



تاسیسات الکتریکی ساختمانهای بلند مرتبه

ارائه دهنده: علی سعادت

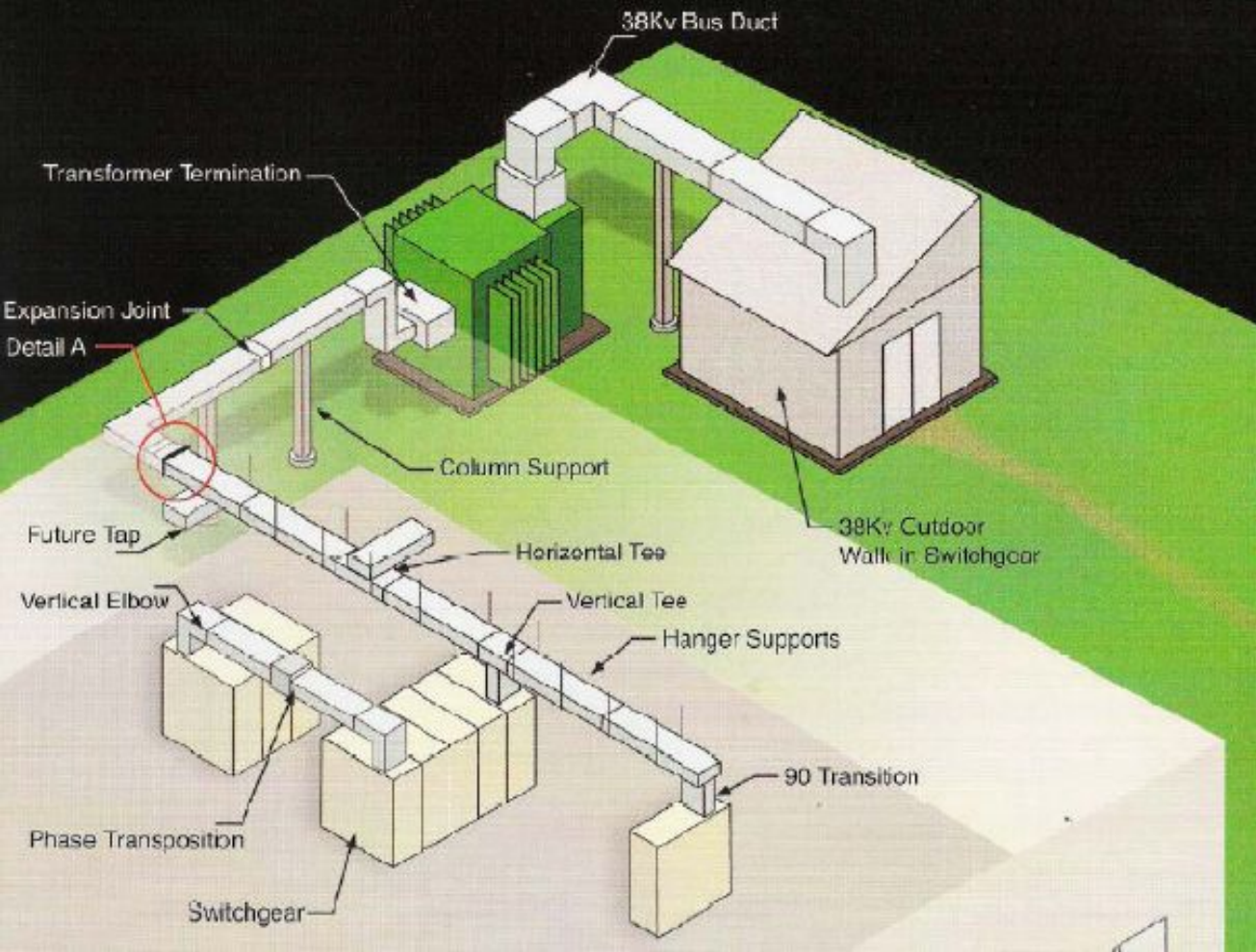
سرفصل مطالب:

- باسداکت
- سیستم های توزیع
- سیستم های ارتینگ و همبندی

مراجع:

- مبحث 13 مقررات ملی ساختمان
- جزییات اجرایی تیپ تاسیسات الکتریکی ساختمان – نشریه شماره 393
- مشخصات فنی، عمومی و اجرایی، تاسیسات برقی فشار ضعیف و متوسط – نشریه 110
- استانداردهای ملی و بین المللی مرتبط
- مقالات و نشریات علمی

Typical Bus Duct Installation



باسداکت

BUS DUCT

مقدمه:

امروزه در کشورهای پیشرفته صنعتی و در اغلب صنایع همانند، صنایع نفت و گاز و ترووشیمی، ساختمان های بلند مرتبه (برج ها)، خودروسازی، فولاد، سیمان، نظامی و غیره به جای استفاده از سیستم سنتی و قدیمی کابل، سینی و نردبان کابل و تابلو توزیع جهت انتقال و توزیع برق از سیستم های پیش ساخته الکتریکی موسوم به باسداکت استفاده می گردد. که در قیاس با سیستم سنتی مرسوم هم به دلایل فنی و به دلایل اقتصادی از امتیازات بسیاری برخوردار است. با محرز شدن این مزایا استفاده از سیستم باسداکت در سالهای اخیر در صنایع مختلف و از جمله نیروگاهها، پستها، شبکه های توزیع برق و کارخانجات بزرگ فولاد سازی، ساخت ماشین آلات سنگین و سبک جهت توزیع برق از باسداکت استفاده گردیده است.

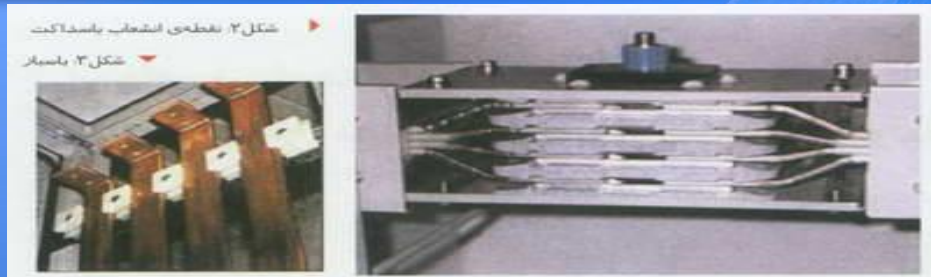
تعریف باسداکت:

باسداکت ها (BusDucts) هادی های انتقال الکتریکی به فرم شمش عایق شده هستند و در واقع باسداکت کانال پیش ساخته ی الکتریکی با هادی الکتریکی می باشد. نام باسداکت از دو قسمت اصلی باس (BUS) و داکت (DUCT) تشکیل می شود. «باس» همان شینه مسی یا آلومینیومی هادی جریان برق است که وظیفه ی انتقال را بر عهده دارد و «داکت» کانال پیش ساخته ای است که باس های انرژی درون آن قرار می گیرند.



شکل ۱: سیستم باسداکت شکل

باسداکت BUS DUCT



نام های دیگر باسداکت، باسبار ترانکینگ (Busbar Trunking) و باس وی (Busway) است. «باسبار» به شمش های هادی انتقال انرژی الکتریکی از جنس مس یا آلومینیوم گفته می شود که قابلیت نصب در سویچ بوردها، تابلوهای توزیع یا هر یک از لوازم الکتریکی صنعتی را دارند. «ترانکینگ» نیز به معنای کانال پیش ساخته ی الکتریکی آماده ی هادی گذاری است که این هادی ها می توانند کابل های مسی یا باسبارهای مسی یا آلومینیومی باشند.

کابل باس (CableBus):

برای انتقال جریان های بسیار زیاد مورد استفاده قرار می گیرد. تفاوت کابل باس با باسداکت در آن است که درون محفظه ی کابل باس به جای شمش های باسبار از کابل قدرت استفاده شده است.

تاریخچه پیدایش باسداکت در دنیا:

در آمریکا، اولین سال 1920 میلادی یعنی در حدود 100 سال پیش ایده پیدایش باسداکت بوجود آمد. در این سال شرکت "جنرال موتورز" با توسعه واحدهای مختلف تولیدی خود با مشکل بزرگی دست به گریبان بود. تعدد تجهیزات برقی عموماً با آمپراژهای بالا و لزوم جابجایی آنها و همچنین ازدحام کابلهایی که وظیفه انتقال برق از تابلوهای توزیع برق را تا دستگاهها برعهده داشتند، همه و همه باعث گردید این مشکل با شرکت "جنرال الکتریک" مطرح گردید و این شرکت پس از طراحی ها و تئوری های مختلفی که بررسی نمود برای اولین بار باسداکت هوا عایق را با بدنه فلزی طراحی و به شرکت جنرال موتورز ارائه نمود. با ورود باسداکت جایگزینی این سیستم بجای سیستم کابل، حجم زیادی از کابلهای برق بعلاوه سینی های حامل کابلها، نردبان کابلها یا همان لدرها و همچنین تعداد زیادی از تابلوهای توزیع برق حذف گردیدند و بجای آنها، کانالهای پیش ساخته مدولار با قابلیت جابجایی آسان و سریع و توانایی انتقال و توزیع برق در ظرفیتهای مختلف ساخته شد.

باسداکت BUS DUCT



: ادامه تاریخچه

پس از شرکت جنرال الکتریک، به مرور زمان شرکت‌های بزرگ و مطرح دیگری همچون نرمابار ((Normabarr)، تله مکانیک، وستینگ‌هاوس آلمان، مولر فرانسه، زیمنس و سیم الکتریک به تولید باسداکت در طبقه بندی‌های مختلف ولتاژی و عایقی پرداختند.

تاریخچه پیدایش باسداکت در ایران:

در ایران از سال 1354 سیستم باسداکت شناخته شد و تا پیش از انقلاب اسلامی، حدود 80 صنعت و موسسه به باسداکت های وارداتی عمدتاً آمریکایی (GE) مجهز گردیدند. تولید داخلی در ایران نیز از سال 1370 با ساخت باسداکت روشنایی و مصارف سبک آغاز شد. آمپراژ معمول این باسداکت ها، 25 و 40 آمپر به صورت تک فاز یا سه فاز بودند. پس از آن، به مرور تولید و استفاده از سیستم باسداکت با آمپراژ بالا (تا 6000 آمپر) نیز در ایران رایج گردید. در حال حاضر هم باسداکت های ولتاژ متوسط (MV) و هم باسداکت های ولتاژ پایین (LV) در ایران مورد استفاده قرار می گیرند.

تقسیم بندی خلاصه ی باسداکت ها از منظر های مختلف:

1- نوع شبکه :

انتقال: برای انتقال انرژی بین دو خط استفاده می شود. مانند ترانسفورماتور به تابلو.
توزیع: وظیفه ی توزیع انشعابی انرژی را بر عهده دارد، مانند رایزر یک ساختمان بلند.

2- نوع انشعاب گیری

ثابت: معمولاً به صورت بسته، و انشعابات آن اجزای غیر متحرک است.
لغزشی: معمولاً برای سیستم های متحرک استفاده می شوند، مانند جرثقیل های سقفی

3- ولتاژ و قدرت

(MV) ولتاژ متوسط: در انواع 11، 20 و 6 کیلوولت و در قدرت های مختلف توزیع برق تولید می شود.
(LV) ولتاژ ضعیف: در آمپراژ مختلف از 25 تا 5000 آمپر ارائه می گردد.
این باسداکت ها در انواع تک فاز و سه فاز تولید می شوند

4- جنس

4-1- هادی: هادی های باسداکت در دو نوع **مسی** و **آلومینیومی** موجود است.
4-2- عایق: می تواند **هوا** را یا **رزین خشک** باشد.
4-3- بدنه: باسداکت های با عایق هوا معمولاً بدنه ی **فلزی** دارند، بدنه از جنس های **مواد مصنوعی** نیز برای کاربردهای خاص ساخته می شود.

5- فرم

محفظه ی **لوله ای**، محفظه ی **مکعبی**، سه فاز در **محفظه های جداگانه**، سه فاز در **یک محفظه**.

مهم ترین کاربردهای سیستم باسداکت در صنعت برق:

استفاده از سیستم مدرن باسداکت بجای سیستم سنتی کابل، سینی کابل، نردبان کابل و تابلوهای توزیع ورودی برق در

1- صنایع و کارخانجات جهت برقرسانی به دستگاههای مختلف برقی تکفاز و سه فاز.

2- پستهای توزیع برق حدفاصل تابلوی اصلی توزیع برق و ترانسفورماتور قدرت

3- رایزر برقرسان ساختمانهای بلند و نیمه بلند.

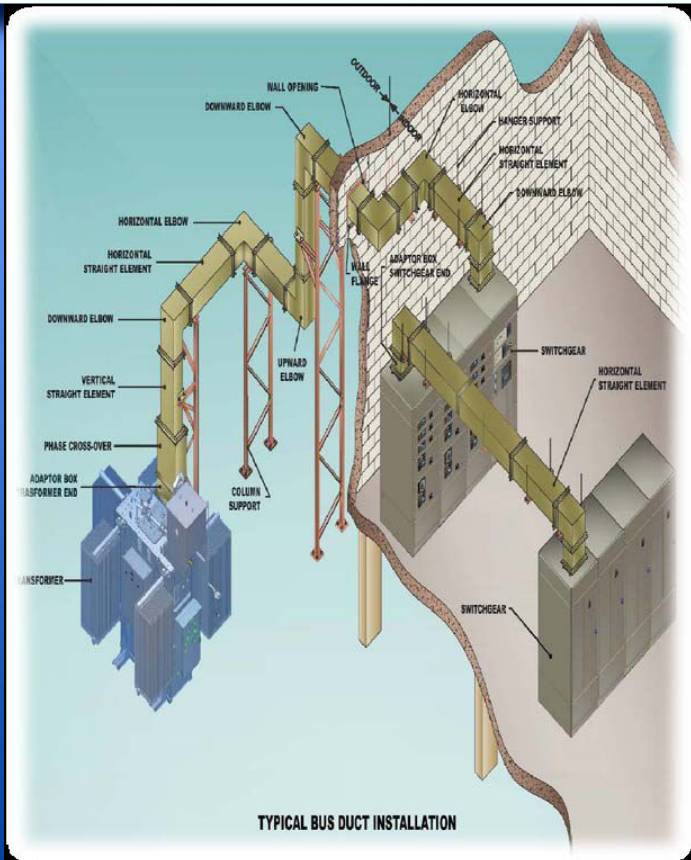
باسداکت BUS DUCT



1- استفاده از سیستم مدرن باسداکت بجای سیستم سنتی کابل، سینی کابل، نردبان کابل و تابلوهای توزیع ورودی برق در صنایع و کارخانجات جهت برقرسانی به دستگاههای مختلف برقی تکفاز و سه فاز.

در این کاربرد، باسداکتها جای کابلها، سینی کابلها و نردبان کابلها را میگیرند و جعبه های انشعابی که بر روی بدنه باسداکت در فواصل معین تعبیه می شود، جای تابلوهای توزیع ورودی برق را میگیرند. بطور مشابه، جهت سیستم روشنایی کارخانجات از باسداکتها روشنایی استفاده می گردد.

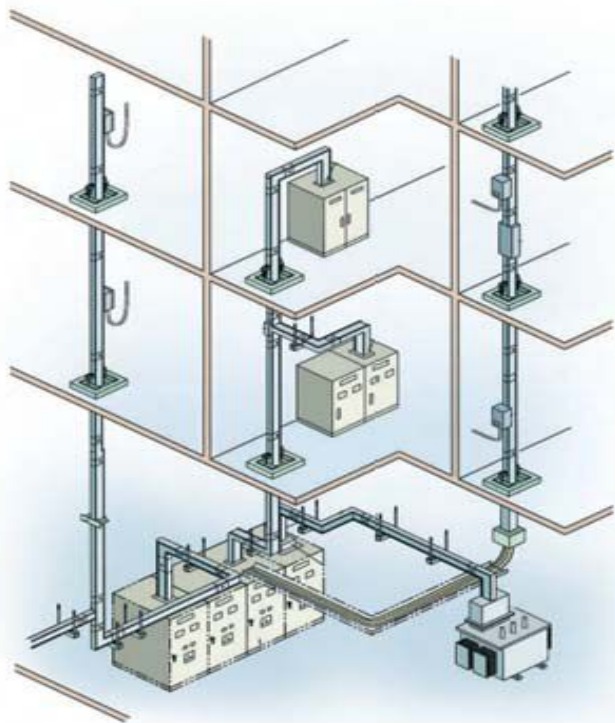
BUS DUCT باسداکت



2- استفاده از سیستم مدرن باسداکت بجای سیستم سنتی کابل و سینی کابل در پستهای توزیع برق حداقل تابلوی اصلی توزیع برق و ترانسفورماتور قدرت.

در این کاربرد، باسداکتها جای کابلهاي PVC را می گیرند و اتصال ترانس به تابلو را در کمترین زمان ممکن با سرعت طراحی، نصب و راه اندازی بالا برقرار می کنند. در این حالت، از حجم زیاد کابلها بشدت کاسته شده و دیگر نیازی به عبور کابلها از ترانشه و یا احداث نیم طبقه عبور کابلها نخواهد بود و باسداکت از طریق هوایی اتصال ترانس به تابلو را در سطوح فشار ضعیف و قوی برقرار می کند.

باسداکت BUS DUCT



3- استفاده از سیستم مدرن باسداکت بجای سیستم سنتی کابل، سینی کابل ، نردبان کابل و تابلوهای توزیع ورودی برق در رایزر برقرسان ساختمانهای بلند و نیمه بلند.

در این کاربرد، باسداکتهای انتقال و توزیع برق بجای کابلهای برقرسان در رایزر ساختمان بصورت عمودی نصب می شوند و در طبقات توسط جعبه های انشعاب برق نصب شده بر روی باسداکتهای برق موردنیاز آن طبقه تحویل کابلهای برقرسانی خواهد شد که وظیفه انتقال برق را تا تابلوی توزیع برق واحدها دارند. در مسیر تابلوی اصلی توزیع برق ساختمان تارایزر برقرسان هم باسداکتهای انتقالی که صورت افقی نصب می شوند، می توانند جای کابلها و سینی کابلها را بگیرند .

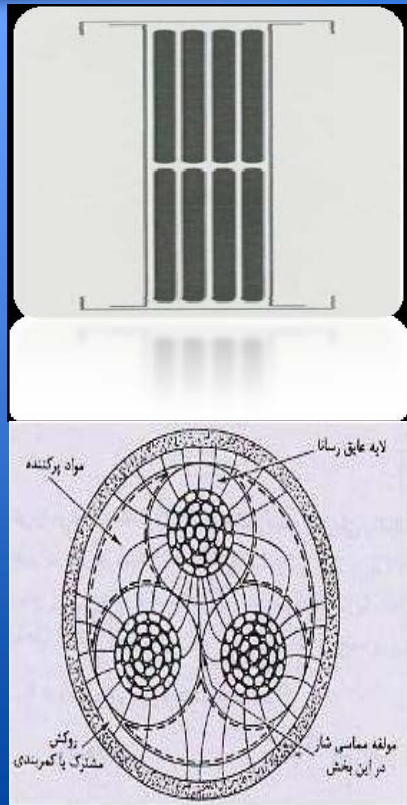
باسداکت BUS DUCT

: مزایای استفاده از سیستم باسداکت بجای سیستم سینی و کابل از نقطه نظرهای زیر موردتوجه قرار می گیرد

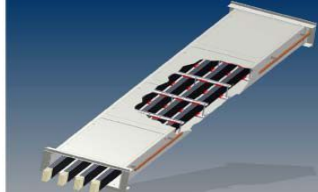
- 1 - ظرفیت عبور جریان
- 2 - ابعاد و وزن
- 3 - عایق و عمر سیستم
- 4 - قابلیت تحمل ضربه
- 5 - سرعت و سهولت طراحی
- 6 - سرعت و سهولت نصب و راه اندازی
- 7 - انشعاب پذیری
- 8 - پیش ساخته و مدولار بودن
- 9 - قابلیت بازیابی
- 10 - سهولت تعمیرات و نگهداری
- 11 - مقایسه اقتصادی

1- ظرفیت عبور جریان:

میدانیم که مقطع هادی کابل کروي است پس، طبق قانون اثر پوستي، عمده جريان برق از سطح بيروني هسته هادي در کابل عبور کرده و بهمين خاطر است که وقتي کابل را دست مي زنيد، احساس گرما مي کنيد ولي در باسداکت، مقطع هادي مربع مستطيل است بنا بر اين، مقدار جريان بيشتري از آن عبور خواهد کرد. به همين دليل، هر رشته کابل حداکثر تا 500 آمپر جريان را عبور مي دهد درحالي که باسداکت فشار ضعيف تا 5000 آمپر و باسداکت فشار متوسط تا 52000 آمپر برق را از خود عبور مي دهد! توجه کنيد که در کابلها تبادل حرارتي بخاطر حبس حرارت در داخل کابل به کندي صورت مي گيرد و در واقع اختلاف درجه حرارت داخل کابل با خارج کابل بسيار چشمگير است و به همين دليل است که کابلها پس از مدتي دچار نشئي جريان از پوسته عايقي خود مي شوند و موجب آتش سوزي هاي متداول در ساختمانها و کارخانجات مي شوند درحالي که در باسداکت اين موضوع رخ نمي دهد.



BUS DUCT باسداکت



2- ابعاد و وزن:

می دانیم که در سیستم سنتی کابل برای سیم کشی و کابل کشی مثلاً یک ساختمان مسکونی نیاز به حجم زیادی از کابلهای مختلف داریم و تعدد و حجم زیاد این کابلهای برقرسان می تواند معضل عظیمی از جمله آشفته گی سیستم برقرسان و سنگینی وزن کل ساختمان را موجب شود که این معضل در زمان زلزله یا آتش سوزی احتمالی در ساختمان نمود بیشتری پیدا می کند و در واقع به یک فاجعه مبدل می شود. این در حالیست که در سیستم مدرن باسداکت تمامی قطعات تشکیل دهنده سیستم از جمله قطعات طولی، قطعات تغذیه سرخط، قطعات انتهایی خط، جعبه های نشعاب، زانویی ها و... همگی قطعات از پیش ساخته و مدولاری هستند که با یک طراحی از پیش تعیین شده در کوتاهترین زمان ممکن توسط پیچ و مهره های مخصوص به یکدیگر متصل شده و تشکیل یک رایزر برقرسان کم حجم و سبک به نام "سیستم باسداکت" را می دهند

Cable installation



Busbar trunking system



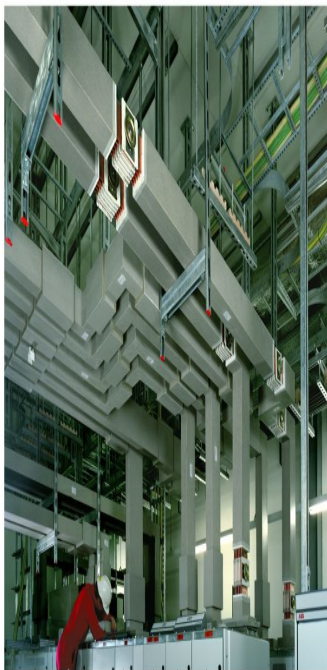
3- عایق و عمر سیستم

همانطور که می دانید، در سیستم کابل عایق مورد استفاده از جنس PVC می باشد و پس از چندین سال کهنگی و فرسایش عایق کابل و ایجاد جریانهایی ناشی از پوسته کابل با کوچکترین ضربه مکانیکی یا بصورت خودبخود به آتش سوزی های بزرگی ختم می گردد. از این عایق گاز سمی و کشنده کلر آزاد می گردد که علاوه بر نابودی انسانها و تجهیزات، صدمات جبران ناپذیری را هم به محیط زیست وارد می کند. عمر مفید کابل در بهترین حالت استفاده و تعمیرات و نگهداری بموقع و مناسب حداکثر بین 15 تا 20 سال می باشد (در مناطق گرمسیری مثل جنوب ایران این میزان کمتر است) در حالی که عایق در سیستم باسداکت از نوعی فیلم پلی استر با کلاس حرارتی هالوژنه می باشد و از طرفی بدنه باسداکت هم فلزی می باشد و در نتیجه در صورت آتش سوزی هیچ ماده ای برای شعله ور شدن و گسترش آتش سوزی وجود نخواهد داشت. عمر متوسط سیستم

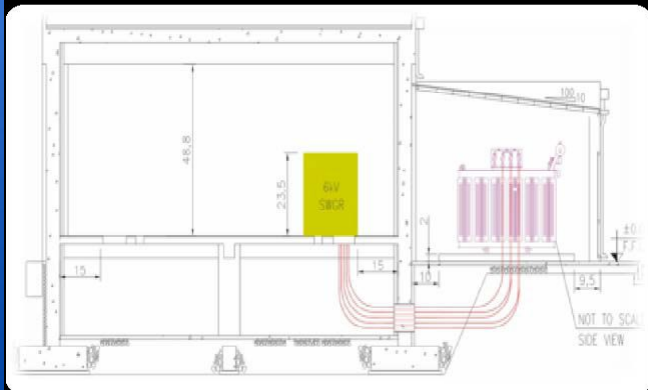
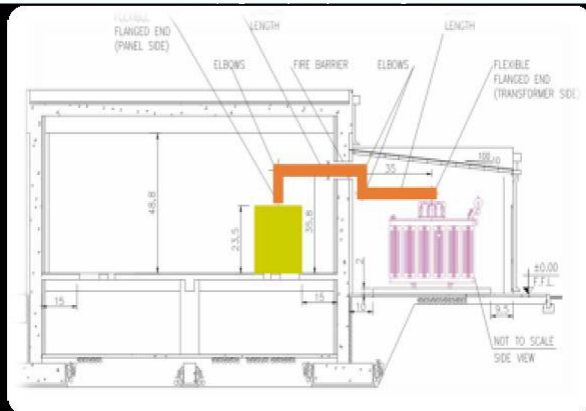


4- قابلیت تحمل ضربه :

مقاومت سیستم باسداکت در مقایسه با سیستم سنتی کابل بعلت فلزی بودن بدنه باسداکت و کمپکت بودن از نظر مکانیکی و شیمیایی بسیار بیشتر از سیستم کابل بوده و آسیب پذیری های کابل در اثر برخورد ضربه و خمیری شدن عایق در اثر گرمای محیط و ... را دارا نمی باشد. نیز می باشد که البته کاربری های این نوع IP باسداکت نوع رزینی دارای درجه حفاظت تا 68 باسداکت که در واقع عایق آن ترکیبی از عایق غیر هالوژنه و رزین می باشد بیشتر در مناطقی است که دارای محیط های بسیار مرطوب با درصد خوردگی شیمیایی بسیار بالا و یا حتی محیط های انفجاری می باشند. در واقع باسداکت با بدنه فلزی کمپکت خود و یا با بدنه رزینی خشک خود از همه جهات هادیها را از عوامل خارجی آسیب زننده محافظت می کند ولی در سیستم کابل تنها می توان با سینی یا داکت کابل از هادیها محافظت نمود که قطعا در تمام کاربری ها پاسخگویی نیاز نمی باشد.



BUS DUCT باسداکت



5- سرعت و سهولت محاسبات طراحی:

در طراحی سیستم کابل، عوامل بسیاری از جمله نحوه قرار گرفتن، همجواری با سایر کابلها، تعداد ردیفهای کابل و سایر عوامل بایستی در نظر گرفته شوند در حالیکه در سیستم باسداکت با توجه به عدم وجود این عوامل، طراحی ساده تر و سریعتر انجام می گیرد. ضمناً در سیستم باسداکت، امکان چرخش با هر زاویه ای وجود دارد در صورتیکه در سیستم کابل زاویه خمش محدود کننده است و همچنین در سیستم باسداکت امپدانس و راکتانس خط کمتر بوده و لذا افت ولتاژ کمتری را موجب می گردد. در واقع در سیستم سنتی کابل، محاسبات الکتریکی طول هر مسیر و افت ولتاژ به تعداد فیدرها تکرار می شود و تغییرات در تابلوهای توزیع برق مستلزم سفارش و ساخت مجدد هستند در حالیکه در سیستم باسداکت، فیدرهای متعدد از یک خط باسداکت تغذیه می کنند لذا محاسبات الکتریکی یکبار برای هر خط انجام می شود و تغییرات و یا هرگونه جابجایی در محل قرارگیری فیدرها به لطف وجود جعبه های انشعاب متعدد بر روی بدنه باسداکت بسیار آسان و در کمترین زمان ممکن امکان پذیر است.

6 - سرعت و سهولت نصب و راه اندازي:

تهیه، نصب و راه اندازي سیستم سنتي کابل شامل خرید و نصب کابل، سيني کابل، نردبان کابل، تابلو توزيع برق وروردي و ساير متعلقات مثل سرکابل، کابلشو، پیچ و مهره ها و... مستلزم صرف زمان زيادي است و در مسيرهاي طولاني، اتصالات متعدد بيشتري نيز نياز است در حالیکه در سیستم باسداکت، تمامی قطعات و اتصالات از يك منبع (کارخانه سازنده) تهیه و نصب مي شود و لذا به همین خاطر و همچنین بخاطر مدولار بودن قطعات و اتصالات در سیستم باسداکت، سرعت نصب و راه اندازي سیستم تا 10 برابر سیستم سنتي کابل افزايش مي يابد

7- انشعاب پذیری:

در سیستم سنتی کابل، انشعاب گیری حداکثر تا 20 آمپر تکفاز و 63 آمپر سه فاز میسر می باشد و انشعاب گیری در آمپراژهای بالاتر مستلزم ساخت تابلو جدید یا بستن مفصل است در حالیکه در سیستم باسداکت تا 400 آمپر بدون قطع جریان اصلی برق میسر، انشعاب گیری کشویی می باشد و انشعاب گیری ثابت تا 1250 آمپر با قطع جریان اصلی برق میسر می باشد. این امکان توسط جعبه های انشعاب قرار گیرنده بر روی باسداکت میسر می شود که در واقع لیدهای کنترل و حفاظت تجهیزات الکتریکی (شامل کلیدهای مینیاتوری یا کلیدهای کمپکت و یا کلیدفیوزها) که در سیستم سنتی کابل در تابلوی توزیع ورودی برق تعبیه می شدند در سیستم باسداکت درون این جعبه ها قرار می گیرند و در واقع با اجرای سیستم باسداکت، در تابلوی توزیع ورودی برق بجز کلید اتوماتیک اصلی و قطعات اندازه گیری بقیه تجهیزات کنترل و حفاظت سیستم حذف می شوند. این کار ضمن صرفه جویی در هزینه ها، بطور مثال در یک کارخانه صنعتی به کارگران کمک می کند تا از جعبه انشعاب اختصاصی تجهیزات خود؛ تجهیز برقی موردنظر خود را بصورت محلی قطع یا وصل کنند و همچنین با قطع برق یکی از تجهیزات بمنظور تعویض یا سرویس تجهیز موردنظر، سایر تجهیزات بکار خود ادامه می دهند و هیچ خللی در سیستم برقی کل کارخانه بوجود نخواهد آمد.



8- پیش ساخته و مدولار بودن:

پیش ساختگی و مدولار بودن قطعات و اتصالات سیستم باسداکت این امکان را ایجاد می کند که در صورت اضافه شدن یک تجهیز برقی بتوان بسادگی با اختصاص یک جعبه انشعاب که کلید کنترل و حفاظت تجهیز مربوطه درون آن قرار داده می شود، برقرسانی به تجهیز جدید را در اسرع وقت و بسادگی انجام داد. همچنین در صورت جابجایی تجهیزات برقی نیز می توان بسادگی تجهیزات را جابجا نمود. برای این کار کافی است اتصال جعبه انشعاب با سیستم تغذیه تجهیز موردنظر را قطع نمود و پس از جابجایی مجدداً اتصال را برقرار نمود. این قضیه بخصوص وقتی مهم و حائز اهمیت فراوان می شود که بخواهیم این تغییر و تحولات را در یک کارخانه بزرگ صنعتی مثل یک کارخانه اتومبیل سازی بوجود آوریم. در واقع، سیستم باسداکت به صنایع عمده، ساختمانهای بلند و نیمه بلند با کاربری های مختلف پستهای توزیع برق و... امکان انشعاب پذیری، تغییرات و جابجایی های دلخواه و متنوع را بدون محدودیت خاصی (درست همانند این عدم محدودیت در خانه ها) امکان پذیر میکند.

9- قابلیت بازیابی:

با توجه به رشد روزافزون فناوری های جدید و نیاز بازار، نوع و میزان ماشین آلات دائما در حال تغییر می باشد و لذا با استفاده از سیستم باسداکت امکان تغییرات و توسعه برآحتی و در حداقل زمان ممکن فراهم می گردد. در حالیکه در سیستم سنتی کابل این تغییرات بسادگی امکان پذیر نبوده و بعلت عمر کم و نحوه اتصال کابلها در اغلب موارد نیاز به تویض کابلها بوده و امکان بازیافت کابلهاي قبلي وجود ندارد. ضایعات سیستم باسداکت بسیار جزئی می باشند و عمده قطعات را می توان در محل دیگری بصورت کاملا متفاوتی مجددا استفاده نمود. بطور مثال، اگر محل کارخانه ای تغییر یابد می توان برآحتی کلیه اجزای سیستم برقرسانی باسداکت آن کارخانه را جدا و در محل جدید احداث کارخانه مجددا نصب و راه اندازی نمود.

10- سهولت تعمیرات و نگهداری:

سیستم باسداکت نیازی به تعمیرات و نگهداری ندارد علت آن نیز بکاربردن نوعی واشرهای خاص می باشد که در اتصالات سیستم باسداکت بکار می رود. این واشرهای مخصوص که به آنها واشر بلویل گفته می شود درصد فشار لازم در محل اتصالات باسداکت را پس از گذشت چند دهه بدون نیاز به هیچگونه کنترل ادواری در میزان مشخص شده حفظ می کند. شیوه کار نیز بدین صورت است که این واشرها پس از بسته شدن بلوکهای اتصال دهنده دو قطعه باسداکت بهم، طوری محکم می شوند که بعد از مهره اول، واشر بسته شده و سپس با فشار بیشتر مهره دوم، واشر نیز می شکند و پس از شنیدن صدای شکستن در واقع فشار لازم تامین گردیده است.

11-مقایسه اقتصادی

در سال های اخیر با توجه به رشد روز افزون جمعیت در کشورمان، بنای ساختمان های بلند مرتبه بیش از پیش توجیه پذیر و رایج گردیده است. یکی از مهم ترین بخش های هر مجتمع مسکونی چند واحدی ؛ سیستم تأسیسات و توزیع انرژی آن است که با توجه به حجم کاربرد در یک ساختمان بلند مرتبه، علاوه بر کارایی فنی و کیفیت، توجیه اقتصادی آن نیز مورد توجه می باشد. هدف از نگارش این مطالب تنها طرح باسداکت به عنوان یک فن آوری نوین برق رسانی است و استفاده از آن به هیچ وجه به صورت یک نسخه ی از پیش آماده توصیه نمی گردد. برای انتخاب نوع سیستم برق رسانی مانند هر سیستم دیگری باید مقایسه ی فنی و اقتصادی دقیق بر اساس ماهیت پروژه انجام گیرد و بر اساس تابع هدف، طرح بهینه انتخاب شود.

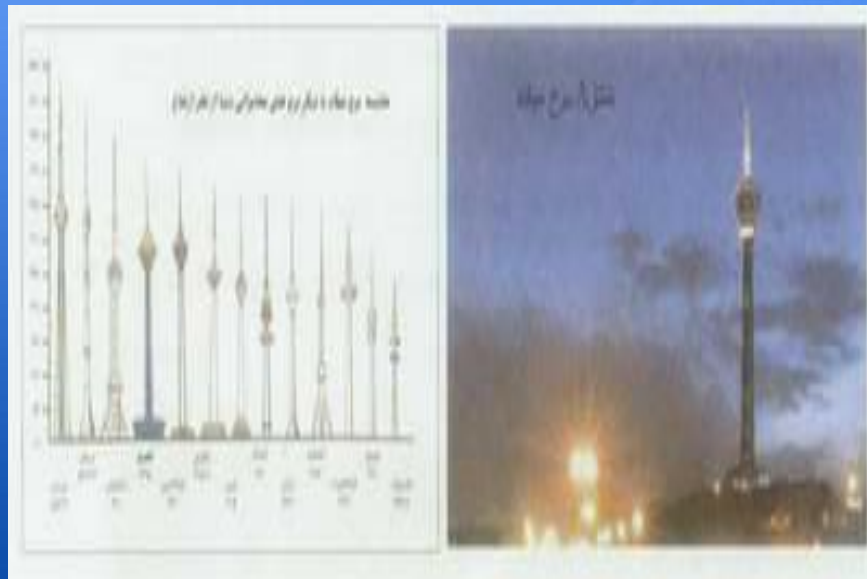
باسداکت BUS DUCT

مواردی که باعث می گردد شرکت های مهندسی مشاور در برخی از پروژه ها از سیستم باسداکت استفاده نکند عبارتند از:

- 1- نیاز به اجرای Site run پروژه.
در برخی از پروژه ها تصمیم گیری برای جزئیات در محل پروژه صورت می گیرد. در این پروژه ها محل ترانسفورماتور یا تابلوهای برق اصلی ممکن است تغییر کنند. لذا سفارش از قبل و دقیق باسداکت ها امکان پذیر نیست. در این موارد بر اساس تراز و محل استقرار نهایی، کابل ها بریده شده و کفشک کابل به آن ها متصل گردیده، سیستم به سهولت نصب می گردد.
- 2- بالا بودن نسبی هزینه ها باسداکت در پروژه های با قدرت پایین و یا ساختمان های کم ارتفاع و کم حجم.
- 3- متناسب نبودن سطح تکنولوژی پروژه با تکنولوژی باسداکت، برای مثال، در یک ساختمان کاملاً معمولی 5 طبقه استفاده از باسداکت و ارسال اطلاعات مصرف طبقات از طریق پورت های دیتا به سیستم دیجیتال اندازه گیری و مانیتورینگ بخش ورودی ساختمان تناسبی با سیستم های تأسیساتی بسیار ساده ی آن ندارد.

باسداکت BUS DUCT

مطالعات نمونه: الف) برج میلاد تهران



شکل ۱۲. ایستگاه تقویت فشار ۱۷۰ کلو



شکل ۱۱. باسداکت شمال ایستگاه تقویت فشار ۱۱۰ کلو

باسداکت BUS DUCT

برج مخابراتی میلاد با ارتفاع 435 متر پس از برج های تورنتوی کانادا CN Tower (553 متر)، اوستاکینوی مسکو (540متر) و اروینتال پرالِ شانگهای (460 متر)، به لحاظ ارتفاع در مقام چهارم برج های مخابراتی دنیا و قبل از برج کوالالامپور مالزی (421 متر) قرار دارد.

این برج از چهار قسمت Base یا پایه (لابی سه طبقه ای)، Shaft یا ساق (250 متر) و سازه ی رأس (Head) و آنتن مخابراتی (Tip) تشکیل شده است. سازه ی رأس شامل 12 طبقه با کاربری های سالن دید سرپوشیده، سالن دید روباز (Observation deck) ، تریا، گالری هنری، رستوران گردان، سکوی دید، رستوران ویژه، مخابرات و تلویزیون و گنبد آسمانی است و دکل آنتن و تجهیزات مخابراتی بر فراز سازه رأس نصب است. در تأسیسات این پروژه از پیشرفته ترین انواع سیستم ها استفاده شده است. به نظر شما در چنین پروژه ای باید از سیستم کابل برای توزیع انرژی الکتریکی استفاده گردد و یا از سیستم Busduct؟

BUS DUCT باسداکت

ب) برج بین الملل تهران



باسداکت BUS DUCT

ب) برج بین الملل تهران

از جمله دیگر برجها برج بین الملل تهران است. این برج با زیربنای 220000 مترمربع و ارتفاع 176.8 متر در 56 طبقه دارای 43 واحد سوئیت 420 متری،

172 واحد دو خوابه (168 تا 180 متری)، 213 واحد سه خوابه (220 تا 306

متری)، 16 واحد چهارخوابه (414 تا 435 متری) و 11 واحد پنت هاوس (295 تا

591 مترمربعی) است. 54 طبقه ی برج روی همکف، و 2 طبقه نیز به عنوان

طبقات سرویس پایین تر از همکف هستند و به دلیل خاص بودن پروژه

سیستم های تأسیساتی بسیار پیشرفته در آن به کار رفته است. هر طبقه از

چهار قسمت در سه بال A و B و C و یک قسمت لابی تشکیل شده است. به

نظر شما برای توزیع انرژی الکتریکی در این برج 555 واحدی مسکونی به

علاوه مشاعات تجاری از سیستم باسداکت استفاده شده است و یا سیستم

توزیع کابلی ؟

محاسبات سطح مقطع کابل و باسداکت

- 1- محاسبه سطح مقطع کابل
- 2- محاسبه سطح مقطع باسداکت

محاسبه سطح مقطع کابل - 1:

۱۳-۳-۲-۶ سطح مقطع هادی‌ها

سطح مقطع هادی‌ها باید با توجه به عوامل زیر تعیین شود:

الف) نوع مصرف

ب) جریان مجاز هادی

پ) شرایط محیط نصب هادی (ردیف ۱۳-۳-۲-۵)

ت) شرایط نصب هادی‌ها

ث) حداکثر دمای مجاز هادی

ج) اثر هارمونیک‌ها روی هادی

چ) افت ولتاژ مجاز هادی

ح) تنش‌های الکترومکانیکی که ممکن است در اثر اتصال کوتاه در آن‌ها به وجود آید

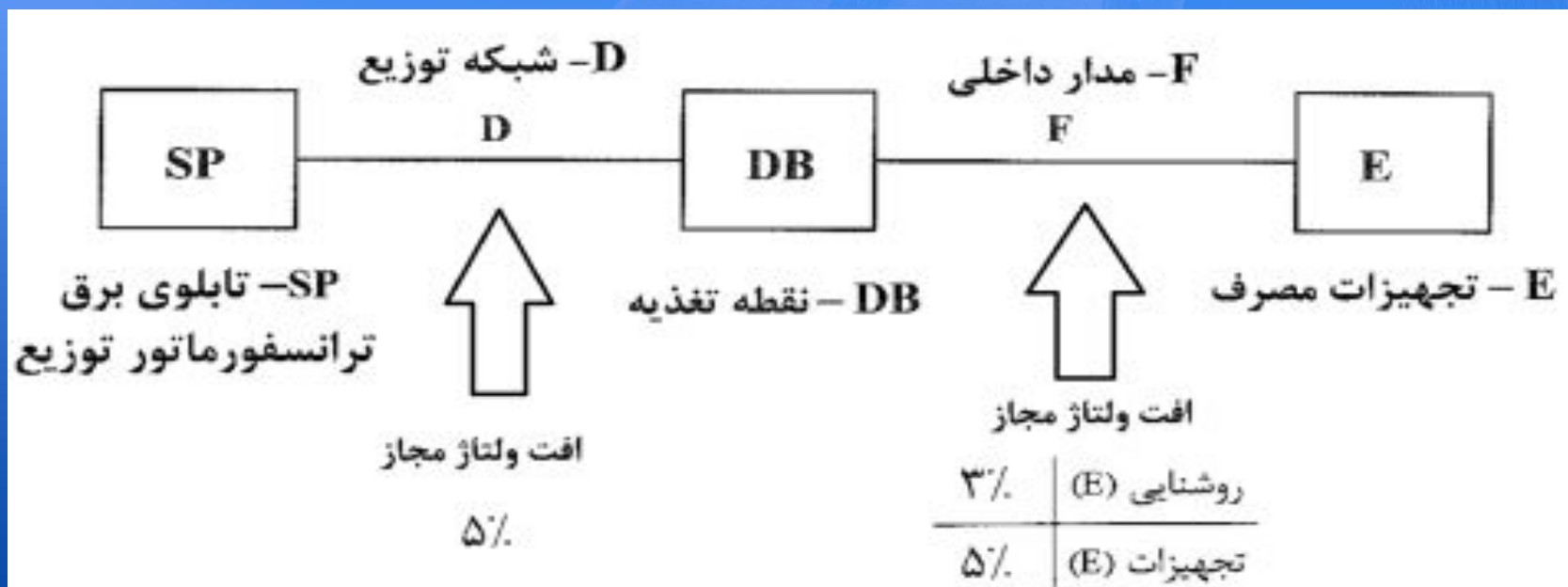
خ) تنش‌های مکانیکی دیگری که ممکن است در هادی‌ها ایجاد شود

د) حداکثر مقاومت ظاهری، با توجه به عملکرد وسیله حفاظتی در برابر حداقل جریان اتصال کوتاه

شرایط محیط نصب هادی - 13-3-2-6:

- الف) حداکثر و حداقل دمای محیط
- ب) ارتفاع از سطح دریا
- پ) رطوبت محیط
- ت) محیط آلوده به گرد و غبار
- ث) محیط نمناک و یا با احتمال پاشش آب و یا مستغرق در آب
- ج) محیط با عوارض خوردگی
- چ) محیط قابل انفجار و یا اشتعال
- ح) محیط با عوارض بار الکترواستاتیک
- خ) محیط در معرض امواج شدید الکترومغناطیسی
- د) محیط در معرض صاعقه
- ذ) محیط در معرض تابش مستقیم آفتاب
- ر) محیط در معرض بادهای شدید

افت ولتاژ مجاز-5-1-7-13



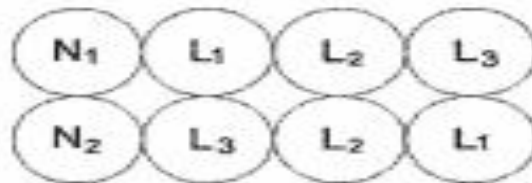
آرایش صحیح عبور کابل های تک رشته ای-

توضیحات مربوط به شکل های آرایش کابل های تک رشته موازی در سیستم سه فاز به قرار زیر است:

L_1 = فاز اول
 L_2 = فاز دوم
 L_3 = فاز سوم
 N - هادی خنثی (تعداد، تابع تعداد هادی فازهای موازی)
 D_e - قطر خارجی کابل

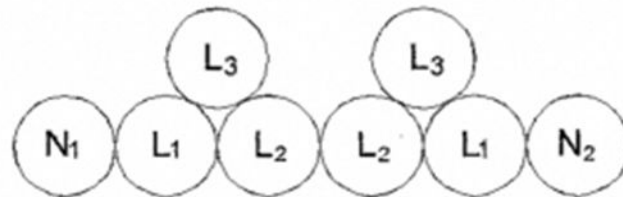


شکل ۱۳-۷-۱-۱: آرایش چسبیده به هم و همتراز برای ۶ رشته کابل تک رشته موازی (سه فاز)

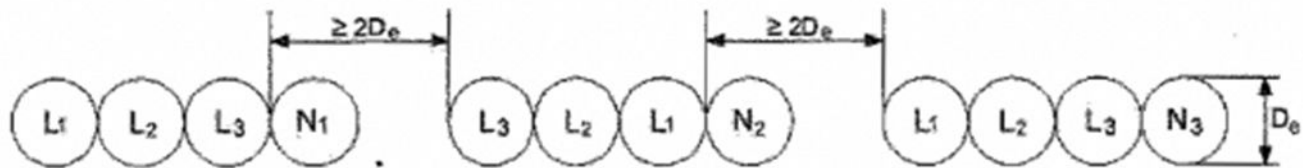


شکل ۱۳-۷-۱-۲: آرایش چسبیده به هم و در دو تراز برای ۶ رشته کابل تک رشته موازی (سه فاز)

آرایش صحیح عبور کابل های تک رشته ای -

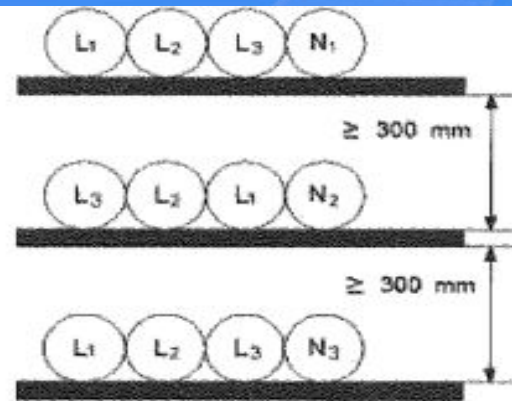


شکل ۱۳-۷-۱-۷-۱:۳ آرایش مثلثی چسبیده به هم برای ۶ رشته کابل تک رشته موازی (سه فاز)

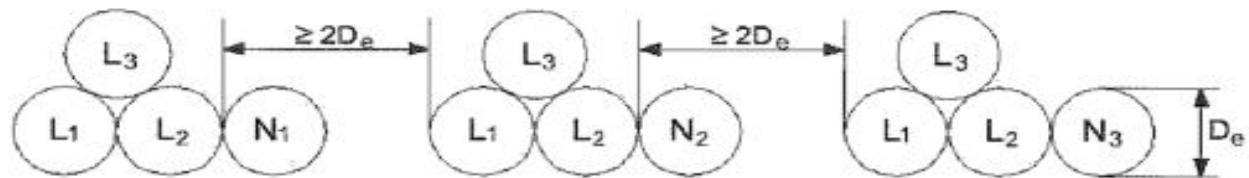


شکل ۱۳-۷-۱-۷-۱:۴ آرایش مخصوص همتراز برای ۹ رشته کابل تک رشته موازی (سه فاز)

آرایش صحیح عبور کابل های تک رشته ای -

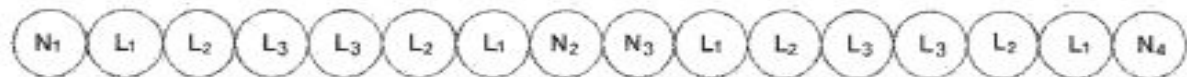


شکل ۱۳-۷-۱-۷-۱:۵ آرایش چسبیده به هم در سه تراز و هر تراز به فاصله ۳۰ سانتی متر از هم برای ۹ رشته کابل تک رشته موازی (سه فاز)

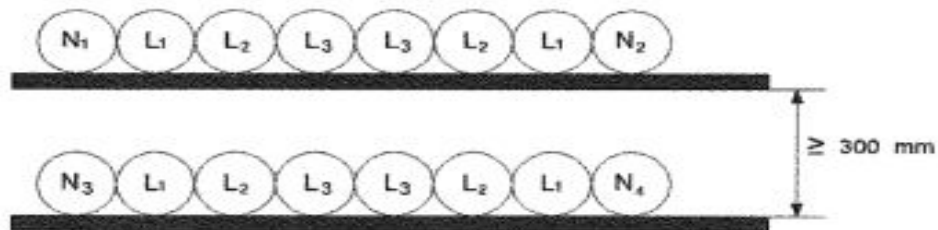


شکل ۱۳-۷-۱-۷-۱:۶ آرایش مثلثی مخصوص برای ۹ رشته کابل تک رشته موازی (سه فاز)

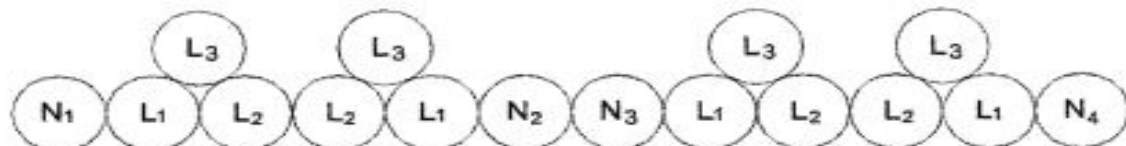
آرایش صحیح عبور کابل های تک رشته ای-



شکل ۱۳-۷-۱-۷-۷:۱ آرایش چسبیده به هم و همتراز برای ۱۲ رشته کابل تک رشته موازی (سه فاز)



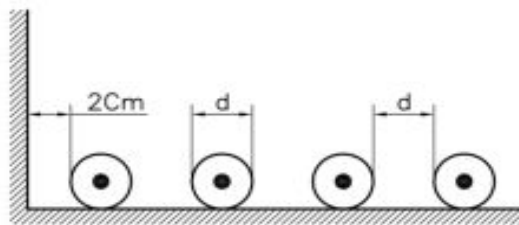
شکل ۱۳-۷-۱-۷-۸:۱ آرایش چسبیده به هم در دو تراز به فاصله ۳۰ سانتی متر از هم برای ۱۲ رشته کابل تک رشته موازی (سه فاز)



شکل ۱۳-۷-۱-۷-۹:۱ آرایش مثلثی کنار هم برای ۱۲ رشته کابل تک رشته موازی (سه فاز)

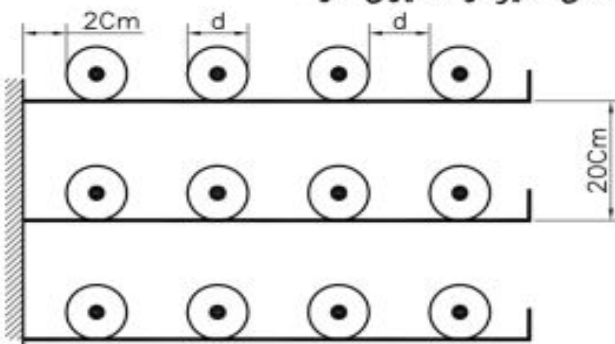
ظریب کاهش باردهی با توجه به نحوه نصب کابل

۱- آرایش کابل‌های زمینی



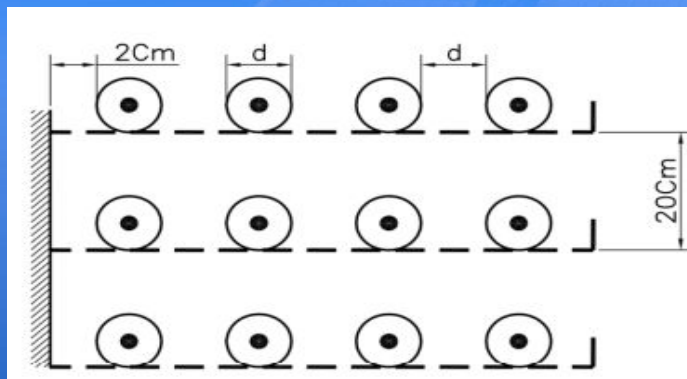
تعداد بازو	تعداد کابل ها			ظریب کاهش باردهی
	1	2	3	
-	0.92	0.89	0.88	

۲- آرایش کابل‌های بازوهای مختلف بدون سیرکولاسیون هوا



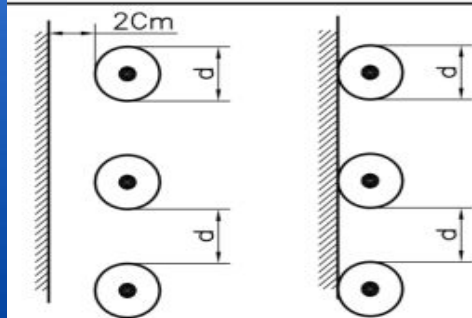
تعداد بازو	تعداد کابل ها			ظریب کاهش باردهی
	1	2	3	
1	0.92	0.89	0.88	
2	0.87	0.84	0.83	
3	0.84	0.82	0.81	
6	0.82	0.80	0.79	

ظریب کاهش باردهی با توجه به نحوه نصب کابل



۳- آرایش کابلها روی سینی در بازوهای مختلف

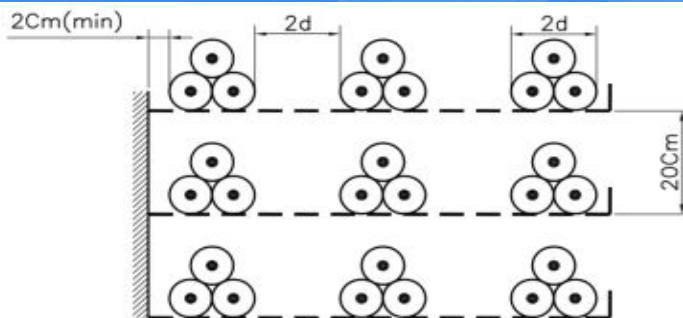
تعداد بازوها	تعداد کابل ها			ظریب کاهش باردهی
	1	2	3	
1	1	0.97	0.96	
2	0.97	0.94	0.93	
3	0.96	0.93	0.92	
6	0.94	0.91	0.90	



۴- آرایش کابلها در امتداد عمودی

تعداد بازوها	تعداد کابل ها			ظریب کاهش باردهی
	1	2	3	
-	0.92	0.89	0.88	

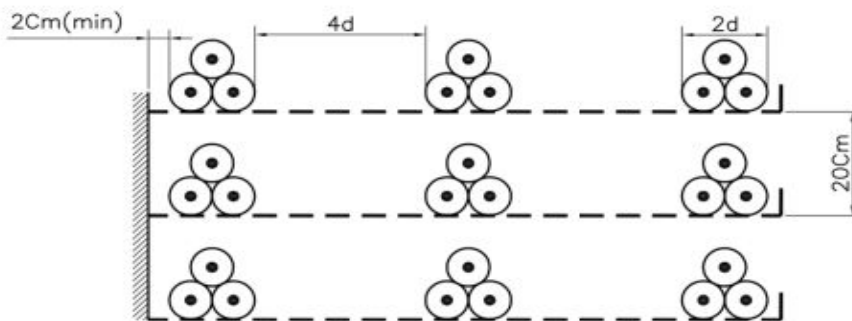
ظریب کاهش باردهی با توجه به نحوه نصب کابل



۳- آرایش کابل‌ها روی سینی در بازوهای مختلف

تعداد بازوها	تعداد سیستم ها *			ظریب کاهش باردهی
	1	2	3	
1	1	0.98	0.96	
2	1	0.95	0.93	
3	1	0.94	0.92	
6	1	0.93	0.90	

* یک سیستم کابل شامل سر رشته کابل می باشد که به هم بسته شده اند.

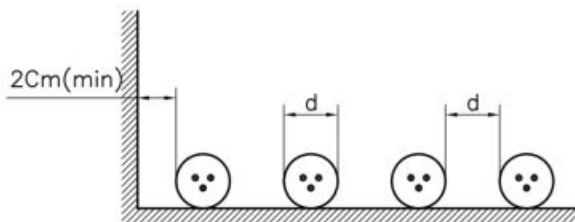


۴- آرایش کابلها بدون ظریب کاهش

(تعداد سیستم ها و بازو ها تاثیر گذار نیست)

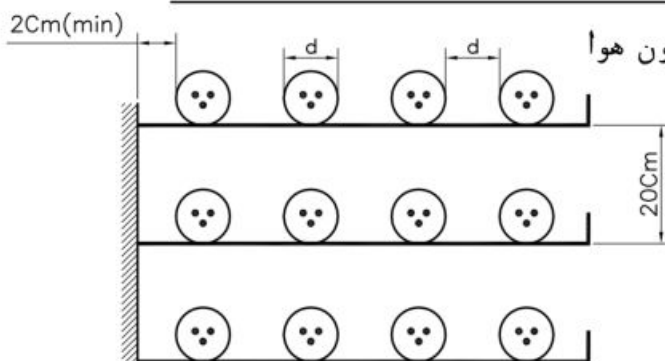
ظریب کاهش باردهی با توجه به نحوه نصب کابل

۱- آرایش کابل‌ها روی زمین



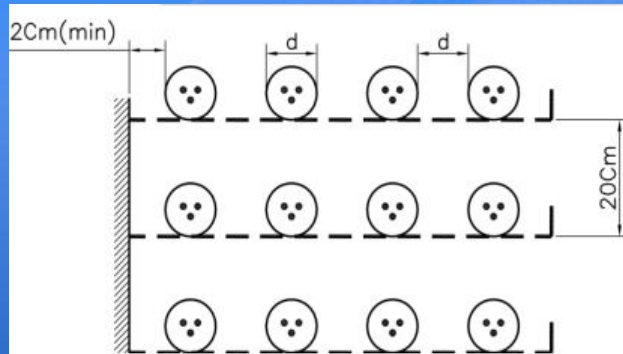
تعداد بازوها	تعداد کابل ها					ظریب کاهش باردهی
	1	2	3	6	9	
-	0.95	0.90	0.88	0.85	0.84	

۲- آرایش کابل‌ها روی بازوهای مختلف بدون سیرکولاسیون هوا



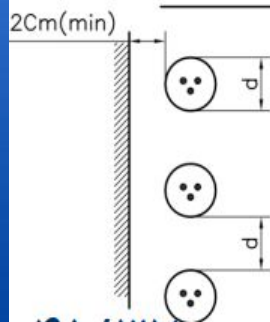
تعداد بازوها	تعداد کابل ها					ظریب کاهش باردهی
	1	2	3	6	9	
1	0.95	0.90	0.88	0.85	0.84	
2	0.90	0.85	0.83	0.81	0.80	
3	0.88	0.83	0.81	0.79	0.78	
6	0.86	0.81	0.79	0.77	0.76	

ظریب کاهش باردهی با توجه به نحوه نصب کابل



۳- آرایش کابل‌ها روی سینی در بازوهای مختلف

تعداد بازوها	تعداد کابل ها					ظریب کاهش باردهی
	1	2	3	6	9	
1	1	0.98	0.96	0.93	0.92	ظریب کاهش باردهی
2	1	0.95	0.93	0.90	0.89	
3	1	0.94	0.92	0.89	0.88	
6	1	0.93	0.90	0.87	0.86	

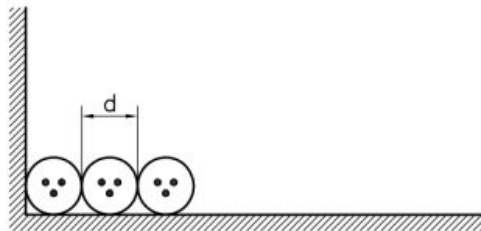


۴- آرایش کابل‌ها در امتداد عمودی بدون تماس بادیوار

تعداد بازوها	تعداد کابل ها					ظریب کاهش باردهی
	1	2	3	6	9	
-	1	0.93	0.90	0.87	0.86	ظریب کاهش باردهی

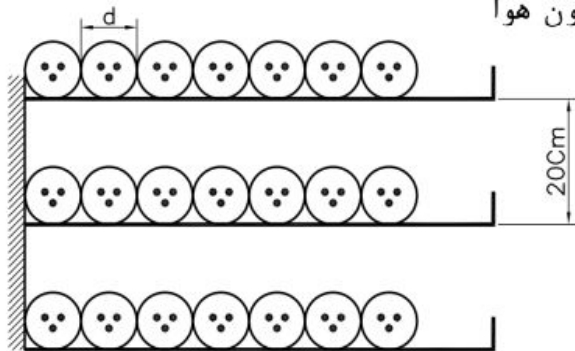
ظریب کاهش باردهی با توجه به نحوه نصب کابل

۱- آرایش کابل‌ها روی زمین



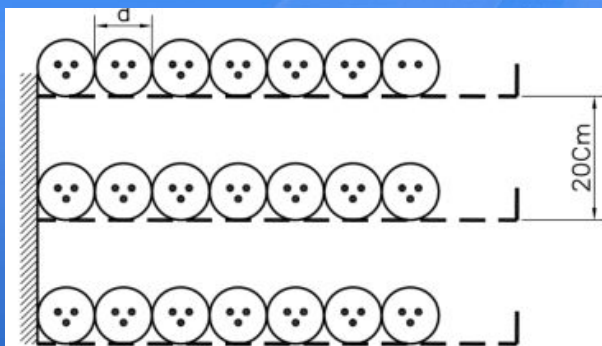
تعداد بازوها	تعداد کابل‌ها					ظریب کاهش باردهی
	1	2	3	6	9	
-	0.90	0.84	0.80	0.75	0.73	

۲- آرایش کابل‌ها روی بازوهای مختلف بدون امکان سیرکولاسیون هوا



تعداد بازوها	تعداد کابل‌ها					ظریب کاهش باردهی
	1	2	3	6	9	
1	0.95	0.84	0.80	0.75	0.73	
2	0.95	0.80	0.76	0.71	0.69	
3	0.95	0.78	0.74	0.70	0.68	
6	0.95	0.76	0.72	0.68	0.66	

ظریب کاهش باردهی با توجه به نحوه نصب کابل



۳- آرایش کابل‌های سینی در بازوهای مختلف

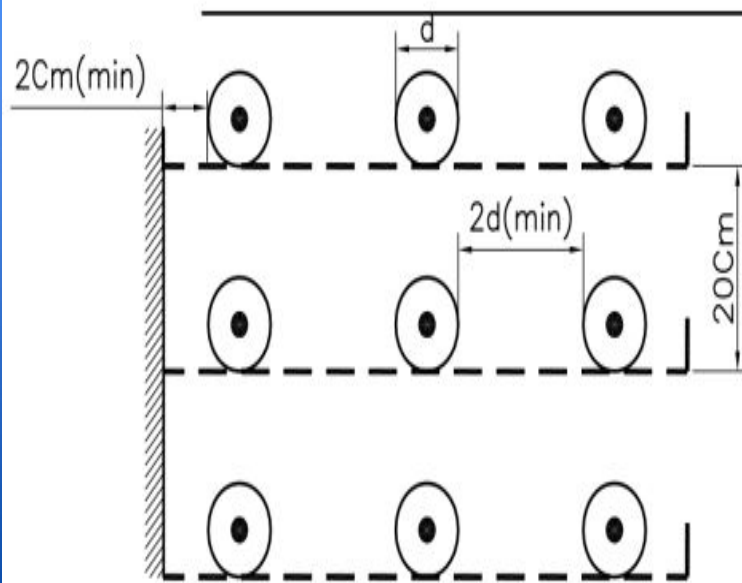
تعداد بازوها	تعداد کابل ها					ظریب کاهش باردهی
	1	2	3	6	9	
1	0.95	0.84	0.80	0.75	0.73	ظریب کاهش باردهی
2	0.95	0.80	0.76	0.71	0.69	
3	0.95	0.78	0.74	0.70	0.68	
6	0.95	0.76	0.72	0.68	0.66	



۴- آرایش کابل‌ها در امتداد عمودی بدون تماس بادیوار

تعداد بازوها	تعداد کابل ها					ظریب کاهش باردهی
	1	2	3	6	9	
-	0.95	0.78	0.73	0.68	0.66	ظریب کاهش باردهی

ظریب کاهش باردهی با توجه به نحوه نصب کابل



۴- آرایش کابلها بدون ضریب کاهش باردهی
(تعداد کابلها و بازوها تاثیر گذار نیست)

محاسبه سطح مقطع کابل بر اساس جریان عبوری 1-1

تک فاز-1-1-1

سه فاز-1-1-2

محاسبه سطح مقطع کابل بر اساس افت ولتاژ-1-2

تک فاز-1-2-1

سه فاز-1-2-2

محاسبه سطح مقطع کابل بر اساس جریان-1-1

عبوری:

تعیین سطح مقطع کابل

$$I_n = \frac{P}{V}(\text{DC})$$

برای جریان مستقیم

$$I_n = \frac{P}{V (pf)}(\text{AC})$$

برای جریان متناوب تک فاز

$$I_n = \frac{P}{1.73 V (pf)}(\text{AC})$$

برای جریان متناوب سه فاز

P : مقدار توان اکتیو V : ولتاژ خط شبکه I : جریان عبوری از کابل

Pf : ضریب قدرت بار

$$I_c = \frac{I_n}{\text{ضرایب}}$$

I_c جریان مجاز کابل به آمپر

محاسبه سطح مقطع کابل بر اساس جریان عبوری تک فاز -1-1-1:

بارهای روشنایی -1-1-1-1

بار تک -1-1-1-1-1

بار گروهی با اعمال ضریب همزمانی -1-1-1-1-2

بارهای موتوری -1-1-1-2

: بارهای روشنایی تکی -1-1-1-1

در بارهای روشنایی توان های نوشته شده، توان ورودی بوده و جریان این گونه مدارها از رابطه ذیل به دست می آید.

$$I = \frac{W}{V \cdot \cos\phi}$$

(۱-۶)

W

توان ورودی به بار متصل شده به مدار بر حسب وات

V

ولتاژ مدار بر حسب ولت

CosΦ

ضریب قدرت

نکته: ضریب قدرت در چراغ های با لامپ رشته ای برابر یک و در مورد لامپ های فلورسنت دارای خازن اصلاح ضریب قدرت در حدود ۰/۹ و در مورد لامپ های فلورسنت بدون خازن اصلاح ضریب قدرت بین ۰/۵ تا ۰/۶ می باشد.

بارهای روشنایی گروهی با اعمال ضریب همزمانی - 1-1-1-2

$$I = K_d \cdot \frac{W}{V \cdot \cos\phi}$$

(۶-۲)

نسبت حداکثر توان مصرفی همزمان به کل توان بارهای موجود در مدار را ضریب مصرف یا ضریب همزمانی می گوئیم و آن را با K_d نشان می دهیم.

ضریب مصرف	نوع بار روشنایی
۱/۰	مدار روشنایی خانگی
۰/۹۵	مدار روشنایی مراکز صنعتی مراکز از قسمتهای بزرگ مجاور هم
۰/۸۵	مدار روشنایی مراکز صنعتی مرکب از قسمتهای بزرگ
۰/۳۵	مدار روشنایی انبارهای بزرگ
۰/۹۵	مدار روشنایی مراکز تجاری
۰/۸۰	مدار روشنایی مخلوط روشنایی و وسایل خانگی

مثال برای روشنایی:

مثال ۶-۱

محاسبات روشنایی لزوم استفاده از ۵۰ لامپ ۱۰۰ ولتی را در یک خانه مسکونی نشان می دهد. جریان انشعاب یا انشعابهای لازم و اندازه سیم مناسب برای سیم کشی در لوله را معین کنید.
 محیط را ۳۵ درجه و مساحت خانه را ۱۸۰ متر مربع فرض کنید.
 با استفاده از رابطه (۶-۲) جریان مربوط از این قرار است:

$$I = 1 \times \frac{50 \times 100}{220} = 22.73$$

بر اساس ضوابط یاد شده استفاده از حداقل دو انشعاب الزامی است و جریان هر انشعاب چنین است:

$$22.73 / 2 = 11.37$$

با توجه به درجه حرارت محیط ۳۵ درجه و استفاده از ضریب تصحیح از جدول ۵-۲ ظرفیت سیم در ۳۵ درجه باید چنین باشد.

$$11.37 / 0.85 = 13.38$$

با استفاده از جدول (۵-۱) سیمهای ۱/۵ در لوله با ظرفیت مجاز ۱۶ آمپر در حرارت ۳۵ درجه انتخاب می شود.

جدول ۵-۲: ضرایب تصحیح جریان مجاز

درجه حرارت	۲۰	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰	۵۵
ضریب تصحیح	۰/۹۲	۰/۸۵	۰/۷۵	۰/۶۵	۰/۵۳	۰/۳۸

باسداکت BUS DUCT

جدول ۵-۱: جریان مجاز سیمهای عایق دار

جریان مجاز گروه ۳ چند سیم یک لا در هوا	جریان مجاز گروه ۲ سیم چند لا در هوا	جریان مجاز گروه ۱ تا سه سیم در لوله	سطح مقطع سیم (میلیمتر مربع)
۱۶	۱۲	-	۰.۱۷۵
۲۰	۱۶	۱۲	۱
۲۵	۲۰	۱۶	۱.۷۵
۳۶	۲۷	۲۱	۲.۱۵
۴۵	۳۶	۲۷	۲.۴
۵۷	۴۷	۳۵	۳
۷۸	۶۵	۴۸	۴.۰
۱۰۴	۸۷	۶۵	۵.۶
۱۳۷	۱۱۵	۸۸	۷.۵
۱۶۸	۱۴۲	۱۱۰	۹.۵
۲۱۰	۱۷۸	۱۴۰	۱۲.۰
۲۶۰	۲۲۰	۱۷۵	۱۵.۰
۳۱۰	۲۶۵	۲۱۰	۱۸.۰
۳۶۵	۳۱۰	۲۵۰	۲۱.۰
۴۱۵	۳۵۵	-	۲۴.۰
۴۷۵	۴۰۵	-	۲۷.۰
۵۴۰	۴۸۰	-	۳۰.۰
۶۴۵	۵۵۵	-	۳۴.۰
۷۷۰	-	-	۳۸.۰
۸۸۰	-	-	۴۳.۰

بارهای موتوری تکفاز -1-1-2

موتورهای کوچک در حدود یک کیلو وات یا کمتر از نوع القایی یا رتور قفسی در کلیه وسایل خانگی و نیز در مراکز تجاری مورد استفاده قرار می گیرند. این موتورها در مراکز صنعتی کوچک مانند کارگاهها نیز برای گرداندن ماشین آلات کوچک و ابزار کار برقی مورد استفاده قرار می گیرند. جریان یک موتور تک فاز با ظرفیت اسمی W وات، با استفاده از رابطه زیر به دست می آید.

$$I = \frac{W}{\eta \cdot V \cdot \cos\phi}$$

(۳-۶)

در رابطه بالا W توان خروجی موتور بر حسب وات، V ولتاژ مدار تغذیه بر حسب وات و η راندمان موتور و $\cos\phi$ ضریب قدرت موتور می باشد.

راندمان این موتورها ۰/۵ تا ۰/۶ و ضریب قدرت آنها ۰/۶ تا ۰/۷ می باشد.

مثال برای بارهای موتوری تکفاز

مثال ۶-۲

یک ماشین لباسشویی به ظرفیت ۱۱۵ کیلو وات ۲۲۰ ولت از طریق سیم با عایق پلاستیکی واقع در لوله تغذیه می شود. مقطع سیم را با توجه به حرارت محیط ۳۵ درجه محاسبه کنید.

با فرض ضریب توان ۰/۷ و راندمان ۰/۶ جریان چنین می شود:

$$I = \frac{1500}{220 \times 0.6 \times 0.7} = 16.23$$

از جدول ۲-۵ ضریب تصحیح را برابر ۰/۸۵ به دست می آوریم. بنابراین ظرفیت سیم در حرارت ۳۵ درجه چنین است:

$$16.23 / 0.85 = 19.10$$

با استفاده از جدول ۱-۵ کابل ۲/۵ ولت جریان مجاز ۲۱ آمپر اختیار می شود.

BUS DUCT باسداکت

محاسبه سطح مقطع کابل بر اساس جریان عبوری برای بارهای سه فازتکی-1-2-1-1:

جریان مصرفی موتورهای القایی سه فاز از رابطه 4-6 بدست می آید

$$I = \frac{W}{\sqrt{3}V\eta \cos \phi}$$

(۴-۶)

در رابطه بالا W توان اسمی موتور بر حسب وات ، V ولتاژ خط بر حسب ولت ، η راندمان موتور و $\cos \phi$ ضریب توان موتور می باشد. راندمان بستگی به ظرفیت موتور و سرعت آن دارد و در موتورهای بزرگتر با سرعت بیشتر دارای مقدار بزرگتری است. ضریب توان موتور نیز تابع قدرت و سرعت آن می باشد.

BUS DUCT باسداکت

جدول ۶-۲ راندمان و ضریب قدرت موتورهای القایی سه فاز رتور قفسی

موتور 6 قطبی 3000 RPM		موتور 4 قطبی 3000 RPM		موتور دو قطبی 3000 RPM		توان خروجی (KW)
CosΦ	η	CosΦ	η	CosΦ	η	
۰/۶۳	۰/۶۸	۰/۶۷	۰/۶۹	۰/۷۳	۰/۷۰	۰/۵
۰/۶۶	۰/۷۰	۰/۶۹	۰/۷۱	۰/۷۵	۰/۷۲	۱
۰/۶۹	۰/۸۱	۰/۷۴	۰/۸۳	۰/۸۶	۰/۸۴	۵
۰/۷۱	۰/۸۲	۰/۷۸	۰/۸۴	۰/۸۷	۰/۸۶	۱۰
۰/۷۵	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۸۵	۰/۸۹	۰/۸۸	۲۰
۰/۸۲	۰/۸۷	۰/۸۵	۰/۸۹	۰/۹۰	۰/۹۰	۵۰
۰/۸۴	۰/۸۹	۰/۸۹	۰/۹۰	۰/۹۲	۰/۹۱	۱۰۰
۰/۹۱	۰/۹۲	۰/۹۳	۰/۹۳	۰/۹۴	۰/۹۳	۱۰۰۰

جدول ۶-۳: ضریب مصرف همزمان تعدادی موتور

تعداد موتورها	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۱۰
ضریب مصرف همزمان	۱	۱	۰/۹۰	۰/۸۰	۰/۷۰	۰/۶۰	۰/۵۵	۰/۵۰	۰/۴۴

باسداکت BUS DUCT

مثال محاسبه سطح مقطع کابل بر اساس جریان عبوری برای بارهای سه فازتکی -

مثال ۳-۶

کابلی با عایق پلاستیکی در زیر زمین نصب شده و یک موتور القایی سه فاز دو قطب با رتور قفسی ۱۰ کیلو وات ۳۸۰ ولت را تغذیه می کند. مقطع مناسب کابل را با فرض حرارت زمین برابر ۲۰ درجه حساب کنید.
با استفاده از جدول ۳-۶

$$\eta = 0.86 \quad \cos \phi = 0.87$$

با استفاده از معادله (۴-۶)

$$I = \frac{10 \times 1000}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.86 \times 0.87} = 20.31$$

با استفاده از جدول ۳-۵ کابل ۱۱۵ با ظرفیت مجاز ۲۷ آمپر مناسب است.
در بسیاری مراکز صنعتی یک انشعاب اصلی تعدادی موتور را تغذیه می کند که به ندرت به طور همزمان کار می کنند. در این موارد برای محاسبه جریان انشعاب و تعیین مقطع کابل می توان از ضریب مصرف همزمان مطابق جدول ۳-۶ استفاده نمود.

BUS DUCT باسداکت

جدول 3-5

متر mm ²	10	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000
	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
1.5	27	15	7	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2.5	36	25	12	8	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	46	40	20	13	10	8	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	58	58	30	20	15	12	10	8	7	6.5	6	5	—	—	—	—
10	77	77	50	33	25	20	16	14	12	11	10	8	7	6	5	5
16	100	100	80	53	40	32	26	22	20	17	16	13	11	10	8	8
25	130	130	125	83	62	50	41	35	31	27	25	20	17	15	13	12
35	155	155	155	115	86	69	57	49	43	38	34	28	24	21	18	17
50	185	185	185	156	117	93	78	66	58	52	46	38	32	28	25	23
70	230	230	230	222	166	133	111	95	83	74	66	55	47	41	36	33
95	275	275	275	275	225	180	150	129	112	100	90	75	64	56	50	45
120	315	315	315	315	278	222	185	159	139	123	111	92	89	69	67	55
150	355	355	355	355	330	264	220	189	165	147	132	110	94	82	73	66
185	400	400	400	400	393	314	267	224	196	174	157	131	112	98	87	78
240	465	465	465	465	437	349	291	249	218	194	174	145	124	109	97	87
300	550	550	550	550	496	397	331	283	248	220	189	165	141	124	110	99

باسداکت BUS DUCT

محاسبه سطح مقطع کابل بر اساس جریان عبوری برای بارهای سه فاز گروهی -1-2-2-1:

تعداد موتورها

توان خروجی بر حسب اسب بخار یا وات

$$I_L = K_d \cdot \frac{n \cdot P_2}{\sqrt{3} U_L \cdot \eta \cdot \cos\Phi}$$

ضریب همزمانی مصرف کننده ها

ولتاژ خطی

راندمان

ضریب قدرت

مثال محاسبه سطح مقطع کابل بر اساس جریان عبوری برای بارهای سه فاز گروهی:

مثال ۴-۶

یک کابل پلاستیکی ۴ رشته ای، سه موتور سه فاز القایی چهار قطبی با رتور قفسی ۵ کيلو وات ۳۸۰ ولت را تغذیه می کند. کابل روکار نصب شده و حداکثر حرارت محیط ۵۰ درجه است. مقطع کابل را تعیین کنید.

با استفاده از جدول ۳-۶ ضریب مصرف همزمان برابر ۰/۹ به دست می آید. با استفاده از جدول ۲-۶ راندمان برابر ۰/۸۳ و ضریب توان برابر ۰/۷۴ است. با استفاده از معادله (۴-۶) با احتساب ضریب مصرف ۰/۹ جریان انشعاب چنین است.

$$I = 0.9 \times \frac{3 \times 5 \times 1000}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.83 \times 0.74} = 33.39$$

با استفاده از جدول ۴-۵ برای درجه حرارت ۵ درجه ضریب تصحیح ۰/۷۱ است، بنابراین جریانی که کابل در حرارت ۳۰ درجه حمل می کند از این قرار می شود:

$$33.39 / 0.71 = 47.76$$

با استفاده از جدول ۳-۵ کابل با مقطع ۱۰ میلیمتر مربع با ظرفیت ۶۰ آمپر در هوای ۳۰ درجه انتخاب می کنیم. در شرایط اضطراری استفاده از کابل ۶ میلیمتر مربع با ظرفیت ۴۴ آمپر در هوای ۳۰ درجه نیز اشکال به بار نمی آورد.

محاسبه سطح مقطع کابل بر اساس افت ولتاژ (تکفاز) -1-2-1

$$\alpha = \frac{200 \rho \cdot l \cdot I \cdot \text{Cos}\phi}{\alpha \cdot V}$$

$\text{Cos}\phi$

ضریب قدرت

α

سطح مقطع سیم بر حسب متر مربع

ρ

مقاومت ویژه فلزات در ۷۰ درجه سانتی گراد بر حسب اهم متر

l

طول مسیر بر حسب متر

I

جریان عبوری از مسیر بر حسب آمپر

V

ولتاژ بر حسب ولت

α

درصد افت ولتاژ مجاز

محاسبه سطح مقطع کابل بر اساس افت ولتاژ در مدار روشنایی طولی تکفاز -1-2-1

$$S = \frac{200 \cdot \sum_{i=1}^n (l_i \cdot I_i \cdot \cos\phi_i)}{\alpha \cdot K \cdot V}$$

S	سطح مقطع سیم بر حسب متر مربع
K	هدایت ویژه فلزات در ۷۰ درجه سانتی گراد بر حسب اهم متر
l	طول هر مسیر بر حسب متر
I	جریان عبوری از هر مسیر بر حسب آمپر
V	ولتاژ بر حسب ولت
α	درصد افت ولتاژ مجاز
Cosϕ	ضریب قدرت

مثال محاسبه سطح مقطع کابل بر اساس افت ولتاژ در مدار روشنایی طولی تکفاز

مثال: ۶-۷

برای روشنایی خیابانی به طول ۵۰۰ متر از ۱۱ لامپ رشته دار ۱۵۰ وات ۲۲۰ ولت استفاده شده است. لامپ اول در ابتدای مدار تغذیه قرار دارد و فاصله بین دو لامپ مجاور ۵۰ متر است.

اندازه سیم لخت مسی مدار تغذیه را با افت ولتاژ مجاز ۳ درصد حساب کنید. آیا این سطح مقطع از نظر جریان مجاز مناسب است؟ حرارت محیط ۳۵ درجه است. با استفاده از رابطه (۶-۷) و مقاومت ویژه مس $\rho(60) = 1/996 \times 10^{-8}$ داریم:

$$a = \frac{200 \times 1.996 \times 10^{-8} \sum_{i=1}^{11} (i-1) \times 50 \times 150}{3 \times (220)^2} = 11.34 \times 10^{-8} m^2 = 11.34 mm^2$$

لذا سیم ۱۶ میلیمتر مربع از این نظر کافی است. جریان مجاز چنین سیم بدون روکش در هوای ۳۵ درجه از جدول ۵-۵ و ۵-۶ برابر ۷۶/۵ آمپر است و با توجه به اینکه این بار روشنایی جمعاً ۷/۵ آمپر جریان لازم دارد، این سیم از نظر جریان مجاز به مراتب بزرگتر از اندازه لازم است.

BUS DUCT باسداکت

جدول 5-5 جریان مجاز سیم و کابل های مسی
(جریان مجاز کابل آلومینیومی 60 درصد مسی می باشد)

شدت جریان مجاز سیم بر حسب آمپر			مقطع سیم
سیمهای هوایی	کابل های باروکش p.v.c	سیم های عایق دار حداکثر 3 سیم در لوله	بر حسب میلی متر مربع
10 آمپر	6 آمپر	4 آمپر	.75
15 آمپر	10 آمپر	6 آمپر	1
20 آمپر	15 آمپر	10 آمپر	1.5
25 آمپر	20 آمپر	15 آمپر	2.5
35 آمپر	25 آمپر	20 آمپر	4
50 آمپر	35 آمپر	25 آمپر	6
60 آمپر	50 آمپر	35 آمپر	10
80 آمپر	60 آمپر	50 آمپر	16
100 آمپر	80 آمپر	60 آمپر	25
125 آمپر	100 آمپر	80 آمپر	35
160 آمپر	125 آمپر	100 آمپر	50
200 آمپر	160 آمپر	-----	70
225 آمپر	200 آمپر	-----	95
260 آمپر	225 آمپر	-----	120
300 آمپر	260 آمپر	-----	150
350 آمپر	300 آمپر	-----	185
430 آمپر	350 آمپر	-----	240
500 آمپر	430 آمپر	-----	300

جدول 6-5 ضریب تصحیح برای دمای محیط

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

BUS DUCT باسداکت

محاسبه سطح مقطع کابل بر اساس افت ولتاژ مصرف کننده تکی (سه فاز)-1-2-2-1-1:

$$S = \frac{100 \rho \cdot l \cdot P}{\alpha \cdot V_L^2}$$

S	سطح مقطع سیم بر حسب متر مربع
ρ	مقاومت ویژه فلزات در ۷۰ درجه سانتی گراد بر حسب اهم متر
l	طول مسیر بر حسب متر
V_L	ولتاژ خط بر حسب ولت
α	درصد افت ولتاژ مجاز
P	توان مصرفی دستگاه بر حسب وات

مثال محاسبه سطح مقطع کابل بر اساس افت ولتاژ مصرف کننده تکی (سه فاز)

مثال ۶-۸

یک کابل چهار سیمی به طول ۷۰ متر در هوا کشیده شده و یک مصرف کننده سه فاز متعادل ۳۸۰ ولت ۴۰ کیلو وات با ضریب توان ۰/۸ را تغذیه می کند. سطح مقطع کابل برای افت ولتاژ مجاز ۲ درصد چقدر باید اختیار شود؟ آیا این سطح مقطع از نظر جریان مجاز کافی است؟

$$a = \frac{100 \times 2.064 \times 10^{-8} \times 70 \times 40 \times 1000}{3 \times (380)^2} = 20.01 \times 10^{-6} m^2 = 20.01 mm^2$$

لذا کابل ۳×۲۵/۱۶ (کابل چهار سیمه با سه سیم ۲۵ میلیمتر مربع برای فازها و یک سیم ۱۶ میلیمتر مربع برای نوترال) از نظر افت ولتاژ مجاز مناسب است. جریان مجاز این کابل در هوای ۳۰ درجه برابر ۱۰۵ آمپر و در هوای ۴۰ درجه ۹۱ آمپر است که بایستی با جریان بار مقایسه شود.

جریان بار از این قرار است:

$$I = \frac{40 \times 1000}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.8} = 75.97$$

بنابراین کابل انتخاب شده از نظر جریان مجاز نیز مناسب است. در بارهای سه فاز متعادل جریان سیم نوترال پیوسته برابر صفر است و به این دلیل سیم نوترال را هر اندازه کوچک دلخواه می توان در نظر گرفت. در بسیاری موارد در صنعت یا خانه همه بارها سه فاز نیستند و سعی بر این است که بارهای تک فاز را به طور تقریباً مساوی بین فازها تقسیم کرده تا جریان سیم نوترال به صفر نزدیک شود. در این موارد در صورتی که بارهای تکفاز دوتا از فازها را قطع کنیم جریان قابل ملاحظه ای در سیم خنثی خواهیم داشت و لذا برای سیم خنثی باید اندازه مناسبی انتخاب نمود.

محاسبه سطح مقطع کابل بر اساس افت ولتاژ مصرف کننده گروهی (سه فاز)-2-2-1:

$$S = \frac{100 \cdot \sum_{i=1}^n (l_i \cdot P_i)}{\alpha \cdot V_L^2 K}$$

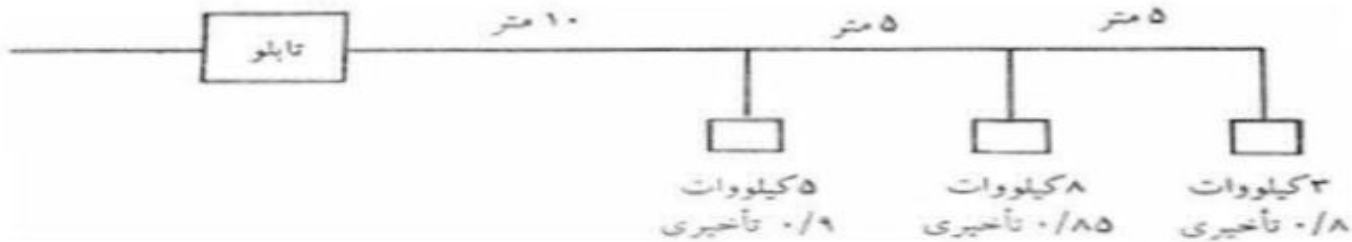
S	سطح مقطع سیم بر حسب متر مربع
$K = \frac{1}{\rho}$	هدایت ویژه فلزات در ۷۰ درجه سانتی گراد بر حسب اهم متر
l	طول هر مسیر بر حسب متر
V_L	ولتاژ خط بر حسب ولت
α	درصد افت ولتاژ مجاز
P	توان خروجی هر دستگاه بر حسب وات

BUS DUCT باسداکت

مثال محاسبه سطح مقطع کابل بر اساس افت ولتاژ مصرف کننده گروهی (سه فاز)

مثال ۶-۱۰

یک کابل سه فاز چهار سیمی ۳۸۰ ولت واقع در هوا سه بار مختلف سه فاز را مطابق شکل زیر تغذیه می کند. سطح مقطع سیم را برای افت ولتاژ مجاز ۳ درصد حساب کنید.
آیا مقطع حساب شده از نظر جریان مجاز کافی است؟



$$a = \frac{100 \times 2.064 \times 10^{-8} \times (10 \times 5 + 15 \times 8 + 20 \times 3) \times 1000}{3 \times (380)^2} = 1.1 \times 10^{-6} m^2 = 1.1 mm^2$$

BUS DUCT باسداکت

ملاحظه می کنید که از نظر افت ولتاژ مجاز کابل چهار سیمی ۱/۵ میلیمتر مربع کافی است که جریان مجاز آن در هوای ۳۰ درجه از جدول ۳-۵ برابر ۱۸ آمپر و در هوای ۴۵ درجه از جدول ۴-۵ برابر ۱۴/۲۲ آمپر است که باید با جریان بار ما مقایسه شود. جریان بار ما را از این قرار است:

$$I = \frac{5000}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.9} \angle -\cos^{-1} 0.9 + \frac{8000}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.85} \angle -\cos^{-1} 0.85 + \frac{3000}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.8} \angle -\cos^{-1} 0.8$$

$$I = 8.44 \angle -25.84 + 14.30 \angle -31.74 + 5.7 \angle -36.87 = (7.60 - j3.68) + (12.15 - j7.53) + (4.56 - j3.42)$$

$$= 24.31 - j14.63 = 28.37 \angle -31.04$$

از جدول ۳-۵ ملاحظه می شود از نظر جریان مجاز برای کار در هوای ۳۰ درجه استفاده از کابل ۲/۵ میلیمتر مربع که ظرفیت ۳۵ آمپر دارد، لازم است.

محاسبه سطح مقطع باسداکت - 2

مشخصات فنی باسداکت

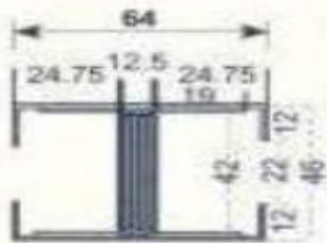
جدول 2-2: جریان نامی باسداکت در دمای بالاتر از 40°C

دمای محیط	ضریب جریان
40°C	1
45°C	0,95
50°C	0,9
55°C	0,85
60°C	0,8
65°C	0,74
70°C	0,67

- طول باسداکت حدود سه متر
- دمای محیط کاری بین ۳۰- تا ۴۰ درجه سانتی گراد
- در صورت افزایش دما استفاده از جدول ۲-۲
- زمین کردن بدنه فلزی
- تحمل اضافه جریان ۳۰ درصدی به مدت ۲ ساعت

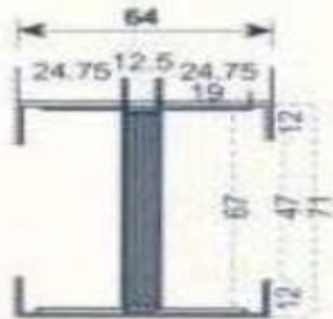
BUS DUCT باسداکت

ابعاد باسداکت انشعابدار - plug-in و انتقالی - freeder



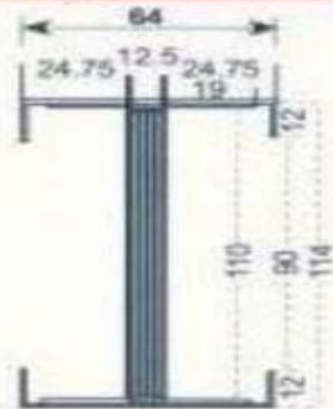
200-250-315A

40×1.5 40×1.5 40×2



400-500A

70×1.5 70×2



630-800A

110×1.5 110×2 110×3

۸۰۰	۶۳۰	۵۰۰	۴۰۰	۳۱۵	۲۵۰	۲۰۰	ظرفیت باسداکت آمپر
۱۱۰×۲	۱۱۰×۱/۶	۷۰×۲	۷۰×۱/۵	۴۰×۲	۴۰×۱/۵	۴۰×۱	ابعاد هادیهای مسی میلیمتر

مشخصات فنی باسداکت

- جریان نامی باسداکت

- 100-225-400-600-800-1000-1200-1350-1600-2000-2500-3000-3200-4000-5000A

- ولتاژ عایقی ۱۰۰۰ ولت

- جریان اتصال کوتاه از ۵۰۰۰ تا ۲۰۰ هزار آمپر

- حداکثر افت ولتاژ هر فیدر ۳ درصد

- حداکثر افت ولتاژ کل ۵ درصد

- فرکانس نامی ۵۰ هرتز

- درجه حفاظت IP51 تا IP55

BUS DUCT باسداکت

مشخصات فنی باسداکت

h116		h76		h46			
۸۰۰	۶۲۰	۵۰۰	۴۰۰	۳۱۵	۲۵۰	۲۰۰	جریان نامی باسداکت (آمپر)
۶۰۰							ولتاژ عایقی (ولت)
۴۶۳							تعداد هادیها
IP55 G IP51							درجه حفاظت
۲۲۰	۱۷۶	۱۴۰	۱۰۵	۸۰	۶۰	۴۰	سطح مقطع هادیها (میلیمتر مربع)
۲۲۰	۱۷۶	۱۴۰	۱۰۵	۸۰	۶۰	۴۰	سطح مقطع نول (میلیمتر مربع)
۸۲	۶۰	۵۶	۵۲	۴۸	۳۵	۲۶	جریان اتصال کوتاه (بیک - کیلو آمپر)
۳۵	۲۵	۲۱	۱۹	۱۸	۱۱/۵	۷/۲	جریان اتصال کوتاه (RMS برای یک ثانیه - کیلو آمپر)
۱۵	۱۳/۴	۸	۶/۸	۵/۴	۴/۶	۳/۹	وزن (کیلوگرم به متر) - سه فاز و نول 3P+N

محاسبه سطح مقطع (طراحی) باسداکت - 2

● ۱- تغییر ظرفیت باسداکت با تغییر دما

۵۵°	۵۰°	۴۵°	۴۰°	حد اکثر درجه حرارت محیط
۵۰°	۴۵°	۴۰°	۳۵°	متوسط درجه حرارت محیط در ۲۴ ساعت
۰/۸۴	۰/۹	۰/۹۵	۱	ضریب K

- ۲- تعیین جریان نامی با در نظر گرفتن شرایط عادی، اضطراری، اضافه بار، دمای محیط و ...
- ۳- تعیین جریان اتصال کوتاه با در نظر گرفتن ترانسفورماتور اصلی
- ۴- تعیین افت ولتاژ و مقایسه با افت ولتاژ ۳ و ۵ درصد

مثال محاسبه سطح مقطع (طراحی) باسداکت

هدف از این مثال انتخاب باس داکتی به طول 95 متر جهت کاربرد رایزری در ساختمانی بلندمرتبه می‌باشد. این باسداکت به ترانسفورماتوری با قدرت 630kVA، امپدانس اتصال کوتاه 6٪، جریان نامی 910A و ولتاژ ثانویه 400V متصل است. این ساختمان دارای 74 واحد با کنتور 32A می‌باشد. ضریب همزمانی 0/5 و درجه حرارت محیط برابر با 40 درجه سانتیگراد است.

جریان نامی

با توجه به اینکه 74 واحد با کنتورهای 32 آمپر وجود دارد، حداکثر جریان نامی برابر است با :

$$74 \times 32 = 2368A = \text{شدت جریان تکفاز (به ازاء کل مصرف کننده‌ها)}$$

$$\text{شدت جریان سه فاز} = \frac{2368}{3} = 789,32A$$

$$I = 789 \times 0,5 = 394,7 A = \text{شدت جریان سه فاز با احتساب ضریب همزمانی}$$

باسداکت BUS DUCT

ادامه مثال محاسبه سطح مقطع (طراحی) باسداکت

مقدار جریان بدست آمده باید با توجه به ضریب درجه حرارت محیط مربوطه تصحیح گردد. با توجه به جدول 2-2 برای 40 درجه سانتیگراد ضریب حرارتی برابر با 1 است. بنابراین ظرفیت جریانی موردنظر جهت باسداکت برابر است با:

$$I = \frac{394,7}{1} = 394,7 \text{ A}$$

با توجه به جریان بدست آمده باسداکتی با آمپراژ نامی 400 آمپر انتخاب می گردد.

۴۰۰	۳۱۵	۲۵۰	۲۰۰	جریان نامی باسداکت (آمپر)
۱۹	۱۸	۱۱/۵	۷/۲	جریان اتصال کوتاه (RMS برای یک ثانیه - کیلو آمپر)

ادامه مثال محاسبه سطح مقطع (طراحی) باسداکت

- جریان اتصال کوتاه

با توجه به اینکه جریان اتصال کوتاه در پایانه های ترانسفورماتور دارای بالاترین شدت جریان می باشد،

بنابراین جریان اتصال کوتاه برابر است با:

$$I_{SC}^{p.u.} = \frac{V^{p.u.}}{Z_{SC}} = \frac{1}{Z_{SC}} \Rightarrow I_{SC}^A = I_{SC}^{p.u.} \times I_n^A = \frac{I_n^A}{Z_{SC}} = \frac{910^A}{0.06} = 15.167^{KA} \approx 15^{KA}$$

با توجه به اینکه جریان اتصال کوتاه باسداکت انتخاب شده برابر با 19 کیلو آمپر است، بنابراین باسداکت انتخابی

از دید اتصال کوتاه مناسب است.

ادامه مثال محاسبه سطح مقطع (طراحی) باسداکت

- افت ولتاژ

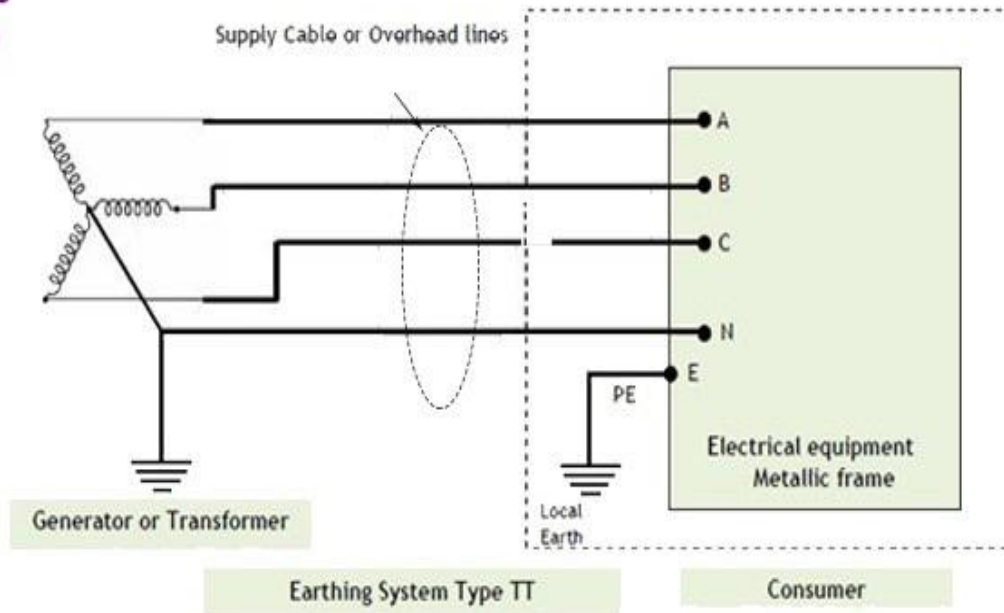
با توجه به کاتالوگ سازنده، باسداکت انتخابی دارای افت ولتاژ 161 میکروولت بر متر برآمپر می باشد. همچنین با توجه به توزیع بار در طول باسداکت ضریب توزیع بار (D) برابر با 0/5 انتخاب می شود.

$$\Delta V \% = \frac{\Delta V}{V} \times 100 = \frac{D \times \Delta U \times I \times L}{V} \times 100 = \frac{0.5 \times 161 \times 10^{-6} \times 394.7 \times 95}{400} \times 100$$

$$\Rightarrow \Delta V \% = 0.75\%$$

بنابراین باسداکت انتخاب شده از دیدگاه افت ولتاژ نیز مناسب است.

سیستم های توزیع -2-



آشنایی با سیستم های توزیع:

سیستم های توزیع انرژی الکتریکی، انرژی الکتریکی مورد نیاز مشترکین خانگی، کشاورزی، عمومی، تجاری و برخی از صنایع کوچک را با ولتاژ اولیه توزیع 20 یا 33 کیلو ولت (در مناطقی از ایران مانند منطقه خوزستان) یا ولتاژ ثانویه توزیع 220 ولت تکفاز و 380 ولت سه فاز تامین می کنند

انواع سیستم های توزیع:

شبکه های الکتریکی از نظر

- (1) طبیعت
- (2) تعداد سیم
- (3) نوع اتصال
- (4) ساخت
- (5) ایمنی و حفاظت

به انواع مختلف تقسیم بندی می شوند که به بررسی اجمالی آن می پردازیم.

: شبکه های الکتریکی از نظر طبیعت -1

(شبکه های جریان متناوب -1-1- AC)

(شبکه های جریان مستقیم -2-1- DC)

: شبکه های توزیع از نظر تعداد سیم -2

: شبکه های توزیع جریان مستقیم-2-1

دو سیمه -2-1-1

سه سیمه -2-1-2

. در شبکه سه سیمه اختلاف پتانسیل بین دو سیم خارجی دو برابر اختلاف پتانسیل بین يك سیم خارجی و سیم میانی است

: شبکه های توزیع جریان متناوب -2-2

فشار ضعیف-2-2-1

دو سیمه-2-2-1-1

سه سیمه -2-2-1-2

چهار سیمه -2-2-1-3

پنج سیمه -2-2-1-4

در شبکه های پنج سیمه ترتیب قرار گرفتن سیم ها از بالا به پایین سیم نول ، سیم معابر و پس از آن سه فاز است به دلیل وجود صاعقه سم نول را بالاتر از همه قرار می دهند تا توسط سیم نول رعد و برق ایجاد شده به زمین منتقل گردد و صاعقه انرژی روی فازهای دیگر نگذرد

فشار متوسط-2-2-2

شبکه های توزیع 20 کیلو ولت (فشار متوسط) به صورت سه فاز سه سیمه می باشد

شبکه های توزیع از نظر نوع اتصال-3

1-3- شبکه های باز یا شعاعی :

شبکه های باز یا شعاعی (رادپال) شبکه هایی هستند که در آن ها مصرف کننده ها فقط از يك طرف تغذیه می شوند در شبکه باز یا شعاعی اگر قسمتی از شبکه معیوب گردد با توجه به محل عیب ، يك یا تعدادی از مصرف کنندگان تا برطرف شدن نقص بدون برق می گردند در این نوع شبکه مقدار خاموشی بیشتر و افت ولتاژ در انتهای خط نسبتا زیاد است . شبکه های باز یا شعاعی برای مناطق کم جمعیت و روستاها که قطع برق باعث خسارت مالی فراوانی نمی شود مورد استفاده قرار می گیرد .

3-2- شبکه های مسدود یا حلقوی :

در محل هایی که قطع اتفاقی جریان برق مجاز نیست جهت بالا بردن ضریب اطمینان کار شبکه ، شبکه از دوسو تغذیه می شود . در این صورت ، باز از کار افتادن یکی از دو خط تغذیه کننده ، قدرت مورد نیاز مصرف کننده ها از سمت دیگر تامین می گردد شبکه های حلقوی در مقایسه با شبکه های باز دارای ضریب اطمینان بالاتری هستند هزینه احداث شبکه های حلقوی از شبکه های باز یا شعاعی بیش تر و محاسبات آن مشکل تر است از شبکه های حلقوی در شهرها و مناطق نسبتا پر اهمیت که تداوم برق رسانی به آن ها مهم است استفاده می شود .

3-3- شبکه های مرکب ، تار عنکبوتی یا غربالی :

شبکه های تار عنکبوتی شبکه هایی هستند که در آنها هر يك از مصرف کننده ها از چندین سو و حداقل از سه سو تغذیه می شوند . ضریب اطمینان کار این شبکه ها بسیار بالا بوده و از نظر اقتصادی گران تمام می شوند . کاربرد شبکه های غربالی در شهرهای بزرگ و تاسیسات مهم از قبیل کارخانجات بزرگ ، فروشگاههای بزرگ ، ساختمان های اداری بزرگ و مناطق حساس است .

4- شبکه های توزیع از نظر ساخت :

4-1- شبکه های هوایی

مزایای شبکه های هوایی عبارتند از :

- 1- احداث آسان تر
- 2- هزینه احداث کم تر
- 3- عیب یابی و رفع عیب آسان تر
- 4- عیب یابی این شبکه ها کم هزینه تر و برای عیب یابی نیاز به افراد متخصص ندارد .

4-2- شبکه های زمینی (کابل های زمینی)

مزایای شبکه های زمینی عبارتند از :

- 1- به حفظ زیبایی شهر کمک می کند
- 2- دارای ایمنی بیشتری نسبت به شبکه های هوایی هستند
- 3- کم تر در معرض خطراتی قرار می گیرد که شبکه های هوایی را تهدید می کند .

سیستم های توزیع از نظر ایمنی و حفاظت -5

5-1- سیستم TN :

TN-C-S -5-1-1

TN-S -5-1-2

TN-C -5-1-3

5-2 - سیستم T.T

5-3 - سیستم I.T (اتاقهای عمل)

سیستم های توزیع

عملکرد جهت حفاظت در برابر برق گرفتگی در سیستم های نیرو بستگی به وضعیت اتصال نقطه خنثی به زمین دارد. برای انتخاب آرایش صحیح یک سیستم نیرو و حفاظت های آن، اطلاع از خواص هر کی از این سیستم ها ضرورت دارد. به طور کلی سه نوع سیستم نیرو TT، TN و It متداول می باشد. استاندارد IEC60346-1 آرایش های مذکور را با دو حرف مخفف نامگذاری کرده است

حرف اول از سمت چپ :

مشخص کننده نوع ارتباط یافتن سیستم قدرت با زمین است.

T : یعنی یک نقطه از سیستم الکتریکی مورد نظر به زمین وصل شده است (معمولاً این نقطه، نقطه خنثی است)

I : یعنی کلیه قسمت های برقدار از زمین ایزوله اند و فقط یک نقطه از سیستم الکتریکی (معمولاً نقطه نول) از طریق یک امپدانس به زمین متصل گردیده است.

حرف دوم از سمت چپ :

مشخص کننده نحوه ارتباط بدنه های هادی به زمین است.

T : یعنی بدنه های هادی مستقیماً به زمین وصل شده اند

N : یعنی بدنه های هادی به نقطه دیگری متصلند که آن نقطه خود به زمین ارتباط دارد. (وصل بودن بدنه های هادی تجهیزات از طریق هادی خنثی یا نول)

حرف اضافی :

وضعیت هادی نول و ارت را نسبت به هم مشخص می نماید.

S : یعنی خط نول و ارت از یکدیگر جدا هستند

C : یعنی نول و ارت، هادی مشترکی دارند (هادی PEN)

1-5-1 سیستم TN:

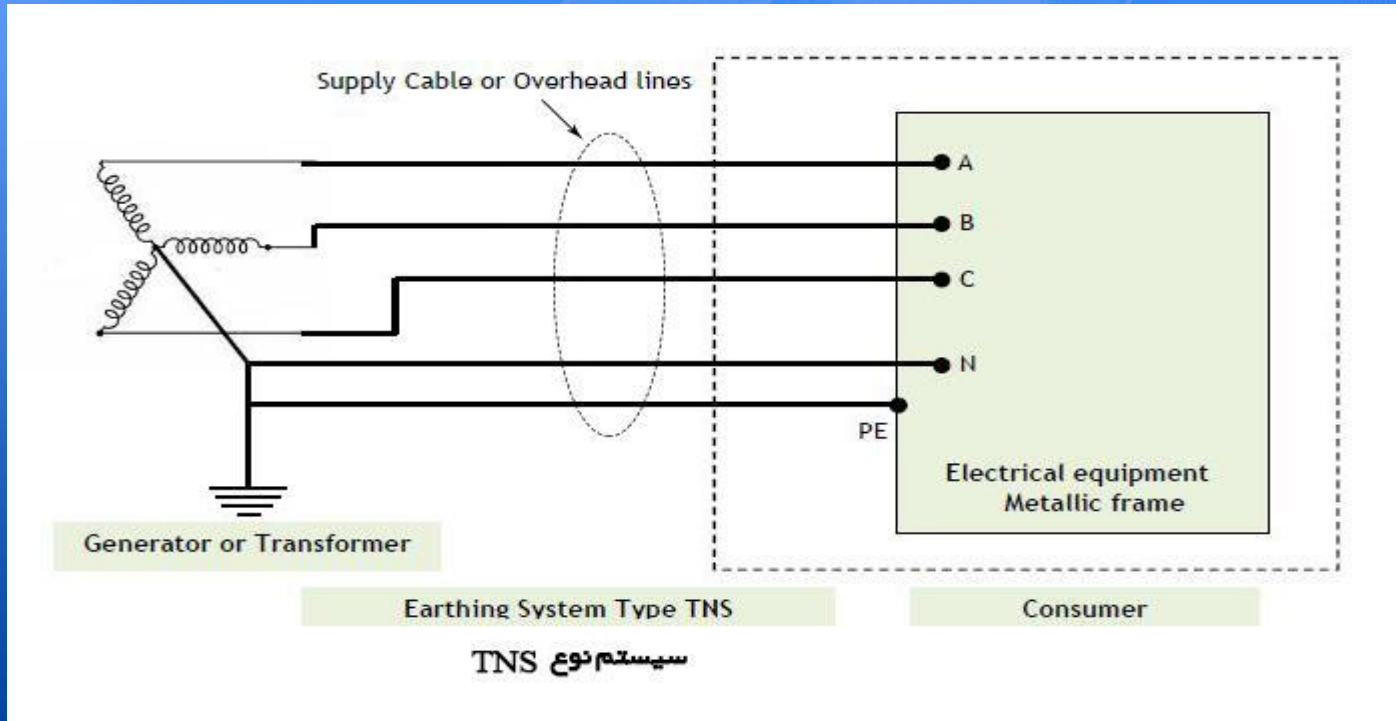
دارای نقطه ای است که به طور مستقیم به زمین وصل شده (نقطه نول ترانسفورماتور در پست) و کلیه بدنه های هادی تاسیسات الکتریکی از طریق هادی های حفاظتی PE به این نقطه زمین شده وصل هستند. بسته به نحوه استفاده از هادی خنثی (نول) و هادی حفاظتی (PE) این سیستم خود به سه دسته تقسیم می شود:

1-5-1-1 سیستم TN-S

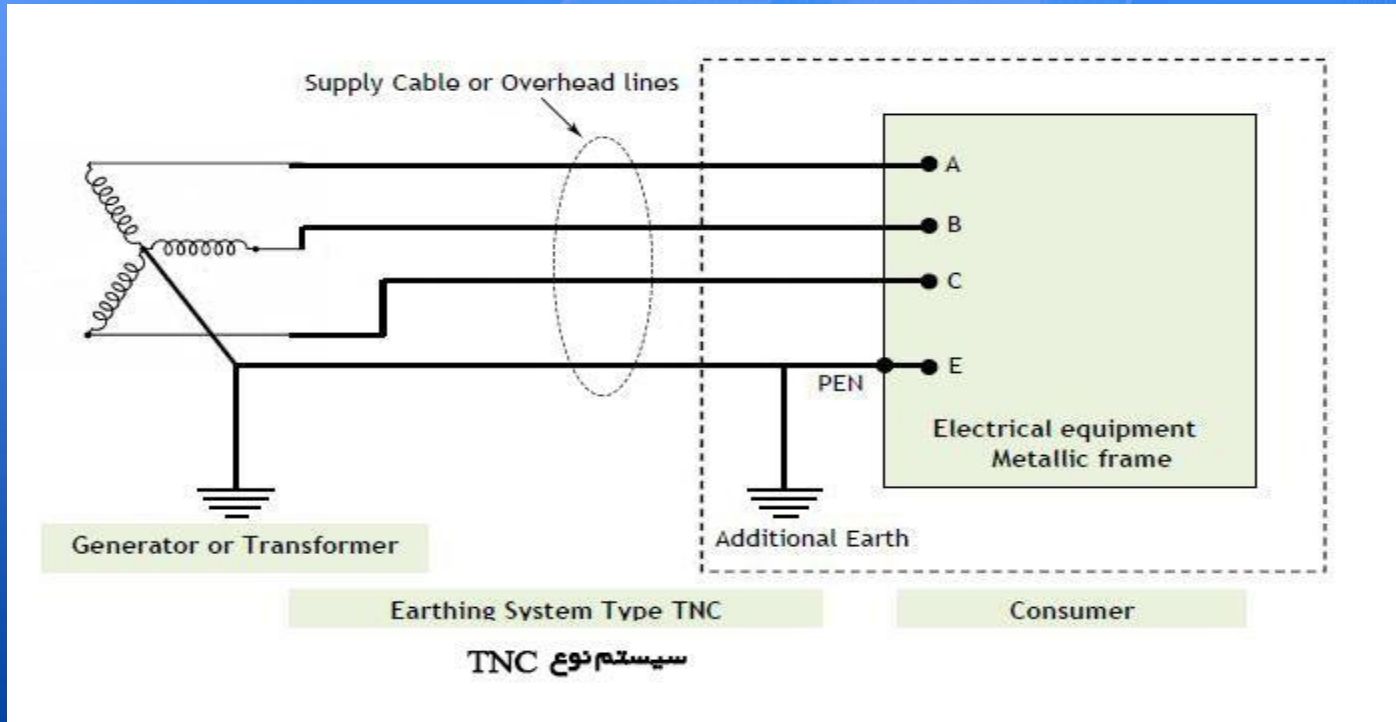
2-5-1-1 سیستم TN-C

3-5-1-1 سیستم TN-C-S

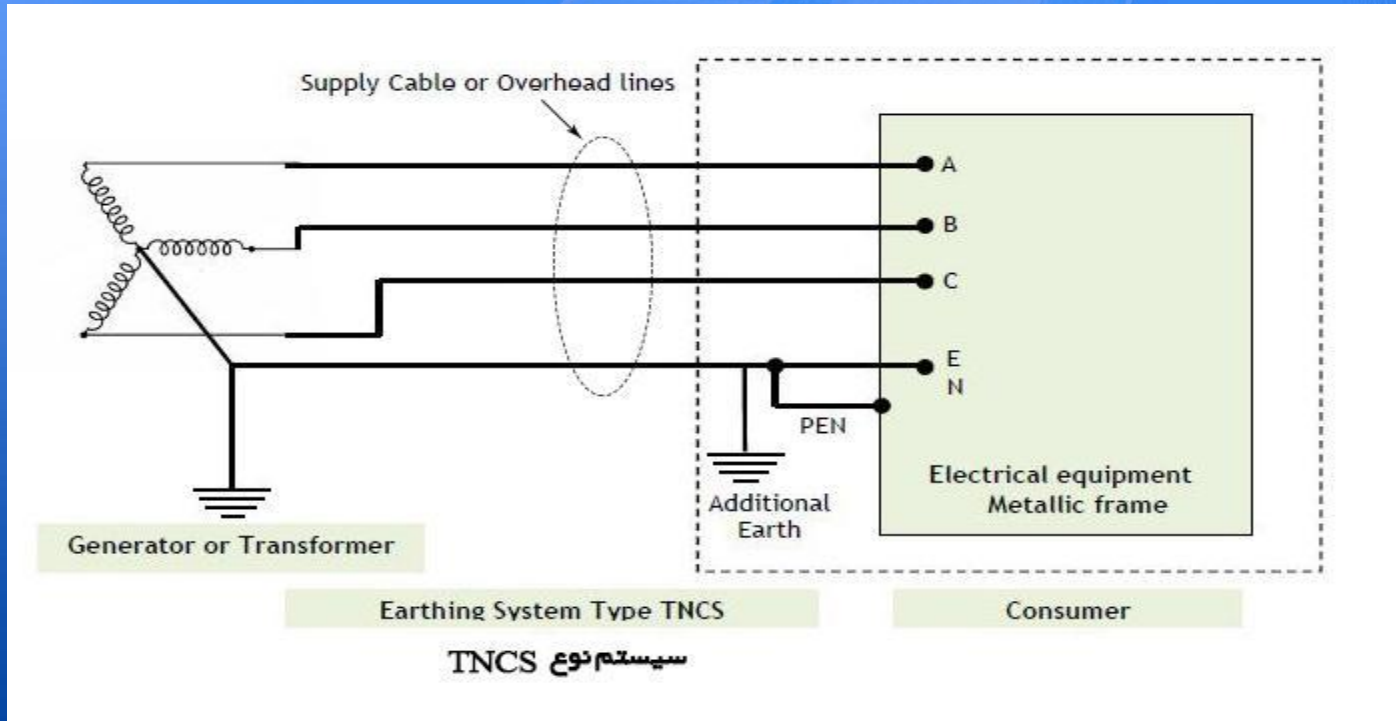
TN-S: سیستم 5-1-1

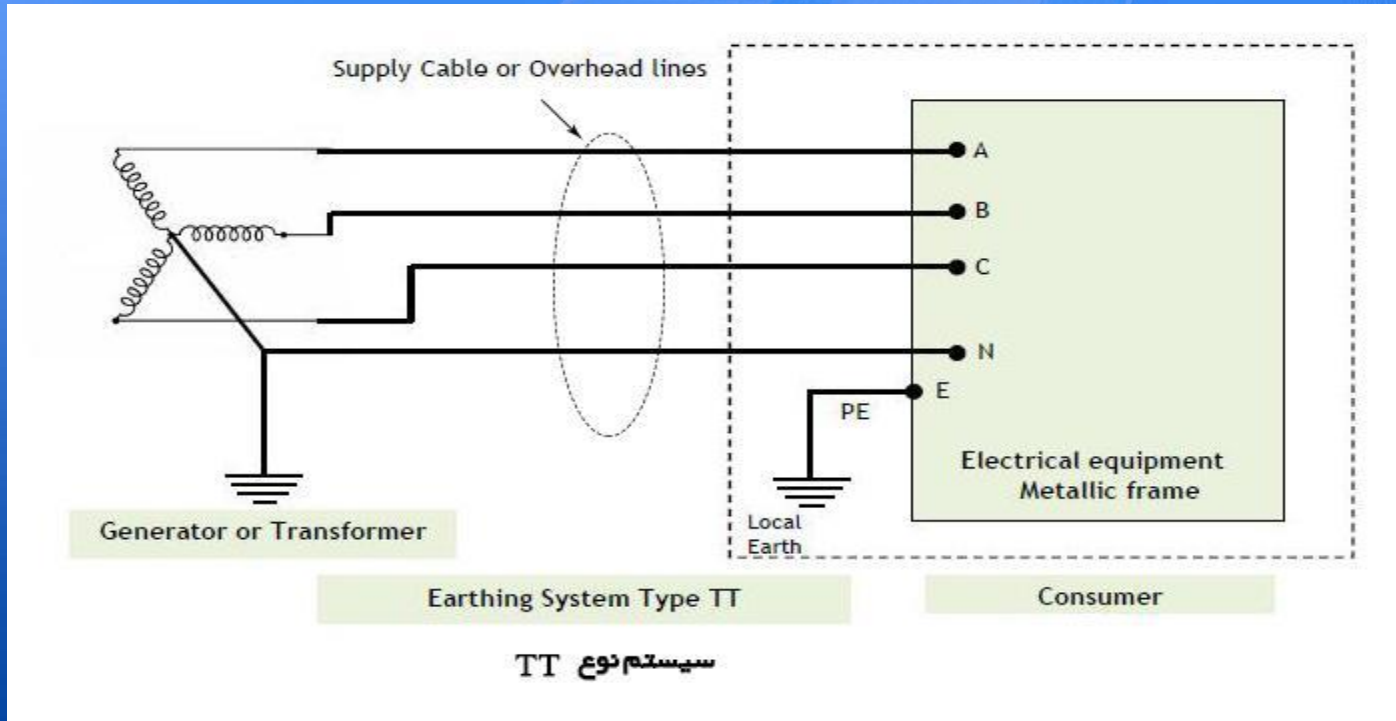


5-1-2- سیستم TN-C

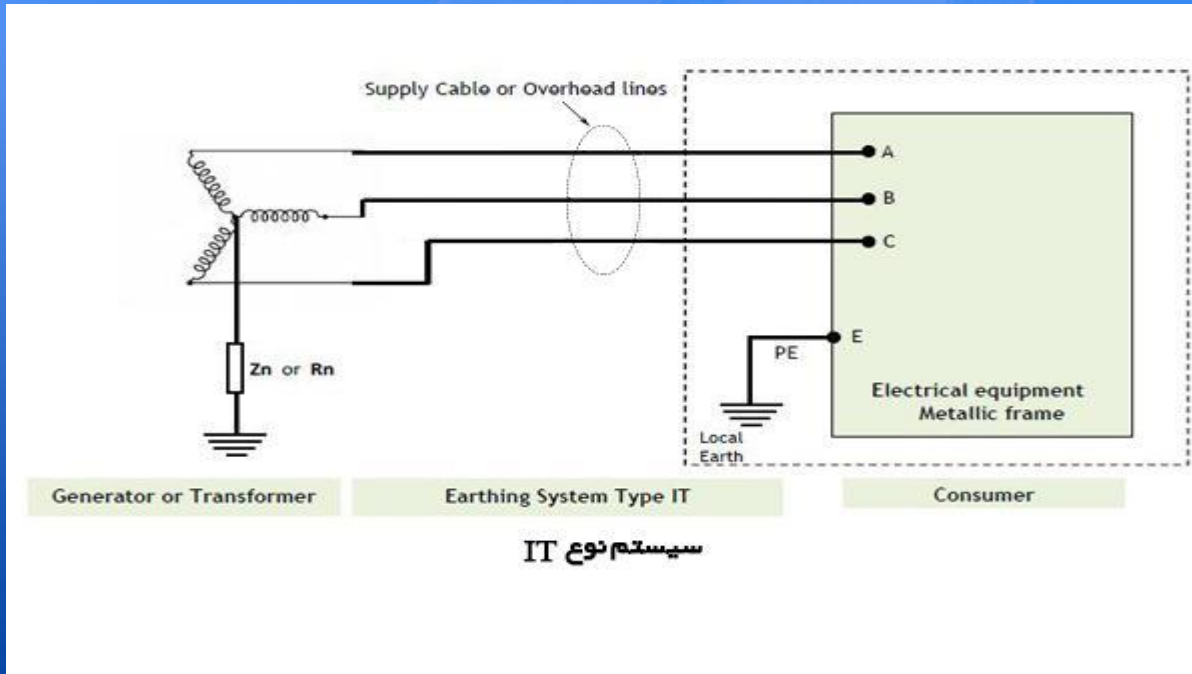


TN-C-S - سیستم 5-1-3





5-3- سیستم I.T (اتاقهای عمل):



بر آورد بار



ضریب همزمانی - SF

- نسبت حداکثر تقاضای همزمان به حداکثر تقاضای غیر همزمان
- موارد استفاده:
 - ۱- تعیین جریان نامی ورودی از منبع تغذیه
 - ۲- تعیین سطح مقطع هادی ها و تعیین افت ولتاژ
 - ۳- تعیین تجهیزات کنترلی و حفاظتی

ضریب بار – LF

- متوسط بار در یک دوره زمانی مشخص تقسیم بر بار پیک
- ضریب بار و ضریب همزمانی، تجربی است
- اعداد داخل جدول، جنبه راهنمایی دارد

توع مصرف	ضریب همزمانی (SF)	ضریب بار (LF)
خانگی	۰/۹۵ - ۰/۷	۰/۲۵ - ۰/۲
تجاری و خدماتی	۰/۹۵ - ۰/۸	۰/۲۵ - ۰/۲
کشاورزی	۱	۱
عمومی	۱ - ۰/۴	۰/۲۵ - ۰/۲
صنعتی	۰/۹۹ - ۰/۶۵	۰/۱۵ - ۰/۹

ظریب همزمانی کاربری های مختلف

بیمارستان ها	ساختمان اداری	مراکز تجاری	گروه مصرفی
0.7-0.9	0.85-0.95	0.95-0.98	روشنایی
0.9-1	1	0.9-1	تهویه مطبوع
0.6-0.8	0.5-0.85	0.6-0.8	آشپزخانه
0.5-1	0.7-1	0.7-1	آسانسور/پله برقی
0.1-0.2	0.1-0.15	0.2	پریزها

سیستم های توزیع

برآورد بار بر اساس وات بر متر مربع

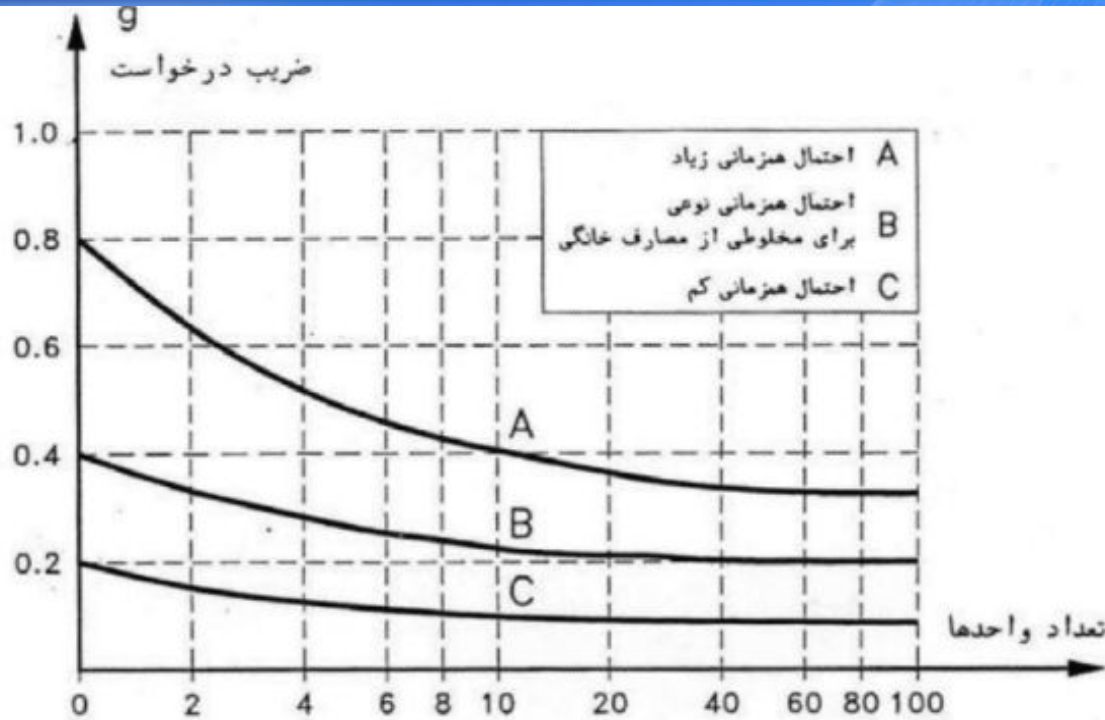
برآورد تقریبی بار موتورهای

توان (VA/m ²)	نوع استفاده
۳-۶	کمپرسور هوا، پمپ
۲۳	تهویه محلهای اداری
۲۵	کارگاه کاربری
۵۰	کارگاه نصب
۷۰	کارگاه قطعه سازی
۳۰۰	کارگاه رنگ کاری
۷۰۰	کارگاه پردازش حرارتی

کاربری فضا	روشنایی	پریز برق	سایر مصارف	توان نصب شده	ضریب همزمانی	جمع (W/m ²)
تجاری	۲۵	۲۰	۱۰	۵۵	۰/۹	۵۰
آموزشی	۲۰	۱۵	۱۰	۴۵	۰/۶۵	۲۹
فرهنگی	۲۰	۱۵	۱۰	۴۵	۰/۶	۲۷
مذهبی	۱۵	۱۰	۱۰	۳۵	۰/۷	۲۴
خدمات جهانگردی و پذیرایی	۱۵	۱۰	۱۰	۳۵	۰/۷	۲۴
درمانی	۲۵	۱۵	۱۵	۵۵	۰/۸	۴۴
بهداشتی	۲۰	۱۵	۱۰	۴۵	۰/۸	۳۶
ورزشی	۳۰	۱۰	۱۰	۵۰	۰/۷	۳۵
اداری	۱۵	۱۵	۱۵	۴۵	۰/۶	۲۷
صنعتی	۲۵	۲۰	۲۵	۷۰	۰/۶	۴۲
تاسیسات و تجهیزات شهری	۱۵	۱۰	۰	۳۰	۰/۷	۲۱
حمل و نقل اتابرها	۱۰	۵	۵	۲۰	۰/۵	۱۰
مراکز تفریحی	۱۵	۱۵	۱۵	۴۵	۰/۵	۲۳
تولیدی	-	-	-	۷۰	۰/۸	۵۶
فضای سبز	-	-	-	۲	۱	۲

سیستم های توزیع

برآورد بار بلوک های ساختمانی



● روش اول:

IEC منحنی

شکل منحنی ضریب درخواست برای یک گروه واحد مسکونی

● روش دوم: فرمول

P: توان هر واحد مسکونی

N: تعداد واحد مسکونی

$$P_t = \left(0.2 + \frac{0.80}{\sqrt{N}}\right) N \cdot P$$

$$P = \frac{W(KWh)}{720 \times LF} \Rightarrow P_t = N \times P$$

$W : 150 \quad 250 \quad 350 \quad 500 \quad 700 \quad KWh$

● روش سوم:

فرمول توانیر

W = مصرف هر واحد

مثال برآورد بار بلوک های ساختمانی

- بار یک مجتمع آپارتمانی دارای ۸۰ واحد مسکونی (۲۵ آپارتمان) را با سه روش محاسبه کنید.

$$P_1 = 25 \times 220 \times 0.9 \approx 5 \text{ Kw} \quad \text{بار هر واحد برابر است با:}$$

روش اول (IEC): با توجه به منحنی A ضریب همزمانی 0.3 بدست می آید:

$$SF = 0.3 \Rightarrow P_t = 0.3 \times 80 \times 5 = 120 \text{ Kw}$$

$$P_t = \left(0.2 + \frac{0.8}{\sqrt{80}}\right) \times 80 \times 5 = 116 \text{ Kw} \quad \text{روش دوم:}$$

$$P = \frac{W}{T.LF} = \frac{350}{720 \times 0.33} \approx 1.5 \text{ Kw} \quad \text{روش سوم: با احتساب خانوار}$$

$$P_t = 80 \times 1.5 = 120 \text{ Kw}$$

متوسط و مصرفی ماهانه 350KWh

مثال: تابلو عمومی یک ساختمان مسکونی که در موتورخانه مستقر است موارد زیر را تغذیه می نماید. مطلوبست برآورد بار تابلو:

- دو بوستر پمپ زمینی سه فاز به قدرت هر کدام 1.5hp
- یک پمپ زمینی سه فاز تامین آب و شرب به قدرت 5.5hp
- پمپ آتش نشانی سه فاز به قدرت 10hp
- پمپ خطی سیرکولاسیون آب گرم بهداشتی به قدرت 0.15 hp
- تابلو آسانسور با موتور 10Kw

تابلو توزیع پارکینگ و زیرزمین شامل مدار پریز 5^{Kw} ، مدار روشنایی 1^{Kw}

- ضریب قدرت موتورها را ۰,۸، راندمان موتورها را ۷۵ درصد، ضریب همزمانی روشنایی را ۰,۹ و پریزها را ۰,۲ فرض می کنیم.
- رابطه توان ورودی موتورها بر حسب کیلووات به توان خروجی موتورها بر حسب اسب بخار:

$$P_{in}^{Kw} = \frac{P_{out}^{Kw}}{\eta} = \frac{P_{out}^{hp} \times 0.736}{0.75} \approx P_{out}^{hp}$$

سیستم های توزیع

$$I_{Bp} = \frac{1.5}{\sqrt{3} \times 0.38 \times 0.8} = 2.85^A$$

پمپ زمینی سه فاز به قدرت هر کدام 1.5hp

$$I_{wp} = \frac{5.5}{\sqrt{3} \times 0.38 \times 0.8} = 10.45^A$$

پمپ زمینی سه فاز تامین آب شرب 5.5hp

$$I_{FP} = \frac{10}{\sqrt{3} \times 0.38 \times 0.8} = 19^A$$

پمپ آتش نشانی سه فاز به قدرت 10hp

$$I_{H.wp} = \frac{0.15}{0.22 \times 0.8} = 0.85^A$$

پمپ خطی سیرکولاسیون آب گرم بهداشتی
به قدرت 0.15 hp

سیستم های توزیع

$$I_{Li} = \frac{10}{\sqrt{3} \times 0.38 \times 0.8} = 19^A$$

تابلو آسانسور با موتور 10Kw

پریزها ($5^{KW} \Leftrightarrow 25^A$) و روشنایی ($1^{KW} \Leftrightarrow 5^A$) ضریب همزمانی کل (۰,۹)

$$I_{DP} = 0.9 \times (0.9 \times 5^A + 0.3 \times 25^A) = 10.8^A$$

Phase	I _{BP}	I _{WP}	I _{FP}	I _{Li}	I _{H.wp}	I _{DP}	$\sum I$	SF	$\sum I$
R	2 × 2.85	10.45	19	19	0.85	-	55	0.7	38.5
S	2 × 2.85	10.45	19	19	-	10.8	65	0.7	45.5
T	2 × 2.85	10.45	19	19	-	-	54.15	0.7	37.9

ماکزیمم جریان فازها 45.5 بوده پس نیاز به انشعاب برق 50^A سه فاز می باشد

ترانسفورماتور توزیع:

- وابستگی ظرفیت ترانس به دما و ارتفاع سطح دریا
- ضریب قدرت ۰,۸
- در نظر گرفتن ۲۰٪ بالاسری

$$S_{Actual} = \frac{P_{Initial}}{K_T \times K_h \times 0.8 \times 0.8}$$

- **KT** ضریب دمای محیط نسبت به ۳۰ درجه سانتی گراد
 - ۱ درصد کاهش با افزایش ۱ درجه دما
 - ۱,۵ درصد افزایش با کاهش ۱ درجه دما
- **Kh** ضریب ارتفاع از سطح دریا بالای ۱۰۰۰ متر
 - ۱ درصد کاهش با افزایش هر ۲۰۰ متر
 - ۱ درصد افزایش با کاهش هر ۲۰۰ متر

مثال:

- مطلوب است قدرت ترانسفورماتور برای مجمعی با ۵۰ کنتور سه فاز ۵۰ آمپر و ۱۵۰ کنتور تک فاز ۳۲ آمپر. (ضریب همزمانی را ۰,۴ فرض کنید) (دما ۳۵- ارتفاع ۱۰۰۰)

● حل:

$$P_{total} = 50 \times 30^{KW} + 150 \times 6.4^{KW} = 2460^{KW}$$

● حداکثر بار کنتور:

$$P_{Initial} = 0.4 \times 2460^{KW} = 984^{KW}$$

● دیماندرخواستی:

● قدرت ترانس

$$S_{Actual} = \frac{984^{KW}}{1 \times 0.95 \times 0.8 \times 0.8} = 1618^{KVA}$$

● نوع ترانس: ۲ ترانس ۸۰۰ KVA

برق اضطراری (دیزل ژنراتور)



سیستم های توزیع



برق اضطراری
(دیزل ژنراتور)

مشخصات اتاق دیزل ژنراتور

اتاق دیزل ژنراتور بایستی در محلی ساخته شود که از نظر لرزش ، سر و صدا و دود کنترل شده باشد و همچنین امکان حمل و نقل پیش بینی شود (VOID)

به طور کلی فونداسیون مدارهای برق باید مستقل از پی ساختمان و مجهز به لرزه گیرهای مناسب محل استقرار باشد و آسیبی به پی ها بنا نرساند.

برای ژنراتورهای کمتر از 150KVA باید بر طبق نقشه های کارخانه سازنده از فونداسیون تک لایه استفاده شود و برای قدرت های بالاتر از فونداسیون دولایه استفاده شود.

در اطراف محل نصب مدارهای برق باید فضای کافی برای دسترسی به لوازم و تجهیزات مربوط به موتور و ژنراتور و انجام تعمیرات پیش بینی شود.

به منظور خفه کردن سر و صدای دیزل ژنراتور معمولاً قبل از نازک کاری بهتر است دیوارهای اتاق با ورقهای یونولیت به ضخامت ۱ سانتی متر پوشانده شود.

به منظور محکم کردن ژنراتور و موتور به فونداسیون از شاسی های فولادی و ناودانی شکل که با پیچ به فونداسیون نصب می شود استفاده می گردد.

محاسبه ظرفیت دیزل ژنراتور

● عوامل موثر:

- ۱ - دمای محیط
 - ۱٪ برای هر ۵ درجه بالاتر از ۳۰ درجه سانتی گراد (KT)
- ۲ - ارتفاع از سطح دریا
 - ۱٪ برای هر ۱۰۰ متر بالاتر از ۱۰۰۰ متر از سطح دریا (Kh)
- ۳ - حالت های کاری دیزل: (Kwm)
 - ۳-۱ - استندبای (آماده کار - اضطراری) - ۶۰۰ ساعت کار در سال - درصد بارگیری: ۱۰۰٪ - در موارد اضطراری قطع برق
 - ۳-۲ - پرایم (حالت اصلی یا پیوسته) - بیشتر از ۶۰۰ ساعت در سال - درصد بارگیری: ۹۰٪ - استفاده موقت و حداکثری
 - ۳-۳ - کانتینیوس (دائم) - استفاده دائم - روزی ۸ تا ۱۲ ساعت - درصد بارگیری: ۷۰٪ - استفاده در مرکز دیتا



● بار اضطراری = ۲۵ درصد بار کل ساختمان

● ساختمان های بلند مرتبه = ۴۰ درصد بار ساختمان

● بار اضطراری شامل آسانسور و پمپ آتش نشانی
می باشد

● توان موتور دیزل = ۳۰ درصد بیشتر از توان ژنراتور

● توان نامی دیزل ژنراتور (KVA) = ۳۰-۳۳-۴۴-۷۰-
۱۱۰-۱۳۲-۱۷۰-۲۲۰

- مثال: قدرت تابلوی اصلی هتلی **63A** سه فاز بوده و هتل به آسانسوری به قدرت **10KW** و پمپ آتش نشانی **10hp** می باشد اگر دمای محیط 40° درجه سانتی گراد و ارتفاع از سطح دریا 1000 متر باشد مطلوب است ظرفیت دیزل ژنراتور در حالت کاری پیوسته.

$$P_t = \sqrt{3} \times 63 \times 380 \times 0.8 = 33.2KW$$

● حل: توان تابلو:

- توان آسانسور و پمپ آتش نشانی را از توان تابلو کم می کنیم و با ضریب همزمانی 0.25 به توان دیزل اضافه می کنیم (توان خروجی اسب بخار با توان ورودی کیلووات برابر است)

$$P_{EL} = P_{lift} + P_{FP} + 0.25(33.2 - 20) = 23.3KW$$

- ضریب دما، ارتفاع، ضریب قدرت و ضریب حالت کاری دیزل ژنراتور:

$$K_h = 0.95 \quad K_T = 0.98 \quad \cos \varphi = 0.8 \quad K_{wm} = 0.7$$

- محاسبه ظرفیت نهایی دیزل ژنراتور:

$$S_{DG} = \frac{P_{EL}}{K_h K_T \cos \varphi K_{wm}} = \frac{23.3Kw}{0.95 \times 0.98 \times 0.8 \times 0.7} = 44KVA$$

محاسبه ظرفیت مخزن سوخت دیزل ژنراتور

- مثال: اگر یک دیزل ژنراتور به ازای هر **4kwh** انرژی تولیدی یک لیتر گازوئیل مصرف کند ظرفیت مخزن ذخیره آن برای ۱۵ شبانه روز و روزی ۴ ساعت کارکرد را محاسبه کنید. ظرفیت نامی دیزل، **250KVA** است.

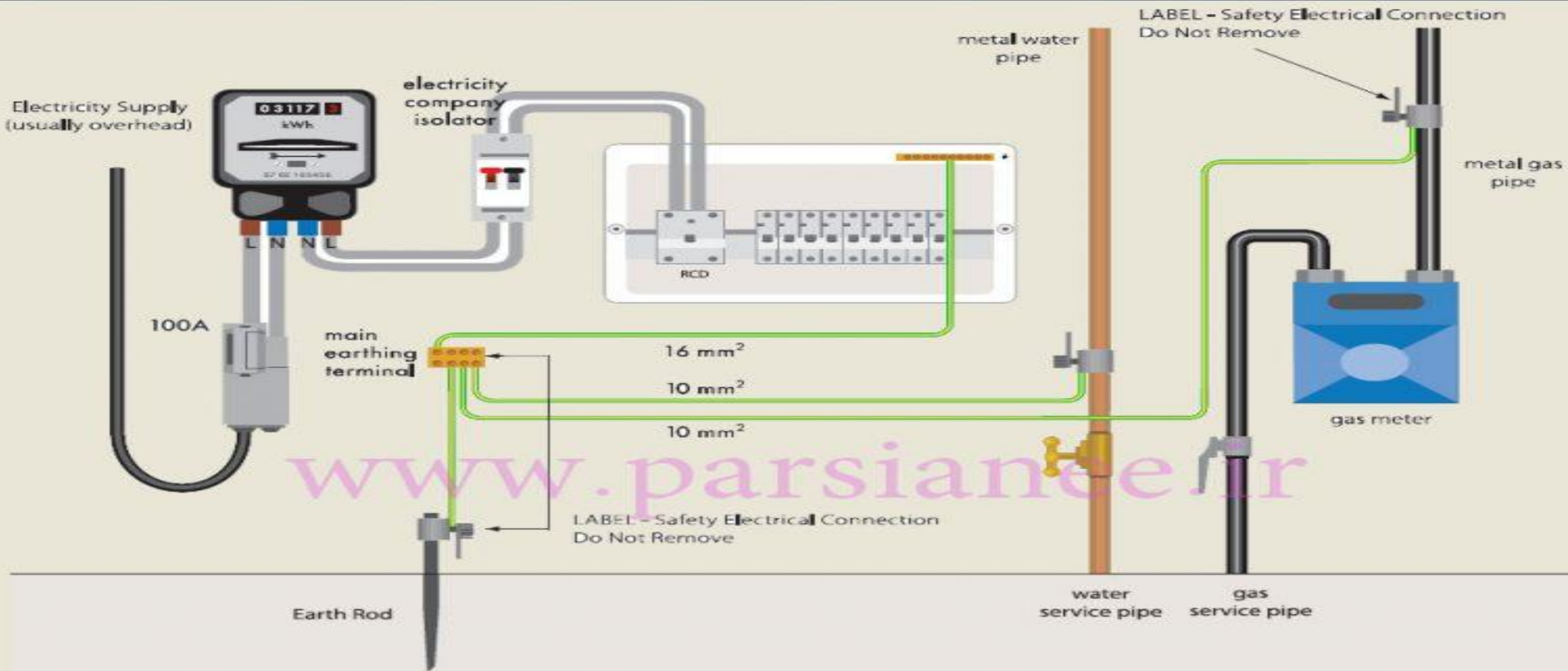
● حل:

$$Fuel = \frac{250^{KVA} \times \cos \varphi \times 0.8 \times 4^h \times 15^{day}}{4^{KWh}} = 3000^{Liter}$$

سیستم های ارتینگ و هم بندی



سیستم های ارتینگ و همبندی - 3



اهداف سیستم زمین:

سیستم اتصال به زمین (ارتینگ) دو هدف را دنبال می کند:

1- حفظ جان افرادی که با وسایل الکتریکی در ارتباط هستند:

ایجاد یک مسیر از بدنه تجهیزات الکتریکی به زمین به عنوان جسمی که مقاومت پایین پیدا کرده است سبب می شود در صورت اتصال الکتریکی بخشی از مدار به بدنه، جریان بجای عبور از بدن اشخاص، از مسیر با مقاومت کمتر عبور کند تا بدین وسیله جان افراد از جریان برق مصون بماند.

2- حفظ سلامت سیستم صرف نظر از مسائل ایمنی:

وسایل الکتریکی بطور کلی از دو بخش رسانا و عایق تشکیل شده است در حالت کارکرد نرمال مدار، تمام جریان باید از رساناها عبور کنند و مواد عایق جریانی نداشته باشند. عایق ها حساس تر از هادی ها هستند و با افزایش دما و افزایش ولتاژ مستهلک می شوند. سیستم اتصال زمین در سالم نگه داشتن عایق تاثیرگذار است. اتصال به زمین منبع تغذیه در بهبود عملکرد سیستم تاثیرگذار است.

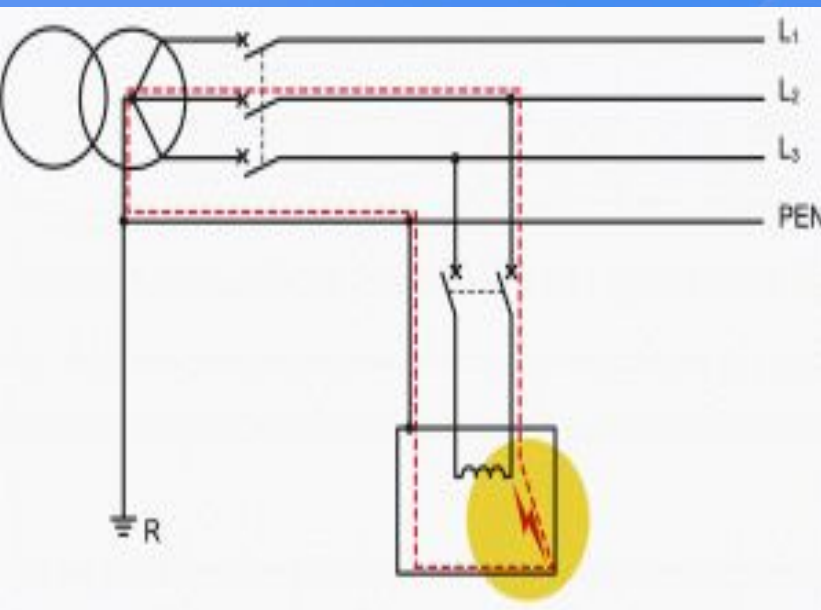
انتخاب سیستم های ارتینگ سیستم :

انتخاب سیستم های ارتینگ بستگی به نیازها و اهدافی دارد که غالباً متفاوت است به حدی که گاهی اوقات چندین سیستم باید در یک تاسیسات (جزیره ای) ایجاد شوند تا بتوانند ایمنی ، قابلیت نگهداری یا کارایی لازم را داشته باشند .

ویژگیهای سیستم های ارتینگ:

ویژگیهای سیستم های ارتینگ متناسب با نوع سیستم توزیع مورد بررسی قرار می گیرد سیستم های متداول در بخش قبل توضیح داده شد. حال مطابق هر یک از آن سیستم ها به بررسی های لازم در ادامه خواهیم پرداخت.

سیستم های ارتینگ و همبندی



سیستم ارتینگ در شبکه: TN:

اگر خطای عایق در هر نقطه‌ای از تاسیسات اتفاق بی افتد که بر روی هادی فاز و هادی حفاظتی یا قسمت رسانا قرار گرفته باشد ، منبع تغذیه باید به طور خودکار و مطابق با زمان شکست مشخص t و برآورده کردن شرط زیر قطع شود :

$$Z_s \times I_a \leq U_c$$

جایی که:

Z : امپدانس حلقه خطا شامل خط منبع تغذیه ، هادی محافظ و منبع تغذیه (سیم پیچ ترانسفورماتور)

I_a : جریان عملکرد دستگاه حفاظتی در مدت زمان مشخص شده

U_c : ولتاژ نامی فاز

شکل خطای عایق بر روی بار متصل در یک سیستم TN-C

سیستم ارتینگ در شبکه: TT

اگر خطای عایق روی یک گیرنده رخ دهد ، جریان خطا I_f در حلقه خطا گردش می کند. این مدار شامل مقاومت خطا روی:

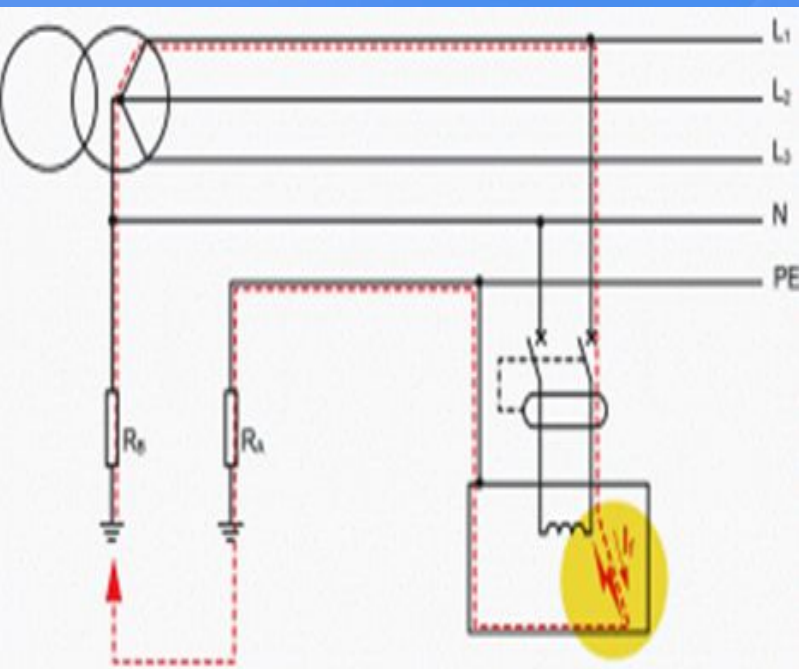
(1) قسمت رسانای بار متصل قابل رویت می باشد.

(2) اتصال این هادی قابل رویت به هادی محافظ

(3) خود هادی محافظ و

(4) اتصال زمین آن (R_A).

در نهایت حلقه خطا توسط سیم پیچ ترانسفورماتور و مدار منبع تغذیه بسته می شود.



سیستم ارتینگ در شبکه: IT

سیستم IT : خطای اول

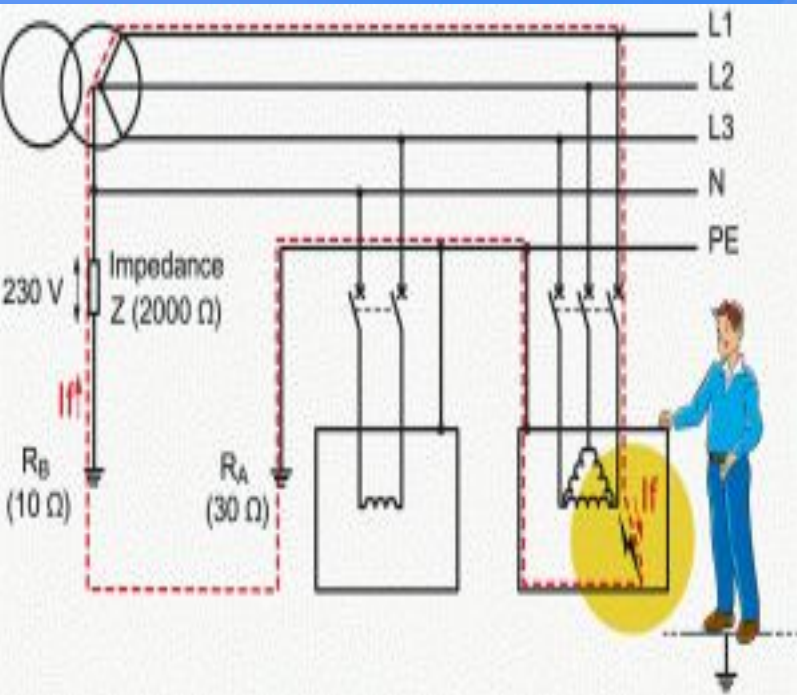
جریان خطای اول (I_f) توسط مجموع مقاومت های اتصال زمین و منبع تغذیه (R_B). رساناهای در معرض (R_A) و امپدانس (Z) محدود شده است

$$I_f = U_0 / (R_A + R_B + Z) = 230 / (30 + 10 + 2000) = 0,112A$$

شرط عدم شکست باید بررسی شود ، اطمینان حاصل شود که جریان در هادی های در معرض باعث ایجاد ولتاژ بالاتر از حد مجاز UL افزایش نمی یابد.

بنابراین لازم استپ

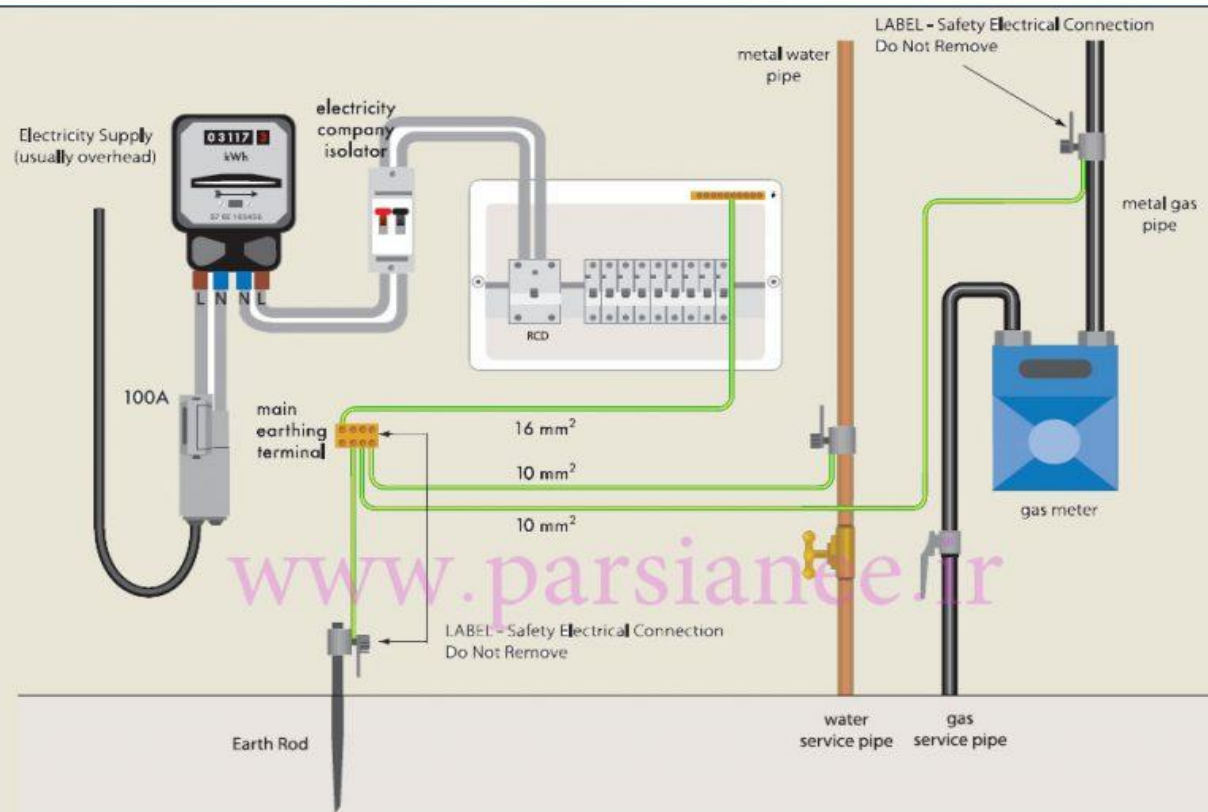
$$50 V > R_A \times I_f$$
$$30 \times 0,112 = 3,36 V$$



هم بندی:

- هم‌بندی: اتصال الکتریکی بین تمام اجزای فلزی برای هم‌ولتاژ کردن (تقریباً صفر)
- مبحث ۱۳: الزامی بودن هم‌بندی اصلی در تمام ساختمان‌ها
- مبحث ۱۳: الزامی بودن هم‌بندی اضافی برای محیط‌های مرطوب
- مزایا:
 - مطمئن‌ترین روش حفاظت از برق‌گرفتگی
 - کاهش خطر آتش‌سوزی ناشی از برق
 - حفاظت از تجهیزات
 - رفع نگرانی ناشی از عدم اطمینان وسایل حفاظتی

سیستم های ارتینگ و همبندی



نمونه ای از
همبندی ساده

سیستم های ارتینگ و همبندی

هم بندی

دستورالعمل طرح و اجرای هم بندی در ساختمانها

پ ۱-۱۰-۲ انواع الکترودهای زمین

الکترودها از نظر شکل و طرز قرار گرفتن آنها در زمین به شرح زیر تقسیم می شوند:

الف) الکترودهای صفحه‌ای

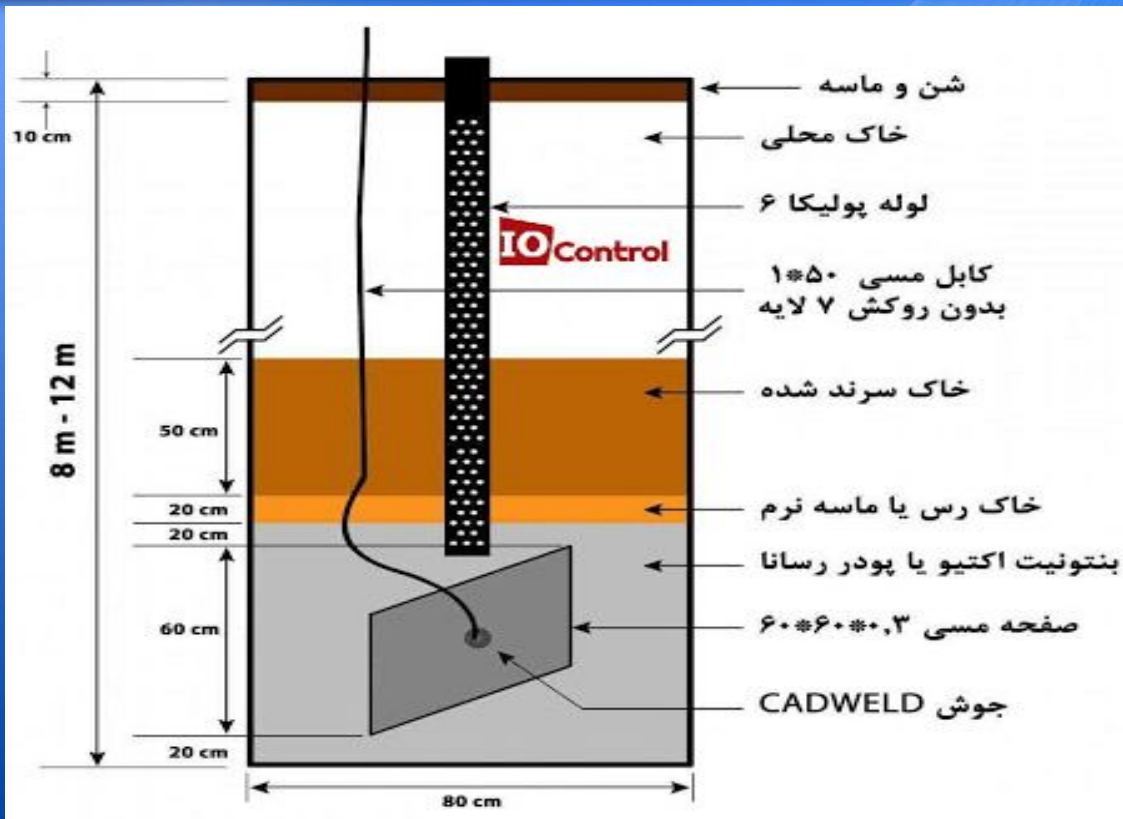
ب) الکترودهای قائم

پ) الکترودهای افقی

پ ۱-۱۰-۲-۱ الکترودهای صفحه‌ای

در مناطق با خاک مرطوب و نمناک از الکترودهای صفحه‌ای کم عمق استفاده می‌شود، حداقل پوشش خاک از لبه بالایی صفحه برابر $1/5$ متر خواهد بود. در غیر این صورت نصب الکترودهای در عمق زیاد (بیش از ۳ متر) با هدف رسیدن به لایه‌های نمناک زمین انجام می‌گیرد، در هر دو حالت این صفحه بصورت عمودی در زمین قرار می‌گیرد.

سیستم های ارتینگ و همبندی



جزئیات اجرای چاه ارت

پ ۱-۲-۲-۱۰ الکترودهای قائم

الکترودهای قائم به خاطر تماس بیشتر لایه های خاک در طول قائم الکتروود و همچنین در مواردی که فضای افقی کافی در دسترس نباشد از متداول ترین نوع الکترودها می باشند. انواع الکترودهای قائم که با روش کوبیده شدن در زمین و یا به روش دفنی (حفر چاه) نصب می شوند عبارتند از :

الف) الکترودهای میله ای

ب) الکترودهای لوله ای

پ) سیم لخت چند مفتولی

تبصره: عمق دفن الکترودهای قائم کوبیده شده در زمین نباید از دو متر کمتر باشد.

پ ۱-۳-۲-۱۰ الکترودهای افقی

استفاده از این الکترودهای افقی وقتی مطرح است که امکانات و محوطه با وسعت کافی جهت اجرای آن وجود داشته باشد.

الکترودهای افقی در شکل های مختلف در عمق $0/5$ تا $0/8$ متری از سطح زمین نصب می شوند و انواع این الکترودهای افقی عبارتند از:

(الف) تسمه

(ب) سیم لخت چندمفتولی

(پ) میلگردهای فولادی داخل بتن (بتن مسلح)

(ت) هر نوع فلز دفن شده در زمین و در تماس با آن، مانند زره و غلاف فلزی کابلها و اجزای فلزی سازهها و غیره

برقگیر (صاعقه گیر)



ضوابط و نکات اجرایی برقگیر(صاعقه گیر)

- الزام استفاده از صاعقه گیر برای ساختمان های بیشتر از ۲۳ متر و ۷ طبقه به بالا
- حداقل سطح مقطع هادی پایین رو ۵۰ میلی متر مربع
- عدم اتصال صاعقه گیر و هادی به بدنه
- جدا بودن داکت هادی پایین رو از بقیه داکت ها
- هادی پایین رو بدون اتصال و مفصل باشد
- چاه ارت مجزا برای صاعقه گیر و رعایت فاصله از چاه ارت ساختمان

ضوابط و نکات اجرایی برقگیر (صاعقه گیر)

- مهم ترین و کامل ترین استاندارد در زمینه سیستم های صاعقه گیر: **NFC 17-102**

- هادی پایین رو می تواند تسمه $3 * 20$ ، هادی 50 یا 70 میلی متر باشد.

- استفاده از صاعقه گیر رادیو اکتیو ممنوع است.

- زیان آورترین و خطرناک ترین نوع صاعقه، ابر به زمین است

- استفاده از دو مسیر هادی نزولی در موارد زیر الزامی است:

- ساختمان های بالای 28 متر

- سالن های صنعتی که عرض سقف از ارتفاع ساختمان بیشتر است

ضوابط و نکات اجرایی برقگیر(صاعقه گیر)

- تعداد بست ها جهت هادی میانی در هر متر حداقل:
۳ عدد
- جوش کدولد (Cad Weld) یا احتراقی، بهترین نوع جوش در سیستم صاعقه گیر
- در ساختمان های دارای هلی پد (Helipad):
 - ۱- فاصله دکل باید حداقل ۳۰ متر باشد (دو برابر طول ملخ هلیکوپتر)
 - پایه دکل باید به رنگ سفید و قرمز باشد و در شب چراغ هشدار داشته باشد

ضوابط و نکات اجرایی برقگیر (صاعقه گیر)

- برای حفاظت تابلوهای برق، تلفن و غیره استفاده از سرچارستر لازم است.
- سرچارستر **Surge arrester** – وسیله‌ای است که دستگاه های برقی را از آسیب ناشی از افزایش ناگهانی ولتاژ حفظ می کند
- صاعقه گیر الکترونیکی حداقل باید ۲ متر بالاتر از بلندترین نقطه ساختمان باشد
- شعاع حفاظت: حداکثر فاصله تحت حفاظت صاعقه گیر از محل نصب صاعقه گیر

انواع برقگیر (صاعقه گیر)

۱- برق گیر قفس فارادی

- شامل تعدادی میله برق گیر متصل با تسمه های مسی به یکدیگر و متصل به شبکه زمین

۲- برق گیر مولد اولیه موسوم به الکترونیکی **Early Streamer Emission**

- شامل یک یا چند پایانه هوایی الکترونیکی و متصل با تسمه های مسی به یکدیگر و متصل به شبکه زمین

توصیه

- در زمان وقوع رعد و برق رعایت موارد زیر الزامی است:
 - دوری از درها، پنجره ها و وسایل فلزی
 - بیرون کشیدن دوشاخه وسایل برقی
 - دور شدن از نقاط مرتفع و باز
 - دور شدن از درختان
 - دور شدن از ستون های برق، سیم های هوایی
 - خارج شدن از آب (داخل آب یا قایق)

با تشکر از توجه شما