

مبحث سیزدهم مقررات ملی ساختمان
طرح و اجرای تأسیسات برقی ساختمان ها

سیستم های نیرو

نوع سیستم نیرو از دو حرف تشکیل شده است. حرف سمت راست نحوه ارت کردن مصرف کننده و حرف سمت چپ نحوه ارت کردن منبع تغذیه یا همان ترانس است.

T: Terra

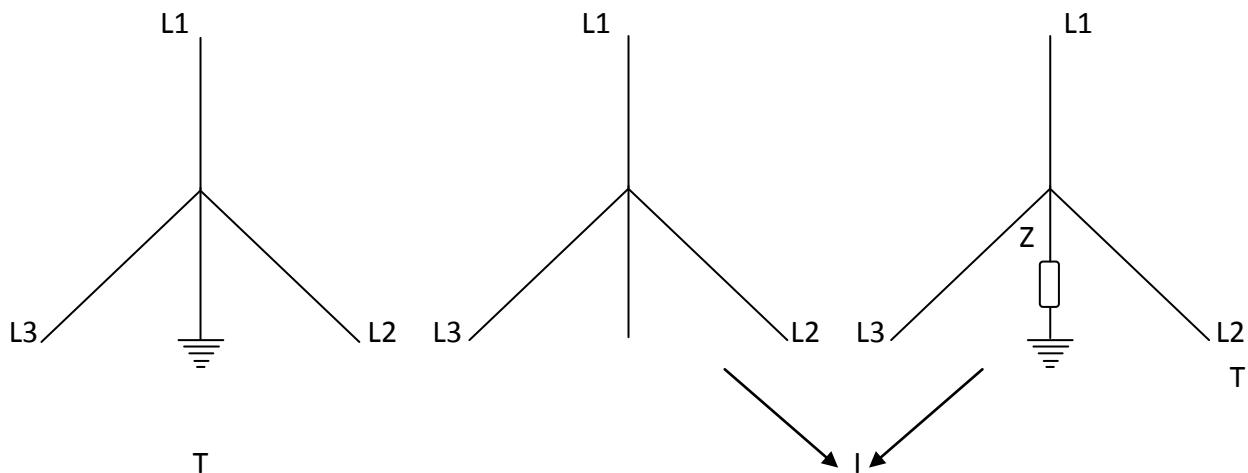
I: Insulation

N: Natural

C: Common

S: Separated

حرف سمت چپ: اگر T باشد یعنی نقطه ای از ترانس (معمولأً نول) زمین شده است، اگر I باشد یعنی اینکه نول ترانس یا رها شده و یا با یک امپدانس با مقاومت بالا به زمین متصل شده است.



مقدار Z در تولید HRG و در توزیع LRG می باشد.

در سیستم های I تشخیص اتصالی بسیار مشکل بوده و به تجهیزات خاصی نیاز دارد

حرف سمت راست: (ارت مصرف کننده)

اگر بدن مصرف کننده مستقیماً زمین شود از حرف T استفاده می شود.

اگر بدن مصرف کننده رها شود از حرف I استفاده می شود. (این حالت متصور نیست و مورد استفاده قرار نمی گیرد).

اگر بدن مصرف کننده به نول وصل شود از حرف N استفاده می شود.

سیستم های نیرو یکی از سیستم های TT، IT و TN می باشد.

در سیستم TN با اولین اتصال بدن مدار از کار می افتد چرا که مدار اتصال کوتاه تشکیل و جریان بسیار زیادی از مدار عبور کرده و حفاظت در سیستم مدار را قطع می کند.

در سیستم IT با اولین اتصال بدن مدار از کار نمی افتد و به کار خود ادامه می دهد. برق گرفتگی رخ نداده و ایمنی شخصی که به بدن دستگاه زده به خطر نمی افتد . این سیستم معمولًا در صنایع بیمارستانی و کوره ها استفاده می گردد.

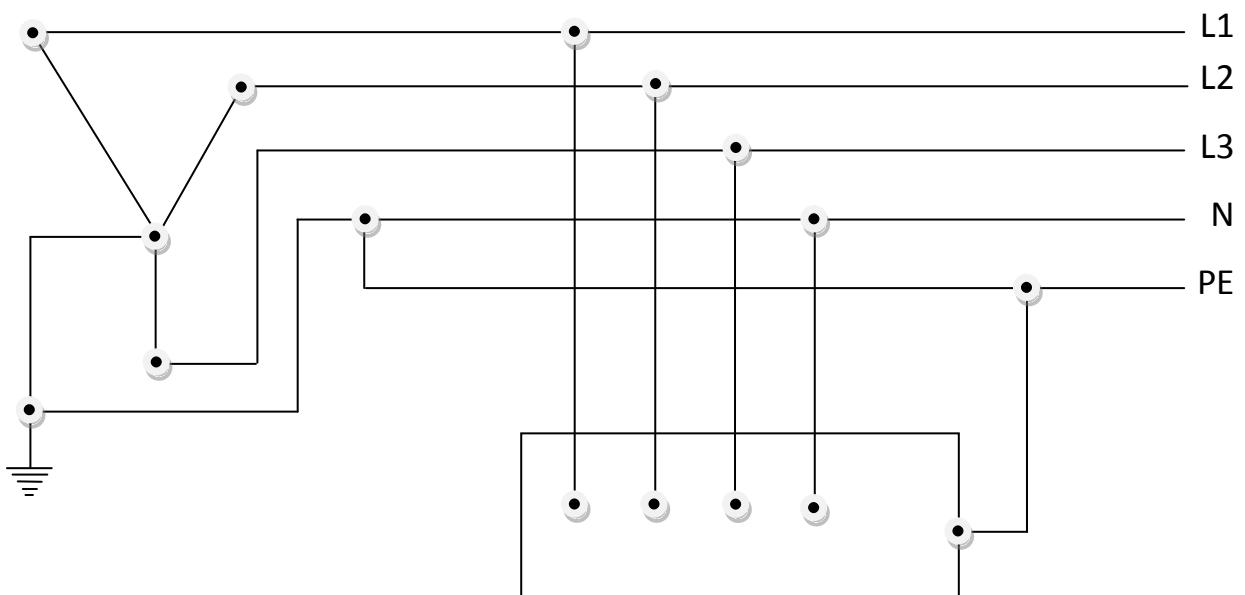
از معایب سیستم IT اینکه در هنگام اتصالی، ولتاژ ۲ فاز دیگر تا $\frac{1}{3}$ برابر افزایش یافته و به سیستم آسیب می رساند و احتمال اتصال این ۲ فاز نیز افزایش می یابد (با اولین اتصال بدن احتمال وقوع اتصال های دیگر هم زیاد می شود). در این سیستم برای ایمنی بیشتر باید از تجهیزات گرانتر و پیچیده تری استفاده شود.(رله مونیتورینگ) حداکثر ولتاژ تماس بی خطر در محیط های مسکونی ۵۰ و در محیط های صنعتی ۶۵ ولت می باشد.

سیستم TT به شرطی که امپدانس ها و زمین ها در شرایط خوبی باشند، به خوبی کار می کند ولی در کل جزو بدترین سیستم هاست. این سیستم به شرطی خوب کار می کند که چاه های ارت در شرایط خوبی نگهداری شوند در سیستم TN اگر در طول مسیر ، از چند چاه ارت استفاده گردد مقاومت کلی چاه ها (که به صورت موازی با هم در ارتباط هستند) کاهش یافته و باعث بهبود عملکرد سیستم می گردد.

در سیستم TN در صورت اتصال بدن، وقتی شخص به دستگاه دست بزنند دچار برق گرفتگی شدید می شود. در اکثر کشورها از سیستم TT استفاده می گردد.

در سیستم TN اگر از یک هادی به دو منظور نول و ارت استفاده گردد سیستم TN-C نامیده می شود و به آن PE: Protecting Earthling هادی مشترک و یا PEN گفته می شود.

اگر برای نول و ارت از هادی های جدا استفاده گردد سیستم TN-S خواهد بود. (این سیستم نویز کمتری دارد)



ولتاژ هادی PE همیشه صفر بوده و هیچ وقت ولتاژ در آن به وجود نمی آید و حفاظت وامنیت بیشتری را ایجاد می نماید چرا که در بارهای نامتعادل، هادی نول برقدار گشته ولی خللی به هادی PE وارد نمی شود.

نکته: اتصال ارت دستگاه های خانگی به لوله های آب کاملاً اشتباه و خطرناک بوده چرا که سیستم TT را تشکیل داده و فوق العاده خطرناک می باشد.

در سیستم TN نول ترانس باید زمین شود و مقاومت چاه ارت نول ترانس نباید بیشتر از ۲ اهم باشد. (می توان برای رسیدن به اهم کمتر از چند چاه مواری استفاده کرد.)

مقاومت چاه ارت همان مقاومت بین هادی و زمین است.

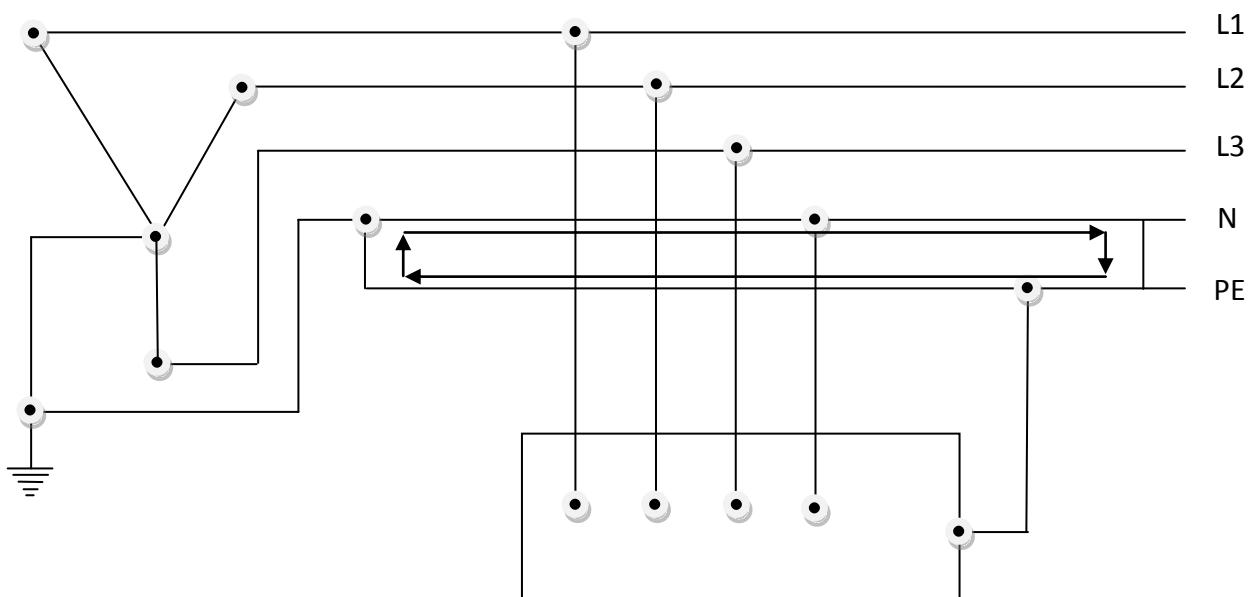
اگر بنابر تشخیص طراح یا مجری مقدار مقاومت اتفاقی اتصال زمین (R_E) از ۷ اهم بیشتر باشد R_B نیز می تواند مطابق فرمول زیر از ۲ اهم بیشتر باشد:

$$R_B < \frac{R_E . 50}{U_0 - 50}$$

سیستم TN-C از لحاظ نویز پذیری و وجود هارمونیک ها سیستم خوبی نیست

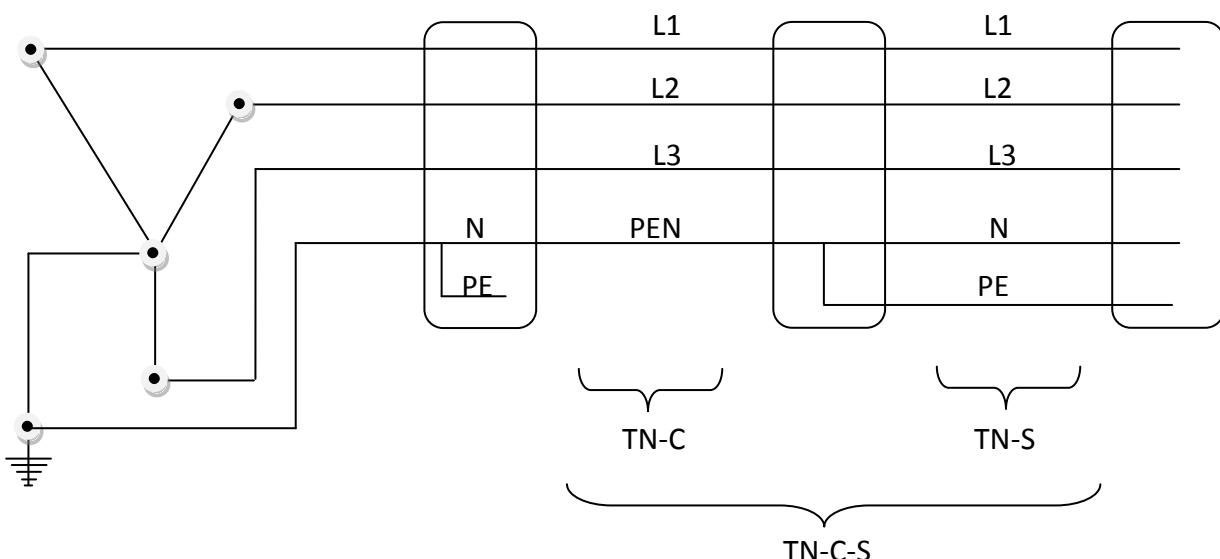
از معایب سیستم TN اینکه جریان اتصال کوتاه بالایی برقرار می گردد و از مزایای آن می توان به ارزان بودن این سیستم و تجهیزات مربوطه نام برد.

اگر در طول مسیر سیستم TN-S دوباره هادی های N و PE به یکدیگر وصل شوند، جریانی مزاحم و بی خاصیت در طول مسیر برقرار می گردد.



با استفاده از هم بندی اضافی ، امپدانس مسیر برگشت جریان کاسته شده و در نتیجه جریان اتصال کوتاه افزایش یافته و کلید ها ، فیوزها و تجهیزات حفاظتی سریعتر و مطمئن تر قطع می کنند . هم بندی اضافی در حمام و آشپزخانه اجباری است.

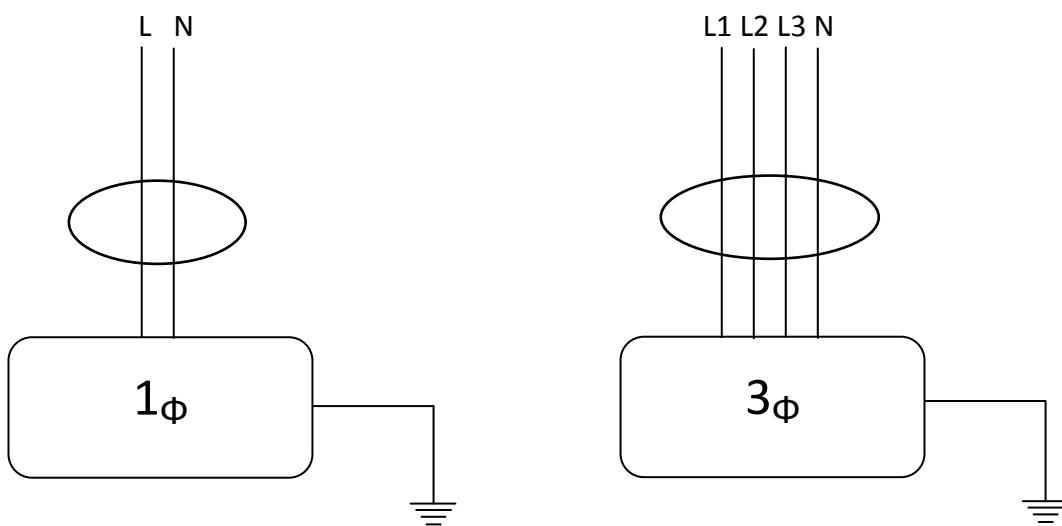
حداقل سطح مقطع هادی هم بندی اضافی ۶ و حداکثر آن ۲۵ میلیمتر مربع می باشد. همچنین سطح مقطع هادی هم بندی اصلی از نصف هادی حفاظتی مدار نباید کوچکتر باشد.



به مجموعه ای از سیستم های TN-C-S ، TN-C ، TN-S گفته می شود.

Residual Current Device :RCD رله

رله های نشت جریان یا RCD در سیستم های TT ، IT و TN-S کاربرد دارد و حتماً می بایست که هادی ارت بیرون از حلقه RCD قرار بگیرد در غیر این صورت رله عمل نخواهد کرد.



جریان حداقلی برای حفاظت جان توسط این وسیله ۳۰ میلی آمپر می باشد. $I_{\Delta}=30 \text{ mA}$

در سیستم های TT:

$$R_B \leq \frac{50}{I_\Delta} \quad R_B \cdot I_\Delta \leq 50 \text{ V}$$

↓
جريان عملکرد

در سیستم های TT به مرور زمان مقاومت چاه ها افزایش می یابد و موجب بروز اشکال و خطر در سیستم می گردد با نصب RCD این مسئله رفع و اطمینان عملکرد سیستم افزایش می یابد.

Transformers: ترانسفورماتورها

ترانس های توزیع: $20^{\text{kV}}/400^{\text{v}}$

مشخصه های اصلی ترانس: (ولتاژ 400 ولت، ولتاژ بی باری ترانس است)

۱) ولتاژ(V): برای داشتن ولتاژ 400 ولتی در حالت بار کامل، ولتاژ ترانس در حالت بی باری باید 415 یا 420 ولت باشد.

۲) توان ظاهری(KVA,S): رنج ترانس های توزیع از 50 تا 1600

۳) ولتاژ امپدانسی($\text{kA}\%$): یا درصد اتصال کوتاه ، امپدانس درصد. عدد این آیتم یا 4 است و یا 6 .

در هر پریود 12 ساعته می توان به مدت 1 ساعت ترانس را در حالت اورلود (Overload) بهره برداری نمود. عمر برآورده ترانس 30 سال است.

از ترانس می توان تا دمای 105 درجه سانتیگراد بهره برداری کرد. تا این دما عایق ترانس آسیب نمی بیند. اگر دمای محیط 105 درجه سانتیگراد باشد نمی توان از ترانس بار گرفت. دمای استاندارد ترانس ها 40 درجه سانتیگراد می باشد.

U_1 ولتاژی است که به اولیه ترانسی که ثانویه آن اتصال کوتاه شده اعمال می شود تا از ثانویه جریان نامی بگذرد و

$$\%U_K = \frac{U_1}{U_n} \cdot 100 \quad U_n \text{ ولتاژ نامی ترانس است.}$$

$$U_r \% : \text{ ولتاژ رزیستانسی} \quad U_x \% : \text{ ولتاژ راکتانسی}$$

$$\%U_k = \sqrt{(\%U_r)^2 + (\%U_x)^2}$$

$$Z_T = \frac{U_k \cdot U^2}{100 \cdot S_T}$$

$$R_T = \frac{U_r \cdot U^2}{100 \cdot S_T}$$

$$X_T = \frac{U_x \cdot U^2}{100 \cdot S_T}$$

هر چقدر U_k بزرگتر باشد امپدانس ترانس بیشتر شده و افت آن نیز بیشتر می شود.

وقتی U_k خیلی کم باشد، امپدانس کم گشته و جریان اتصال کوتاه خیلی زیاد شده و این خطرناک است.

$$I_{SC} = \frac{I_N}{\%U_k} \quad \leftarrow \text{جریان اتصال کوتاه}$$

تجهیزات مدار (کلید، فیوز، کابل، ...) باید بر اساس جریان I_{SC} انتخاب شوند.

U_k بزرگتر \leftarrow افت ولتاژ بیشتر

U_k کوچکتر \leftarrow I_{SC} بزرگتر و تجهیزات گرانتر

۴) گروه برداری: که از دو حرف تشکیل شده است. D یا Z یا Y یا Δ مثلاً Z یا Δ سtarه یا Z زیگراگ

D_{yn5} اولیه مثلاً، ثانویه ستاره، ترانس نول دار و 150° درجه ($5 \times 30^\circ$) اختلاف فاز بین اولیه و ثانویه وجود دارد.

شرایط موازی کردن ترانس ها: (برای بدست آوردن قدرت بیشتر، ترانس ها را موازی می کنند.)

۱) یکسان بودن نسبت تبدیل ترانس ها با ترانس $\mp 5\%$

۲) گروه برداری مساوی یا قابل تطبیق به یکدیگر.

۳) یکسان بودن U_k ها. (اگر یکسان نباشند درصد بارگیری ترانس ها متفاوت می گردد)

۴) نسبت قدرت ترانسها نباید از ۳ به ۱ بیشتر باشد.

۵) همسان بودن ولتاژها.

توانی که می توان از ترانس شماره ۱ کشید.

$$S = S_1 \times \frac{U_{kTOT}}{U_{k1}}$$

$$\frac{S_{TOT}}{U_{kTOT}} = \frac{S_1}{U_{k1}} + \frac{S_2}{U_{k2}}$$

توانی که می توان از ترانس شماره ۲ کشید.

$$S = S_2 \times \frac{U_{kTOT}}{U_{k2}}$$

گروه برداری ترانس ها تا قدرت 200^{KVA} ، Yz و از 200^{KVA} به بالا Dy می باشد.

U_k ترانس ها تا قدرت 200^{KVA} ، Δ درصد و از 200^{KVA} به بالا ۶ درصد می باشد.

از آنجایی که در ترانس های کوچک احتمال نامتعادلی بار زیاد است از ترانس های Yz استفاده می شود تا نامتعادلی، آسیبی به ترانس وارد نکند.

تجهیزات اصلی ترانس:

۱. Tap Changer یا کلید تنظیم ولتاژ. در سمت جریان کم یعنی فشار متوسط (اولیه) تعییه می گردد چرا که

جریان در سمت فشار متوسط کمتر بوده و احتمال بروز خطر کمتری وجود دارد

مقدار Tap برای ترانس های تا قدرت 200^{KVA} ، 200^{KVA} و از 200^{KVA} به بالا $\pm 5\%$ می باشد.

-۵ -۲/۵ . ۲/۵ ۵ -۴ . ۴

۲. ترمومتر: وقتی دمای داخلی ترانس به 105 درجه سانتیگراد برسد، ترمومتر فرمان قطع را به کلید اصلی صادر و ترانس را از مدار خارج می کند. ترمومتر دارای 2 کن tact است یکی برای آلام و دیگری برای تریپ و قطع مدار.

۳. رله بوخ هلتس: این رله، رله تله گاز بوده و وقتی در اثر خرابی های داخل ترانس گاز تولید شود، این رله فرمان لازم را صادر و ترانس را بی برق می کند.

برآورده ظرفیت ترانس:

با افزایش دمای محیط ظرفیت ترانس کاهش یافته و این مورد توسط ضریب K_1 در محاسبات اعمال می شود. هنگامی که ترانس در ارتفاعی بالاتر از ارتفاع استاندارد از سطح دریا نصب گردد نیز ظرفیت ترانس کاهش می یابد که با ضریب K_2 در محاسبات اعمال می شود. در ارتفاعات بالاتر، تراکم هوا کمتر شده و میزان خنک کنندگی هوا نیز کاهش یافته در نتیجه ظرفیت ترانس کاهش می یابد

$$S_{T=\frac{S_{\text{Demand}}}{(K_1 \cdot K_2)}} \longrightarrow S_{\text{Demand}} = S_T \times (K_1 \times K_2)$$

ظرفیت استاندارد ترانس در دمای 40 درجه سانتیگراد و ارتفاع 1000 متر بالای سطح دریا تعریف می شود. عملکرد دما خیلی بیشتر از ارتفاع است. تقریباً با ازای هر 1 درجه سانتیگراد یک درصد تغییر و به ازای هر 40 متر ارتفاع، یک درصد تغییر اعمال می گردد.

$$P = \sqrt{3}VI \cos \varphi \quad \text{توان اکتیو}$$

$$Q = \sqrt{3}VI \sin \varphi \quad \text{توان راکتیو}$$

$$S = \sqrt{3}VI \quad \text{توان ظاهری}$$

$$S_{\text{Demand}} = \sqrt{(P_1 + P_2 + \dots)^2 + (Q_1 + Q_2 + \dots)^2}$$

کابل ها

سیم دارای یک عایق و کابل حداقل دارای ۲ عایق می باشد.

برای سطح ولتاژ کابل ها، ولتاژ فاز به فاز بیان می شود.
کابل های فشار ضعیف همگی $0.6^{kv}/1^{kv}$ هستند.

انواع کابل از نظر تعداد هادی:

Multi Core	Single Core
چند هسته ای	تک هسته ای

قابلیت انتقال حرارت تک هسته ای از چند هسته ای بهتر است و جریان دهی بهتری دارد.
کابل تک هسته ای را داخل لوله فلزی نباید قرارداد.(جریان گردابی و گرم شدن لوله فلزی)
راکتانس یا X کابل چند هسته ای از تک هسته ای کمتر است چرا که فاصله بین کابل ها کمتر است
بهتر است در مسافت های طولانی از چند هسته ای استفاده گردد. هر چقدر فاصله بین کابل ها کمتر باشد،
راکتانس کمتر و جریاندهی هم کمتر می شود چرا که تبادل حرارتی کاهش می یابد
جنس هادی های کابل ها یا از آلومینیوم است و یا از مس و به ترتیب با ضرایب مقاومتی ۳۵ و ۵۶.
از مزایای مس جریان دهی بهتر و انعطاف پذیر بودن آن است. در مقایسه، سایز کابل های آلومینیومی از کابل
های مسی بزرگتر هستند. کابل های آلومینیومی خشک هستند و شکننده. فلز مس در تماس با آلومینیوم
ایجاد خورندگی می کند به همین منظور در نقاط اتصال مس و آلومینیوم از مفصل های خاصی استفاده
می شود.

در شبکه های فشار ضعیف از کابل های مسی و در فشار متوسط از هر دو استفاده می شود.

هادی های کابل ها از نظر شکل ، با دو مقطع گرد و مثلثی تولید می شوند در مقاطع مثلثی به دلیل تیز بودن
لبه و همچنین گرادیان نقطه، در کابل سوختگی ایجاد می شود از ولتاژ های ۱۱ کیلوولت به بالا از مقاطع
مثلثی استفاده نمی شود.

نامگذاری کابل ها بر اساس استاندارد VDE آلمان بوده و در این روش برای هادی مس هیچ علامتی وجود ندارد
ولی هادی آلومینیوم با علامت A مشخص می شود. همچنین وقتی حرف N در نام کابل وجود داشته باشد بدین
معنی است که روش نام گذاری کابل بر اساس VDE می باشد.

NA2XS_Y کابلی است آلومینیومی که عمدۀ مصرف آن در شبکه ۲۰ کیلوولت می باشد. مدل مسی آن
M90 می باشد.

کابل های ۲X ۹۰ و کابل های ۷۰ درجه سانتیگراد را می توانند به طور پیوسته جریان دهی نمایند.
NYA سیم مفتولی با عایق PVC و NYAF سیم افشار می باشد.

محاسبات کابل:

پارامترهای محاسبه:

$$\text{سه فاز} \quad I_L = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi}$$

$$\text{تک فاز} \quad I_L = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi}$$

به طور تجربی و تقریبی برای هر کیلووات ۲ آمپر در سه فاز و ۶ آمپر در تکفاز در نظر گرفته می شود.
جريان مجاز کابل ها در دمای 30°C تعريف می شود.

۲. اعمال ضرایب کاهش جریان دهی و بدست آوردن جریان مجازی باز:

$$I'_L = \frac{I_L}{K_1 \cdot K_2}$$

K_1 : ضریب ناشی از افزایش یا کاهش دما
 K_2 : ضریب تصحیح ظرفیت کابل ناشی از نصب و همچواری

۳. انتخاب کابل بر اساس جداول جریاندهی کابل ها.

۴. محاسبه و کنترل افت ولتاژ مجاز کابل:

$$\% \Delta U = \frac{100 \cdot P \cdot L \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi)}{U^2 \cdot \cos \varphi} \quad \text{سه فاز:}$$

$$\% \Delta U = \frac{200 \cdot P \cdot L \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi)}{U^2 \cdot \cos \varphi} \quad \text{تک فاز:}$$

R : مقاومت مخصوص کابل بر حسب $\frac{\Omega}{\text{km}}$

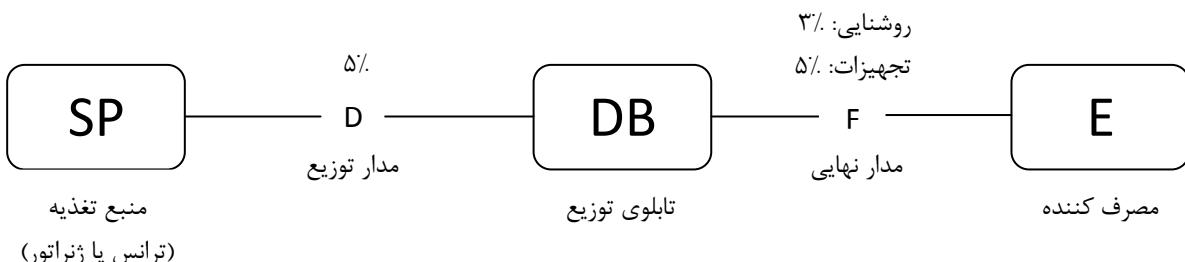
X : رآکتانس مخصوص کابل بر حسب $\frac{\Omega}{\text{km}}$

L : طول کابل بر حسب m

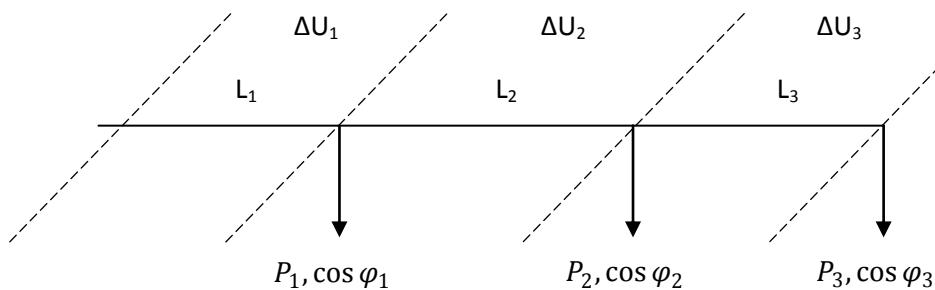
P : توان بر حسب KW

U : ولتاژ نامی بر حسب ولت (در ۳ فاز ۳۸۰ یا ۴۰۰ و در تک فاز ۲۲۰ یا ۲۳۰ ولت)

مقادیر افت مجاز کابل:



افت ولتاژ در بارهای غیر متغیر:



$$\Delta U_1 = \frac{100.(P_1+P_2+P_3).L_1(R_{L1}.\cos\varphi_{(P_1,P_2,P_3)}+X_{L1}.\sin\varphi_{(P_1,P_2,P_3)})}{U^2.\cos\varphi_{(P_1,P_2,P_3)}}$$

$$\Delta U_2 = \frac{100.(P_1+P_2).L_2(R_{L2}.\cos\varphi_{(P_1,P_2)}+X_{L2}.\sin\varphi_{(P_1,P_2)})}{U^2.\cos\varphi_{(P_1,P_2)}}$$

$$\Delta U_3 = \frac{100.P_3.L_3(R_{L3}.\cos\varphi_{(P_3)}+X_{L3}.\sin\varphi_{(P_3)})}{U^2.\cos\varphi_{(P_3)}}$$

افت ولتاژ در کنار P_2

افت ولتاژ در کنار $P_3 = P_3$

افت ولتاژ در کنار $P_1 = \Delta U_1$

برای مصرف کننده هایی که از دو رشته کابل استفاده می شود، جریان مجاز به تعداد رشته کابل ها تقسیم

$$I_L'' = \frac{I_L'}{2} \quad \text{مثلاً برای ۲ رشته کابل می گردد.}$$

۴. کنترل اتصال کوتاه: یعنی کابل در اثر اتصال کوتاه مقوله لازم را داشته و آسیب نبیند.

محاسبه باید بر اساس بدترین نوع اتصال (اتصال کوتاه بین ۳ فاز) و برای ابتدای کابل صورت گیرد.

در سیستم فشار ضعیف، زمان اتصال کوتاه τ^5 /۲. قابل قبول می باشد.

حداقل سطح مقطع هادی ها برای روشنایی $1/5$ پریز $2/5$ نیرو $1/5$ و کنترل ۱ میلیمترمربع باید باشد.

شعاع خمش کابل:

$$r=9(D+d) \quad \text{دارای روپوش فلزی}$$

$$r=8(D+d) \quad \text{بدون روپوش فلزی}$$

$$d = 1.3\sqrt{A} \quad \text{هادی مثلثی}$$

A: سطح مقطع هادی

r: شعاع خمش کابل

D: قطر خارجی کابل d: قطر بزرگترین رشته کابل

خازن:

$$P = \sqrt{3}VI \cos \varphi$$

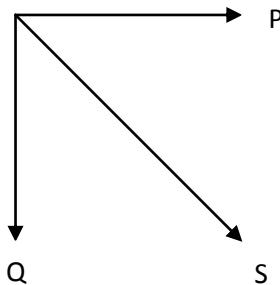
توان اکتیو KW

$$Q = \sqrt{3}VI \sin \varphi$$

توان راکتیو KVAR

$$S = \sqrt{3}VI$$

توان ظاهری KVA



$$\varphi = 0$$

$$\cos \varphi = 1$$

$$\sin \varphi = 0$$

$$S=P$$

$$\longrightarrow V$$

$$\longrightarrow I$$

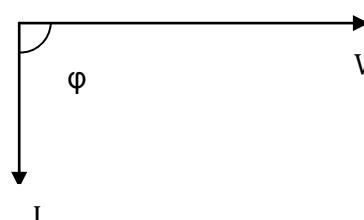
بار اهمی:

$$\varphi = 90^\circ$$

$$\cos \varphi = 0$$

$$\sin \varphi = 1$$

$$Q=S$$



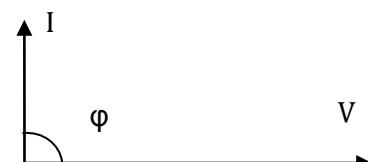
بار سلفی:

$$\varphi = 90^\circ$$

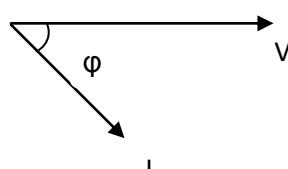
$$\cos \varphi = 0$$

$$\sin \varphi = 1$$

$$Q=S$$



بار خازنی:



معمولًاً بارهای شبکه اهمی - سلفی هستند.

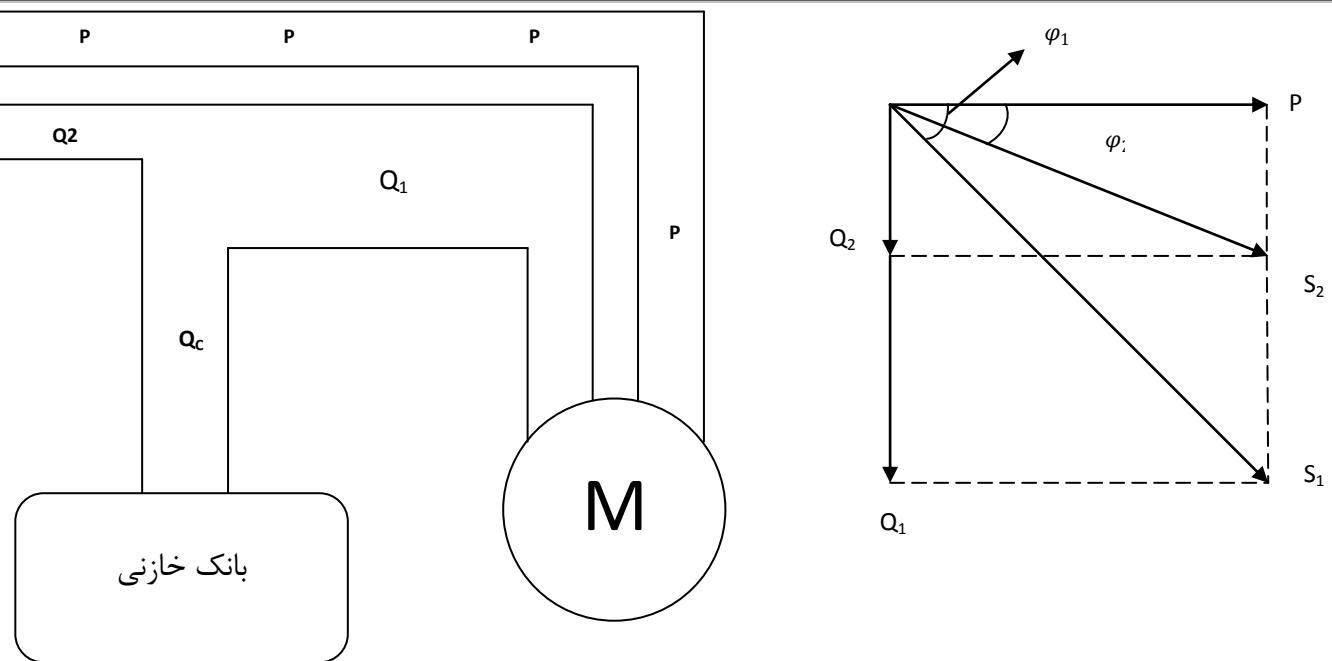
هدف از بهبود $\cos \varphi$ و اهمی کردن سیستم:

۱. کاهش جریان ۲. استفاده از مزایای کاهش جریان مانند کاهش سطح مقطع کابل و

۳. عدم پرداخت جریمه به اداره برق. (زیر ۹٪ شامل جریمه اداره برق می گردد.)

اندازه گیری توان راکتیو در مصرف کننده های دیماندی انجام می شود بالای ۳۰ کیلووات دیماندی محسوب می شود.

ماهیت ضریب توان هیچ المانی را نمی شود تغییر داد.



$$Q_C = Q_1 + Q_2$$

با افزایش مصرف P در شبکه، فرکانس کاهش یافته و برای بهبود فرکانس مصرف سوخت و یا مصرف بخار را افزایش می دهند.

با افزایش مصرف Q در شبکه، ولتاژ شبکه کاهش یافته و برای بهبود آن باید جریان تحریک ژنراتور را افزایش داد که این امر محدودیت دارد . به همین دلیل مصرف Q محدودیت داشته و در طرف مصرف کننده از بانک خازنی استفاده می شود.

$$\begin{aligned} P &= \sqrt{3}VI \cos \varphi & \frac{Q}{P} &= \tan \varphi \rightarrow Q = P \cdot \tan \varphi \\ Q &= \sqrt{3}VI \sin \varphi \end{aligned}$$

$$Q_C = P \cdot \tan \varphi_1 - P \cdot \tan \varphi_2 \rightarrow Q_C = P(\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2)$$

مقدار خازن جبران کننده زاویه بد و جبران نشده زاویه خوب و جبران شده

عمده مصرف کننده های توان راکتیو موتورها و چراغ های تخلیه گازی هستند
ظرفیت خازن در برق صنعتی بر حسب KVAR می باشد و معمولا در ظرفیت های ۳۰-۵۰-۲۵-۱۵-۱۲/۵-۱۰-۵/۵-۷/۵ می باشد و ۵ کیلوواری موجود می باشد.

انواع خازن ها خشک، روغنی و گازی (SF6) می باشند.

خازن های خشک در سطوح LV، خازن های روغنی در سطوح MV و خازن های گازی در مکان هایی که سوئیچینگ های زیادی استفاده می شوند.

انواع خازن گذاری:

۱. خازن گذاری انفرادی: برای هر بار یک خازن نصب شود.

مزایا: در کل شبکه $\cos \varphi$ بهبود می یابد. خازن دقیقاً به مقدار نیاز در شبکه و بدون کنترل اضافی حضور خواهد داشت.

معایب: تنوع خازن زیاد و تعمیرات و نگهداری بار و خازن مشکل و پیچیده می شود.
خازن گذاری انفرادی معمولاً در چراغ های تخلیه گازی و نیز موتورهای بزرگ (۳۰۰ کیلووات به بالا) به کار می رود.

۲. خازن گذاری گروهی: برای یک گروه مصرف کننده که با هم وارد مدار و با هم از مدار خارج می شوند، یک سری خازن نصب می شود.

معایب و مزایا مانند خازن گذاری انفرادی است.

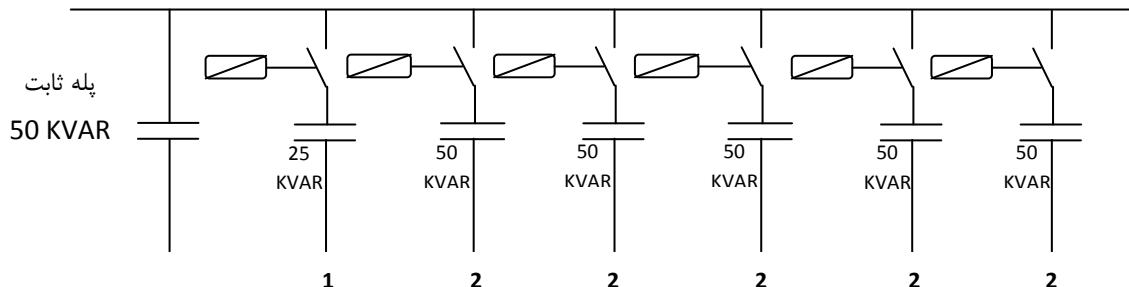
۳. خازن گذاری مرکزی: یک مجموعه خازن به صورت متمرکز برای جبران کل بارها نصب می شود.

معایب: تمام مصرف کننده ها دارای $\cos \varphi$ جبران نشده اند و نیاز به کنترل دارند.
مزایا: آسان بودن تعمیرات و نگهداری بانک خازنی متمرکز.

به طور تقریبی و تجربی در حدود ۳۰ درصد توان اکتیو، نیاز به خازن می باشد.

بانک خازن:

همیشه خازن پله اول نصف بقیه پله ها در نظر گرفته می شود.



پله ثابت برای جبران بار پایه استفاده می شود و نیاز به کنترل و کنتاکتور ندارد ولی نیاز باقی پله ها نیاز به منترل و کنتاکتور دارند.

پارامترهای مورد نیاز جهت کارکرد صحیح رگولاتور:

۱. $\cos \varphi$ مطلوب.(روی دستگاه set می شود)

۲. $\cos \varphi$ موجود مدار.(با نمونه برداری از جریان و ولتاژ شبکه $(P_t$ و C_t و C_{t+})

۳. نسبت تبدیل ترانس جریان C_t (روی دستگاه set می شود) (۱:۲:۲:۲:۲:۲)

رگولاتورهای جدید، نسبت تبدیل ها را به طور اتوماتیک اندازه گیری و اعمال می کند

رنج فیوز و کنتاکتور خازن ها:

برای خازن ها، فیوز و کنتاکتور را $1/5$ برابر جریان نامی انتخاب می کنند. خازن ها باید $1/3$ برابر جریان نامی شان را بتوانند تحمل کنند. فیوز کنتاکتور 5 کیلوواری، 125 آمپری می باشد.

خازن در لحظه وصل، تا حدود 200 برابر جریان نامی، جریان می کشد. برای کنترل و از بین بردن جریان اولیه خازن از کنتاکتورهای خازنی استفاده می شود که جریان راه اندازی را از 200 برابر به 40 برابر جریان نامی کاهش می دهد.

در این نوع کنتاکتور از مقاومت جهت کم کردن جریان اولیه استفاده می شود به این صورت که وقتی بوبین کنتاکتور برق دار می شود، کنتاکت های کمکی مقاومت ها را زود وارد مدار کرده و تا زمان وصل کنتاکت های اصلی، خازن مقداری شارژ شده و جریان اولیه کاهش می یابد

خازن ها را به دو صورت ستاره یا مثلث سربندی می کنند. با یک میکروفاراد ثابت، کیلووار حالت مثلث از ستاره بیشتر است.

در شبکه های LV خازن ها را به صورت مثلث سربندی می کنند. روی خازن در حالت مثلث ولتاژ بیشتری می افتد بنابراین کیلووار آن از ستاره بیشتر می شود.

$$I = 2\pi f C V$$

در فشار متوسط از اتصال ستاره استفاده می کنند چرا که عایق کاری خازن در حالت مثلث بسیار گران تمام می شود و به همین دلیل از اتصال ستاره که ولتاژ کمتری روی خازن می افتد و نیاز به عایق بندی ضعیف تری دارد اسفاده می شود.

طراحی روشنایی:

شار نوری: مقدار نوری که از یک منبع نور صافع می شود را شار نوری گفته و با φ نمایش داده می شود و واحد آن لومن (Lum) است.

لامپ ۲۵۰ وات بخارس迪م	۲۵۰۰۰ لومن	لامپ ۱۰۰ وات رشته ای	۱۲۵۰ لومن
لامپ ۴۰۰ وات بخارس迪م	۴۰۰۰۰ لومن	لامپ ۴۰ وات فلورسنت	۲۵۰۰ لومن
لامپ ۴۰۰ وات بخارجیوه	۲۲۰۰۰ لومن	لامپ ۱۸ وات کم مصرف	۱۲۵۰ لومن
		لامپ ۲۵۰ وات بخارجیوه	۱۲۰۰۰ لومن

لامپ رشته ای بهترین طیف نوری و لامپ های بخارس迪م بدترین طیف نوری را دارد

$$\text{بهره نوری: شار نوری لامپ تقسیم بر توان آن.} \quad \text{Lum/W} \quad \eta = \frac{\varphi}{P}$$

شدت روشنایی: مقدار نور تابیده شده بر واحد سطح را شدت روشنایی گویند.

$$\text{مورد نیاز} \varphi = E \cdot A$$

$$\varphi_{\text{مورد نیاز}} = \frac{E \cdot A}{CU \cdot MF}$$

ضریب کثیفی یا استهلاک چراغ (تمیز ۷۵٪، متوسط ۷٪ و کثیف ۶۵٪) CU: ضریب بهره چراغ

$$n = \frac{\varphi_{\text{مورد نیاز}}}{\varphi_{\text{هر چراغ}}} \leftarrow \text{تعداد چراغ}$$

چیدمان چراغ ها:

۱. رعایت قانون a-2a: فاصله چراغ ها از یکدیگر دو برابر فاصله چراغ ها از دیوار.
 ۲. رعایت نسبت S/MH : S/MH حداکثر فاصله بین چراغ هاست و MH ارتفاع چراغ از سطح کار.
- $S/MH = 2$ یعنی فاصله بین چراغ ها دو برابر ارتفاع نصب چراغ از سطح کار است.

برای چیدمان ابتدا تعداد چراغ ها را محاسبه و سپس طبق قانون a-2a چیدمان را انجام می دهیم و در آخر S/MH را حساب می کنیم تا نقطه تاریکی حاصل نشود.

روش به دست آوردن CU: ابتدا RCR (ضریب فضا) را از فرمول زیر محاسبه و سپس از جداول مربوطه CU را بدست می آوریم.

$$RCR = \frac{5h(L+d)}{L \cdot d}$$

RCR: ضریب فضا L: طول اتاق h: ارتفاع مفید از سطح کار d: عرض اتاق

بر اساس میزان انعکاس سقف و دیوار به یک ستون و بر اساس مقدار RCR به یک سطر می رسیم، تقاطع این سطر و ستون مقدار CU تعیین می گردد. اگر مقدار RCR بدست آمده در جدول وجود نداشت با کمک مقادیر بالاتر و پایین تر می توان مقدار دقیق CU را محاسبه نمود.

مثال: مقدار RCR بحسب آمده از طریق فرمول: ۴/۹۵

RCR	CU
۴	.۳۶
۵	.۳۲

$$\begin{array}{cccc} 4 & 0.36 & 1 & 0.04 \\ 5 & 0.32 & 0.95 & x \\ x = 0.038 & & 0.36 - 0.038 = 0.322 & \\ & \text{مقدار دقیق CU} = .322 & & \end{array}$$

ضرایب مصرف و همزمانی:

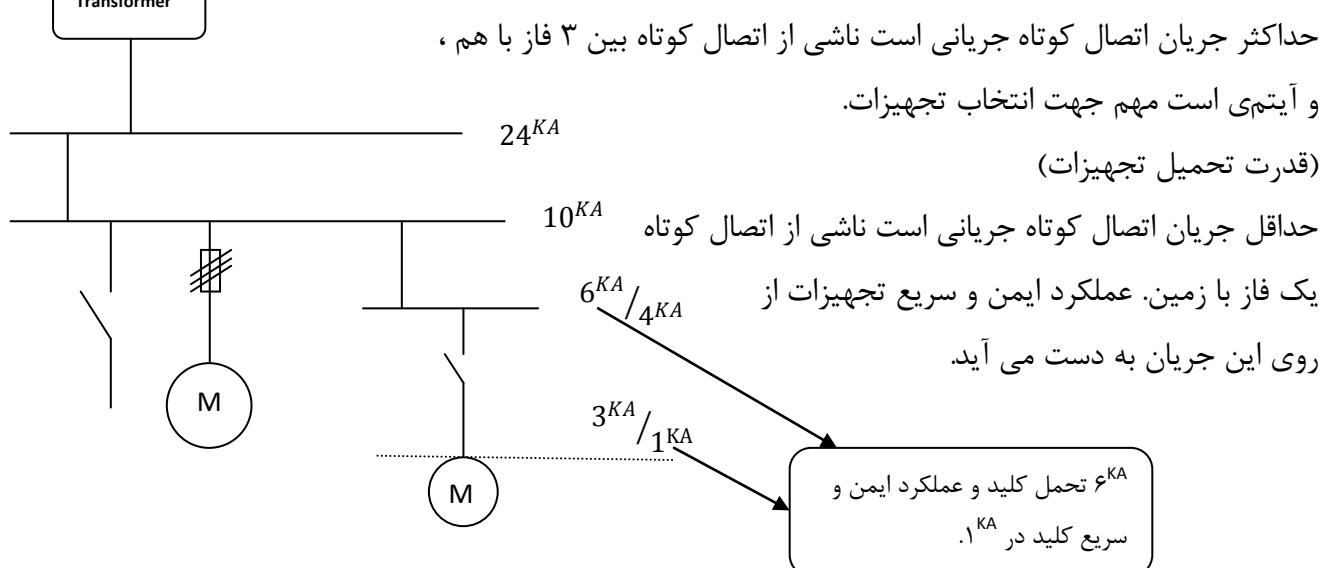
$$P_{\text{Installed}} = P_1 + P_2 + P_3 + \dots \quad \text{زیاد مهم نیست}$$

$$S.F : \text{ضرایب هم زمانی} \quad P_{\text{demand}} = \text{توان مورد نیاز در مورد کل مجموعه} = S.F \cdot P_{\text{Installed}}$$

$$\text{در مورد یک دستگاه} \quad P_{\text{demand}} = D.F \cdot P_i$$

در اداره برق جهت محاسبات از ضرایب هم زمانی ۰.۶۰٪ استفاده می شود.
از ۳۲ تا ۱۵۰ کیلووات به مشترک برق فشار ضعیف داده می شود.
از ۱۵۰ تا ۲۵۰ کیلووات به امکانات مشترک برق فشار ضعیف یا متوسط داده می شود.
از ۲۵۰ کیلووات به بالا به مشترک برق فشار متوسط داده می شود.
نرم فیدر روشنایی ۱۰ و فیدر پریزها ۱۶ آمپر است. توان نامی پریزها نیز ۱۶ آمپر است.

تنظیمات جریانی کلیدها:



$$I_a > I_n \quad \text{و} \quad I_a = k \cdot I_n$$

$$I_{SC} \geq I_a \quad \rightarrow \quad I_{SC} \geq k \cdot I_n$$

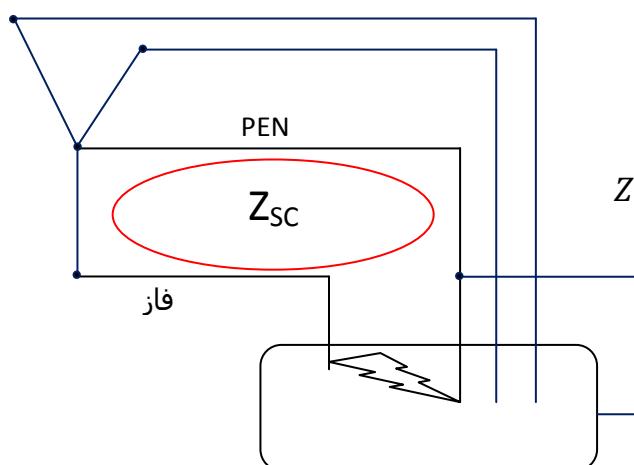
I_a : حداقل جریان اتصال کوتاه انتهایی از نوع فاز به PEN

قطع اضافه بار در کلیدهای اتوماتیک بر عهده بخش حرارتی یا ترمال و قطع جریان اتصال کوتاه بر عهده بخش مغناطیسی است.

سوال: در نقطه‌ای از شبکه جریان اتصال کوتاه حداقلی از جریان عملکرد کوچکتر است و در نتیجه وسیله حفاظتی در زمان مناسب عمل نمی‌کند. چاره چیست؟

۱. برای بالا بردن جریان اتصالی می‌توان سطح مقطع کابل‌ها را افزایش داد
۲. از وسیله حفاظتی مناسب‌تری استفاده شود.(با k کمتر)
۳. استفاده از هم‌بندی اضافی که منجر به کاهش امپدانس مسیر برگشت جریان و افزایش جریان اتصال کوتاه می‌گردد.

.امپدانس حلقه اتصال کوتاه فاز به Z_{SC}



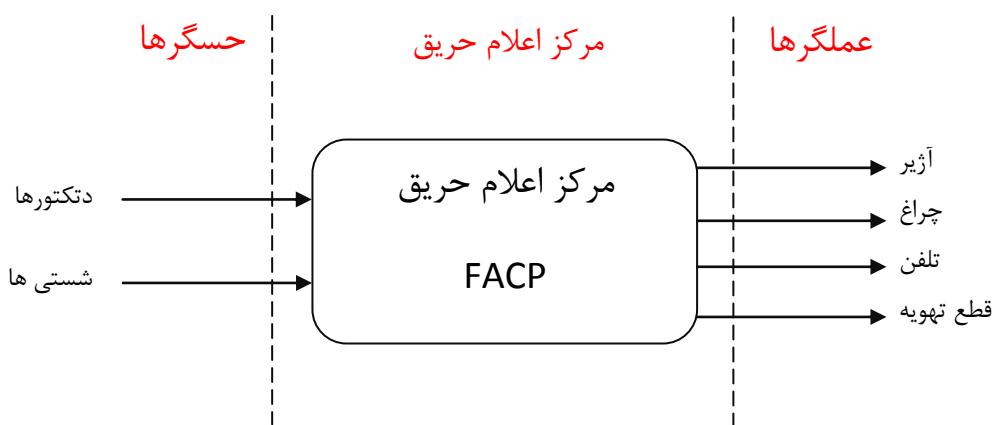
$$I_{SC} = \frac{U_0}{Z_{SC}} \quad Z_{SC} = \vec{Z}_T + \vec{Z}_{\text{فاز}} + \vec{Z}_{\text{PEN}}$$

$$Z_{SC} = \sqrt{\left(R_T + R_{\text{فاز}} + R_{\text{PEN}}\right)^2 + \left(X_T + X_{\text{فاز}} + X_{\text{PEN}}\right)^2}$$

سیستم‌های جریان ضعیف: Low Current Systems

این سیستم‌ها دارای ولتاژهای ۶، ۱۲، ۲۴، ۴۲ و ۶۰ می‌باشند.

سیستم اعلام حریق:



فاصله بین شستی ها (MCP: Manual Call Point) نباید از ۳۰ متر بیشتر باشد ، همچنین ارتفاع نصب آنها ۱۴۰ سانتیمتر می باشد.

اعلام حریق توسط MCPها بدون تأخیر و مطمئن تر از دتکتورهاست.

انواع دتکتورهای ساختمانی: ۱. حرارتی ۲. دودی (Smoke Detector)

اگر غلظت دود و یا ذرات دود به حدی که استاندارد تعیین کرده برسد دتکتور دودی عمل می کند.

انواع دتکتور دودی: ۱. دتکتور دودی اپتیکال ۲. دتکتور دودی یونیزاسیون

۳. دتکتور دودی بیم یا شعاعی (beam detector)

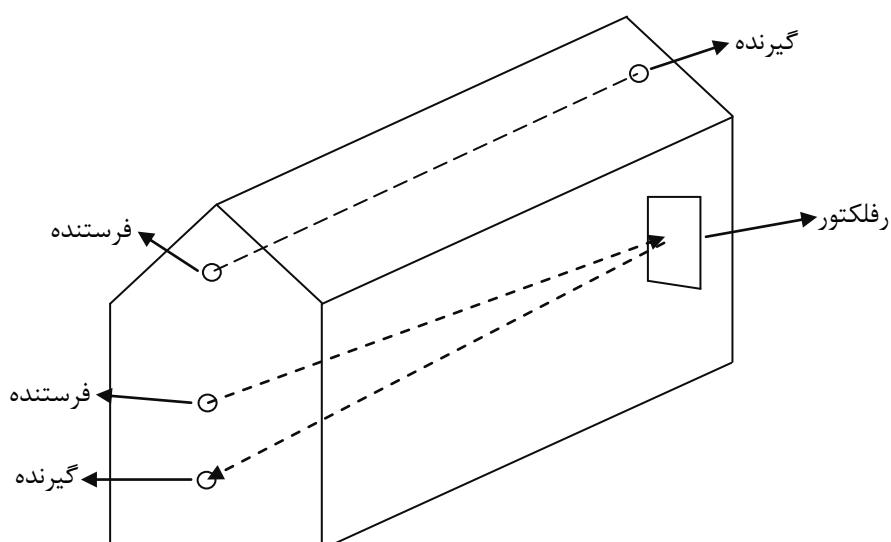
در محل های زیر نباید از دتکتورهای دودی اپتیکال استفاده کرد

۱. آشپزخانه ۲. پارکینگ ۳. موتورخانه شوفاژ و غیره

۴. مکانهایی که حرارت زودتر موجب عملکرد مرکز می گردد مثل آزمایشگاه و محل نصب کابل

دتکتورهای یونیزاسیون عملکرد سریعتر و مطمئن تری دارند ولی کاملاً منسوخ شده اند چرا که از عناصر رادیواکتیو

(که هم آلاینده هستند و هم نیمه عمر) در ساخت دتکتور استفاده شده است.



در دتکتورهای بیم از دو قطعه فرستنده و گیرنده نور استفاده شده است و در دو نوع با رفلکتور و مستقیم (بدون رفلکتور) وجود دارد.

بیم دتکتورها را می توان تا ارتفاع ۲۵ متری نصب کرد . فاصله بین دو المان حداکثر ۱۰۰ متر می تواند باشد و عرضی را که دکتور می تواند ببیند حداکثر ۱۵ متر می باشد.

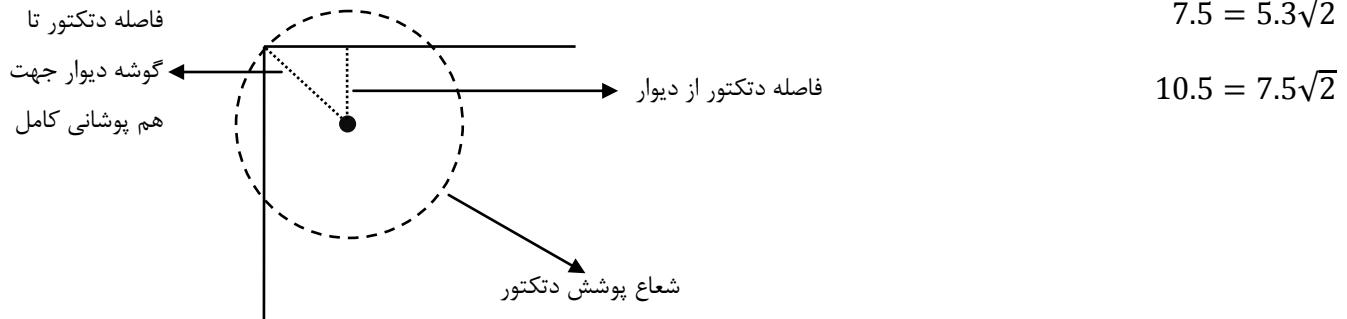
حداکثر ارتفاع نصب دتکتورهای دودی از نوع فتوالکتریک $10/5$ متر و شعاع پوشش آن $7/5$ متر است.

به دلیل نیاز به هم پوشانی، حداکثر فاصله دتکتورهای دودی به جای 15 متر، $10/5$ متر می باشد.

در راهروهایی با عرض حداکثر ۲ متر، فاصله دتکتورها می تواند حداکثر ۱۵ متر می باشد.

هیچ نقطه ای از تصویر دتکتور نباید از $7/5$ متر بیشتر باشد.

حداکثر ارتفاع نصب و شعاع پوشش دتکتورهای دودی یونیزاسیون مانند دتکتورهای فتوالکتریک می باشد.



دتكتور حرارتی: Heat Detector

۱. دتكتور دمای ثابت(Fix Temperature): اگر دما به حد خاصی برسد اين نوع دتكتور عمل می کند.

۲. دتكتور حرارتی افزایشی(Rate of Rise): بر اساس نرخ افزایش دما عمل می کند.

در عمل معمولاً از ترکيب هر دو استفاده می شود.(Combination)

حداکثر شعاع پوشش دتكتورهای حرارتی $\frac{5}{3}$ متر و فاصله بين دتكتورهای حرارتی حداکثر $\frac{7}{5}$ متر است و فاصله آن از دیوار $\frac{3}{7}$ متر است و ارتفاع نصب اين نوع دتكتور حداکثر ۶ متر می باشد.

حداکثر مساحت تحت پوشش دتكتور دودی ۱۰۰ مترمربع و دتكتور حرارتی ۵۰ مترمربع است.
ولتاژ کار دتكتورها ۲۴ ولت است.

عملگرها: Sounder and Flasher

حداقل صدای آژیر که باید به گوش برسد باید 65^{dB} و 5^{dB} از نویز محیط بیشتر باشد.(هر کدام که بیشتر باشد)
بقیه عملگرها، کارت یا رله می باشند.

مرکز اعلام حریق:

نوع: ۱. Conventional

Conventional : در اين سیستم حسگرها در مدارات مجزا نصب می شوند و به هر مدار زون(Zone) گفته می شود و باید در هر زون حداکثر ۳۲ المان قرار بگیرد. زون بندی به دلیل تشخیص سریعتر صورت می گیرد در این سیستم نحوه عملکرد بر اساس افزایش جریان زون می باشد.(از ماکروآمپر تا میلی آمپر)
هر المان دارای یک مقاومت است که بر اثر حرارت، مقاومت کاهش یافته و در نتیجه جریان زون بالا رفته و مرکز اعلام حریق عمل می کند.

مراکز Conventional : هم اتصال کوتاه و هم حریق را به طور جداگانه تشخیص می دهد. در اتصال کوتاه جریان به صورت ناگهانی افزایش یافته و مرکز اعلام حریق اتصال کوتاه را تشخیص می دهد و آلام و چراغ مربوط به اتصال کوتاه فعال می گردد ولی مشخص نمی کند که اتصالی در کدام زون اتفاق افتاده است

همچنین اين سیستم مدار باز را بر اثر کاهش جریان تشخیص داده و چراغ مربوطه را فعال می نماید در هر زون بر روی آخرین المان بایستی یک مقاومت در حدود ۴ الی ۵ کیلوواهم نصب شود.(REOL)

کابل های سیستم اعلام حریق Conventional شیلد دار نمی باشد و نکته مهم اینکه در این سیستم انشعاب مجاز نمی باشد. کابل های استفاده شده در این سیستم معمولاً سایز ۱/۵ است.

مدار آژیر جدا بوده و مستقل از حسگرها می باشد و کابل آن نمره ۲/۵ و بدون شیلد می باشد.

سیستم های اعلام حریق آدرس پذیر(Addressable):

در این نوع سیستم تمام المانها دارای آدرس منحصر به فردی بوده و همگی بر روی یک لوپ نصب می شوند و هر مرکز می تواند چند لوپ داشته باشد.

هر لوپ حداکثر می تواند دارای ۱۲۸ المان باشد. المانها بر روی لوپ، دیتا رد و بدل می کنند و هر المان علاوه بر دیتا آدرس خود را نیز به مرکز اعلام می کند. همانطور که گفته شد دیتای آژیر نیز از طریق لوپ رد و بدل می شود ولی Power آن به صورت مستقل وصل می شود. Bit rate دیتای رد و بدل شده 9600^b می باشد.

مرکز هم حریق را اعلام می کند و هم جای دقیق حریق را. در این سیستم با قطعی کابل نه تنها مدار از کار نمی افتد بلکه محل دقیق قطعی کابل را نیز مشخص می کند ولی هنگام اتصالی با توجه به صفر شدن ولتاژ، مدار از کار می افتد مگر اینکه از ایزولاتور استفاده شده باشد.

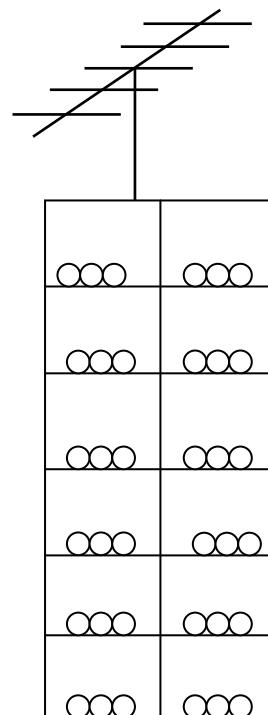
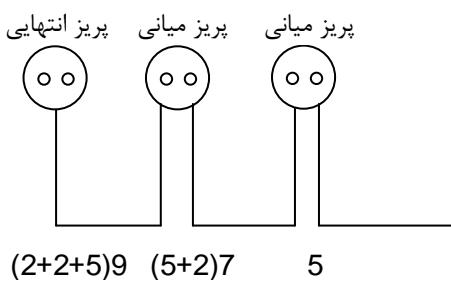
کابل سیستم آدرس پذیر با توجه به محل کار می تواند معمولی یا شیلد دار باشد و سایز آن $1/5$ می باشد.

سیستم های آنتن مرکزی:

روی هر مسیر بیش از ۳ یا ۴ پریز آنتن قرار نمی گیرد. واحد قدرت سیگنال db می باشد.

افت ایجاد شده در پریزها و کابل با تعبیه تقویت کننده جبران می شود که میزان گین آمپلی فایر برابر است با حداکثر افت ایجاد شده در سیستم. معمولاً حداکثر افت در دورترین نقطه می باشد.

هر پریز دارای افت انشعابی است که مقدار آن 5^{db} است. همچنین پریزها دارای افت عبور نیز هستند و مقدار آن همیشه از افت انشعاب کمتر و حدود 2^{db} می باشد. (پریز انتهایی دارای افت عبور نمی باشد)



کابل استفاده شده در آنتن مرکزی از نوع 75Ω Coaxial با کد 4.5C-2v می باشد.

با استفاده از اسپلیتر(Splitter) یک سیگنال ورودی به ۲ یا چند خروجی تبدیل می شود و مقدار افت ایجاد شده در یک اسپلیتر ۱ به ۲ در هر خروجی 6^{db} است و به ازای اضافه شدن هر خروجی دیگر 1^{db} افت به کل افتهای اضافه می شود.

معمول ترین اسپلیترها، ۱ به ۴ و ۱ به ۶ است.

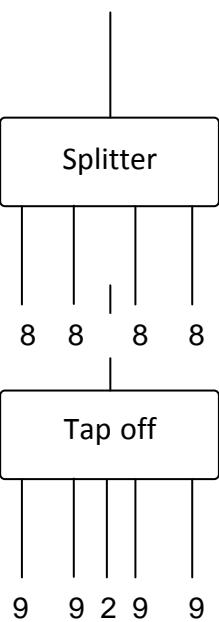
(یک نوع Splitter) تجهیز یا مقسومی است که دارای یک خروجی با افت عبوری حدود 2^{db} می باشد.

حدود ۱۰ تا 15^{db} افت برای هر ۱۰۰ متر کابل در نظر گرفته می شود و به طور کلی در طراحی ها به ازای هر ۱۰۰ متر کابل $12/5^{\text{db}}$ افت محاسبه می گردد.

گین آمپلی فایرها $15, 20, 25, 30, 35$ و 40^{db} می باشد.

تقویت بیش از حد سیگنال موجب خرابی کیفیت سیگنال می شود.

سوال: اگر تعداد طبقات به نحوی باشد که منجر به انتخاب آمپلی با گین بالا گردد و در اثر این انتخاب بهترین پریزها دچار اشباع شوند، چاره چیست؟



۱. یک سیگنال را به صورت دست نخورده از کنار آمپلی تا وسط ساختمان ببریم در این صورت افت

Tap off های بین راه حذف شده و در نتیجه گین آمپلی فایر کمتر خواهد شد و بهترین پریز به اشباع نخواهد رفت.

۲. توزیع سیگنال از وسط ساختمان شروع شود . در این صورت افت ناشی از عبور از Tap off ها تقریباً نصف می گردد.(آمپلی فایر سیگنال را از وسط ساختمان توزیع کند)

۳. در برخی از مواقع در بین راه از آمپلی فایر دیگری استفاده می شود که این امر موجب تقویت نویز نیز می گردد و به همین دلیل از این روش اصولاً استفاده نمی شود

۴. استفاده از پریزهایی با افت بالاتر در بهترین پریزها.(معمولًاً از این روش استفاده می گردد)

نکاتی که در طراحی آنتن مرکزی می بایسن رعایت گردد:

۱. طرح اقتصادی باشد. ۲. واحدها مستقل از هم باشند.(کابل کشی ها مستقل از هم باشند)

۳. حدالامکان از تجهیزات یکسان استفاده شود. ۴. افت مکان های مشابه حدالامکان مشابه باشد.

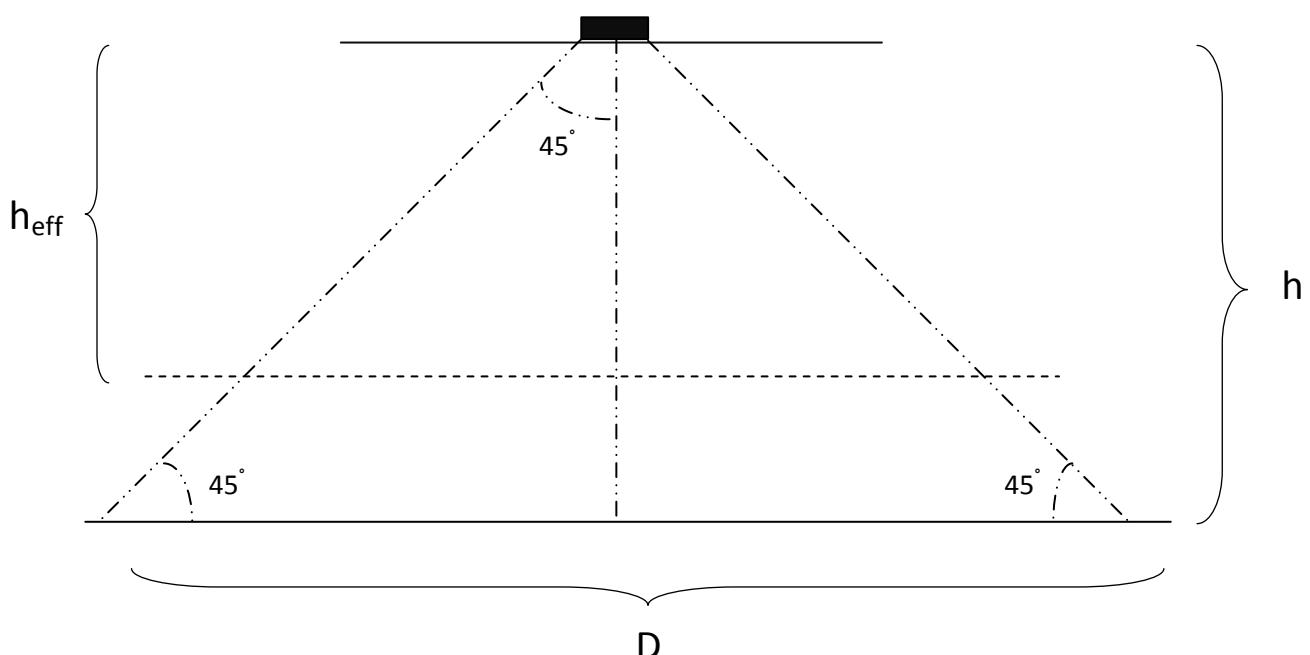
اگر اختلاف بهترین پریز با بدترین پریز حدود 20^{db} باشد، سیستم دچار مشکل خاصی نخواهد شد.

بهترین مارک های آنتن مرکزی: کاترین آلمان-آنتنای اسپانیا-آنکارای ترکیه

سیستم صوتی:

محاسبه تعداد بلندگوها و سپس محاسبه قدرت آنها

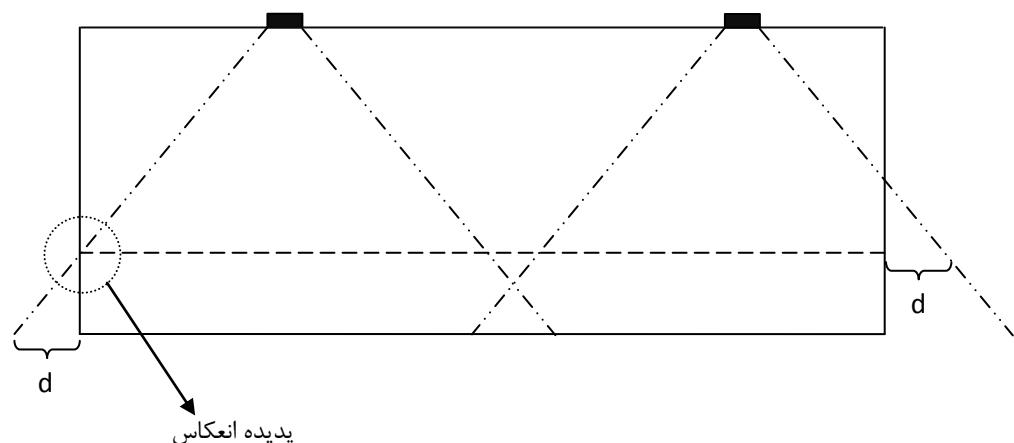
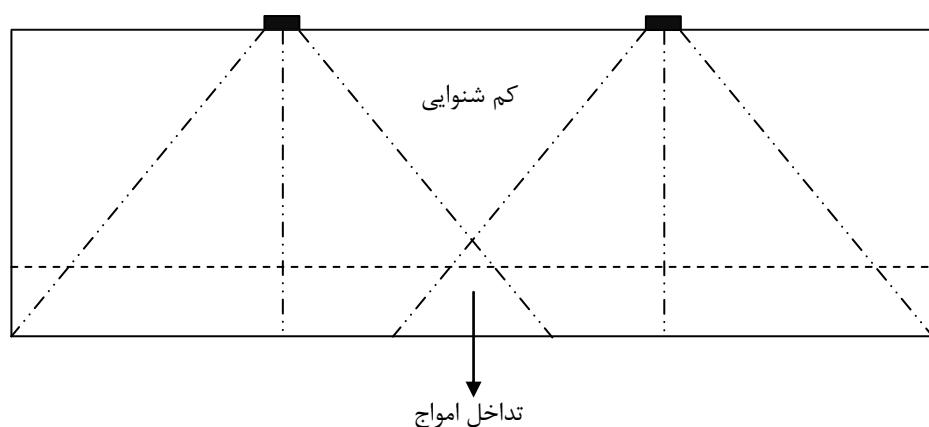
الگوی پخش صوت بلندگوهای سقفی، مخروطی است در اکثر موقع با زاویه رأس 90° .



h_{eff} : ارتفاع مفید اتاق (از سقف تا گوش انسان) L : ارتفاع گوش (از کف تا گوش انسان)

$$D = 2h_{eff} \quad h_{eff} = h - L$$

ارتفاع گوش(L): ایستاده $1/70$ ، نشسته روی صندلی $1/1$ و نشسته روی زمین $7/0$ متر



تداخل از انعکاس بدتر است چرا که تداخل مستقیم بر روی هارمونیک اصلی اثر می‌گذارد

$$r = h_{eff} \quad d \leq 0.3r \quad \text{قابل قبول است.}$$

معمولًا در طراحی‌ها به عرض ۵/ متر دور تادور اتاق را در پوشش صوت و روشنایی محاسبه نمی‌کنند.

آستانه درد شنوایی 120^{db} است و نباید بیش از 100^{db} صوت به گوش انسان برسد.

$$\text{فشار صوتی محیط} = Noise Level + 10^{db} + 6^{db}$$

فشار صوتی محیط برابر است با صدای محیط بعلاوه 16^{db} .

$$\text{طول اضافه شده} = D = 20 \times \log D$$

در سیستم صوت از کابل $1/5$ استفاده می‌شود و حداقل می‌باشد دارای نوعی پرده فلزی باشد
فاصله خود بلندگو از دورترین نقطه شعاع پوشش ملاک است. جهت محاسبه db مناسب بلندگو افت اجسام برای
شیشه 10 ، دیوار آجری 40 و درب چوبی 25^{db} می‌باشد.

بدنه بلندگواگر فلزی باشد باید ارت شود. سیم کشی باید متقارن باشد تا تأخیر ایجاد نشود و محل بلندگوها بهتر
است نزدیک به محل دارای نویز باشد مانند پنجره‌ها.

تابلوهای برق:

حافظت بالادست و پایین دست:

تابلو یک ورودی را بین چند مصرف کننده توزیع می‌کند
کلیدی می‌تواند قبل قطع زیر بار باشد که سرعت فارغ از سرعت اپراتور باشد.

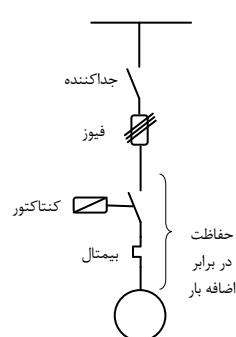
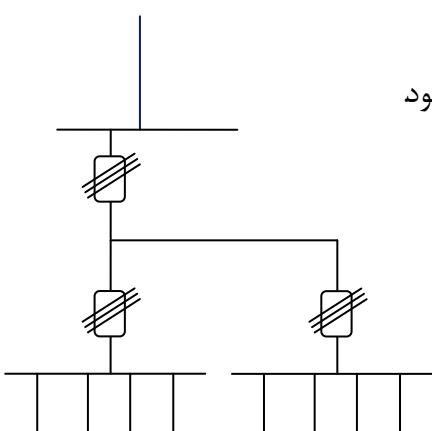
کلید قطع بار:

کلیدهای مینیاتوری (نه تنها جریان نامی را قطع می‌کنند بلکه اتصال کوتاه را هم قطع می‌کنند)
تمام کلیدهای فشار ضعیف جداکننده هم هستند. کلیدهای اتوماتیک جداکننده زیر بار هستند.
کلید فیوز جداکننده غیر قابل قطع زیر بار بوده و کلیدهای چاقویی تنها جداکننده هستند و قابل قطع زیر بار
نیستند.

اگر از تابلو انشعب گرفته شود برای هر انشعب بر روی تابلو باید یک فیوز تعییه شود
خروجی‌ها تابلو هم نیاز به جداکننده زیر بار و هم نیاز به حفاظت دارند.

کنتاکتور کنترل مدار را هم انجام می‌دهد.

بیمتال حسگری است که خودش به تنها نمی‌تواند مدار را قطع کند.



انواع کنتاکتور:

هنگام انتخاب کنتاکتور باید به نوع و جریان بار دقت کرد.

موتورهای قفس سنجابی = A_{C3}

موتورهای سبک = A_{C2}

بارهای مقاومتی = A_{C1}

بارهای خازنی = A_{C6}

لامپ های تخلیه گازی = A_{C4}

موتورهای قفس سنجابی سنگین = A_{C5a}

معمولًاً فیوزها را ۲ تا ۳ برابر جریان نامی موتور انتخاب می کنند.

MPCB کلیدهای حفاظت موتوری:

بر روی این کلیدها دکمه قطع و وصل و Setting جریان قرار دارد.

با استفاده از این کلیدها می توان کلید گردان، فیوز و بیمتال را خذف نمود و تنها کنتاکتور می ماند چون باید عملیات Start-Stop مدار را انجام دهد.

کلیدهای اتوماتیک:

۱. هوایی ACB : بزرگ هستند ، جریانهای زیاد از آنها عبور می کند و قدرت قطع آنها زیاد است

۲. کامپکت Compact : در رنج های پایین بوده و قدرت قطع آنها کم است.

فیوزها: کاردی-فسنگی

فیوزها کلاس عملکرد دارند. Fast برای کابل و خط: gG

Very slow برای ترانس ها

کلید مینیاتوری: آخرین رنج این کلیدها ۶۳ آمپری بوده و قدرت قطع آنها ۶ و ۱۰ کیلوآمپر می باشد.

D : Very Slow

C : Slow

B : Fast

کندکار و تندکار دارند.

D برای خازنها

C برای موتور ها ، پریزها

B برای مصارف روشنایی

های را با بیمتال سایز می کنند.

مزیت MPCB نسبت به فیوز این است که لوازم یدکی نمی خواهد و در صورت قطع شده یکی از فازها، کلید هر سه

فاز را قطع می کند ولی در فیوز اگر یکی از فازها قطع شود موتور ۲ فاز به کار خود ادامه می دهد و آسیب میبیند.

هنگام راه اندازی موتورهای بزرگ (بالای ۱۱ کیلووات) با اتصال مثلث تا ۵ برابر جریان نامی جریان می کشد و

اتصال ستاره ۲ تا ۳ برابر جریان نامی جریان می کشد. (گشتاور حالت ستاره از مثلث کمتر است.)

تابلوهای فشار متوسط:

C.B= Circuit Breaker

دزنکتور:

انواع دزنکتور: ۱. روغنی

۲. SF6. ۳. و کیوم یا خلاء

دزنکتورها مانند کلیدهای اتوماتیک بوده و نیاز به Actuator دارند.(رله)

سکسیون: ۱. قابل قطع زیر بار (ایجاد فاصله مجاز و تحمل جریان اتصال کوتاه) Load Break Switch

۲. غیر قابل قطع زیر بار (ایجاد فاصله مجاز) Disconnector Switch

۳. ارت (جهت ایمنی) Earth Switch

IP درجه حفاظتی تجهیزاتی بوده ، عدد سمت چپ در مقابل گردو غبار و عدد سمت راست در مقابل آب