دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

گرایش: قدرت

عنوان:اصول طراحی و ساخت تابلوهای برق فشارضعیف و فشارمتوسط

استاد راهنما: دکتر سعید جلیل زاده

نگارش: سیما مهری کلچکی

تاریخ دفاعیه: آذر89

تقدیم به

همسر مهربان و

صبورم

و تقدیم به پدر و مادر

عزیز تر از جانم که همواره و

در تمام شرایط پشتیبان من بوده

اند و تمامی موفقیت هایم را

مدیون دل سوزی های آنان هستم.

فهرست مطالب:

عنوان	صفحه
تقدیم به	ب
فهرست مطالب	ث
چکیده	د
فصل اول: تابلوهای برق و انواع آن ها	1
1-1-1-تابلو چیست؟	2
1-1-2-انواع تابلوها	2
فصل دوم: طراحی و ساخت تابلوهای فشارضعیف	7
بخش اول: مختصری از تابلوهای فشارضعیف	8
2-1-1-تعریف تابلوی فشارضعیف	9
2-1-2-خصوصیات تابلوها	10
بخش دوم: چگونگی انتخاب درجات حفاظتی مناسب برای تابلوهای شبکه توزیع	12
2-2-1- درجه حفاظتی IP	13
2-2-2-روش های حفاظت افراد	16
2-2-3-تعیین حداقل درجات حفاظتیIP	17
بخش سوم: شرح برخی عناصر به کار رفته در تابلوهای فشار ضعیف	20
2-3-1-اصطلاحات	21
2-3-2-لوازم داخل تابلو	21

2-3-3-لوازم، وسایل و تجهیزات داخل تابلو.....22
2-3-4-1- اجزای داخلی تابلو های اصلی.....23
2-3-4-2-تابلوهای فرمان وسایل موتوری.....23
2-3-4-3-تابلوهای فرعی روشنایی.....24
2-3-5-فیوزها.....25
2-3-6-کنتاکتور (کلید مغناطیسی) 32
2-3-7-قطع کننده حرارتی (رلهٔ حرارتی یا بی متال).....38
2-3-8-کلید محافظ.....38
2-3-9-شینه های بکار رفته در تابلو 41
2-3-10-سایر تجهیزات به کار رفته در تابلوها.....43
بخش چهارم : نقشه های تابلوها و اصول کلی طراحی مدارهای فرمان.....50
2-4-1-حروف شناسایی 51
2-4-2-چند نکته برای طراحی مدارهای فرمان.....61
بخش پنجم: ساخت محفظه تابلو.....65
2-5-1-طرح وساخت تابلوهای قدرت و فرمان.....66
2-5-2-مراحل رنگ آمیزی.....68
فصل دوم: تابلوهای فشار متوسط.....73
بخش اول: مختصری از تابلوهای فشارمتوسط.....74

3-1-1-مقدمه ای از تابلوهای فشار متوسط.....75
بخش دوم: عوامل موثر در طراحی تابلوها.....78
3-2-1-اجزای تابلوهای فشارمتوسط.....79
3-2-2-عوامل موثر در طراحی تابلوها.....79
بخش سوم: طراحی الکتریکی تابلوها.....85
3-3-1-طراحی تابلوها.....86
3-3-1-1-اضافه ولتاژها.....87
3-3-1-2-اندازه گذاری عایقی.....90
3-3-1-3-تصحیح ارتفاع.....95
3-3-2- محاسبه افزایش دمای درون تابلوها (تلفات حرارتی).....97
3-3-2-1-محاسبه کمیت های مجهول و روابط تعادل گرمایی.....99
3-3-2-2-محاسبه افزایش دمای باس بار به دلیل وقوع اتصال کوتاه.....102
بخش چهارم: تست تابلوها.....106
3-4-1-مقدمه.....107
3-4-2- تست های نمونه.....107
3-4-2-1-مهم ترین آزمایش های نمونه.....108
3-4-3-تست های عمومی.....110
بخش پنجم: شرح چند عنصربه کار رفته درتابلوهای فشارمتوسط.....113
3-5-1- مقدمه.....114

3-5-2-ترانسفورماتور جریان CT..... 114

3-5-3- ترانسفورماتور ولتاژ PT..... 124

3-5-4- دژنکتور..... 128

3-5-5-سکسیونر..... 132

چکیده

امروزه ساخت تابلو برق و اهمیت آن در صنعت برق و صنایع مختلف انکار ناپذیر است. هر جا که بحث بهره برداری از انرژی الکتریکی در تولید، انتقال و توزیع و تبدیل انرژی الکتریکی و کنترل تجهیزات مصرف کننده انرژی الکتریکی مطرح باشد، وجود تابلوهای برق ضرورت می یابد. تنوع تابلوهای برق بسیار گسترده بوده و با توجه به نوع کاربرد و نوع صنعت، دارای ویژگی های متفاوتی هستند ولی در تمام موارد، تابلو برق نقش توزیع و کنترل یک شبکه ی الکتریکی را بر عهده دارد و بهره برداری مطمئن و بی وقفه از تاسیسات الکتریکی و مراکز تولید نیرو و تامین انرژی الکتریکی مورد نیاز تجهیزات برقی کارخانجات صنعتی و مراکز اقتصادی تا حدود نسبتاً زیادی به خصوصیات و ویژگی و طرز عمل کلیدها و تجهیزات مدارهای فرمان بستگی دارد.

فرآیند ساخت یک تابلو برق دارای مراحل مختلفی بوده و تخصص های مختلفی برای ساخت آن نیاز می باشد. در این فرآیند، نخست طرح اصلی با توجه به سفارش و نحوه ی کاربرد با استفاده از نرم افزار های مربوطه ترسیم می شود و سپس بر اساس همین طرح خود تابلو و قطعات آن تهیه شده، سیم کشی آن انجام می شود. اجزای تشکیل دهنده ی یک تابلو عبارتند از: سینی تابلو، مقره ها، شین ها، کنتاکتورها، ترموستات ها، ترمینال ها، سیم ها، تایمرها، فیوز ها، کلید های قطع کننده، کنترل کننده های منطقی برنامه پذیر(PLCها)، کنترل کننده های ولتاژ و توان، لامپ سیگنال، میکرو سوییچ ها، ابزار های اندازه گیری، ترانس ها و ... . البته تنوع استفاده از این ابزارها با توجه به هر کاربرد متفاوت می باشد.تابلو برق ها برای توان های کوچک (در حد کیلو وات) تا توان های خیلی بزرگ (در حد چند صد کیلو وات)ساخته می شوند.

چگونگی ساخت و طراحی یک تابلوی برق بر اساس تجهیزات به کار رفته در آن ، نحوه ارتباطات و عمل کرد آن ها ، نحوه دسترسی ها، شرایط نصب تجهیزات و دیگر موارد تعیین می شود که در حد توان نگارنده در این پژوهش بدان ها اشاره گردیده و مورد بحث قرار گرفته اند.

در این مقاله، پس از اشاره ای جزیی به انواع تابلوها، در مورد دو نوع تابلوی فشارضعیف و فشار متوسط بحث گردیده است و لازم به ذکر است تشابهات زیادی میان این دو وجود دارد. بنابراین از ذکر مطالب تکراری پرهیز گردیده است و مباحث مشابه فقط در یکی از فصول عنوان شده اند. در بخش های مختلف نیز اصول طراحی، ساخت و اجزای به کار رفته در انواع تابلوها بیان شده است.

فصل اول:

تابلوهای برق و انواع آن ها

1-1-1-تابلو چیست؟

تابلو عبارت است از فضایی که تجهیزات برقی در آن نصب می شوند. در تعریف تابلو لزومی ندارد آن را حتما یک فضای بسته فلزی بدانیم بلکه فضای بسته فلزی، نوعی از تابلو محسوب می شود. مشکلات ناشی از نصب تجهیزات و خطرات ناشی از عوامل محیطی و پدیده هایی مانند اتصال کوتاه که در تجهیزات الکتریکی روی می داد و در دسترس بودن تمام قسمتهای برقدار از سوی اپراتور، سازندگان را بر آن داشت تا ایمنی بیشتری را تامین کنند، از این رو تابلو به شکل محفظه بسته طراحی شد تا تجهیزات داخل آن غیر قابل دسترس باشند.

1-1-2-انواع تابلوها:

انواع تابلوها از لحاظ محل نصب :

- ✓ داخلی[1] : تابلو در فضای بسته مانند داخل سالن یا سوله نصب می شود.
- ✓ فضای باز[2] : تابلو در فضای باز نصب می شود.

انواع تابلوها از لحاظ ساختمان بیرونی:

- ✓ **تابلوی باز**[3]

تابلویی است متشکل از اسکلت نگهدارنده که تجهیزات الکتریکی بر روی آن نصب بوده و قسمت های برق دار تجهیزات در دسترس می باشند.

- ✓ **تابلوی جلو بسته**[4]

---

[1] indoor

[2] outdoor

[3] open type assembly

تابلویی است با پوشش جبهه جلویی که از طرف جلو دارای حفاظتی حداقل معادل باشد، قسمت های برق دار می توانند از طرف های دیگر در دسترس باشند.

- ✓ **تابلوی تمام بسته[5]**

تابلویی است که در تمام جهات به استثنای سطح نصب آن که ممکن است باز باشد، کاملا بسته بوده و حداقل درجه حفاظت آن می باشد.

- ✓ **تابلوی سلولی[6]**

تابلوی تمام بسته ای است که از نوع ایستاده می باشد و ممکن است از چند قسمت و یا خانه تشکیل شده باشد.

- ✓ **تابلوی چند سلولی[7]**

ترکیبی از چند سلول که از نظر مکانیکی به هم پیوسته اند.

- ✓ **تابلوی میزی[8]**

تابلوی تمام بسته ای که صفحه کنترل آن افقی یا شیب دار و یا ترکیبی از این دو باشد.

- ✓ **تابلوی جعبه ای[9]**

تابلوی تمام بسته ای که برای نصب روی سطوح قائم در نظر گرفته شده است.

---

[4] - dead front assembly

[5] - enclosed assembly

[6] - cubicle type assembly

[7] - multi cubicle type assembly

[8] - desk type assembly

[9] - box type assembly

✓ **تابلوی چند جعبه ای**[10]

ترکیبی است از چند جعبه که به صورت مکانیکی به هم پیوسته بوده و ممکن است روی قاب نگهدارنده واحد و یا قاب های مجزا نصب شود.

تقسیم بندی تابلوها :

✓ تابلوهای ثابت[11]:

- تابلوهای ایستاده چند منظوره[12]: این تابلوها به صورت ایستاده قرار می گیرند و تابلوهای چند منظوره می باشند وداخل آن ها می توان تجهیزات کنترل- قدرت- پنوماتیکی و... نصب کرد.

- تابلوهای دیواری[13]:این تابلوها به دو دسته تابلوهای روکار[14] و تابلوهای توکار[15] تقسیم می شوند.

- تابلوهای رک[16]: تابلو هایی هستند که حالت قفسه قفسه دارند و محفظه های اندازه گیری- الکترونیکی- کنترل و مخابراتی و... روی آن ها نصب می شود.

* تابلوهای سوییینگ[17] نوعی از تابلوهای رک هستند که دارای در متحرک می باشد و مزیت آن ها در این است که پشت تجهیزات آن ها قابل رویت و دسترسی به پشت تجهیزات فراهم است. این مدل بسیار گران است و درب آن هم شیشه ای است.

---

[10] multi box type assembly-

[11] Fix-

[12] Multi purpose-

[13] Wall mounted-

[14] On surface-

[15] Flush mounted-

[16] Rack-

✓ تابلوهای کشویی[18]:

- تابلو های کنترل موتورها (**MCC**)[19]: این تابلو ها بصورت کشویی و برای کنترل موتورها ساخته می شود. این تابلوها بخاطر مزیت تابلوهای کشویی بسیارگران هستند.

- تابلوهای مرکز قدرت[20]: این تابلو برای تغذیه تابلوهای MCC استفاده می شود. یک تابلوی توزیع است و میتواند تا چند تابلوی MCC را تغذیه کند. در این تابلو ها کلیدها بیشتر از نوع هوایی هستند و بعد از پست اصلی استفاده می شوند.

❋ **تابلوهای مدولار:** نوع پیشرفته تابلوهای فیکس ایستاده است. هر فیدر به شکل یک مدول در تابلو نصب شده و به وسیله یک صفحه فلزی از فیدر بالایی و فیدر پایینی خود جدا می شود و از لحاظ دسترسی به سر کابل به دو نوع کلی تقسیم می شود:

- دسترسی از پشت

- دسترسی از جلو: در این حالت معمولا" در کنار درب اصلی تابلو درب کوچکی به نام درب کناری تعبیه شده و اتصالات کابل ها به فیدرها از طریق این درب انجام می شود. این نوع سلول ها را از لحاظ محل ورود سرکابل های ورودی وخروجی می توان به ورود از بالا و ورود از پایین تقسیم نمود.

انواع تابلوها از لحاظ ایستایی :

17- Swing

18- Withdrawable

19- Motor center control

20- Power center

- ✓ ایستاده[21] :تابلو حالت خود ایستا دارد. (نیاز به مهار آن توسط سازه ی دیگری نیست و یا به دیگری تکیه ندارد.)
- ✓ دیواری : تابلو روی دیوار نصب می شود.

این تابلوها اگر روی سطح دیوار نصب شوند، روکار و اگر داخل دیوار جاسازی شوند، توکار نامیده می شوند.

انواع تابلو ها از لحاظ سطح ولتاژ :

- ✓ تابلوهای فشار ضعیف (LV) تا V1000
- ✓ تابلوهای فشار متوسط (MV) از V1000 تا V36000

[21] Self Standing / Free Standing-

دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه‌ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پروژه گروه برق مراجعه فرمایید.

مراجع

[1] سید احمدی، پرویز، "مشخصات فنی و عمومی و اجرایی تاسیسات برقی کارهای ساختمانی نشریه شماره 110"، انتشارات سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، معاونت امور پشتیبانی، مرکز مدارک علمی و انتشارات، ص 89-106، 1382.

[2] گروه مطالعات توزیع- بخش برق- مرکز تحقیقات نیرو(متن)، "استاندارد تابلوهای مورد استفاده در شبکه توزیع"، دفتر استانداردها، توانیر، شماره 1، ص 28-45 و 71-88، آذر 74.

[3] گروه مطالعات توزیع- بخش برق- مرکز تحقیقات نیرو(متن)، "استاندارد تابلوهای مورد استفاده در شبکه توزیع"، دفتر استانداردها، توانیر، شماره 3، ص 32-35، آذر 74.

[4] نوری فر، نوید، "طراحی تاسیسات برقی استخر"، دانشگاه زنجان، 1387.