چکیده ای از مبحث کابل

تهیه وتنظیم : عباسعلی شاهین مهر

شماره دانشجویی:3108929017

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
مقدمه	1
ساختمان کابل	1
انواع کابل و کاربرد آن از نظر ساختمان داخلی	5
شناسایی کابل	8
اتصال کابل به مدار	9
انواع اتصالات کابل	9
انواع مفصل	9
تعیین محل عیب در یک کابل	10
تعیین سطح مقطع کابل	11
تعیین افت ولتاژ	11
کابل کشی	12
روش های کابل کشی	13
مثال و جداول	15-19

WWW.MOHANDES.ORG

فهرست جداول

عنوان جدول صفحه

جدول شماره یک-دمای نامی کابل 5
جدول شماره دو- تعداد رشته و رنگ کابل ها..... 8
جدول شماره سه- جریان مجاز کابل های برق بر حسب آمپر..... 16
جدول شماره چهار- ضریب تصحیح برای دمای محیط..... 16
جدول شماره پنج- ضریب تصحیح جریان مجاز برای سیم ها و کابل..... 17
جدول شماره شش- جریان مجاز سیمهای عایقدار و کابلهای سیم 17
جدول شماره هفت/یک..... 18
جدول شماره هفت/دو..... 19

WWW.MOHANDES.ORG

مقدمه

در انتقال انرژی الکتریکی با قدرت بالا ، برای کاهش افت حرارتی در سیم ها ، باید ولتاژ خط را بالا برد که در اینصورت جریان مدار کم می شود.

سیم ها اکثراً برای انتقال انرژی در منازل و روشنایی ها استفاده می شود و کابل ها در کارخانجات و اماکن صنعتی استفاده می گردد.

(هر نوع هادی الکتریسیته که توسط ماده ای از محیط اطراف خود عایق شده باشد را کابل می گویند.)

نکته : کابل های تلفن از نظر ساختمان و کاربرد با کابل های برق متفاوت می باشند.

ساختمان کابل

اغلب کابل از سه قسمت زیر تشکیل می شود :

الف) عایق کابل

عایق کابل متناسب با نوع کاربرد از جنس مختلف می باشد که مهم ترین آن ها به شرح زیر است :

-کابل کاغذ روغنی

-کابل گازی

-کابل پلاستیکی

-کابل کاغذ روغنی:

در این کابل ها عایق اصلی کاغذ است که در درجه حرارت 120-110 درجه سانتیگراد، رطوبت آن گرفته شده و استقامت الکتریکی آن تا حد زیادی بالا می رود. سپس همین کاغذ را از درون روغن عبور داده تا کلیه منافذ آن را روغن پر کند. پس از آن هادی را با چنین کاغذی به ضخامت 0.2-0.17 میلیمتر می پوشانند. برای آنکه رطوبت محیط در کاغذ آغشته به روغن وارد نشود، آن را با غلاف سربی می پوشانند و بر روی غلاف سربی نیز یک لایه قیرگونی می پیچند.

WWW.MOHANDES.ORG

در طول مسیر کابل کشی کابل های روغنی و در فواصل مساوی بایستی منابع فشار روغن تعبیه شود تا بتواند جبران انبساط و انقباض روغن درون کابل را بکند.

-کابل گازی:

کابل های گازی در دو نوع معمولی و کپسولی وجود دارد. کابل گازی معمولی مانند شبیه کابل کاغذ روغنی است فقط به جای روغن و منبع فشار روغن، از گاز نیتروژن یا مخلوطی از گاز نیتروژن و SF6 استفاده می شود.

در کابل های کپسولی، هادی توسط مقره هایی از بدنه کپسولی کابل عایق شده و در وسط کپسول نگه داشته می شود. فشار گاز داخل کابل با فشار سنج کنترل می شود به طوریکه با کاهش فشار گاز، ابتدا آلارم و سپس کابل را از مدار خارج می کند. این کابل ها معمولا در قطعات 12 متری در کارخانه ساخته شده و در محل نصب این قطعات به یکدیگر جوش داده می شوند.

- کابل پلاستیکی:

کابل های پلاستیکی، کابل هایی هستند که در ساختمان آنها از مواد مصنوعی نظیر PVC و یا PEN با تحمل عایقی بالا در مقابل ولتا و تحمل حرارتی خوب به خصوص در شرایط اتصال کوتاه به عنوان ماده عایق استفاده شده است. امروزه نوع پیشرفته تر عایق پلاستیک ، عایق XLPE است که در سطوح مختلف ولتاژی کاربرد دارد. سطوح ولتاژ استانداردی که این کابل ها ساخته می شوند در جدول زیر آمده است:

حداکثر دمای نامی عایق کابل برای کابل های پلاستکی در جدول زیر آمده است:

عایق	حداکثر دمای نامی عایق (درجه سلسیوس)	
	کارکرد عادی	اتصال‌کوتاه (حداکثر تداوم 5 ثانیه)
PVC	70	160
PE	70	130
XLPE	90	250

شکل شماره 1-دمای نامی عایق

این کابل ها دارای مزایای تلفات دی الکتریک کم، جریان نامی بالا، حمل و نقل آسانتر، کابل کشی آسان تر، انعطاف پذیری بیشتر، ارزان بودن و عمر بیشتر نسبت به کابل های روغنی و گازی است.
نکته : پی وی سی نمی سوزد ولی PET قابل اشتعال است.

ب) هادی کابل

هادی کابل باعث هدایت جریان الکتریکی می شود که جنس آن اغلب از مس یا آلومینیوم است. هادی کابل ممکن است به صورت افشان یا مفتول (دایره ای یا مثلثی) باشند.

WWW.MOHANDES.ORG

پ) غلاف کابل

اجزاء تشکیل دهنده :

- **پوشش الکتروستاتیکی روی هادی:** این پوشش از جنس نیمه هادی بوده و برای یکنواخت کردن سطح هادی و میدان روی آن است. این پوشش از تخلیه جزئی بین فواصل احتمالی عایق و هادی جلوگیری می‌کند.
- **پوشش الکتروستاتیکی روی عایق:** این پوشش از جنس نیمه هادی بوده و میدان الکتریکی رشته‌ها را محدود می‌کند و از تخلیه جزئی و نشت جریان جلوگیری می‌کند.
- **پوشش الکتروستاتیکی فلزی:** این پوشش از تعدادی نوار یا لایه یا هر دو تشکیل شده است که به‌صورت جدا روی هر رشته یا هر سه رشته کشیده می‌شود. این لایه برای زمین کردن جریان‌های نشتی ایجاد شده است.
- **نوار مسی:** از آنجا که ضریب نفوذ مغناطیسی مس بسیار پایین است، نوار مسی از نفوذ میدان‌های مغناطیسی خارجی به داخل کابل جلوگیری می‌کند.
- **زره:** این زره باید از جنس فولاد گالوانیزه باشد.
- **غلاف خارجی:** معمولا این غلاف از جنس PVC است .

نکته 1 : برخی از کابل ها فاقد غلاف می باشند.
نکته 2 : در کابل هایی که تحت فشار و ضربه قرار می گیرند ، برای حفاظت از نوارهای فلزی استفاده می شود که برای حفاظت غلاف کابل از لایه های قیرگونی نیز استفاده می شود.

انواع کابل و کاربرد آن از نظر ساختمان داخلی

کابل ها از نقطه نظر کاربرد به دو صورت مختلف ساخته می شود :

1-کابل های مسلح

2-کابل های غیرمسطح

کابل های مسلح :

کابل های مسلح کابل هایی هستند که برای تحمل ضربه ها، فشار و نفوذ رطوبت وسایل عوامل دارای نوارهایی از فولاد و یا غلاف های سربی می‌باشد .

کابل های غیر مسلح :

کابل هایی هستند که فاقد مزایای و ساختمان کابلهای مسلح بوده و فقط از نقطه نظر الکتریکی عایق شده اند .

انواع کابل :

⁎کابل پروتودور :

کاربرد این نوع کابل در انتقال و توزیع انرژی برق کارخانجات و شبکه های تا یک کیلو ولت می باشد.

⁎کابل باعایق کاغذی :

کاربرد آن در ساختمان ها و شبکه ها و ... می باشد.

⁎کابل با عایق پلاستیکی :

کاربرد آن در کشش ها بوده و دیگر تولید و استفاده نمی شود.

⁎کابل با غلاف سربی (کابل کاغذی با غلاف سربی) :

کاربرد آن در پمپ بنزین ها و مناطق ذخیره نفت و تصفیه خانه ها می باشد.

⁎کابل با روپوش آلومینیوم :

WWW.MOHANDES.ORG

کاربرد آن در انتقال انرژی در زمین می باشد.

⁎کابل دریایی :

همان طور که از اسمش پیداست برای انتقال انرژی برق تا 10 کیلو ولت از رودخانه ها و دریاها اغلب از این کابل که نوعی پروتودور می باشد استفاده می شود.

⁎کابلهای هوایی:

کابل های هوایی، هادی های عایق شده دارند و برای سطح ولتاژی 1 تا 36 کیلو ولت استفاده می شوند

- کابلهایی که بصورت نصب روکار روی دیوار یا سقف یا سینی کابل استفاده می شوند شامل هادی مسی،عایق پی وی سی، ماده پر کننده برای شکل دهی کابل و غلاف نهایی پی وی سی یا غلاف زره گالوانیزه یا غلاف سربی یا غلاف سیمی می باشد.

- کابلهایی که بصورت هوایی و آویزان بین دو تیر نصب می شوند شامل هادی مسی، عایق پی وی سی، ماده پرکننده و غلاف نهایی پی وی سی و سیم مهار(بکسل) از فولاد گالوانیزه برای نگهداری کابل می باشد .

⁎کابل های افشان: NYMHY

جهت مصرف در نقاطی خشک و نمناک هنگامی که نرمش بیشتر و خواص متوسط مکانیکی مورد نیاز می باشد.در منازل و ادارات نیز برای اتصال وسایل برقی متحرک (حتی گرمازا) به برق مورد استفاده قرار می گیرد.کاربرد این کابل در فضای باز مجاز نیست.

ساختمان این کابل از هادی نرم شده که به وسیله ماده پی.وی.سی.عایق می شود،تشکیل شده است.سیم های به هم تابیده شده (انداز 0/75⁎2 میلی متر مربع به صورت موازی) در داخل غلاف کابل به رنگ سفید یا مشکی قرار می گیرند.

⁎کابلهای زمینی:

- کابلهای زمینی با عایق بندی پلاستیکی با ولتاژ نامی 600/1000 ولت:

- کابلهای زمینی با عایق بندی پلی اتیلن مستحکم (XLPE) با ولتاز نامی 600/1000 ولت:
- کابلهای با عایق کاغذی با ولتاژ نامی 600/1000 ولت:

❋کابل با عایق سیلیکون

❋کابلهای ساختمانی

❋کابلهای ابزار دقیق

کابل های ابزار دقیق در سیستم های کنترلی جهت ارسال/دریافت علائم (سیگنال های) دیجیتال و آنالوگ به/از تجهیزات و حسگرها (سنسور) استفاده می شوند.

❋کابل های مخابراتی :

کابل های مخابراتی در سیستم های فرکانس پایین استفاده می شوند و به صورت کابل های زوجی و با هادی مسی تولید می گردند. این کابل ها جهت شبکه های محلی و مطابق نیازهای خاص مشتری و استانداردهای بین المللی تولید می گردند.

❋کابلهای ضد آتش :

کابل های ضد آتش می بایست قادر باشند در مقابل آتش، آتش همراه با آب و/یا آتش همراه ضربه های مکانیکی مقاومت کنند. این کابل ها می بایست خفه کننده آتش و کم دود باشند. به عبارت دیگر این کابل ها نباید با از بین رفتن منشا آتش به سوختن ادامه دهند و یا آتش را به نقاط دیگر انتقال داده، یا دودی ایجاد کنند که مانع از دیدن چراغهای اضطراری یا راه خروجی شود.

❋کابل های فشار ضعیف:

کابل های فشار ضعیف شامل انواع کابل های مسی و آلومینیومی عایق شده با پلیمر های مختلف می باشند که در سطح ولتاژی 600 تا 1000 ولت قرار دارند. این کابل ها برای انتقال الکتریسیته در کاربردهای مختلف از روشنایی تا انتقال نیروی محرکه به الکترو موتورها و ... استفاده می شوند .

WWW.MOHANDES.ORG

❋کابلهای فشار متوسط:

کابل هایی با عایق XLPE و هادی مس یا آلومینیوم می باشند که در سطح ولتاژی 1 تا 66 کیلو ولت قرار دارند و به صورت گسترده در مناطق شهری و صنعتی مورد استفاده قرار می گیرند.

-کابل فشار متوسط با عایق پلی اتیلن و پلی اتیلن مستحکم

-کابلهای فشار متوسط با عایق کاغذی

❋کابل های فشار قوی

❋کابل های خاص :

کابلهای مخصوص کابلهائی هستند که جهت برآورده کردن نیازهای خاص به کار گرفته میشوند و برای ساخت آنها نیاز به تجربه فراوان ، امکانات لازم برای تولید و تست و نیز نوع آوری میباشد.

کاربردهای این کابلهای اغلب در صنایع نفت ، گاز و پتروشیمی ، دریائی ، فرودگاهی ، مترو شهری و شبکه های کامپیوتری و..... میباشد

شناسایی کابل ها

در کابل های فشار ضعیف عایق هر رشته کابل با یک رنگ مشخص می شود (ولی در کابل های فشار قوی باید در هنگام اتصال دقت شود زیرا رنگ تمام رشته ها یکسان می باشد.)

تعداد رشته کابل	رنگ عایق رشته های کابل
2	خاکستری روشن و سیاه
3	خاکستری روشن و سیاه و قرمز
4	خاکستری روشن و سیاه و قرمز و آبی
5	خاکستری روشن و سیاه و قرمز و آبی و سیاه

جدول شماره 2- تعداد رشته و رنگ کابل ها

نکته : کابل های فشار ضعیف سیم خاکستری روشن همیشه به عنوان سیم خنثی و سیم قرمز برای محافظت به کار می رود.

طریقه شناسایی کابل های جریان زیاد

N : علامت کابل با سیم مسی که طبق استاندارد VDE آلمان ساخته شده است.

NA : علامت کابل با سیم آلومینیومی که طبق استاندارد VDE آلمان ساخته شده است.

Y : علامت عایق پروتودور (اولین Y در ردیف حروف)

H : علامت ورق متالیزه .

T : سیم تحمل کننده (در برابر کابل های هوایی).

WWW.MOHANDES.ORG

R : حفاظت فولادی سیم نواری شکل یا زره.

C : در کابل های فشار ضعیف علامت سیم صفر و در کابل های فشار قوی علامت سیم حفاظت و یا سیم نول(صفر) می باشد.

B : حفاظت فولادی نواری شکل.

GB : حفاظت نواری فولادی شکل.

Y : روپوش پروتودور (دومین حرف Y در ردیف حروف).

re : سیم گرد یک رشته ای (یک لا).

rm : سیم گرد چند رشته (چند لا).

se : سکتور شکل و یک سیمه (مثلثی).

sm : سکتور شکل و چند سیمه (مثلثی چند رشته ای).

علائم مشخصه کابل ها:

NYY کابل هادی مس ، عایق و غلاف پلاستیک

NAYY کابل با هادی آلومینیوم ، عایق و غلاف پلاستیک

NGG کابل با هادی مس ، عایق و غلاف پلاستیک

NAGG کابل با هادی آلومینیوم، عایق و غلاف پلاستیک

NYKB کابل با هادی مس، عایق پلاستیک، غلاف سرب و زره فولادی .

NYYGB کابل با هادی مس، عایق و غلاف پلاستیک و زره فولاد گالوانیزه .

NKBA کابل با هادی مس، عایق کاغذ، غلاف سرب، زره فولادی و روپوش خارجی الیاف گیاهی .

مثال : مفهوم اعداد و حروف روبرو در مورد یک کابل چیست ؟

NYY 4×4 re0/6/1KV

یعنی کابل زمینی نرمال چهار سیمه با مقطع گرد تک رشته به مقطع چهار میلیمتر مربع با روپوش و عایق پروتودور و برای فشار 0/6 کیلو ولت بین سیم فاز و یک کیلو ولت بین دو فاز.

اتصال کابل به مدار

برای اتصال کابل به مدار از کفشک کابل یا کابلشو استفاده می شود.

کابلشو سه نوع می باشد : 1- پرسی 2- لحیمی 3- پیچی

کابلشو از نظر ظاهری شبیه فیش ها و ترمینال های اصلی می باشند که اغلب برای بدست آوردن یک اتصال محکم ، کابلشو را به کابل لحیم می کنند.

انواع اتصالات کابل :

1. اتصال انتهایی 2. اتصال سر به سر 3. اتصال سه راهی
4. اتصال Y 5. اتصال چهار راه

انواع مفصل:

انواع مفصل های مورد استفاده در کابل ها عبارتند از:

مفصل قیری:

استفاده از این نوع مفصل به علت مشکلات زیست محیطی، علیرغم ارزان بودن به شدت کاهش یافته است.

مفصل موادی (رزینی):

این مفصل ها از دو ماده rezin و hardner تشکیل شده است. این مواد از روغن های گیاهی درست شده اند و خاصیت چسبندگی خوبی به فلزات داشته و در برابر حرارت قابل ارتجاع و نرمش هستند و در دمای محیط سخت می شوند. برای ساخت این مفصل ها ایز دو ماده را باهم مخلوط و همگن کرده و در یک محفظه پلاستیکی می ریزند. مهمترین عیب این نوع مفصل تاریخ مصرف محدود آن است. اما دارای خاصیت عایقی مناسب بوده و مقاومت شیمیایی و مکانیکی آن نیز عالی است. از این مفصل ها در تمام سطوح ولتاژی استفاده می شود.

WWW.MOHANDES.ORG

مفصل نواری:

در این نوع مفصل ها از نوارهای نیمه هادی برای عایق بندی و آب بندی مفصل استفاده می شود و از یک محافظ مکانیکی به عنوان لایه بیرونی استفاده می شود. این نوع مفصل ها برای کابل های پلاستیکی و تا سطح ولتاژ 63 کیلوولت کاربرد دارد.

مفصل حرارتی:

اجزاء این مفصل ها عبارتند از:

1- کنترل کننده میدان: شامل نوار چسب و تیوب است.

2- سیستم آب بندی کننده: یک روکش حرارتی است که برای عایق کردن کابل و حفاظت آن از رطوبت و عوامل جوی به کار می رود این روکش حرارتی از پلی اتیلن کراسلینک شده ساخته می شود.

3- سیستم ارت کابل: از مزایای مهم این نوع مفصل این است که تاریخ مصرف محدود ندارد. این مفصل از پلیمر مقاوم به اشعه UV تهیه شده اند که در اثر تماس مستقیم با اشعه خورشید، آسیبی نمی بینند. همچنین از این مفصل برای چند سایز نزدیک به هم می توان استفاده نمود.

از این نوع مفصل برای اتصال کابل های پلاستیکی به هم، کابل های روغنی به هم و کابل های پلاستیکی به روغنی استفاده می شود. به مفصل هایی که کابل های پلاستیکی را به روغنی اتصال می دهد، مفصل تبدیلی می گویند.

مفصل های حرارتی تا سطح ولتاژ 72.5 کیلوولت کاربرد دارند.

مفصل فشاری:

در مفصل فشاری از لاستیک سیلیکون استفاده می شود. در داخل لاستیک سیلیکون لایه های کنترل کننده میدان جاسازی می شوند استفاده از سیلیکون نه تنها به علت قدرت عایقی بالا، بلکه به دلیل محافظت مکانیکی و حرارتی خوب آن است. همچنین در اثر تغییرات حرارتی و انبساط و انقباض کابل، چسبندگی سیلیکون تغییر نمی کند و فشار وارده به هادی در تمام جهات یکسان است. خاصیت نرمی سیلیکون نیز کمک می کند تا بهتر از هر ماده دیگری به سطوح ناصاف کابل بچسبد و از ایجاد حباب هوا و به وجود آمدن تخلیه الکتریکی جلوگیری شود.

مفصل برودتی:

در مفصل های برودتی از پلیمر سیلیکون استفاده گردیده که پس از تولید، کراسلینک و سپس اکسپند شده و روی یک فنر پلیمری قرار داده می شود. در موقع نصب این فنر روی کابل قرار می گیرد و پس از کشیده شدن این فنر، روکش روی کابل جمع و آب بندی می گردد.

مهمترین مزیت این نوع مفصل نداشتن تاریخ مصرف و سهولت و سرعت نصب آن است. همچنین به علت استفاده از سیلیکون تمام مزایای سیلیکون را نیز داراست.

تعیین محل عیب در یک کابل

برای تعیین این عیب در زمین ، روش های مختلفی وجود دارد که با توجه به نوع عیب تعیین می شود.

عیبی که ممکن است برای یک کابل پدید آید به شرح زیر است :

- اتصال کوتاه بین دو یا چند هادی کابل.

- اتصال یک یا چند هادی کابل به غلاف فلزی کابل (اتصال زمین).

در این دو حالت باید به قرار زیر عمل نمود :

WWW.MOHANDES.ORG

ابتدا با انجام یک سری اندازه گیری های مقدماتی و اولیه نوع عیب را مشخص کرد تا بعد بتوان نسبت به رفع آن اقدام نمود.

برای تشخیص اتصال کوتاه و اتصال زمین ابتدا باید ابتدا و انتهای قابل را از مصرف کننده باز نمود و آن ها را نسبت به یکدیگر و نسبت به زمین طوری عایق کرد که احتمال اتصال دوباره وجود نداشته باشد. بعد یکی از سرهای مگر(MEGER) را به روپوش فلزی کابل با زمین وصل نمود و سر دیگر با به تک تک هادی های کابل وصل نمود که در هر صورت با چرخاندن دسته مگر ، باید مقاومت اندازه گیری شده ، چندین مگا اهم باشد که در غیر اینصورت (کمتر از این مقدار بود) بیانگر اتصال داشتن هادی به زمین است که برای تشخیص اتصالی بین هادی های کابل باید به وسیله مگر مقاومت عایقی بین دو بدونی هادی ها را اندازه گیری نمود که در صورت نشان دادن مقاومت صفر یا چند کیلو اهم بین دو هادی بیانگر وجود اتصالی بین دو هادی خواهد بود.

-پاره یا قطع شدگی هادی کابل.

برای تشخیص این عیب باید ابتدا و انتهای کابل را از مدار باز نمود و بعد در یک سر کابل تممامی هادی ها را به یکدیگر اتصال کوتاه کردد و سپس با اندازه گیری مقاومت بین دو بدوی هادی ها در طرف دیگر کابل (به وسیله اهم متر) می توان قطع شدگی را تشخیص داد.

همچنین

در عیب‌یابی کابل از سه دستگاه اصلی کابل سوز، فرستنده صوت و رفلکتور استفاده می‌شود. با دستگاه کابل‌سوز ولتاژ 8000V تا 1200 به کابل اتصال شده اعمال می‌شود محل اتصال جریان می‌کشد و مقاومت این نقطه به شدت پایین می‌آید.

از دستگاه جانبی Swjاستفاده میتوان کرد. با این دستگاه تخلیه خازنی انجام می‌دهیم. دراین روش هر 5 ثانیه خازن پر و سپس تخلیه می‌شود. این پر و خالی شدن خازن باعث ایجاد پالس ضربه‌ای می‌شود. از طریق همین پالس ضربه‌ای اگر خاک محل اتصال نرم باشد می‌توان محل اتصالی را پیدا کرد

تعیین سطح مقطع کابل

برای پیدا کردن سطح مقطع کابل مورد نظر ابتدا بایستی جریان گذرنده (مقدار آمپر) از این کابل را مشخص نموده و در این مورد می توان روابط زیر را بکار برد:

برای جریان مستقیم $I_n = \frac{P}{V}(DC)$

برای جریان متناوب تک فاز $I_n = \frac{P}{V\,(pf)}(AC)$

برای جریان متناوب سه فاز $I_n = \frac{P}{1.73\ V\,(pf)}(AC)$

که در آن:

P : توان واقعی برداشتی به وات

V: ولتاژ خط به ولت

I :جریان عبوری به آمپر

Pf :ضریب توان

در این حال پیش از پیدا کردن سطح مقطع کابل باید با توجه به شرایطی که کابل در آن قرار می گیرد، ضرایب مربوطه را از جداول آخر جزوه بدست آوریم و از رابطه زیر جریان مجاز کابل را محاسبه کنیم:

WWW.MOHANDES.ORG

$$I_c = \frac{I_n}{\text{ضرایب به آمدهدست}}$$

که در آن I_c جریان مجاز کابل به آمپر است.

سپس از روی این جریان و با توجه به جریان مجاز کابل های برق و کابل های مخصوص روشنایی و سیم کشی سطح مقطع کابل مورد نظر بدست می آید.

تعیین افت ولتاژ

همیشه در طراحی شبکه ها باید سطح مقطع کابل طوری انتخاب شود که افت ولتاژ در کابل درصد کوچکی باشد.

این افت ولتاژ برحسب تنوع شبکه و نیز ولتاژ شبکه متغییر است. مثلا برای شبکه ۳۸۰/ ۲۲۰ ولت، افت ولتاژ مجاز حدود ۵ درصد است. بنابراین پس از تعیین سطح مقطع باید بررسی شود که آیا سطح مقطع انتخابی این شرط را نیز برآورده می سازد یا نه؟

اگر درصد افت ولتاژ در حد مجاز نباشد باید سطح مقطع بالاتری را انتخاب کنیم.

برای تعیین درصد افت ولتاژ می توان روابط زیر را بکار برد:

برای جریان مستقیم (DC)

$$\Delta V\% = \frac{2\,R\,I_n\,L}{V}\,100$$

برای جریان متناوب تک فاز (AC)

$$\Delta V\% = \frac{2\,Z\,I_n\,L}{V}100$$

برای جریان متناوب سه فاز (AC)

$$\Delta V\% = \frac{1.73\,Z\,I_n\,L}{V}100$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

که در آن:

R:مقامت هادی در ۷۰ درجه اهم

V: ولتاژ خط به ولت

L : طول کابل به متر

X : مقامت القایی (اندوکتانس) به اهم

بررسی اقتصادی

برای طراحی اقتصادی شبکه و بهینه سازی نیازمند داده های آماری و مقادیر واقعی نظیر قیمت کابل، هزینه نصب و نگهداری، بهای ه کیلو وات ساعت مصرفی، مدت زمان بهره برداری از کابل و غیره هستیم.

چنین ارزیابی در این توضیح مختصر نمی گنجد و فقط به این موضوع اشاره می کنیم که با افزایش سطح مقطع چون مقاومت کاهش می یابد، افت ولتاژ نیز کم شده و درنتیجه از افت توان نیز کاسته می شود. بنابراین قیمت توان تلف شده در کابل نیز تقلیل می یابد، از طرفی کابل با سطح مقطع بزرگتر دارای قیمت بیشتری نیز می باشد. بهینه سازی به این دو مورد بستگی دارد.

WWW.MOHANDES.ORG

کابل کشی:

به منظور اجرای کابل کشی پس از هماهنگی های لازم با سازمان های مختلف نظیر شهرداری، سازمان آب، راهنمایی و رانندگی، شرکت گاز و شرکت مخابرات، با توجه به موانع موجود، نقشه تهیه و مسیر و نوع نصب تعیین می شود. متداول ترین روش های نصب کابل، استفاده از سینی کابل، نردبان کابل و یا نصب در کانال و یا دفن مستقیم کابل در زمین است. در تعیین مسیر کابل کشی باید سهولت در تشخیص و رفع خطا و توسعه آینده در نظر گرفته شود و تا حد امکان از مسیر پیاده رو استفاده گردد. در مسیرهایی که خطر نیرو های مکانیکی وجود داشته باشد، باید از کابل های زره دار استفاده شده و یا به نحو دیگری از آن محافظت شود.برای کابل کشی از تریلر کابل و یا دستگاه وینچ استفاده می شود. تریلر کابل در صورتی که هیچ مانعی در داخل و یا اطراف گودال وجود نداشته باشد، به کار می رود. در این حالت کابل روی تریلر محکم شده و انتهای آن از روی قرقره باز می شود و در ابتدای کانال قرار می گیرد و در حالی که تریلر به آهستگی به سمت انتهای کانال حرکت می کند، قرقره با توجه به سرعت تریلر و با کنترل دست، باز می شود و کابل داخل کانال قرار می گیرد.

کشیدن کابل با دستگاه وینچ وقتی میسر است که موانع و تعداد خم های کمی در مسیر وجود داشته باشد. در این روش محل قرار گرفتن قرقره در ابتدای کانال و محل قرار گرفتن وینچ در انتهای کانال می باشد.

چند نکته در مورد انتخاب کابل مناسب

می دانید که هر کابلی با سطح مقطع معین قادر به انتقال جریان مشخص می باشد که اگر از آن حد بیشتر گردد ، باعث کوتاه شدن عمر و یا سوختن کابل و بروز حوادثی خواهد شد. لذا در طراحی یک شبکه باید سه اصل زیر رعایت شود :

الف) جریان برق از حد مجاز جریان کابل تجاوز نکند.

ب) افت ولتاژ نباید بیشتر از حد کجاز گردد.

پ) درباره سطح مقطع انتخاب شده از نظر افت توان ، محاسبات اقتصادی صورت گیرد.

چند نکته درباره چگونگی استفاده از کابل

می دانید که نگهداری و استفاده صحیح هر نوع وسیله ای از جمله کابل باعث ازدیاد طول عمر آن خواهد شد که در این خصوص جا دارد چند نکته مهم زیر توجه نمود :

1- کابل پلاستیکی(PVC) را نباید در زمستان (درجه حرارت کمتر از صفر باشد) کابل کشی نمود. اگر در چنین مواقعی لازم به کابل کشی بود باید قبلاً قرقره کابل را در اتاق یا انبار گرم نمود و سپس فوراً آن را مورد استفاده قرار داد.

2- اگر کابل در خاک گذاشته شود ، باید گودالی به عمق 70cm حفر گردد و کمی خاک نرم در آن ریخته و پس از گذاشتن کابل به اندازه 20 سانتی متر خاک نرم روی کابل بریزید و روی آن را آجر قرار دهید و بعد داخل گودال را با خاک معمولی پر کنید.

3- هنگام نصب کابل نباید شعاع خمش کابل از 15-12 برابر قطر خارجی آن کمتر باشد.

روش های کابل کشی

کانالهای خاکی

کانال های خاکی را به مقطع ذوزنقه می سازند تا از ریزش خاک به داخل کانال جلوگیری کنند ابتدا کف کانال باید محکم باشد یا آن را آجر فرش می کنند و به ضخامت 10 سانتی متر ماسه می ریزند و کابل را روی آن قرار می دهندو مجددا به ضخامت 15 سانتی متر روی کابل ماسه می ریزند و روی آن را آجر فرش می کنند و یک نوار هشدار نیز روی آجر قرار می دهند و بقیه ی کانال را با خاک معمولی پر می کنند

عمق کانال به تعداد و ولتاژ کابل ها بستگی دارد کابل های طبقه ی فوقانی باید حداقل 60 سانتی متر زیر خاک پیاده رو و 1 متر زیر آسفالت خیابان باشند و عرض کانال بستگی به تعداد و نوع کابل دارد.

WWW.MOHANDES.ORG

اگر مسیر کابل کشی زیاد باشد (چندین کیلومتر)در کابل ها جابجایی انجام می کیرد.هر 100 متر جابجایی انجام می گیرد.

در مکان هایی که نمی توانیم حداقل عمق کانال را رعایت کنیم از صفحات بتونی استفاده می کنیم و در زمین هایی که حشرات موزی یا خاک آن شوره زار است به جای کابل های NYY از کابل های NYCYو NYCWY استفاده می شود

کانال های معمولی(سیمانی):

برای این کار از کانال هایی به عمق 30 تا 70 سانتی متر که در اطراف و کف آن سیمان به کار می رود در کف کارگاه ها ساخته می شود کابل های برق را در کف آن قرار می دهند چنانچه تعداد کابلها زیاد باشد کانال را طبقه بندی می کنند

داکت:

به وسیله ی داکت یا باس داکت در جاهایی که نتوان کانال ایجاد کرد استفاده می شود و اگر تعداد کابل ها زیاد باشد از باس داکت استفاده می کنیم

لوله های فولادی : به صورت روکار و توکار به صورت روکار جعبه ی تقسیم باید در مکانی باشد که امکان دسترسی آسان به آن مسیر باشد و حداکثر فاصله ی بین دو جعبه ی تقسیم 15 متر باشد در اتصال لوله های فولادی حتما از بوشن استفاده شود در این روش قطر لوله حد اقل باید 1.5 برابر قطر کابل باشد

نصب کابل بر روی دیوار :

در این روش کابل ها به وسیله ی بست های فلزی و پلاستیکی و رول پلاک بر روی دیوار نصب می شوند

در صورت استفاده از چند کابل باید حداقل به اندازه ی قطر کابل بین آن ها فاصله باشد

معمولا کابل ها را در صفحات پوشیده و مشبک قرار می دهند در کارخانه جات از کانال های مشبک با نردبان ها ی افقی جهت عبور کابل ها استفاده می شود که دسترسی به کابل ها و عوض کردن آن ها بسیار آسانتر خواهد بود

سینی کابل :برای انتقال تعداد زیادی کابل به صورت رو کار و برای نصب آن از پایه های پیش ساخته استفاده می شود یک طرف این پایه ها به دیوار رول پلاک می شوند و سینی کابل بر روی پایه ی دیگر قرار می کیرد و به پایه پیچ می شود مسیر سینی کابل ها باید کاملا بسته باشد و سیم اتصال به زمین داشته باشد در خم ها می توان از زانو سه راهه یا چهار راهه استفاده کرد و یا می توان مانند داکت ها زاویه سازی کنیم و با استفاده سنگ فرز این کار را انجام می دهیم و حداقل فاصله ی بین پایه ها 40 سانتی متر می باشد کا این فاصله به اندازه ی سینی کابل و تعداد کابل ها و وزن آنها بستگی دارد

نکاتی دیگر در مورد کابل ها

- کابل را باید با چرخاندن قرقره ی کابل و کشیدن آهسته کابل را باز کرد و از خمش زیاد کابل جلوگیری کرد
- اگر در یک مسیر کابل فشار قوی و ضعیف با هم کشیده می شوند بهتر است که کابل فشار ضعیف در روی کابل فشار قوی قرار گیرد
- اگر در موقع کابل کشی درجه ی هوا +5 درجه باشد باید قبل از آن کابل را در یک محیط گرم قرار داد تا کابل ترک بر ندارد رشته -
-- سیم های یک کابل چند رشته را نباید برای چند مدار به کار برد
-انواع سیم ها به شین ها و مصرف کننده های دیگر توسط پیچ و مهره مجاز است

WWW.MOHANDES.ORG

مثال:

می خواهیم برای برق رسانی به موتور سه فاز ۳۸۰ ولتی به قدرت ۹۰ کیلووات و با ضریب ۰،۸ که در فاصله ۱۰۰ متری از تابلوی توزیع قرار دارد از کابل پلاستیکی نوع NYY-O استفاده کنیم. در صورتیکه موتور روزانه ۱۰ ساعت با بار کامل کار کند و دست کم به همان مدت هم بار آن از ۶۰ درصد بار کامل تجاوز نکند و کابل بطور مستقیم در عمق ۷۰ سانتیمتری در خاک قرار گرفته و حداکثر دمای محیط هم ۴۰ درجه سانتیگراد باشد، سطح مقطع کابل مورد نظر را برای موتور مورد نظر حساب کنید.

ابتدا جریان برداشتی را حساب می کنیم:

$$I_n = \frac{P}{1.73\ V\ (pf)} = \frac{90000}{1.73\ (380)\ (0.8)} = 171 \quad \text{آمپر}$$

از جدول ۲ ضریب تصحیح دما برای دمای ۴۰ درجه ۰،۷۷ است، پس جریان مجاز کابل برابر است با:

$$I_c = \frac{I_n}{k} = \frac{I_n}{0.77} = 222 \quad \text{آمپر}$$

از جدول می توانیم مشاهده کنیم که کابل ۳*۷۰ می تواند ۲۳۰ آمپر را منتقل کند، پس اتن کار مناسب است.

برای بررسی درصد افت ولتاژ در این کابل از جدول 7-2 می توانیم مقامت اهمی و القایی کابل را بدست آوریم:

R = 0.321 ohm / km

X = 0.074 ohm / km

WWW.MOHANDES.ORG

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{0.321^2 + 0.074^2} = 0.329 \quad \text{ohm / km}$$

$$\Delta V\% = \frac{1.73\ Z\ I_n\ L}{V} 100 = \frac{1.73\ (0.329)\ (171)\ (100)}{380\ (1000)} 100 = 2.6\ \%$$

نکته ای که باید در هنگام تعیین سطح مقطع کابل در نظر داشت این است که در فواصل کوتاه توانایی انتقال جریان عامل تعیین کننده است. در حالیکه در شبکه های با طول بلند، افت ولتاژ نقش اساسی دارد.

سطح مقطع mm^2	کابلهای ۱ سیمه DC		کابلهای ۲ سیمه		کابلهای ۳ و ۴ سیمه		سه کابل یک سیمه سه فاز			
	در خاک	در هوا	در خاک	در هوا	در خاک	در هوا	در خاک ○ ○ ○	در هوا ○ ○ ○	در خاک ○ ○ ○	در هوا ○ ○ ○
۱.۵	۳۷	۲۶	۳۰	۲۱	۲۷	۱۸	–	–	–	–
۲.۵	۵۰	۳۵	۴۱	۲۹	۳۶	۲۵	–	–	–	–
۴	۶۵	۴۶	۵۳	۳۸	۴۶	۳۴	–	–	–	–
۶	۸۳	۵۸	۶۶	۴۸	۵۹	۴۴	–	–	–	–
۱۰	۱۱۰	۸۰	۸۸	۶۶	۷۷	۵۰	–	–	–	–
۱۶	۱۴۵	۱۰۵	۱۱۵	۹۰	۱۰۰	۸۰	۱۲۰	۱۰۰	۱۱۰	۸۶
۲۵	۱۹۰	۱۴۰	۱۵۰	۱۲۰	۱۳۰	۱۰۵	۱۵۵	۱۳۵	۱۴۰	۱۲۰
۳۵	۲۳۵	۱۷۵	۱۸۰	۱۵۰	۱۵۵	۱۳۰	۱۸۵	۱۷۰	۱۷۰	۱۴۵
۵۰	۲۸۰	۲۱۵	–	–	۱۸۵	۱۶۰	۲۲۰	۲۰۵	۲۰۰	۱۸۰
۷۰	۳۵۰	۲۷۰	–	–	۲۳۰	۲۰۰	۲۷۵	۲۶۰	۲۴۰	۲۲۵
۹۵	۴۲۰	۳۳۵	–	–	۲۷۵	۲۴۵	۳۲۵	۳۲۰	۲۹۵	۲۸۰
۱۲۰	۴۸۰	۳۹۰	–	–	۳۱۵	۲۸۵	۳۷۰	۳۷۵	۳۳۵	۳۳۰
۱۵۰	۵۴۰	۴۴۵	–	–	۳۵۵	۳۲۰	۴۲۰	۴۳۰	۳۸۰	۳۸۰
۱۸۵	۶۲۰	۵۱۰	–	–	۴۰۰	۳۷۰	۴۷۰	۴۵۰	۴۳۰	۴۴۰
۲۴۰	۷۲۰	۶۲۰	–	–	۴۶۵	۴۳۵	۵۴۰	۵۹۰	۴۹۰	۵۳۰
۳۰۰	۸۲۰	۷۱۰	–	–	–	–	۶۲۰	۶۸۰	۵۵۰	۶۱۰
۴۰۰	۹۶۰	۸۵۰	–	–	–	–	۷۱۰	۸۲۰	۶۵۰	۷۴۰
۵۰۰	۱۱۱۰	۱۰۰۰	–	–	–	–	۸۲۰	۹۶۰	۷۴۰	۸۶۰

WWW.MOHANDES.ORG

جدول شماره 3- جریان مجاز کابل های برق به آمپر

شرایط محیط:

* دمای محیط در خاک ۲۰ درجه سانتیگراد
* دمای محیط در هوای آزاد ۳۰ درجه سانتیگراد
* مقاومت ویژه حرارتی عایق و روکش پی وی سی600 deg c. Cm/w
* مقامت ویژ حرارتی خاک 600 deg c. Cm/w
* بار روزانه: ۱۰ ساعت با بار کامل و دست کم ۱۰ ساعت با ۶۰ درصد بار کامل

	دمای محیط بر حسب درجه سانتیگراد									
	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰	۵۵	۶۰
کابل در خاک	1.05	1	0.95	0.89	0.84	0.77	0.71	0.63	0.55	0.45
کابل در هوای آزاد	1.17	1.12	1.06	1	0.94	0.87	0.79	0.71	0.61	0.5

جدول شماره 4- ضریب تصحیح برای دمای محیط

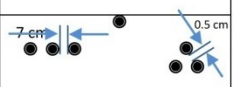
دمای محیط بر حسب درجهسانتیگراد	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰	۵۵	۶۰	۶۵
در صد جریان مجاز	۱۲۰	۱۱۵	۱۱۰	۱۰۵	۱۰۰	۹۴	۸۸	۸۲	۷۵	۶۷	۵۸	۴۷	۳۳

جدول شماره 5- ضریب تصحیح(به درصد) جریان مجاز برای سیم ها و کابل های سیم کشی در صورت تغییر دمای محیط از ۲۵ درجه سانتیگراد

	گروه ۱	گروه ۲	گروه ۳
	یک یا چند سیم عایقدار در لوله فرطومی	کابلهای سبک چند سیمه	سیمهای نصب در هوای آزاد و مراکز توزیع
	NYAیا 01 (607) ISIRI	NYMیا10 (607) ISIRI	به فاصله یکقطر از یکدیگر
سطح مقطع mm^2	جریان مجاز A	جریان مجاز A	جریان مجاز A
۱	۱۲	۱۶	۲۰
۱.۵	۱۶	۲۰	۲۵
۲.۵	۲۱	۲۷	۳۴
۴	۲۷	۳۶	۴۵
۶	۳۵	۴۷	۵۷
۱۰	۴۸	۶۵	۷۸
۱۶	۶۵	۸۷	۱۰۴
۲۵	۸۸	۱۱۵	۱۳۷
۳۵	۱۱۰	۱۴۳	۱۶۰
۵۰	۱۴۰	۱۷۸	۲۱۰
۷۰	۱۷۵	۲۲۰	۲۶۰
۹۵	۲۱۰	۲۶۵	۳۱۰
۱۲۰	۲۵۰	۳۱۰	۳۶۵
۱۵۰	–	۳۵۵	۴۱۵
۱۸۵	–	۴۰۵	۴۷۵
۲۴۰	–	۴۸۰	۵۶۰
۳۰۰	–	۵۵۵	۶۴۵
۴۰۰	–	–	۷۷۰
۵۰۰	–	–	۸۸۰

WWW.MOHANDES.ORG

جدول شماره 6- جریان مجاز سیمهای عایقدار و کابلهای سیم کشی با حداکثر دمای هادی مسی ۷۰ درجه و دمای محیط ۲۰ درجه سانتیگراد

سطح مقطع mm^2	مقاومت DC هادی در ۲۰درجه	مقاومت AC هادی در 70 درجه	رآکتانس تقریبی ohm / Km	طرز قرار گیری کابل ها
1 x 1.5	12.1	14.29	-	
1 x 2.5	7.41	8.54	-	
1 x 4	4.61	5.35	-	
1 x 6	3.08	3.55	-	
1 x 10	1.83	2.12	-	
1 x 16	1.15	1.35 1.35 1.35	- 0.254 0.11	
1 x 25	0.727	0. 852 0.852 0.852	- 0.242 0.107	
1 x 35	0.524	0.615 0.615 0.615	- 0.228 0.097	
1 x 50	0.387	0.453 0.454 0.454	- 0.189 0.096	
1 x 70	0.268	0.313 0.314 0.315	- 0.210 0.094	
1 x 95	0.193	0.226 0.226 0.227	- 0.203 0.091	
1 x 120	0.153	0.180 0.180 0.181	- 0.196 0.088	
1 x 150	0.124	0.146 0.147 0.148	- 0.192 0.086	
1 x 185	0.0991	0.1163 0.1184 0.1171	- 0.086 0.184	
1 x 240	0.0754	0.0886 0.0916 0.0896	- 0.082 0.174	
1 x 300	0.0601	0.0706 0.0742 0.0720	- 0.082 0.170	

اعداد جدول برای محاسبه افت ولتاژ و افت توان کافی می باشد .

WWW.MOHANDES.ORG

جدول شماره 7-1

	سطح مقطع mm^2	مقاومت DC هادی در ۲۰درجه	مقاومت AC هادی در 70 درجه	رآکتانس تقریبی ohm / Km
تک مفتولی	2 x 1.5	12.1	14.48	0.108
	2 x 2.5	7.41	8.71	0.104
	2 x 4	4.61	5.46	0.100
	2 x 6	3.08	3.62	0.094
	2 x 10	1.83	2.16	0.088
نیمه افشان	2 x 16	1.15	1.37	0.083
	2 x 25	0.727	0.870	0.080
	2 x 35	0.524	0.627	0.078
	3 x 1.5	12.1	14.48	0.108
	3 x 2.5	7.41	8.71	0.104
	3 x 4	4.61	5.46	0.100
	3 x 6	3.08	3.62	0.094
	3 x 10	1.83	2.16	0.088
	3 x 16	1.15	1.37	0.083
	3 x 25	0.727	0.870	0.080
	3 x 35	0.524	0.627	0.077
	3 x 50	0.387	0.463	0.077
	3 x 70	0.268	0.321	0.074
	3 x 95	0.193	0.232	0.074
	3 x 120	0.153	0.184	0.072
	3 x 150	0.124	0.150	0.072
	3 x 185	0.0991	0.1203	0.071

WWW.MOHANDES.ORG

اعداد جدول برای محاسبه افت ولتاژ و افت توان کافی می باشد .

جدول شماره 7-2