طرفین قابل توسعه باشد و به همین دلیل جهت پوشش‌های جانبی تابلو برق باید به وسیله پیچ و مهره‌های کروم به اسکلت اصلی متصل شود. در تابلو برق‌های قابل دسترسی از جلو باید به باز کردن در محافظ جلو تابلو برق، یا برداشتن صفحه محافظ جلو آن، دسترسی به کلیه لوازم و تجهیزات داخلی تابلو برق، بدون تداخل با کار قسمت‌های مختلف امکان‌پذیر باشد، ولی در تابلو برق‌های قابل دسترسی از پشت این امکان باید با باز کردن در پشت تابلوها حاصل شود.

به منظور ایجاد حفاظت در برابر زنگ زدگی و فساد تدریجی، تمامی سطوح تابلو برق و سلول‌ها باید برابر روش زیرین زیرسازی و رنگ‌آمیزی شود. مراحل زیرسازی برای رنگ کاری در ساخت تابلوهای فشار ضعیف عبارتند از:

الف) زیرسازی

- ۱- چربی‌زدایی: با کربنات سدیم و هیدروکسید سدیم
- ۲- زنگ‌زدایی: زنگ زدایی فیزیکی با سمباده کاری با اسید سولفوریک یا اسید کلرید ریک
- ۳- فسفات‌کاری: مانع از زنگ زدن مجدد و افزایش سطح چسبندگی برای رنگ کاری
- ۴- رنگ‌کاری: یک لایه آستری

ب) رنگ‌آمیزی نهایی

حداقل دو لایه پوشش رنگ برای شرایط آب و هوایی خشک و سه لایه پوشش رنگ برای شرایط آب و هوایی مرطوب. انتخاب نوع و ضخامت رنگ باید با توجه به شرایط محیطی، سطح آلودگی محل و میزان حفاظت مورد لزوم، متناسب با شرایط مندرج در جدول زیر صورت گیرد.

جدول - نوع رنگ

مدت زمان دوام رنگ	ضخامت رنگ (میکرون)	نوع رنگ
بیش از ۲۰ سال	۱۰۰ تا ۲۰۰	رنگ آلومینیوم و روی - اکلیدی (Alkyds) اپوکسی
بیش از ۱۰ تا ۲۰ سال	۸۵ تا ۱۵۰	رنگ اپوکسی، کولتار (Coltar) - اپوکسی دو جزئی
بین ۵ تا ۱۰ سال	۵۰ تا ۱۰۰	رنگ روی و آلومینیوم، یک جزئی و دو جزئی ضد مواد شیمیایی
کمتر از ۵ سال	۴۰ تا ۸۰	رنگ اپوکسی یک جزئی و دو جزئی

۳- مونتاژ بدنه و اسکلت داخلی

در این بخش کلیه قطعات رنگ آمیزی شده با توجه به مکانهایی که برای آنها مشخص شده به همدیگر متصل می‌شوند. البته در مونتاژ بدنه به خاطر تفرانسی که در ساختمان قطعات وجود دارد و همچنین عدم اطمینان پانچ زنی در مرحله فلزکاری بعضی از سوراخ‌کارها در این بخش روی

قطعات صورت می‌گیرد.

۴- مونتاژ الکتریکی

بدنه و اسکلت مونتاژ شده در بخش مونتاژ وارد این بخش می‌شود و در این بخش کلیه ادوات الکتریکی شامل، فیوز - کلید - کنتاکتور - رله - پریز - فتوسل - لامپ و شیشه‌ها روی اسکلت داخلی تابلو نصب می‌شود و این اسکلت داخلی، روی پایه‌های داخلی تابلو نصب می‌شود. البته در مورد (شیشه‌های الکتریکی) داخل تابلو باید توضیح داد که این شیشه‌ها از (نوارهای مسی) که به صورت کلاف هستند در بخش (برش شمش) با توجه به اندازه‌های مورد نیاز بریده و خم و سوراخ می‌شود و روی آن (وارنیش) قرار می‌گیرد سپس مدار توسط تکنسین برق تست می‌شود و تابلو تکمیل شده به انبار مربوطه منتقل می‌شود.

ملاحظات فنی پیرامون تولید تابلو برق

ورقه‌های مورد نیاز در این تابلو از (ورقه‌های فلزی روغنی) به ضخامت ۲mm ساخته می‌شود و ابعاد تابلو متناسب با قطعات نصب شده در داخل آن می‌باشد بطوری که در موقع کار اپراتور روی تابلو به راحتی امکان دسترسی به تمام قطعات داخلی آن باشد و همچنین در صورت لزوم بتوانیم قطعات جانبی را به مدار وصل کنیم.

برای ایمنی بیشتر اپراتور در هنگام کار باید در این تابلو بجز (درب اصلی)، دربی برای (محافظت شیشه‌ها) نصب شود در این تابلو سلولهای مربوط به روشنایی معابر باید جدا از (سلولهای توزیع) در نظر گرفته شود و اتصال سلولهای توزیع باید از شیشه‌های مسی یا آلومینیومی باشد و مدار روشنایی معابر این تابلو باید توسط (کنتاکتور و از فتوسل) فرمان گیرد این فتوسل روی دیواره تابلو نصب می‌شود.

در قسمت (رنگ آمیزی) بایستی نوع رنگ متناسب با شرایط (آب و هوایی) انتخاب شود و حتما عملیات (چربی زدایی) باید قبل از رنگ آمیزی صورت گیرد. نوع ضخامت رنگ استفاده شده هم باید توجه نمود که با آگاهی از محل نصب تابلو بین ۲۰-۴۰ μm متغیر است. شیشه‌های مورد استفاده در تابلو باید از جنس مس یا آلومینیوم (طبق استاندارد) انتخاب شود و محل‌های اتصال پس از سوراخ کاری کاملاً تمیز شده و توسط پیچ و مهره به همدیگر متصل شوند تا حداکثر (هدایت الکتریکی) به وجود آید و شیشه‌ها زیاد گرم نشود. کابل‌ها در تابلو باید حتماً توسط کابلشو به شیشه‌ها متصل شود.

برای نصب سیم ارت باید حتماً شیشه مربوطه روی (کفی تابلو) محکم شود. قطعات بکار رفته در این تابلو از قبیل کلید و کنتاکتور - فیوز - رله - فتوسل و غیره باید به نحوی وصل شود که برای (تعمیر) به راحتی در دسترس باشد و از (مدل‌های دارای استاندارد جهانی) تهیه شود. بمنظور شناسایی محصول باید نقشه کامل محصول که شامل مدارات الکتریکی و سایر نکات فنی آن است در اختیار متقاضی قرار داده شود تا در (موقع تعمیر) راحت تر اقدام شود.

استانداردهای وسایل استفاده شده در این تابلو استاندارد IEC می‌باشد که طبق این استاندارد مشخصات برخی از قطعات مورد استفاده در تابلو برقرار صفحه بعد می‌باشد.

الف) کنتاکتور

کنتاکتورها و هادیها بایستی طوری انتخاب شود که جریان بارنامی را به طور مداوم تحمل کند و آسیب نبیند.

۱. افزایش درجه حرارت کنتاکتور نباید از مقدار مشخصی بالاتر برود.
۲. کنتاکتور بایستی دارای پایداری کافی در شرایط کار باشد.
۳. کنتاکتور باید علاوه بر تیغه‌های فرمان دارای تیغه‌های اصلی نیز باشد.
۴. فنرهای عمل کننده بایستی زنگ نزده و خورده نشده باشد.

ب) کلیدهای اتوماتیک و فیوزهای کاری

۱. محفظه کلید بایستی از (فنتل یا پلی استر) با درجه خلوص بالا انتخاب شود.
۲. ترمینال‌ها در سمت خط تغذیه و خط بار بایستی جهت اتصال به کابل شو مناسب باشد.
۳. کلیدها باید دارای نشانگرهای ON و OFF باشد و دارای دستگیره اطمینان باشد و بدون برگرداندن دستگیره امکان وصل کلید نباشد.
۴. روی هر کلید باید مشخصاتی نظیر استاندارد - ولتاژ اسمی - جریان اسمی - فرکانس - نام کشور سازنده و درجه حفاظت و ... ذکر شود.

پ) کلیدهای مینیاتوری MCB

۱. باید از نوع حرارتی مغناطیسی باشد و استقامت کافی در برابر جریان نامی داشته باشد.
۲. درجه حفاظت کلید با درجه حفاظت تابلو هم خوانی داشته باشد.
۳. بدنه کلید بایستی به صورتی باشد که جریان اتصال کوتاه دائم را تحمل کند.
۴. مشخصات کلید بایستی به صورت خوانا روی آن مشخص باشد.

ت) شیشه‌ها

۱. ظرفیت الکتریکی شیشه فاز نباید از ۱۵۰ درصد شدت جریان اسمی کلید اصلی تغذیه کننده تابلو کمتر باشد.
۲. طبق IEC60445 شیشه بایستی به ترتیب با رنگ‌های فاز اول L1 = قرمز، فاز دوم L2 = زرد و فاز سوم L3 = مشکی باشد. نول یا خنثی N = آبی

روشن و هادی حفاظتی PE = سبز و زرد در نظر گرفته شود.
۳. شینه بایستی طوری طراحی شود که تحمل اتصال کوتاه SC را داشته باشد.

ث) سیم کشی

۱. سیم کشی فشار ضعیف و فرمان تابلو نباید از سیم نمره ۲/۵ میلی متر مربع کمتر باشد.
۲. مقدار ولتاژ تحمل سیمها بایستی ۱۰۰۰ ولت باشد.

ماشین آلات مورد استفاده برای تولید تابلو برق

۱- دستگاه برش (گیوتین لنگی)

از این دستگاه به منظور برش ورقه‌ها تا ضخامت ۲/۵ mm استفاده می‌شود. تنظیم کردن سایر قطعات مورد استفاده تحت برش در این دستگاه از فک‌هایی که روی آن تعبیه شده است استفاده می‌شود. سیستم راه اندازی آن توسط فرمان الکتریکی می‌باشد و الکتروموتور راه انداز آن یک الکتروموتور سه فاز ۲/۲ kw کیلو وات می‌باشد. این دستگاه در هر ماه یکبار احتیاج به بازرسی دارد که این کار توسط کارگر ماهر بخش صورت می‌گیرد. سرعت کار این دستگاه ثابت و هر مرحله برش (بدون محاسبه زمان اندازه‌گیری) را در ۵ ثانیه انجام می‌دهد.

۲- پانچ ۸ تنی

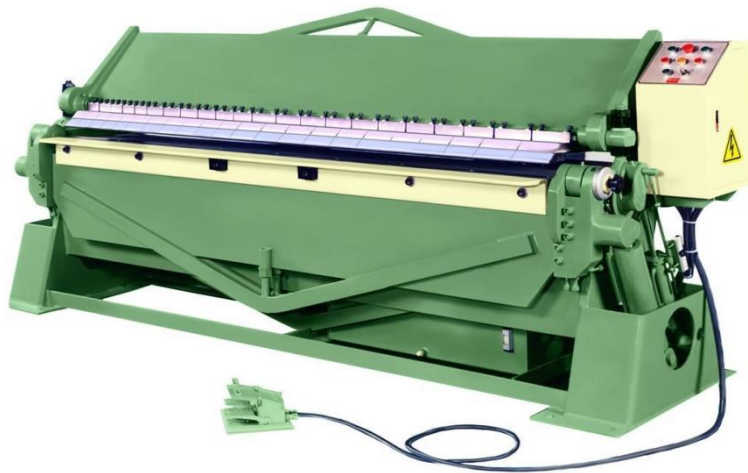
از این دستگاه به منظور سوراخ کردن قطعات کوچکتر تا قطر ۲mm استفاده می‌شود. نوع اثرگذاری در این دستگاه همانند پانچ ۱۲ تنی تغییر می‌کند این دستگاه توسط یک الکتروموتور ۱/۵ kw کیلو واتی سه فاز راه‌اندازی شده و توسط (فرمان مکانیکی) کار می‌کند. تفرانس این پانچ با توجه به دقت ساخت قالب هاست که البته در حدود صفر است. این دستگاه هر سه ماه یکبار سرویس کاری صفر است. این دستگاه هر سه ماه یکبار سرویس کاری می‌شود که شامل گریس کاری بخش‌های گریس خور می‌باشد. سرعت این دستگاه همانند پانچ ۱۲ تنی می‌باشد.

۳- دریل دستی

از این دریل به منظور سوراخ کاری در بدنه و سایر قطعات آن در بخش مونتاژ استفاده می‌شود. نوع سوراخ کاری آن قابل تنظیم و با سرعت ثابتی کار می‌کند این دستگاه دارای ۲۰۰W قدرت مصرفی می‌باشد. این دستگاه تقریباً به قطر ورقه‌ها در هر ۵sec ثانیه می‌تواند یک سوراخ بزند.

۴- خم کن

از این دستگاه به منظور فرم دادن قطعات بصورت دلخواه استفاده می‌شود. این دستگاه توسط الکتروموتور ۲/۲kw کیلو وات راه‌اندازی شده و سیستم راه اندازی و (تنظیم زوایای) آن توسط (مدارات دیجیتالی) می‌باشد و سیستم حرکت آن (هیدرولیکی) می‌باشد. این دستگاه با توجه به تنظیم دقیق دیجیتالی آن تا ۰/۵٪ تفرانس می‌تواند باشد. این دستگاه هر یک ماه یکبار بازدید می‌شود که شامل گریس کاری فک‌ها و بازبینی شلنگ‌های رابط هیدرولیکی می‌باشد. سرعت عمل این دستگاه برای ایجاد خم حدود ۴sec ثانیه می‌باشد.



دستگاه خم کن هیدرولیکی ورق فلزی

۵- دستگاه فرم‌دهی شمش‌ها

از این دستگاه برای برش، سوراخکاری و خم کاری شمش‌ها استفاده می‌شود. این دستگاه توسط الکتروموتور ۲/۲ KW کیلو وات بکار می‌افتد که

برای بخش خم کاری از (میدل هیدرولیکی) و برای بخش سوراخ کاری از یک (میدل گیربکسی) برای انتقال قدرت استفاده می‌کند. این دستگاه بطور متوسط ماهی یکبار نیاز به سرویس کاری دارد که شامل بازبینی (شلتنگ‌های هیدرولیکی) و بازبینی بخش هیدرولیکی و (بخش گیربکسی) که برای سوراخ کاری می‌باشد.



دستگاه بانج



خم کن هیدرولیکی

۶- دریل ستونی

از این دریل به منظور سوراخ کردن قطعات ورق استفاده می‌شود. در این دریل توسط تغییر (مته) می‌توان قطر سوراخ را تغییر داد این دریل یک فک ثابت به عنوان نگهدارنده قطعات می‌باشد که فاصله آن تا دریل تنظیم است. این دستگاه توسط یک الکتروموتور ۰/۵۵ KW و سرعت آن از طریق تغییر محل تسمه قابل تنظیم است و این دستگاه هر دو ماه یکبار بازبینی و سرویس کاری می‌شود که شامل بازبینی تسمه‌ها و روغن کاری برشها می‌باشد.



دریل ستونی