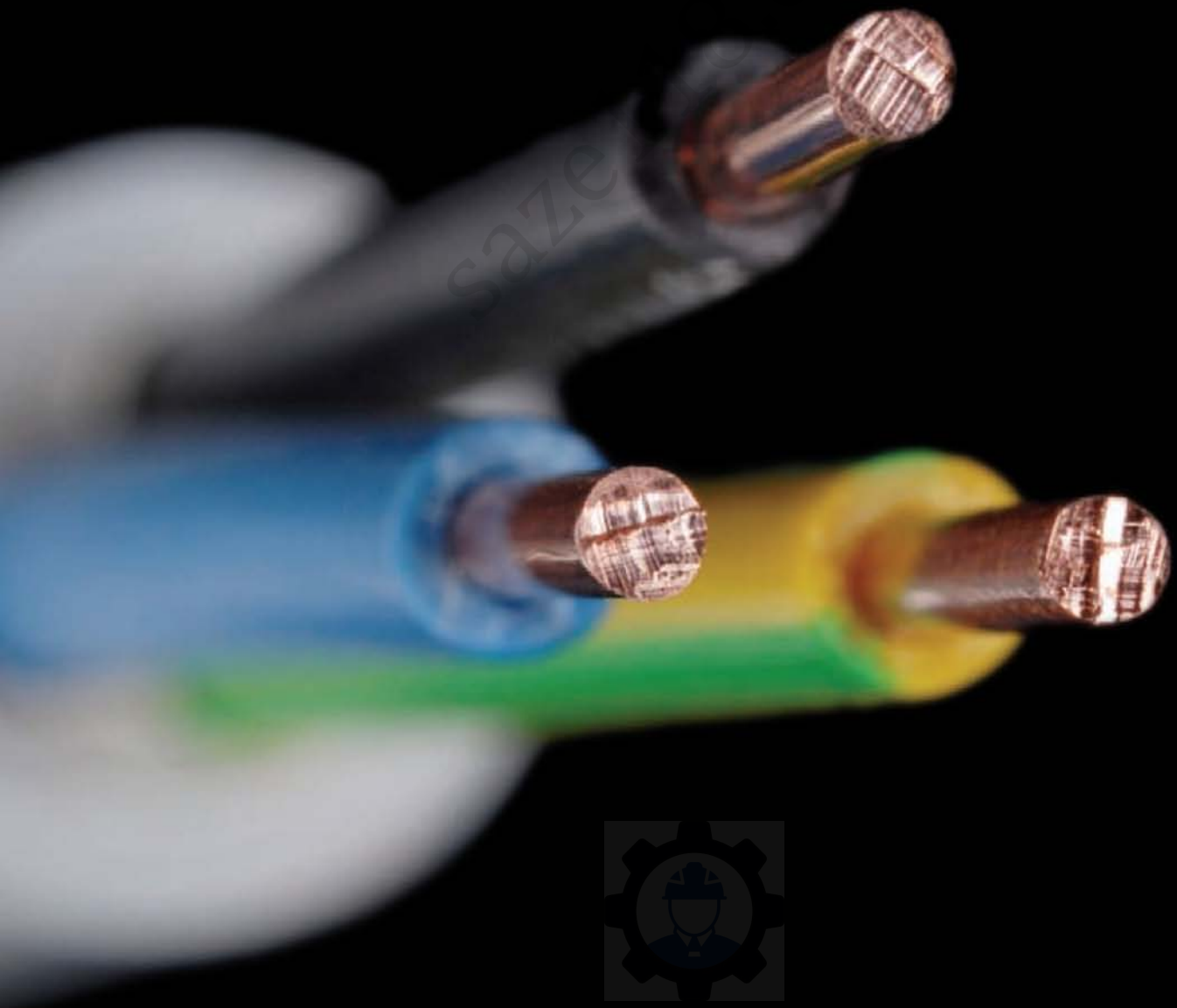
SAZE118.COM

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

امور کنترل ساختمان

راهنمای طراحی تاسیسات برقی



SAZE118.COM

فهرست :

	صفحه
سیستم های توزیع	۲
محاسبه جریان اتصال کوتاه	۵
محاسبه کابل	۱۵
سامانه زمین	۳۲
برآورد بار	۴۳
تجهیزات تابلوئی فشار ضعیف	۵۴
برقگیر	۸۱
برق اضطراری	۸۷
روشنائی داخلی	۹۹
تعداد پریز و چراغ در واحد مسکونی	۱۱۲
خازن	۱۱۴
اماکن درمانی	۱۲۰
تاسیسات برقی در استخرها	۱۳۴
هماهنگی حفاظتهای الکتریکی	۱۳۹
تابلوی کنتور	۱۴۶
ترانسفورماتور	۱۵۲
الکتروموتور	۱۶۲
اطلاعاتی درباره کابلها	۱۶۸
سامانه اعلام حریق	۱۷۷
سامانه آنتن مرکزی	۱۸۹
سامانه صوتی	۱۹۳
دوربینهای مداربسته	۲۰۳
شبکه کامپیوتر	۲۱۲

saze118.com

SAZE118.COM

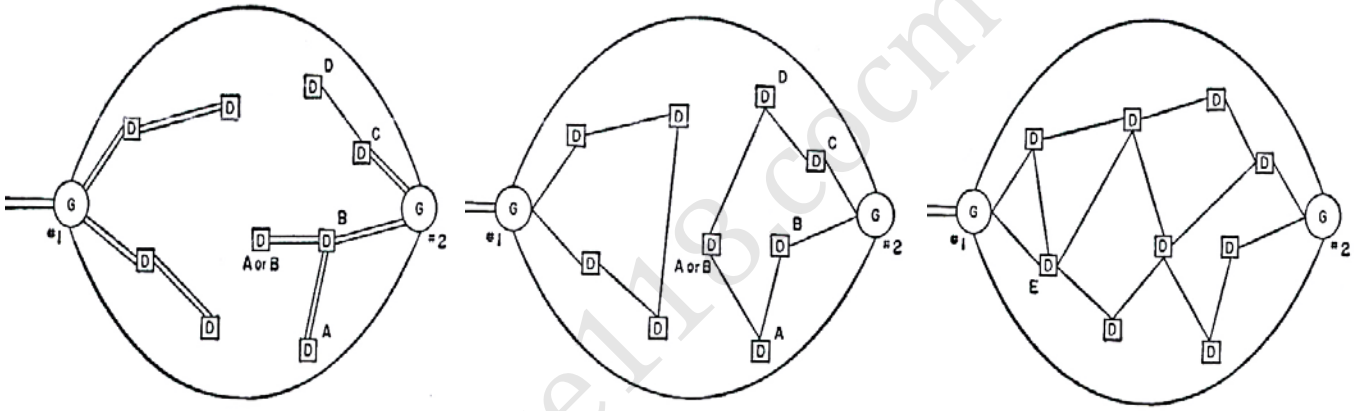
سیستمهای توزیع قدرت

در یک سیستم توزیع مناسب موارد زیر می باید رعایت شود :

۱. ایمنی
۲. حداقل سرمایه گذاری
۳. حداکثر قابلیت تداوم برقرسانی
۴. امکان تغییر آرایش فیدرها و بارها
۵. حداقل تلفات برق (حداقل افت ولتاژ)
۶. حداقل هزینه نگاهداری
۷. بالابودن کیفیت برق

انواع سیستمهای توزیع

سیستمهای توزیع به ۳ دسته اصلی تغذیه میشوند :



سیستم شبکه ای (غربالی) (Mesh) سیستم حلقوی (Ring) سیستم شعاعی (Radial)

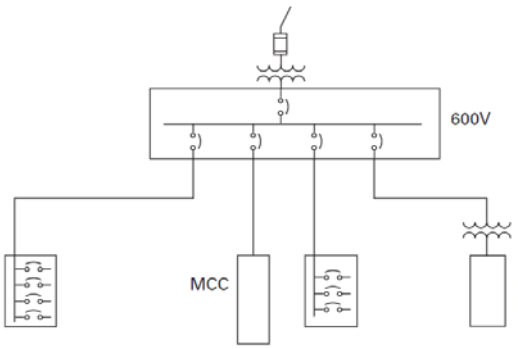
ترکیبی از این ۳ دسته کلی نیز می تواند وجود داشته باشد. منظور از اولیه شبکه "فوق توزیع" (Subtransmission) و یا اولیه ترانسفورماتورها است. بعضی از این ترکیبات را می بینید :

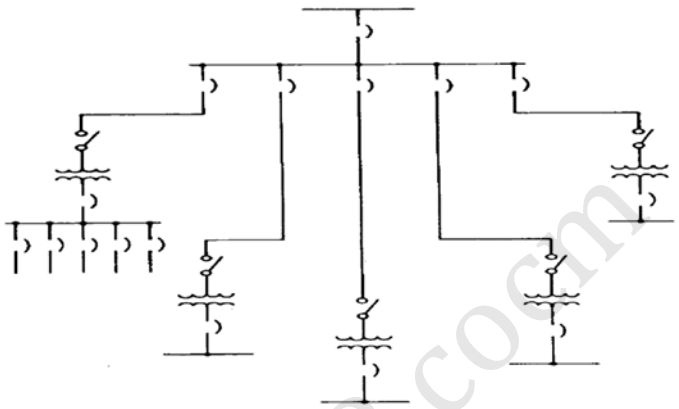
- ✓ شعاعی ساده
- ✓ اولیه حلقوی، ثانویه شعاعی
- ✓ اولیه حلقوی ثانویه حلقوی
- ✓ اولیه با دو ورودی، ثانویه انتخابی

۱ - شعاعی ساده Simple Radial

کمترین سرمایه گذاری، قابلیت اعتماد کم، یک اتصالی در شینه ثانویه ترانس، برقرسانی به کلیه بارها را متوقف می سازد. دو نمونه از این سیستم را در نمودارهای ذیل می توان دید :

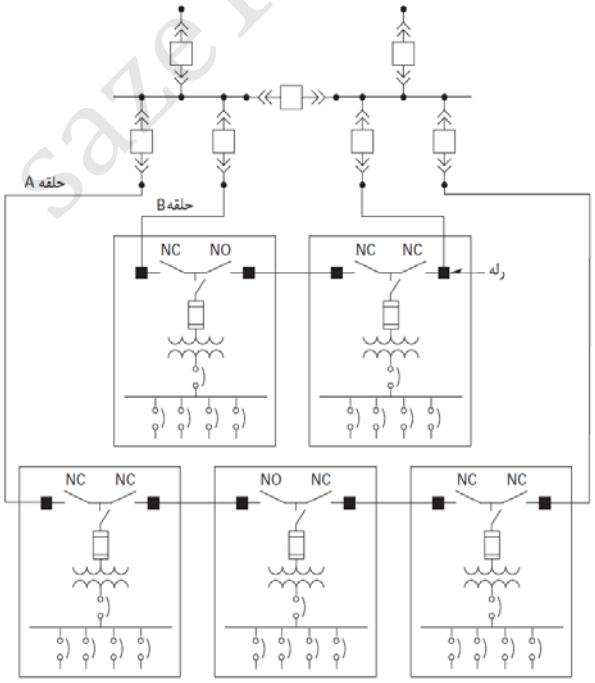
SAZE118.COM





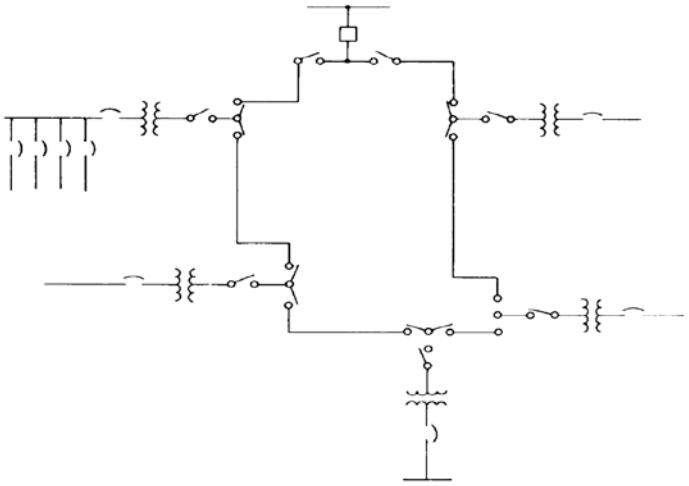
۲-اولیه حلقوی، ثانویه شعاعی Loop Primary—Radial Secondary

اولیه می تواند از یک یا چند حلقه با ۲ یا چند ترانسفورماتور تشکیل شود. کلید قطع شینه طولی اولیه باز گذاشته میشود تا از موازی کار نمودن منابع جلوگیری شود.



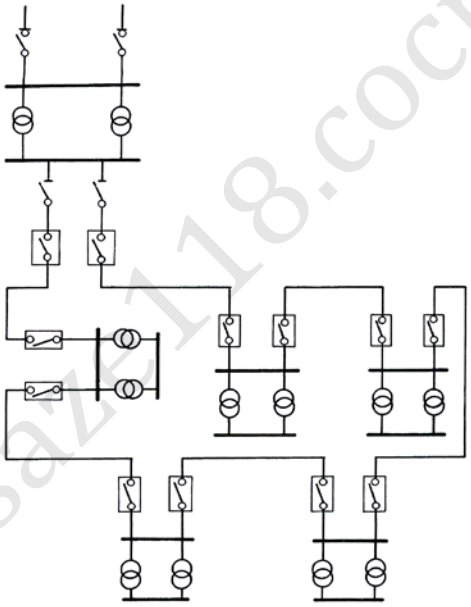
واضح است که هزینه سرمایه گذاری بالاتر و قابلیت اعتماد سیستم نیز بیشتر است.

SAZE118.COM



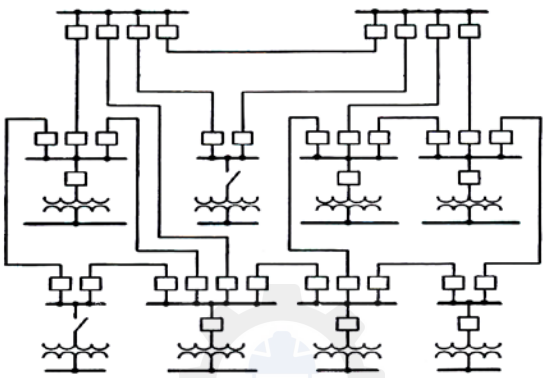
۳-اولیه حلقوی ثانویه حلقوی

میزان اعتماد به مراتب از روشهای ذکرشده قبلی بالاتر بوده و مسلما هزینه سرمایه گذاری بیشتری را در بر خواهد داشت.



۴- اولیه مش ثانویه شعاعی

بارها از حداقل ۳ نقطه تغذیه میشوند. بهترین تنظیم ولتاژ و بالاترین قابلیت اعتماد را این روش نتیجه می دهد.



SAZE118.COM

محاسبات اتصال کوتاه

به منظور انتخاب صحیح تجهیزات سیستم توزیع، تعیین مقادیر تنظیم رله های حفاظتی، محاسبه جریان اتصال کوتاه مورد نیاز است.

- حداکثر جریان اتصال کوتاه

منظور از حداکثر جریان اتصال کوتاه جریان ناشی از اتصال ۳ فاز متقارن در هنگامی است که مولفه dc در بیشترین مقدار می باشد. همچنین ولتاژ در محاسبات حداکثر مقدار ناشی از بیشترین تنظیم تپ چنجر ترانسفورماتور است.

-حداقل جریان اتصال کوتاه

حداقل جریان اتصال کوتاه معمولا از اتصال یک فاز به بدنه یا زمین نتیجه میشود. این مقدار را در انتهای کابل محاسبه می نمایند تا بدین ترتیب هماهنگی کلید با کابل مورد سنجش قرار گیرد. این موضوع در قسمت محاسبه کابل مورد بررسی قرار می گیرد.

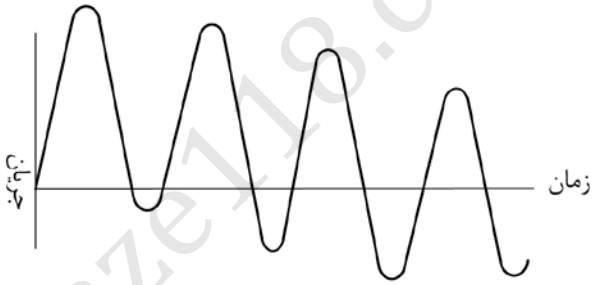
منابع تولید جریان اتصال کوتاه عبارتند از :

ورودی شبکه بالادست

ژنراتورهای داخل شبکه

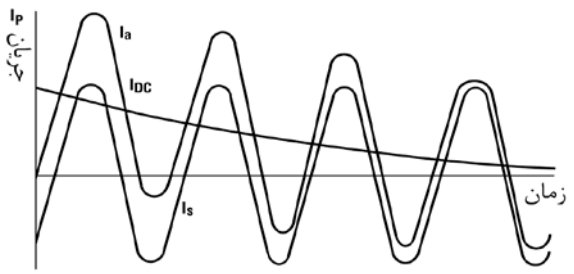
الکتروموتورها

به شکل زیر توجه کنید :



جریان اتصال کوتاه در چند تناوب اولیه مشخصه غیر متقارن دارد. حداکثر تنش مکانیکی و حرارتی که به تجهیزات الکتریکی وارد میشود در چند تناوب اول اتفاق می افتد. تمرکز بر نیم سیکل اول بعد از شروع اتصال کوتاه اهمیت ویژه ای دارد. شکل زیر بدترین حالت را نشان می دهد.

این منحنی دارای دو مولفه متقارن متناوب (Is) و مستقیم (I_{DC}) است. مولفه DC تابعی از انرژی ذخیره شده در سیستم در شروع اتصال کوتاه است. این مولفه بعد از چند تناوب به علت تلفات RI^2 میرا میشود و پس از آن جریان اتصال کوتاه حول محور زمان متقارن می گردد. برای تعیین میزان مولفه DC باید نسبت X/R سیستم را تا نقطه وقوع اتصال کوتاه دانست. بدین منظور کل مقاومت اهمی و راکتانس مدار تا نقطه خطا را باید تعیین نمود.



مقدار مولفه متقارن متناوب را با محاسباتی که بعد از این شرح داده میشود میتوان بدست آورد.

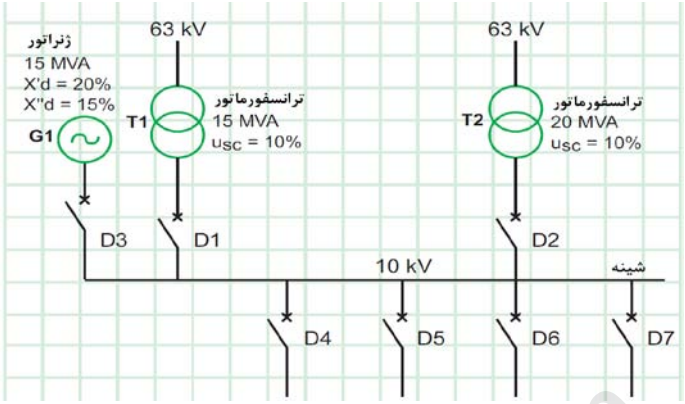
۳ روش برای محاسبه اتصال کوتاه معمول است :

۱ - اهمی ۲- Per Unit ۳- تقریبی

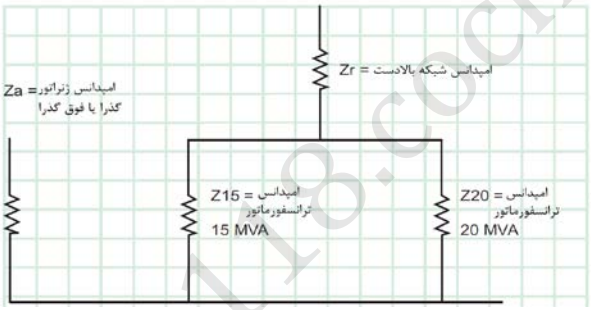
روش اهمی

در این روش کلیه اجزا شبکه اعم از شبکه تغذیه کننده بالادست، ترانسفورماتور، ژنراتور، خط انتقال و الکتروموتور با یک امپدانس شبیه سازی میشود.

مثال : شبکه ای با مشخصات زیر موجود است :



این شبکه را با مشخصات امپدانسی زیر میتوان جایگزین نمود :

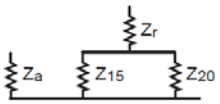
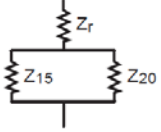
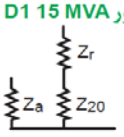
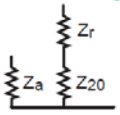


محاسبات مورد نیاز را در اینجا میتوان دید :

عنصر	محاسبه	Z = X (ohms)
شبکه S_{sc} = 2000 MVA U op. = 10 kV	$Z_r = \frac{U^2}{S_{sc}} = \frac{10^2}{2000}$	0.05
ترانسفورماتور 15 MVA (u_{sc} = 10%) U op. = 10 kV	$Z_{15} = \frac{U^2}{S_r} \cdot U_{sc} = \frac{10^2}{15} \cdot \frac{10}{100}$	0.67
ترانسفورماتور 20 MVA (u_{sc} = 10%) U op. = 10 kV	$Z_{20} = \frac{U^2}{S_r} \cdot U_{sc} = \frac{10^2}{20} \cdot \frac{10}{100}$	0.5
ژنراتور 15 MVA U op. = 10 kV حالت گذرا (X_{sc} = 20%) حالت فوق گذرا (X_{sc} = 15%)	$Z_a = \frac{U^2}{S_r} \cdot X_{sc}$ $Z_{at} = \frac{10^2}{15} \cdot \frac{20}{100}$ $Z_{as} = \frac{10^2}{15} \cdot \frac{15}{100}$	 Z_{at} = 1.33 Z_{as} = 1
شینه ها نصب شده به صورت موازی با ترانسفورماتورها نصب شده به صورت سری با امپدانس شبکه و ترانسفورماتور	$Z_{15} // Z_{20} = \frac{Z_{15} \cdot Z_{20}}{Z_{15} + Z_{20}} = \frac{0.67 \cdot 0.5}{0.67 + 0.5}$ $Z_r + Z_{et} = 0.05 + 0.29$	 Z_{et} = 0.29 Z_{er} = 0.34
نصب موازی ژنراتور حالت گذرا حالت فوق گذرا	$Z_{er} // Z_{at} = \frac{Z_{er} \cdot Z_{at}}{Z_{er} + Z_{at}} = \frac{0.34 \cdot 1.33}{0.34 + 1.33}$ $Z_{er} // Z_{at} = \frac{Z_{er} \cdot Z_{at}}{Z_{er} + Z_{at}} = \frac{0.34 \cdot 1}{0.34 + 1}$	≈ 0.27 ≈ 0.25

SAZE118.COM

در نقاط مختلف شبکه میزان جریان اتصال کوتاه به ترتیب زیر خواهد بود :

	Z (ohm)	kA rms $I_{sc} = \frac{U^2}{\sqrt{3} \cdot Z_{sc}} = \frac{10}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{Z_{sc}}$
D4 تا D7  $Z_t = [Z_r + (Z_{15} // Z_{20})] // Z_a$	حالت گذرا Z = 0.27 حالت فوق گذرا Z = 0.25	21.4
D3 ژنراتور  $Z_t = Z_r + (Z_{15} // Z_{20})$	Z = 0.34	17
D1 15 MVA ترانسفورماتور  $Z_t = (Z_r + Z_{20}) // Z_a$	حالت گذرا Z = 0.39 حالت فوق گذرا Z = 0.35	14.8
D2 20 MVA ترانسفورماتور  $Z_t = (Z_r + Z_{15}) // Z_a$	حالت گذرا Z = 0.47 حالت فوق گذرا Z = 0.42	12.3

۲ - روش per unit

به هنگام محاسبات در شبکه های قدرت در صورتی که دو یا چند سطح ولتاژ داشته باشیم تبدیل جریانها در ولتاژهای مختلف در دو سوی ترانسفورماتورها کار پر زحمتی است. به منظور ساده کردن این محاسبات میتوان از روش per unit استفاده نمود.

در این روش هر یک از ۴ کمیت اصلی الکتریکی مورد نیاز در محاسبات (ولتاژ، جریان، توان و امپدانس) به ترتیب زیر به per unit تبدیل میشود :

$$\text{کمیت p.u.} = \frac{\text{کمیت واقعی}}{\text{کمیت مبنا}}$$

اگر ۲ کمیت مبنا از ۴ کمیت فوق را داشته باشیم، ۲ کمیت مبنای دیگر بدست می آیند. فرضا :

جریان مبنا = توان مبنا (۳ فاز) / ولتاژ مبنا (خط) = توان مبنا (۳ فاز) / (ولتاژ مبنا (فاز) x ۱/۷)

در این روش برای کل سیستم یک توان مبنا اختیار میشود. علیرغم آنکه مقاومت ترانسفورماتور از دید اولیه و ثانویه متفاوت است ولی از آنجائی که مقاومت مبنا نیز در این ۲ طرف به همان نسبت تفاوت می کند، مقاومت در مبنای per unit برای دو طرف ترانس یک مقدار یکسان است.

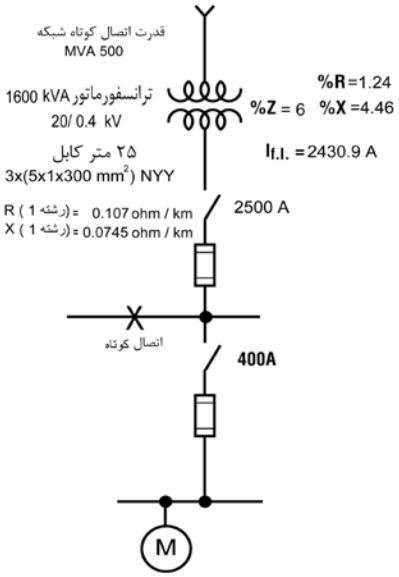
در صورتی که لازم باشد مقاومت پریونیت در ولتاژ و توان مبنا را به ولتاژ و توان جدیدی تبدیل نمائیم از فرمول زیر میتوان استفاده نمود

$$(Z_{pu})_{new} = (Z_{pu})_{old} \times \left(\frac{S_{b-new}}{S_{b-old}}\right) \times \left(\frac{V_{b-old}}{V_{b-new}}\right)^2 .$$

پس از پیدا کردن امپدانس معادل پریونیت مقدار جریان پریونیت بدست آمده و با کمک آن مقدار مولفه متناوب جریان اتصال کوتاه پیدا میشود .

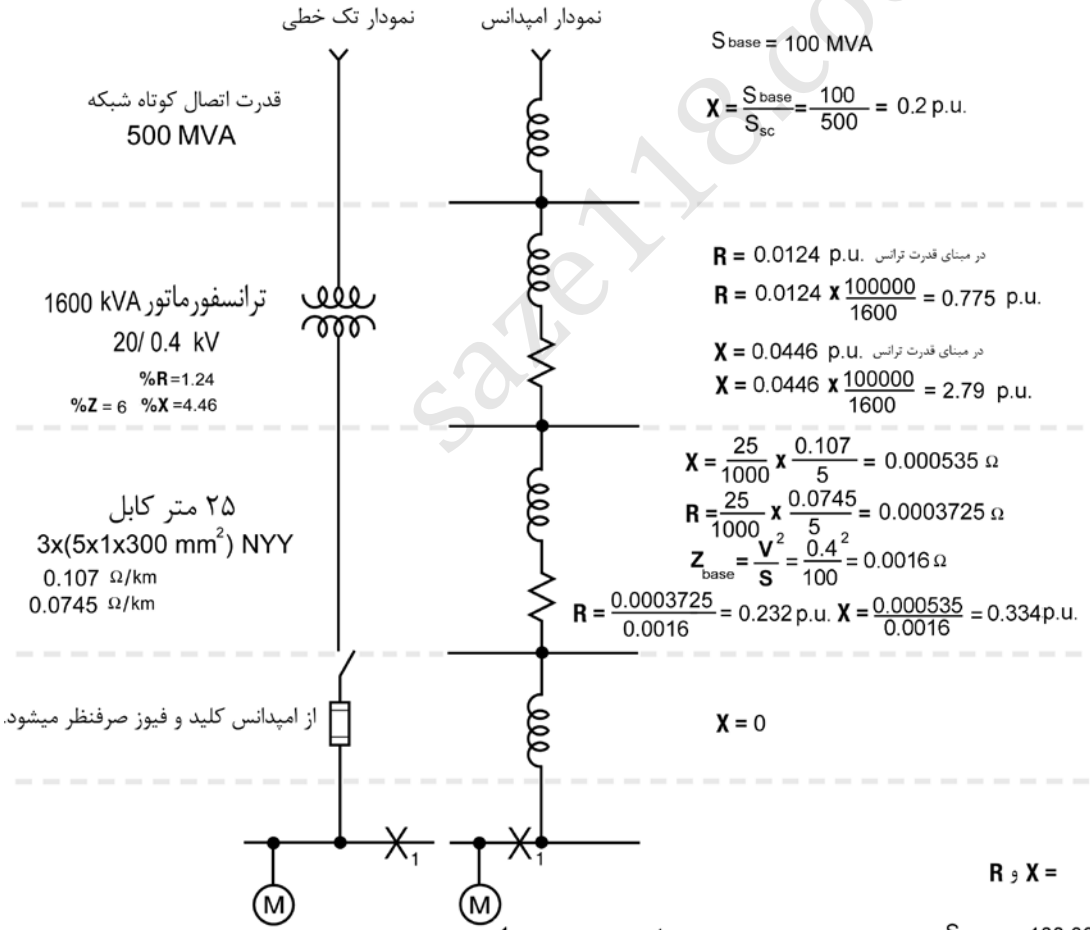
SAZE118.COM

مثال زیر موضوع را روشن می کند. مشخصات اجزای سیستم در شکل آمده است :



فرض میشود کلیه بارهای ترانسفورماتور موتوری هستند.

توان مبنا 100 MVA فرض میشود.



$S_{base} = 100$ MVA

$X = \frac{S_{base}}{S_{sc}} = \frac{100}{500} = 0.2$ p.u.

$R = 0.0124$ p.u. در مبنای قدرت ترانس

$R = 0.0124 \times \frac{100000}{1600} = 0.775$ p.u.

$X = 0.0446$ p.u. در مبنای قدرت ترانس

$X = 0.0446 \times \frac{100000}{1600} = 2.79$ p.u.

$X = \frac{25}{1000} \times \frac{0.107}{5} = 0.000535\ \Omega$

$R = \frac{25}{1000} \times \frac{0.0745}{5} = 0.0003725\ \Omega$

$Z_{base} = \frac{V^2}{S} = \frac{0.4^2}{100} = 0.0016\ \Omega$

$R = \frac{0.0003725}{0.0016} = 0.232$ p.u. $X = \frac{0.000535}{0.0016} = 0.334$ p.u.

$X = 0$

	R	X
	—	0.2
	0.775	2.79
	0.232	0.334
	—	—
R و X =	1.007	3.324

$I_{sc} = \frac{1}{\sqrt{R^2 + X^2}} = \frac{1}{\sqrt{1.007^2 + 3.324^2}} = 0.29$ p.u.

$I_{base} = \frac{S_{base}}{V_{base}} = \frac{100\,000}{\sqrt{3} \times 0.4} = 144337$ A

$I = 0.29 \times 144337 = 41857$ A

SAZE118.COM

سهم الکتروموتور در جریان اتصال کوتاه

الکتروموتورها در چند تناوب اولیه بعد از وقوع اتصال کوتاه به حرکت خود ادامه می دهند و در این مقطع زمانی به عنوان ژنراتور عمل می کنند.

با دانستن راکتانس فوق گذرای الکتروموتورها میتوان آنها را با یک امپدانس شبیه سازی نمود.

برای الکتروموتورهای سنکرون داریم :

	فوق گذرا	گذرا	دائم
الکتروموتورهای با سرعت زیاد	٪۱۵	٪۲۵	٪۸۰
الکتروموتورهای با سرعت کم	٪۳۵	٪۵۰	٪۱۰۰
جبران کننده ها (مانند خازن عمل می کنند.)	٪۲۵	٪۴۰	۱۶۰

نقش الکتروموتورها (حالت فوق گذرا)

برای سادگی محاسبه میتوان سهم الکتروموتورهای سنکرون را ۵ برابر جریان نامی موتور و سهم الکتروموتورهای آسنکرون را ۴ برابر جریان بار نامی موتورها دانست.

فرضا در مثال بالا با فرض موتوری بودن (آسنکرون) کلیه بارهای ترانسفورماتور داریم :

بار نامی ترانس = ۲۳۰۹ آمپر، پس جریان اتصال کوتاه = ۲۳۰۹ X ۴ = ۹۲۳۷ A

پس جریان اتصال کوتاه کلی : ۹۲۳۷ + ۴۱۸۵۷ = ۵۱۰۹۴ A

نقش مولفه DC

برای بدست آوردن میزان حداکثر جریان اتصال کوتاه که از ترکیب مولفه متناوب و مستقیم بدست می آید می باید نسبت X/R شبکه را دانست. در واقع مولفه DC یک تابع نمائی با ثابت زمانی مساوی X/R است. جداولی وجود دارد که با دانستن این نسبت مولفه DC را میتوان تخمین زد. نمونه ای که مربوط به موسسه NEMA (National Electrical Manufacturer's Association) است در زیر مشاهده میشود :

ضریب قدرت به هنگام اتصال کوتاه (٪)	نسبت X/R به هنگام اتصال کوتاه	نسبت به آمپراژ جریان موثر مولفه متقارن: پیک جریان تکفاز لحظه ای Mp	پیک جریان تکفاز موثر در نیم سیکل اول Mm	متوسط مقدار موثر سه فاز در نیم سیکل اول Ma
0	∞	2.828	1.732	1.394
1	100.00	2.785	1.697	1.374
2	49.993	2.743	1.662	1.354
3	33.322	2.702	1.630	1.336
4	24.979	2.663	1.599	1.318
5	19.974	2.625	1.569	1.302
6	16.623	2.589	1.540	1.286
7	14.251	2.554	1.512	1.271
8	13.460	2.520	1.486	1.256
9	11.066	2.487	1.461	1.242
10	9.9301	2.455	1.437	1.229
11	9.0354	2.424	1.413	1.216
12	8.2733	2.394	1.391	1.204
13	7.6271	2.364	1.370	1.193
14	7.0721	2.336	1.350	1.182
15	6.5912	2.309	1.331	1.172
16	6.1695	2.282	1.312	1.162
17	5.7947	2.256	1.295	1.152
18	5.4649	2.231	1.278	1.144
19	5.16672	2.207	1.278	1.135
20	4.8990	2.183	1.247	1.127
21	4.6557	2.160	1.232	1.119
22	4.4341	2.138	1.219	1.112
23	4.2313	2.110	1.205	1.105
24	4.0450	2.095	1.193	1.099
25	3.8730	2.074	1.181	1.092
26	3.7138	2.054	1.170	1.087
27	3.5661	2.034	1.159	1.081
28	3.4286	2.015	1.149	1.076
29	3.3001	1.996	1.139	1.071
30	3.1798	1.978	1.130	1.064

31	3.0669	1.960	1.122	1.062
32	2.9608	1.943	1.113	1.057
33	2.8606	1.926	1.106	1.057
34	2.7660	1.910	1.098	1.050
35	2.6764	1.894	1.091	1.046
36	2.5916	1.878	1.085	1.043
37	2.5109	1.863	1.079	1.040
38	2.4341	1.848	1.073	1.037
39	2.3611	1.833	1.068	1.034
40	2.2913	1.819	1.062	1.031
41	2.2246	1.805	1.058	1.029
42	2.1608	1.791	1.053	1.027
43	2.0996	1.778	1.049	1.024
44	2.0409	1.765	1.045	1.023
45	1.9845	1.753	1.041	1.021
46	1.9303	1.740	1.038	1.019
47	1.8780	1.728	1.035	1.017
48	1.8277	1.716	1.032	1.016
49	1.7791	1.705	1.029	1.014
50	1.7321	1.694	1.026	1.013
55	1.5185	1.641	1.016	1.008
60	1.3333	1.594	1.009	1.004
65	1.1691	1.517	1.005	1.001
70	1.0202	1.517	1.002	1.001
75	0.8819	1.486	1.0008	1.0004
80	0.7500	1.460	1.0002	1.0001
85	0.6198	1.439	1.00004	1.00002
100	0.0000	1.414	1.00000	1.00000

مقادیری که در انتخاب تجهیزات تابلوئی با توجه به جریان اتصال کوتاه باید تعیین شوند :

Icu – Breaking Capacity حداکثر مقدار موثر مولفه متقارن جریان است که کلید یا فیوز قادر به قطع آن است. مطابق استاندارد IEC ۶۰۹۴۷-۲ این مقدار از طریق سیکل باز – تاخیر – بسته باز (O-t-CO) تعیین میشود.

Ics – Breaking Capacity حداکثر مقدار موثر مولفه متقارن جریان است که کلید یا فیوز قادر به قطع آن است. مطابق استاندارد IEC ۶۰۹۴۷-۲ این مقدار از طریق سیکل باز – تاخیر – بسته باز-تاخیر-بسته باز (O-t-CO-t-CO) تعیین میشود.

Ics کسری از Icu است. فرضا Ics = 0/75 x Icu

Icm - Making Capacity ظرفیت قطع یک کلید یا فیوز حداکثر جریانی است که کلید قادر به وصل آن است. مقدار آن میزان پیک جریان در اولین سیکل یک اتصال کوتاه فرضی بین فازها است.

بین ظرفیت وصل و قطع رابطه زیر وجود دارد:

$$Icm = n \times Icu$$

که n را از جدول زیر میتوان بدست آورد :

ظرفیت قطع Icu به کیلوآمپر	ضریب قدرت	n
4/5 =< Icu =<6	۰/۷	۱/۵
6=< Icu =<10	۰/۵	۱/۷
10 =< Icu =<20	۰/۳	۲
20 =< Icu =<50	۰/۲۵	۲/۱
50< Icu	۰/۲	۲/۲

Icw -جریان تحمل اتصال کوتاه زمان کم – مقدار موثر مولفه متناوب جریان اتصال کوتاه که کلید بدون صدمه در زمان معین (مرجحا ۱ و ۳ ثانیه) قادر به تحمل آن است.

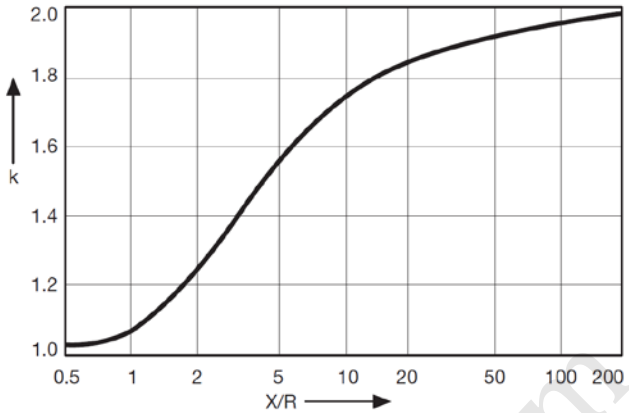
SAZE118.COM

با کمک روابط زیر میتوان بین جریان اتصال کوتاه سه فاز متقارنی که از محاسبه بدست می آید و میزان ظرفیتهائی که برای تعیین مشخصات کلید مورد نیاز رابطه ای بدست آورد :

جریان اتصال کوتاهی که از محاسبه بدست می آید را Ik می نامیم. بین جریان اتصال کوتاه حداکثر و این مقدار رابطه زیر وجود دارد :

$$Ip = k \times \sqrt{2} \times Ik$$

که k را به کمک منحنی زیر میتوان بدست آورد :



فرض کنیم مقدار جریان اتصال کوتاه ۳فاز Ik= 33 kA و نسبت X/R= 6/59 باشد.

Icu اولین پله (نرم) بعد از مقدار جریان Ik است که به طور معمول مقادیر ۱۶، ۲۵، ۳۶، ۵۰، ۷۰، ۸۵، ۱۰۰، ۱۲۰، ۱۵۰، ۱۸۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوآمپر برای آن درنظر گرفته میشود.

در مثال فوق اولین پله بعد از ۳۳kA، ۳۶kA می باشد. حال اگر این مقدار را در رابطه بین Icu و Icm قراردهیم خواهیم داشت :

$$Icm=n \times Icu = ۲/۱ \times ۳۶ = ۷۵/۶ \text{ kA}$$

(۲/۱ از جدول بدست آمد)

Icmکلید همیشه باید مطابق استاندارد IEC ۶۰۹۴۷-۲ از مقدار پیک جریان سیستم (Ip) بزرگتر باشد. Ip شبکه به ترتیب زیر بدست میآید :

$$Ip= ۱/۶۴ \times ۳۳ \times \sqrt{2} = ۷۶/۵ \text{ kA}$$

همانطور که مشاهده میشود این نسبت وجود ندارد : (Icm کلید از Ip شبکه بزرگتر نیست.)

بنابراین باید Icu کلید را یک پله بالاتر ببریم (۵۰ kA) در این صورت :

$$Icm=n \times Icu = ۲/۱ \times ۵۰ = ۱۰۵ \text{ kA}$$

اینبار مشخصات کلید قابل قبول است.

۳-روشهای تقریبی محاسبه اتصال کوتاه

برای مدارهای ثانویه فشارضعیف از نوع TN-S مطابق استاندارد IEC ۶۰۳۶۴ امکان محاسبه جریان اتصال کوتاه در انتهای کابل با روش تقریبی وجود دارد. اگر سیم نول وجود نداشته باشد :

$$I_{kmin} = \frac{0.8 \cdot V \cdot S_F}{1.5 \cdot \rho \cdot 2 \cdot L}$$

و اگر سیم نول وجود داشته باشد :

$$I_{kmin} = \frac{0.8 \cdot V_0 \cdot S_F}{1.5 \cdot \rho \cdot (1 + m) \cdot L}$$

V ولتاژ فاز فاز، V۰ ولتاژ فاز زمین، SF سطح مقطع هادی فاز، m نسبت مقاومت فاز به نول، rho مقاومت ویژه هادی، L طول کابل

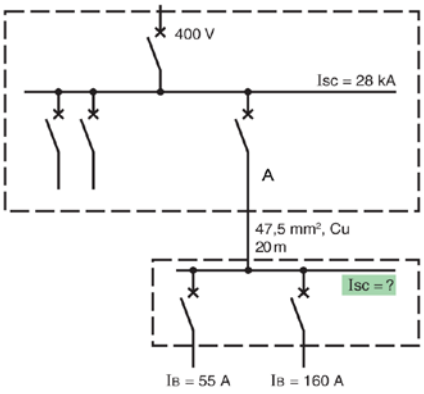
SAZE118.COM

راهنمای طراحی تاسیسات برقی ساختمان

برای تعیین حداقل جریان اتصال کوتاه روشهای محاسباتی معمول جوابگوست. ولی طرق ساده تری نیز وجود دارد. میتوان در صورتی که جریان اتصال کوتاه در ابتدای کابل را دردست داریم جریان اتصال کوتاه در انتهای کابل را تخمین زد. در این روش فرض بر آن است که ولتاژ نقطه اتصالی ۸۰ درصد ولتاژ فاز به زمین است :

230 V / 400 V سطح مقطع هادی فاز (mm²)	طول مدار به متر																						
1.5														1.3	1.8	2.6	3.6	5.2	7.3	10.3	14.6	21	
2.5												1.1	1.5	2.1	3.0	4.3	6.1	8.6	12.1	17.2	24	34	
4											1.2	1.7	2.4	3.4	4.9	6.9	9.7	13.7	19.4	27	39	55	
6											1.8	2.6	3.6	5.2	7.3	10.3	14.6	21	29	41	58	82	
10										2.2	3.0	4.3	6.1	8.6	12.2	17.2	24	34	49	69	97	137	
16									1.7	2.4	3.4	4.9	6.9	9.7	13.8	19.4	27	39	55	78	110	155	220
25							1.3	1.9	2.7	3.8	5.4	7.6	10.8	15.2	21	30	43	61	86	121	172	243	343
35							1.9	2.7	3.8	5.3	7.5	10.6	15.1	21	30	43	60	85	120	170	240	340	480
47.5					1.8	2.6	3.6	5.1	7.2	10.2	14.4	20	29	41	58	82	115	163	231	326	461		
70					2.7	3.8	5.3	7.5	10.7	15.1	21	30	43	60	85	120	170	240	340				
95				2.6	3.6	5.1	7.2	10.2	14.5	20	29	41	58	82	115	163	231	326	461				
120		1.6	2.3	3.2	4.6	6.5	9.1	12.9	18.3	26	37	52	73	103	146	206	291	412					
150	1.2	1.8	2.5	3.5	5.0	7.0	9.9	14.0	19.8	28	40	56	79	112	159	224	317	448					
185	1.5	2.1	2.9	4.2	5.9	8.3	11.7	16.6	23	33	47	66	94	133	187	265	374	529					
240	1.8	2.6	3.7	5.2	7.3	10.3	14.6	21	29	41	58	83	117	165	233	330	466	659					
300	2.2	3.1	4.4	6.2	8.8	12.4	17.6	25	35	50	70	99	140	198	280	396	561						
2x120	2.3	3.2	4.6	6.5	9.1	12.9	18.3	26	37	52	73	103	146	206	292	412	583						
2x150	2.5	3.5	5.0	7.0	9.9	14.0	20	28	40	56	79	112	159	224	317	448	634						
2x185	2.9	4.2	5.9	8.3	11.7	16.6	23	33	47	66	94	133	187	265	375	530	749						
553x120	3.4	4.9	6.9	9.7	13.7	19.4	27	39	55	77	110	155	219	309	438	619							
3x150	3.7	5.3	7.5	10.5	14.9	21	30	42	60	84	119	168	238	336	476	672							
3x185	4.4	6.2	8.8	12.5	17.6	25	35	50	70	100	141	199	281	398	562								
Isc جریان اتصال کوتاه بالادست (kA)	Isc جریان اتصال کوتاه پائین دست (kA)																						
100	93	90	87	82	77	70	62	54	45	37	29	22	17.0	12.6	9.3	6.7	4.9	3.5	2.5	1.8	1.3	0.9	
90	84	82	79	75	71	65	58	51	43	35	28	22	16.7	12.5	9.2	6.7	4.8	3.5	2.5	1.8	1.3	0.9	
80	75	74	71	68	64	59	54	47	40	34	27	21	16.3	12.2	9.1	6.6	4.8	3.5	2.5	1.8	1.3	0.9	
70	66	65	63	61	58	54	49	44	38	32	26	20	15.8	12.0	8.9	6.6	4.8	3.4	2.5	1.8	1.3	0.9	
60	57	56	55	53	51	48	44	39	35	29	24	20	15.2	11.6	8.7	6.5	4.7	3.4	2.5	1.8	1.3	0.9	
50	48	47	46	45	43	41	38	35	31	27	22	18.3	14.5	11.2	8.5	6.3	4.6	3.4	2.4	1.7	1.2	0.9	
40	39	38	38	37	36	34	32	30	27	24	20	16.8	13.5	10.6	8.1	6.1	4.5	3.3	2.4	1.7	1.2	0.9	
35	34	34	33	33	32	30	29	27	24	22	18.8	15.8	12.9	10.2	7.9	6.0	4.5	3.3	2.4	1.7	1.2	0.9	
30	29	29	29	28	27	27	25	24	22	20	17.3	14.7	12.2	9.8	7.6	5.8	4.4	3.2	2.4	1.7	1.2	0.9	
25	25	24	24	24	23	23	22	21	19.1	17.4	15.5	13.4	11.2	9.2	7.3	5.6	4.2	3.2	2.3	1.7	1.2	0.9	
20	20	20	19.4	19.2	18.8	18.4	17.8	17.0	16.1	14.9	13.4	11.8	10.1	8.4	6.8	5.3	4.1	3.1	2.3	1.7	1.2	0.9	
15	14.8	14.8	14.7	14.5	14.3	14.1	13.7	13.3	12.7	11.9	11.0	9.9	8.7	7.4	6.1	4.9	3.8	2.9	2.2	1.6	1.2	0.9	
10	9.9	9.9	9.8	9.8	9.7	9.6	9.4	9.2	8.9	8.5	8.0	7.4	6.7	5.9	5.1	4.2	3.4	2.7	2.0	1.5	1.1	0.8	
7	7.0	6.9	6.9	6.9	6.9	6.8	6.7	6.6	6.4	6.2	6.0	5.6	5.2	4.7	4.2	3.6	3.0	2.4	1.9	1.4	1.1	0.8	
5	5.0	5.0	5.0	4.9	4.9	4.9	4.9	4.8	4.7	4.6	4.5	4.3	4.0	3.7	3.4	3.0	2.5	2.1	1.7	1.3	1.0	0.8	
4	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.9	3.9	3.9	3.8	3.7	3.6	3.5	3.3	3.1	2.9	2.6	2.2	1.9	1.6	1.2	1.0	0.7	
3	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.9	2.9	2.9	2.9	2.8	2.7	2.6	2.5	2.3	2.1	1.9	1.6	1.4	1.1	0.9	0.7	
2	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.7	1.6	1.4	1.3	1.1	1.0	0.8	0.6	
1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	

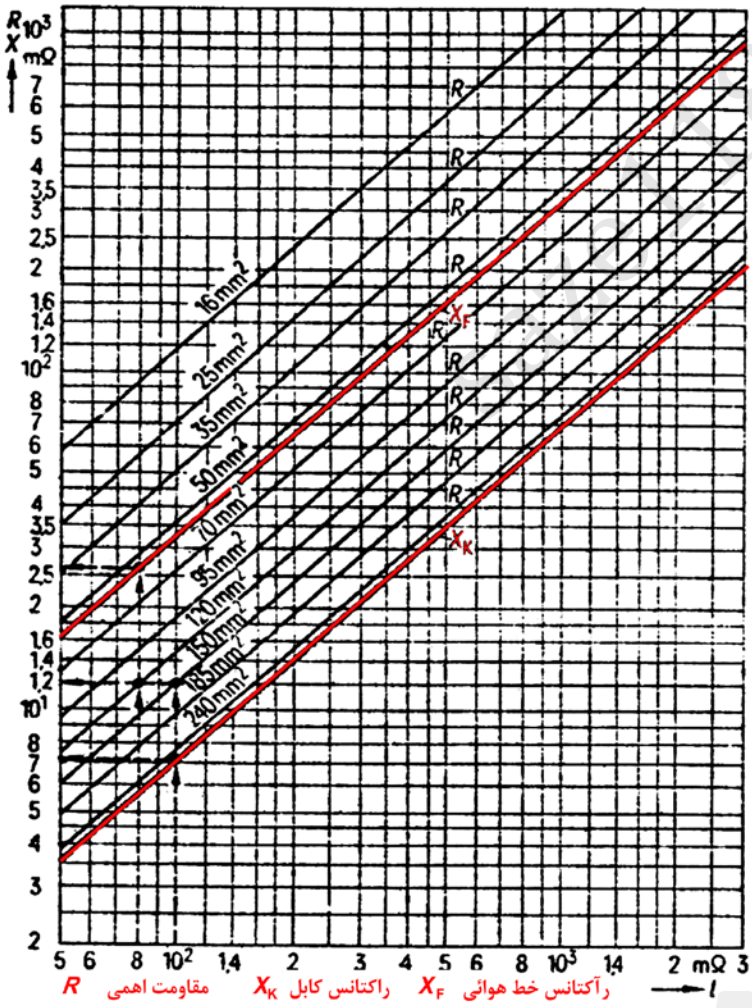
saze118.com

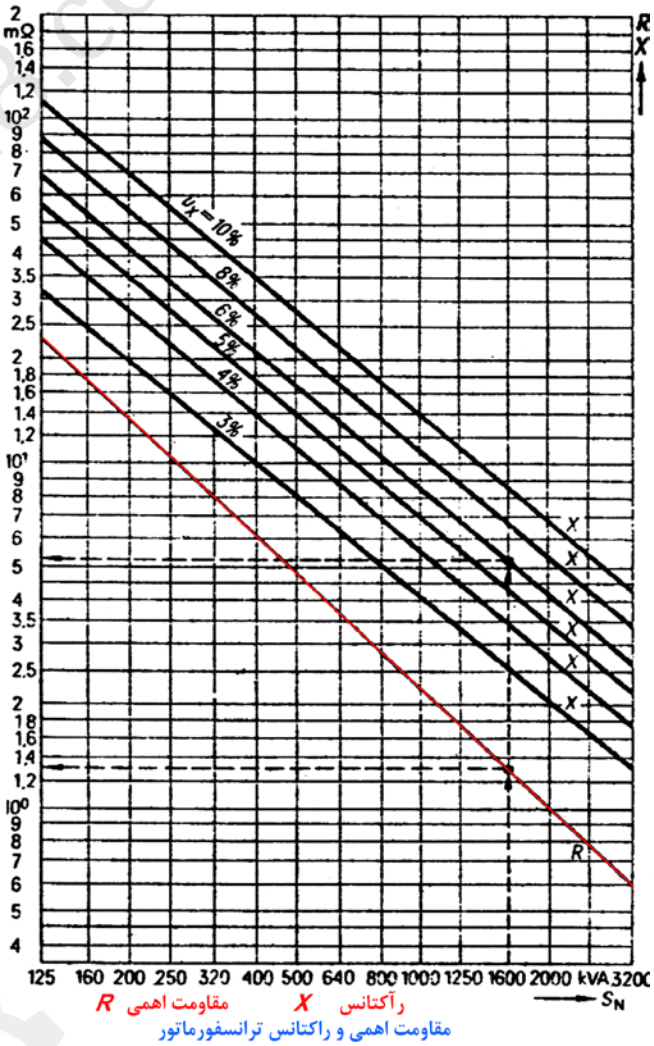


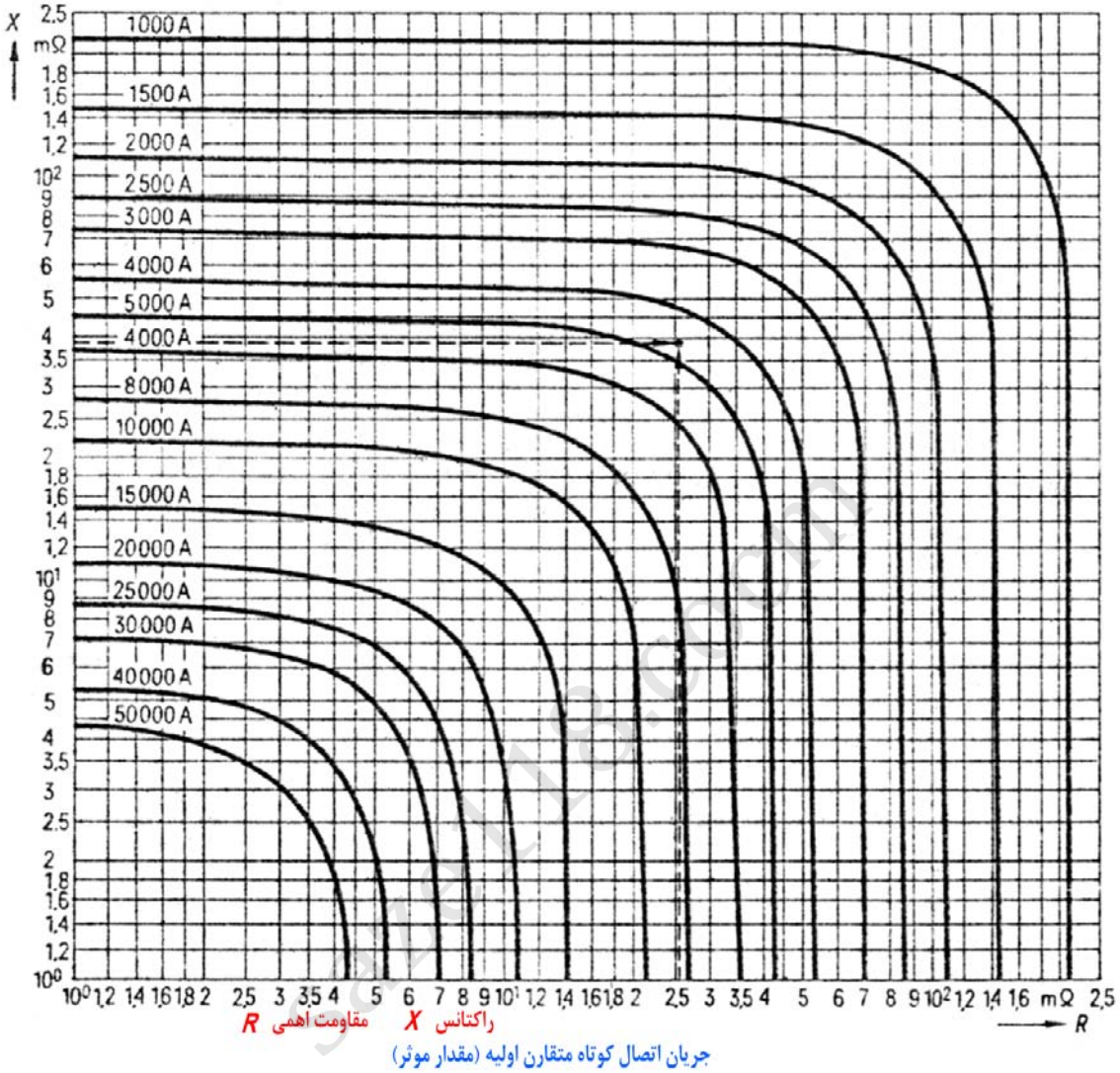
در مثال بالا جریان اتصال کوتاه در بالای کابل A در دست است، میزان آن را با جداول فوق در پائین دست کابل بدست می آید.(۱۴/۷ کیلوآمپر)

برای یک شبکه ساده با یک ترانسفورماتور ۲۰ کیلوولت به ۳۸۰ ولت و موارد متعدد کابل فشارقوی و خط هوائی میتوان از نمودار های زیر استفاده نمود.

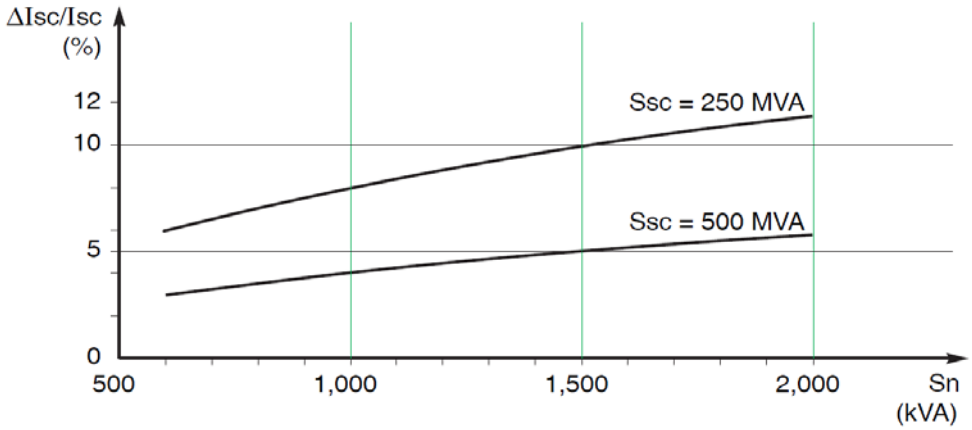
در دو نمودار زیر ابتدا مقادیر مقاومت اهمی و راکتانس کلی شبکه را بدست می آوریم. سپس با کمک از نمودار سوم مقدار جریان اتصال کوتاه را پیدا نمود :







در بسیاری از محاسبات اتصال کوتاه از قدرت شبکه بالادست صرفنظر میشود. منحنی زیر میزان این تاثیر را نشان میدهد.

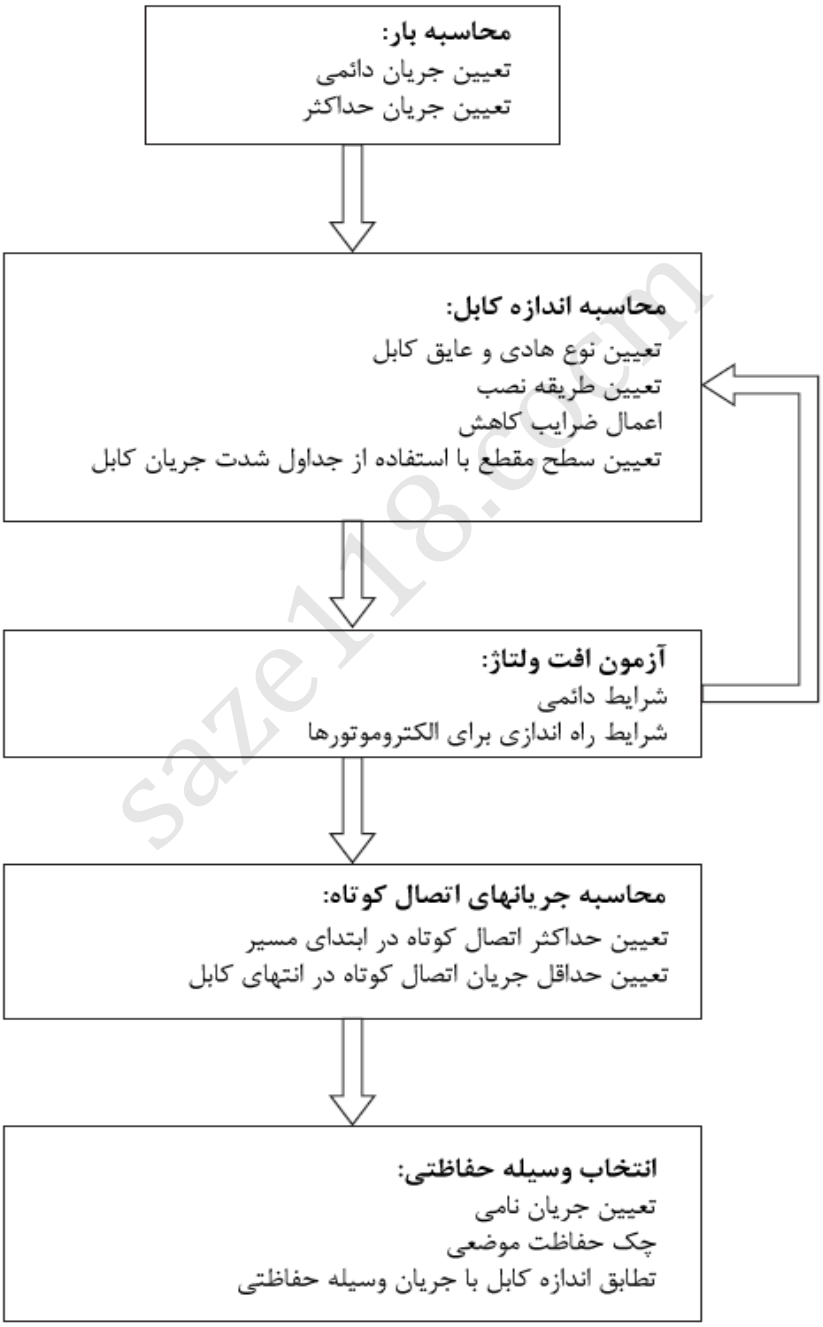


SAZE118.COM

محاسبه کابل

در محاسبه کابلهای فشار ضعیف چند عامل دخالت دارند : ۱) شدت جریان ۲) افت ولتاژ ۳) جریان اتصال کوتاه ۴) تطابق با وسیله حفاظت کابل

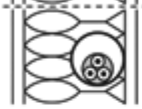
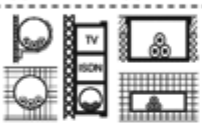
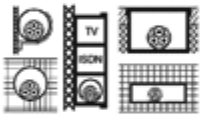
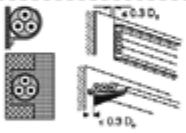
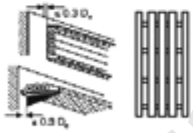
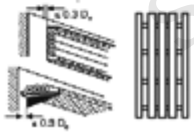
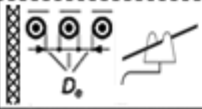
نمودار زیر روند مراحل انتخاب را نشان می دهد:



SAZE118.COM

۱-۱) شدت جریان بر اساس استاندارد IEC ۶۰۳۶۴-۵-۵۲ برای نصب در هوا

نخستین گام تعیین نحوه نصب بر اساس جدول زیر است:

شرح	کد نصب	طریقه نصب
سیم یا کابل تک رشته درون لوله در دیوار با عایق حرارتی	A1	
کابل چند رشته در دیوار با عایق حرارتی کابل چندرشته مستقیما در دیوار با عایق حرارتی	A2	
سیم یا کابل تک رشته در لوله روی یا داخل دیوار آجری یا داخل لوله در داکت یا درون داکت در کف یا در سقف و کف کاذب	B1	
کابل چندرشته در لوله روی یا داخل دیوار آجری یا داخل لوله در داکت یا درون داکت در کف یا در سقف و کف کاذب	B2	
کابل تک یا چند رشته : -ثابت روی دیوار یا سقف چوبی - روی سینی بدون منفذ -کابل مستقیم روی آجر	C	
کابل چند رشته : -روی نردبان -روی دسنک یا شبکه سیمی -روی سینی سوراخ شده -آویزان شده به سیم مهار	E	
کابل تک رشته : -روی نردبان -روی دسنک یا شبکه سیمی -روی سینی سوراخ شده -آویزان شده به سیم مهار	F	
سیم لخت یا عایق دار روی مقره یا کابلهائی که بیش از 0.3 قطر کابل از دیوار فاصله دارند	G	

با توجه به گروه انتخابی در درجه حرارت محیط ۳۰ درجه سانتیگراد و بدون وجود کابلهای مجاور، شدت جریان مجاز کابل مقادیر زیر خواهد بود :

SAZE118.COM

راهنمای طراحی تاسیسات برقی ساختمان

	Installation method	A1				A2				B1				B2				C				E		F				G			
	Conductor	Cu				Cu				Cu				Cu				Cu				Cu	Cu	Cu	Cu	Cu		Cu			
	Insulation	XLPE EPR		PVC		XLPE EPR		PVC		XLPE EPR		PVC		XLPE EPR		PVC		XLPE EPR		PVC		XLPE EPR	PVC	XLPE EPR	PVC	XLPE EPR	PVC	XLPE EPR		PVC	
S[mm²]	Loaded conductors	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2		3				2		3	
1.5		19	17	14.5	13.5	18.5	16.5	14	13	23	20	17.5	15.5	22	19.5	16.5	15	24	22	19.5	17.5	26	22	23	18.5						
2.5		26	23	19.5	18	25	22	18.5	17.5	31	28	24	21	30	26	23	20	33	30	27	24	36	30	32	28						
4		35	31	26	24	33	30	25	23	42	37	32	28	40	35	30	27	45	40	36	32	49	40	42	34						
6		45	40	34	31	42	38	32	29	54	48	41	36	51	44	38	34	58	52	46	41	63	51	54	43						
10		61	54	46	42	57	51	43	39	75	66	57	50	69	60	52	46	80	71	63	57	86	70	75	60						
16		81	73	61	56	76	68	57	52	100	88	76	68	91	80	69	62	107	96	85	76	115	94	100	80						
25		106	95	80	73	99	89	75	68	133	117	101	89	119	105	90	80	138	119	112	96	149	119	127	101	161	131	13	110	141	114	182	161	146	130
35		131	117	99	89	121	109	92	83	164	144	125	110	146	128	111	99	171	147	138	119	185	148	158	126	200	162	169	137	176	143	226	201	181	162
50		158	141	119	108	145	130	110	99	198	175	151	134	175	154	133	118	209	179	168	144	225	180	192	153	242	196	207	167	216	174	275	246	219	197
70		200	179	151	136	183	164	139	125	253	222	192	171	221	194	168	149	269	229	213	184	289	232	246	196	310	251	268	216	279	225	353	318	281	254
95		241	216	182	164	220	197	167	150	306	269	232	207	265	233	201	179	328	278	258	223	352	282	298	238	377	304	328	264	342	275	430	389	341	311
120		278	249	210	188	253	227	192	172	354	312	269	239	305	268	232	206	382	322	299	259	410	328	346	276	437	352	383	308	400	321	500	454	396	362
150		318	285	240	216	290	259	219	196									441	371	344	299	473	379	399	319	504	406	444	356	464	372	577	527	456	419
185		362	324	273	245	329	295	248	223									506	424	392	341	542	434	456	364	575	463	510	409	533	427	661	605	521	480
240		424	380	321	286	386	346	291	261									599	500	461	403	641	514	538	430	679	546	607	485	634	507	781	719	615	569
300		486	435	367	328	442	396	334	298									693	576	530	464	741	593	621	497	783	629	703	561	736	587	902	833	709	659
400																										940	754	823	656	868	689	1085	1008	852	795
500																										1083	868	946	749	998	789	1253	1169	982	920
630																										1254	1005	1088	855	1151	905	1454	1362	1138	1070

در محیطهائی با درجه حرارتی متفاوت با ۳۰ درجه سانتیگراد، ضرائب تصحیح به قرار زیر است :

درجه حرارت محیط	PVC	XLPE
10	1.22	1.15
15	1.17	1.12
20	1.12	1.08
25	1.06	1.04
35	0.94	0.96
40	0.87	0.91
45	0.79	0.87
50	0.71	0.82
55	0.61	0.76
60	0.50	0.71
65	–	0.65
70	–	0.58
75	–	0.50
80	–	0.41
85	–	–
90	–	–
95	–	–

برای ضرائب تجمیع در گروههای نصب مختلف از جدول زیر استفاده می شود :

ردیف	آرایش (کابلها در تماس یکدیگر)	تعداد مدارات یا کابلهای چند رشته 1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
1	کابل در مجاورت هوا درون لوله یا داکت	1.00	0.80	0.70	0.65	0.60	0.57	0.54	0.52	0.50	0.45	0.41	0.38
2	یک لایه روی دیوار ، کف یا سینی بدون منفذ	1.00	0.85	0.79	0.75	0.73	0.72	0.72	0.71	0.70			
3	یک لایه روی سینی منفذ دار به صورت عمودی یا افقی	1.00	0.88	0.82	0.77	0.75	0.73	0.73	0.72	0.72	همان ضریب کاهش در تعداد مدار بیش از 9 اعمال می شود		
4	یک لایه روی نردبان	1.00	0.87	0.82	0.80	0.80	0.79	0.79	0.78	0.78			

SAZE118.COM

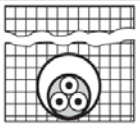
برای یافتن اندازه کابل مناسب، ابتدا جریان کابل در شرائط ایدآل را پیدا می نمائیم :

(ضریب تجمیع X ضریب درجه حرارت محیط) / شدت جریان طراحی کابل = شدت جریان کابل در شرائط ایدآل

با تطابق جریان بدست آمده با مقادیر جدول ۲ اندازه کابل مطلوب از نظر شدت جریان بدست می آید.

۱-۲) شدت جریان بر اساس استاندارد IEC ۶۰۳۶۴-۵-۵۲ برای نصب در زمین

در محیطهائی با ۲۰ درجه سانتیگراد، شدت جریان مجاز کابل در صورت نصب انفرادی از جدول زیر استخراج میشود :

	طریقه نصب	D			
					
		Cu			
	عایق	XLPE EPR		PVC	
S[mm²]	تعداد هادی زیر بار	2	3	2	3
1.5		26	22	22	18
2.5		34	29	29	24
4		44	37	38	31
6		56	46	47	39
10		73	61	63	52
16		95	79	81	67
25		121	101	104	86
35		146	122	125	103
50		173	144	148	122
70		213	178	183	151
95		252	211	216	179
120		287	240	246	203
150		324	271	278	230
185		363	304	312	258
240		419	351	361	297
300		474	396	408	336

در صورتی که درجه حرارت خاک مقداری به غیر از ۲۰ درجه سانتیگراد باشد از ضرائب تصحیح ذیل استفاده میشود:

درجه حرارت زمین	نوع عایق	
°C	PVC	XLPE و EPR
10	1.10	1.07
15	1.05	1.04
25	0.95	0.96
30	0.89	0.93
35	0.84	0.89
40	0.77	0.85
45	0.71	0.80
50	0.63	0.76
55	0.55	0.71
60	0.45	0.65
65	-	0.60
70	-	0.53
75	-	0.46
80	-	0.38

SAZE118.COM

ضریب کاهش دیگر، مقاومت حرارتی خاک است. از اعمال این ضریب در محاسبات می توان صرفنظر نمود.

مقاومت حرارتی	Km/W	1	1.5	2	2.5	3
ضریب تصحیح		1.18	1.1	1.05	1	0.96

با توجه به جنس خاک میتوان ضریب k3 را حدس زد:

جنس خاک	k3
خاک بسیار مرطوب (اشباع شده)	۱/۲۱
خاک مرطوب	۱/۱۳
خاک نم	۱/۰۵
خاک خشک	۱/۰۰
خاک بسیار خشک	۰/۸۶

ضرائب تجمیع برای کابلهائی که مستقیما در خاک قرار گرفته اند از جدول زیر استخراج می شود :

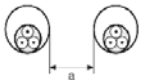
تعداد مدار	فاصله کابلها از یکدیگر (a)				
	در تماس با یکدیگر(صفر)	به اندازه قطر کابل	0.125 m	0.25 m	0.5 m
2	0.75	0.80	0.85	0.90	0.90
3	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85
4	0.60	0.60	0.70	0.75	0.80
5	0.55	0.55	0.65	0.70	0.80
6	0.50	0.55	0.60	0.70	0.80

برای کابلهای تک رشته ای که از طریق لوله در خاک دفن شده اند، ضرائب تجمیع به قرار زیر است:

تعداد مدار	فاصله داکتها از یکدیگر (a)			
	در تماس با یکدیگر(صفر)	0.25 m	0.5 m	1.0 m
2	0.80	0.90	0.90	0.95
3	0.70	0.80	0.85	0.90
4	0.65	0.75	0.80	0.90
5	0.60	0.70	0.80	0.90
6	0.60	0.70	0.80	0.90

جدولی نیز برای کابلهای چندرشته مدفون در خاک از طریق لوله داریم:

تعداد مدار	فاصله کابلها از یکدیگر (a) در تماس با یکدیگر(صفر)	0.25 m	0.5 m	1.0 m
2	0.85	0.90	0.95	0.95
3	0.75	0.85	0.90	0.95
4	0.70	0.80	0.85	0.90
5	0.65	0.80	0.85	0.90
6	0.60	0.80	0.80	0.90



عمق دفن کابل نیز در دما و در نتیجه قابلیت عبوردهی جریان اثر می گذارد.

عمق دفن (متر)	1.31-1.50	1.11-1.30	0.91-1.10	0.71-0.90	0.50-0.70
ضریب تصحیح	0.95	0.97	1.00	1.02	1.05

برای یافتن اندازه کابل مناسب ابتدا جریان کابل در شرائط ایدآل را پیدا می نمائیم :

= شدت جریان کابل در شرائط ایدآل

(ضریب مقاومت حرارتی خاک X ضریب تصحیح ناشی از عمق دفن X ضریب تجمیع X ضریب درجه حرارت محیط) :شدت جریان طراحی کابل

با تطابق جریان بدست آمده با مقادیر جدول ۵ اندازه کابل مطلوب از نظر شدت جریان بدست می آید.

۲) افت ولتاژ

پس از تعیین اندازه کابل بر اساس شدت جریان، گام دوم اعمال محاسبات افت ولتاژ است. بدین منظور ابتدا بر اساس یکی از فرمولهای زیر $f(q)$ را بر حسب Ω/km به دست می آوریم .

$$\Delta U = 2 \cdot l \cdot I \cdot f(q)$$

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot l \cdot I \cdot f(q)$$

فرمول اول در سیستمهای تکفاز و معادله دوم در شبکه های سه فاز کاربرد دارد. ΔU (افت ولتاژ) درفرمولهای فوق بر اساس ولت می باشد. l (طول) با واحد کیلومتر محاسبه می شود. f(q) بدست آمده (اهم بر کیلومتر) بر اساس ضریب توان مفروض را با مقادیر f(q) در جدول زیر مقایسه نموده و اندازه کابل بر اساس افت ولتاژ بدست می آید.

SAZE118.COM

امپدانس کابلهای NYY

تعداد و سطح مقطع کابلها	مقاومت D.C. در 70 °C	مقاومت موثر در 70 °C	راکتانس	$f(q) = R_w \cdot \cos\varphi + X_L \cdot \sin\varphi$				
				$\cos\varphi =$				
				0.95	0.9	0.8	0.7	0.6
mm²	R_ϑ Ω/km	R_w Ω/km	X_L Ω/km	Ω/km	Ω/km	Ω/km	Ω/km	Ω/km
4 × 1.5 re *)	14.47	14.47	0.115	13.8	13.1	11.65	10.2	8.77
4 × 2.5 re	8.71	8.71	0.110	8.31	7.89	7.03	6.18	5.31
4 × 4 re	5.45	5.45	0.107	5.21	4.95	4.42	3.89	3.36
4 × 6 re	3.62	3.62	0.100	3.47	3.30	2.96	2.61	2.25
4 × 10 re	2.16	2.16	0.094	2.08	1.99	1.78	1.58	1.37
4 × 16 re	1.36	1.36	0.090	1.32	1.26	1.14	1.02	0.888
4 × 25 re	0.863	0.863	0.086	0.847	0.814	0.742	0.666	0.587
4 × 35 sm	0.627	0.627	0.083	0.622	0.60	0.55	0.498	0.443
4 × 50 sm	0.463	0.463	0.083	0.466	0.453	0.42	0.38	0.344
4 × 70 sm	0.321	0.321	0.082	0.331	0.326	0.306	0.283	0.258
4 × 95 sm	0.231	0.232	0.082	0.246	0.245	0.235	0.221	0.205
4 × 120 sm	0.183	0.184	0.080	0.2	0.2	0.195	0.186	0.174
4 × 150 sm	0.149	0.150	0.080	0.168	0.17	0.168	0.162	0.154
4 × 185 sm	0.118	0.1202	0.080	0.139	0.143	0.144	0.141	0.136
4 × 240 sm	0.0901	0.0922	0.079	0.112	0.117	0.121	0.121	0.119
4 × 300 sm	0.0718	0.0745	0.079	0.0954	0.101	0.107	0.109	0.108

*) در مورد کابلهای 2، 3 و 3½ رشته نیز قابل اعمال است.

re: تک رشته گرد

se: تک رشته با سطح مقطع قطاعی

sm: چند رشته با سطح مقطع قطاعی

افت ولتاژ مدار DC $\Delta U = 2 \cdot l \cdot R_\vartheta \cdot I$

افت ولتاژ مدار تکفاز $\Delta U = 2 \cdot l \cdot I \cdot f(q)$

افت ولتاژ مدار سه فاز $\Delta U = \sqrt{3} \cdot l \cdot I \cdot f(q)$

-محاسبه افت ولتاژ الکتروموتور

محاسبات شدت جریان برای کابل تغذیه کننده الکتروموتورها با جریان دائمی انجام می گیرد و میزان جریان راه اندازی در آن اثری ندارد، ولی افت ولتاژ در هنگام راه اندازی می باید امتحان گردد. در شبکه های فشار ضعیف تا ۵ درصد افت ولتاژ برای الکتروموتورها مجاز است.

-محاسبه افت ولتاژ با کمک منحنی

از منحنی های زیر برای محاسبه تقریبی افت ولتاژ کابل استفاده نمود. محور عمودی حاصلضرب میزان بار در طول کابل بر حسب کیلووات متر را نشان می دهد و محور افقی سایز مناسب کابل را نشان می دهد. دو نمودار ذیل برای ۲ محدوده سایز کابل تعریف شده اند :

از بین دو اندازه کابل بدست آمده توسط روش شدت جریان و افت ولتاژ هر کدام بزرگتر بود کابل مورد نظر ما است.

SAZE118.COM

۳) تطابق اندازه کابل با حفاظت آن

آخرین گام در محاسبه کابل، تطابق اندازه کابل با کلید یا فیوز محافظ آن است.

-بر اساس حفاظت اضافه بار

مطابق **استاندارد IEC 60364** تطابق اندازه محافظ کابل و کابل بر اساس حفاظت اضافه بار (overload) صورت می گیرد.

باید رابطه زیر بین وسیله حفاظتی کابل و شدت جریان مجاز آن برقرار باشد. شدت جریان مجاز کابل در شرائط ایدال، مقدار شدت جریان قید شده در جدول ۲ یا ۵ است .

سایر ضرائب کاهش x ضریب کاهش درجه حرارت x ضریب کاهش تجمیع x شدت جریان کابل در شرائط ایدآل > شدت جریان محافظ کابل

هر چند که شدت جریان طراحی کابل از شدت جریان کلید محافظ آن کمتر است ولی در صورت استفاده از کلیدهای رزرو در تابلوی تغذیه شده توسط کابل، شدت جریان کابل تا شدت جریان کلید محافظ آن که همان کلید ورودی تابلو است بالا میرود.

مثال:

کابل چند رشته NYY به طول ۴۰ متر وظیفه تغذیه تابلوی ۴ کیلوواتی ۳ فاز را به عهده دارد. این کابل با کلیدی ۲۵ آمپری در پائین دست حفاظت می شود. کابل بر روی نردبان نصب شده است و ۵ کابل دیگر در مجاورت آن قرار دارد. درجه حرارت محیط ۳۵ درجه، ضریب توان ۰/۸ و افت ولتاژ مجاز ۲٪ فرض میشود.

- انتخاب بر اساس شدت جریان

$I = ۴ : (۱/۷۳ \times ۰/۳۸ \times ۰/۸) = ۷/۶ \ A$

ضریب کاهش تجمیع = ۰/۸ ضریب کاهش درجه حرارت=۰/۹۴

$۷/۶ : (۰/۸ \times ۰/۹۴) = ۱۰/۱ \ A$

بر اساس جدول ۱ نوع نصب E محسوب میشود. مطابق جدول ۲ کابل مناسب اندازه ۵ x ۱/۵ میلیمتر مربع است.

- انتخاب بر اساس افت ولتاژ

$f(q) = (۰/۰۲ \times ۳۸۰) : (۱/۷۳ \times ۱۰/۱ \times ۰/۰۴) = ۱۰/۸۷۴ \ ohm/km$

از جدول ۱۱ کابل مناسب (۲/۵) بدست میاید. بنابراین برای براورده شدن هر دو شرط کابل ۲/۵ را باید انتخاب نمود.

- انتخاب بر اساس تطابق با محافظ

$۲۸ \times ۰/۹۴ \times ۰/۸ = ۲۱/۰۵۶$ ۲۵>۲۱/۰۵۶

شرط تطابق وجود ندارد. بنابراین باید سایز کابل را افزایش داد.

این بار کابل به مقطع ۴ میلیمترمربع را انتخاب می نمائیم.

$۳۴ \times ۰/۹۴ \times ۰/۸ = ۲۵/۵۷$ ۲۵<۲۵/۵۷

با این اندازه بر اساس حداکثر جریان مجاز تابلو که همان اندازه کلید ورودی تابلو است، افت ولتاژ کابل را بدست می آوریم:

f (q) برای کابل ۴ مساوی ۴/۴۲ است.

افت ولتاژ = $۱/۷۳ \times ۲۰ \times ۰/۰۴ \times ۴/۴۲ = ۶/۱۲ \ V$

یا ۱/۶ ٪ است که در محدوده مجازمحسوب میشود.

- براساس حداکثر جریان اتصال کوتاه

کابل می باید حداکثر جریان اتصال کوتاه را در مدت زمانی که وسیله حفاظتی موفق به قطع آن میشود، تحمل کند که در غیر این صورت منجر به بالاتر بردن سایز کابل میشود. برای تعیین میزان تحمل کابل هم روش محاسباتی وجود دارد که نیاز به عملیات زیادی دارد. روش ساده تر استفاده از جداول سازندگان کابل است :

جریان اتصال کوتاه قابل تحمل در ۱ ثانیه برای کابلها:

اندازه کابل (میلیمترمربع)	۱/۵	۲/۵	۴	۶	۱۰	۱۶	۲۵	۳۵	۵۰	۷۰	۹۵	۱۲۰	۱۵۰	۱۸۵	۲۴۰	۳۰۰
جریان کیلوآمپر	۰/۱۷۳	۰/۲۸۶	۰/۴۶۰	۰/۶۹۰	۱/۱۵	۱/۸۴	۲/۸۸	۴/۰۳	۵/۷۵	۸/۰۵	۱۰/۹	۱۳/۸	۱۷/۳	۲۱/۳	۲۷/۶	۳۴/۵

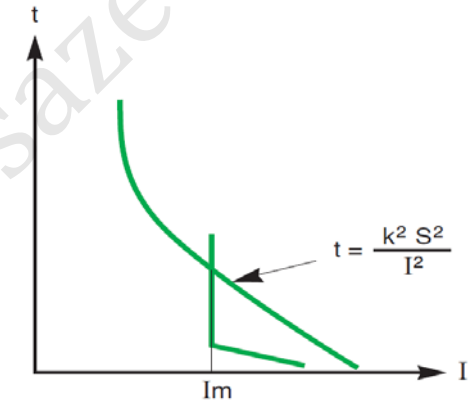
در صورت تداوم جریان اتصال کوتاه کمتر از یک ثانیه یا بیشتر از آن تا ۵ ثانیه از فرمول زیر میتوان استفاده نمود :

جذر زمان به ثانیه : جریان اتصال کوتاه در یک ثانیه = جریان اتصال کوتاه قابل تحمل در زمان مورد نظر

- بر اساس حداقل جریان اتصال کوتاه

اگر جریان اتصال کوتاه ناشی از خطا کمتر از حدی باشد که وسیله حفاظتی کابل در برابر آن عکس العمل نشان دهد، اتصال کوتاه تشخیص داده نمیشود که میتواند باعث صدمات جانی و مالی گردد. دو راه برای حل این مشکل وجود دارد : ۱-بالابردن سایز کابل که باعث افزایش جریان اتصال کوتاه و بالنتیجه کارکرد مطمئن وسیله حفاظتی میشود. ۲- انتخاب وسیله حفاظتی با زمان عکس العمل کمتر همانطور که پیش از این گفته شد حداقل جریان اتصال کوتاه در انتهای کابل و با کمترین تنظیم تپ چنجر محاسبه میشود.

پس از بدست آوردن حداقل جریان اتصال کوتاه، میتوان از منحنی های قطع کلید یا فیوز استفاده نمود و زمان قطع وسیله حفاظتی را در جریان اتصال کوتاه بدست آمده چک نمود.



زمان بدست آمده از تقاطع منحنی قطع با حداقل جریان اتصال کوتاه باید در رابطه زیر صدق نماید :

$$tc \leqslant \frac{K^2S^2}{Isc_{min}{}^2}$$

که در آن S سطح مقطع به میلیمتر مربع و K از رابطه زیر بدست می آید:

عایق	هادی مسی
PVC	۱۱۵
XLPE	۱۴۳
Butyl Rubber	۱۳۴

رابطه فوق برای زمانهای قطع کمتر از ۵ ثانیه قابل قبول است.

SAZE118.COM

مبحث ۱۳ مقررات ملی ساختمان بر اساس استاندارد آلمان و برای حصول اطمینان از قطع کلید در مدت زمان کمتر از ۵ ثانیه، تطبیق با رابطه زیر را الزامی می داند.

$$K.In <= Ia$$

که در آن K ضریبی است که بر اساس نوع وسیله حفاظتی کابل تعیین میشود. In شدت جریان نامی وسیله حفاظتی و Ia حداقل جریان اتصال کوتاه میباشد.

ضریب K برای انواع وسایل حفاظتی به شرح زیر است :

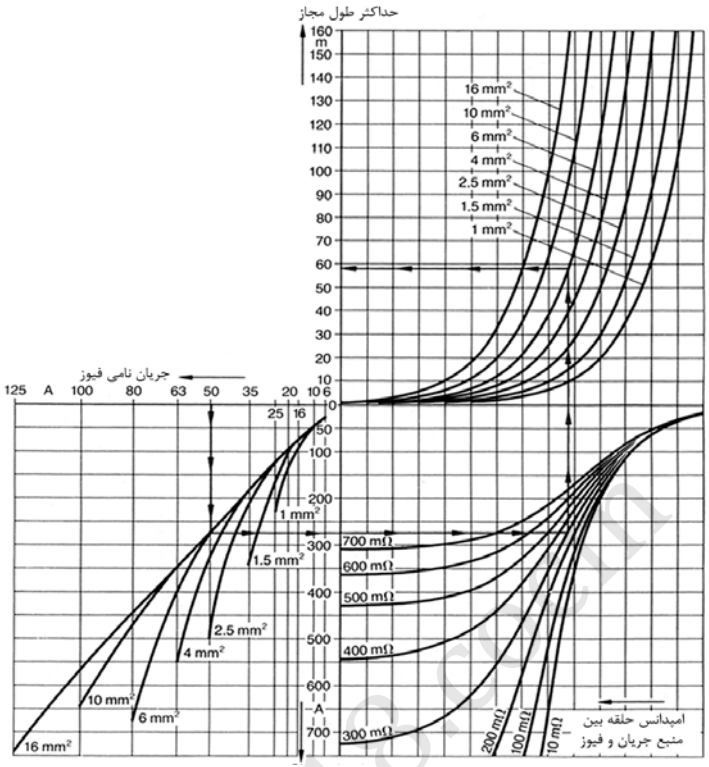
نوع وسیله حفاظتی	K
برای مدارهای اصلی در مورد همه انواع فیوزها	۲/۵
برای فیوزهای اصلی ورودی کنتور	۲/۵
برای فیوزهای زود ذوب	۳/۵
برای فیوزهای دیر ذوب کوچکتر یا مساوی ۵۰ آمپر	۳/۵
برای فیوزهای دیر ذوب بزرگتر یا مساوی ۶۳ آمپر	۵
برای کلیدهای مینیاتوری	۳/۵
برای کلیدهای اتوماتیک	۱/۲۵

راه حلهای دیگری نیز برای کنترل هماهنگی کابل با وسیله حفاظتی آن وجود دارد. در یکی از این روشها که جدول آن در پائین آمده است بر اساس VDE ۰۶۳۶ در سیستم ۳۸۰/۲۲۰ ولت برای کابلهای ۲۵ تا ۱۵۰ میلیمتر مربع میتوان با دانستن امپدانس حلقه از منبع جریان تا وسیله حفاظتی، حداکثر طول مجاز آن را برای فیوزهای مختلف بدست آورد :

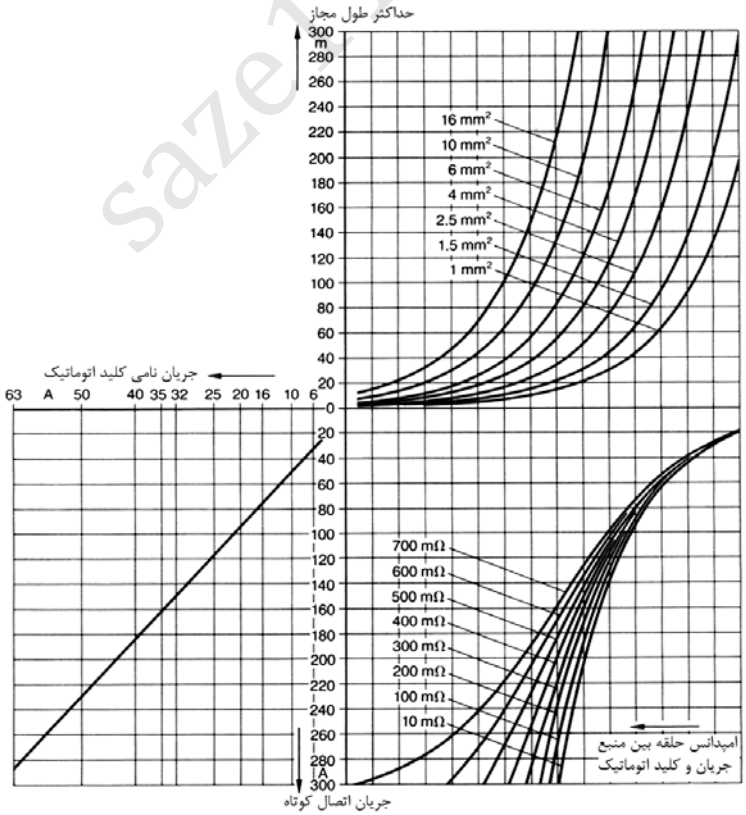
سطح مقطع	جریان نامی فیوز	جریان اتصال کوتاه	حداکثر طول کابل با امپدانس حلقه بالادست فیوز				
			10 mΩ	50 mΩ	100 mΩ	200 mΩ	300 mΩ
mm²	A	A	m	m	m	m	m
25	80	450	222	205	183	138	92
	100	560	178	161	139	93	46
	125	740	134	116	94	48	–
	160	960	102	85	62	14	–
35	100	560	248	224	193	129	63
	125	740	186	178	131	66	–
	160	960	142	162	86	20	–
	200	1310	103	78	46	–	–
50	125	740	264	229	185	92	–
	160	960	202	167	121	28	–
	200	1310	146	110	64	–	–
	250	1580	119	84	37	–	–
70	160	960	279	230	167	38	–
	200	1310	201	152	88	–	–
	250	1580	165	115	51	–	–
	315	2070	123	73	8	–	–
95	200	1310	268	201	116	–	–
	250	1580	219	152	67	–	–
	315	2070	163	96	10	–	–
	400	2650	124	56	–	–	–
120	200	1310	331	247	142	–	–
	250	1580	271	187	82	–	–
	315	2070	202	118	13	–	–
	400	2650	153	69	–	–	–
150	250	1580	327	226	99	–	–
	315	2070	244	142	15	–	–
	400	2650	185	83	–	–	–
	500	3550	131	30	–	–	–

SAZE118.COM

برای مقاطع کابل ۱ تا ۱۶ میلیمتر مربع میتوان بر اساس VDE۰۶۳۶ میتوان از منحنی های زیر استفاده نمود. علاوه بر حداکثر طول کابل، جریان اتصال کوتاه در محل وسیله حفاظتی هم بدست می آید :

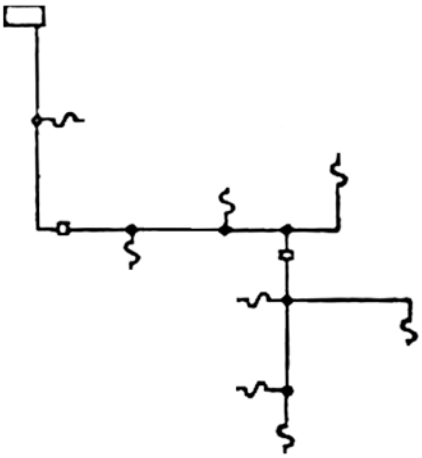


منحنی های فوق برای فیوز قابل استفاده است. مشابه آن برای کلیدهای اتوماتیک نیز وجود دارد :

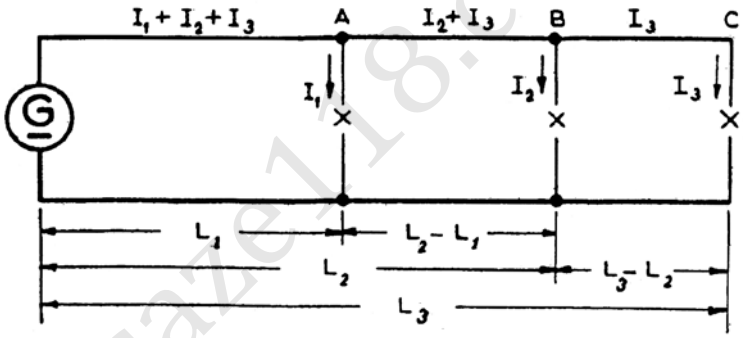


SAZE118.COM

یکی از انواع شبکه های شعاعی که کاربرد زیادی دارد درختی یا (Multiple Lump-loaded) نامیده میشود. در این روش در نقاط متعدد خط بارهائی از شاخه اصلی انشعاب می گیرند. یکی از کاربردهای این آرایش، تغذیه روشنائی خیابانی است.



با فرض سطح مقطع یکسان در کل خط، انتخاب کابل از نظر شدت جریان بر اساس بالاترین آمپراژ که در ابتدای خط وجود دارد صورت می گیرد که در فصل انتخاب کابل این روش شرح داده می شود، ولی تعیین افت ولتاژ در چنین خطی نیاز به محاسبات بیشتری دارد. در این محاسبات تمامی بارها سه فاز و ضریب توان کلیه مصرف کننده ها یکسان فرض میشود.



اگر مقاومت اهمی واحد طول کابل را r و اندوکتانس واحد طول را x بنامیم، افت ولتاژ کل خط بدین ترتیب خواهد بود :

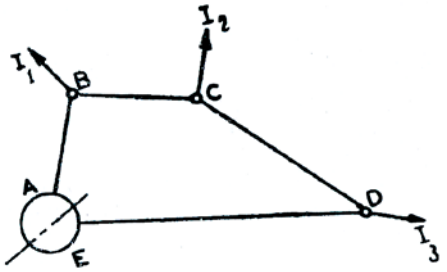
$$U=(r.\cos\varphi + x.\sin\varphi)[(I_1+I_2+I_3)L_1 + (I_2+I_3)(L_2-L_1)+I_3(L_3-L_2)] =$$
$$(r.\cos\varphi + x.\sin\varphi)(I_1L_1 + I_2L_2 + I_3L_3)$$

بنابراین این ۳ بار را میتوان با یک بار که مقدار آن مجموع بارها است و در فاصله ای قابل محاسبه قرار دارد جایگزین نمود. می توان این طریقه را به قیاس محاسبات گشتاور در مکانیک، گشتاور جریان نامید. نقطه اتکا G و هر یک از بارها در حکم یک نیرو محسوب میشوند. فاصله این بار معادل را این چنین بدست می آوریم :

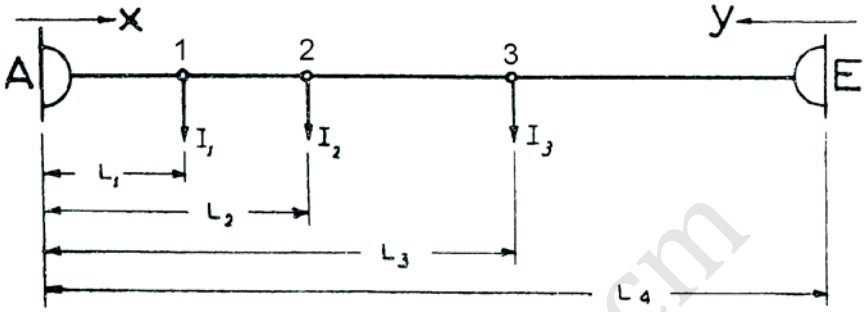
$$L= (I_1L_1 + I_2L_2 + I_3L_3) / (I_1 + I_2 + I_3)$$

تحلیل مدار حلقوی

در شکل زیر نقطه AE محلی است که مدار حلقوی به شبکه برق متصل میشود:



اگر مدار را در این نقطه باز کنیم، مدار حلقوی تبدیل به مدار تغذیه از ۲ سو می شود.



فرض می کنیم سطح مقطع کابل در کل مدار یکسان باشد. باید شدت جریانی را دو سوی مدار بیابیم که مصرف تمام نقاط انشعاب حلقه را بدهد. این دو جریان مجهول را X و Y می نامیم. بنابراین با اعمال KCL خواهیم داشت :

$$X + Y = I_1 + I_2 + I_3$$

مقدار X و Y را عینا مثل محاسبه نقطه اتکا یک تیر با بار در چند نقطه پیدا می کنیم :

اگر L_4 طول تیر و A و E دو نقطه اتکا آن و I_1 و I_2 و I_3 بارهای مکانیکی در چند نقطه باشد و نقطه A را مرکز دوران تیر فرض کنیم، برای داشتن تعادل باید مجموع گشتاور بارها مساوی گشتاور نقطه اتکا E باشد.

در قیاس با فرض فوق به جای بار، شدت جریان و به جای نقطه اتکا، جریان ورودی را قرار می دهیم. بنابراین :

$$Y \cdot L_4 = I_1L_1 + I_2L_2 + I_3L_3$$

این قیاس را با استدلال الکتریکی نیز میتوان اثبات نمود :

جریان درقطعه ۱A برابر X در قطعه ۱۲ برابر $(X - I_1)$ در قطعه ۲۳ مساوی $(X - I_1 - I_2)$ در قطعه ۳E برابر $(X - I_1 - I_2 - I_3)$ خواهد بود.

افت ولتاژ در رقطعه ۱A،

$$u_1 = (r. \cos \varphi + x. \sin \varphi) . X . L_1$$

افت ولتاژ در قطعه ۱۲،

$$u_2 = (r. \cos \varphi + x. \sin \varphi) . (X - I_1) .(L_2 - L_1)$$

افت ولتاژ در قطعه ۲۳

$$u_3 = (r. \cos \varphi + x. \sin \varphi) . (X - I_1 - I_2) .(L_3 - L_2)$$

افت ولتاژ در قطعه ۳E

$u_4 = (r. \cos \varphi + x. \sin \varphi) . (X - I_1 - I_2 - I_3) .(L_4 - L_3)$ می باشد.

واضح است که ولتاژ در ۲ نقطه A و E با هم برابر است و چون طبق KVL داریم ، $-uA + u_1 + u_2 + u_3 + u_4 + uE = 0$

بنابراین :

$$u_1 + u_2 + u_3 + u_4 = 0$$

میتوان نوشت :

$(r.\cos\varphi + x.\sin\varphi).[(X.L_1 + (X - I_1).(L_2 - L_1) + (X - I_1 - I_2).(L_3 - L_2) + (X - I_1 - I_2 - I_3).(L_4 - L_3)] = 0$

$(r.\cos\varphi + x.\sin\varphi)$ مخالف صفر است. پس :

$(X.L_1 + (X - I_1).(L_2 - L_1) + (X - I_1 - I_2).(L_3 - L_2) + (X - I_1 - I_2 - I_3).(L_4 - L_3) = 0$

بعد از عملیات ساده جبری از آن میتوان نتیجه گرفت :

$I_1L_1 + I_2L_2 + I_3L_3 + L_4(X - I_1 - I_2 - I_3) = 0$

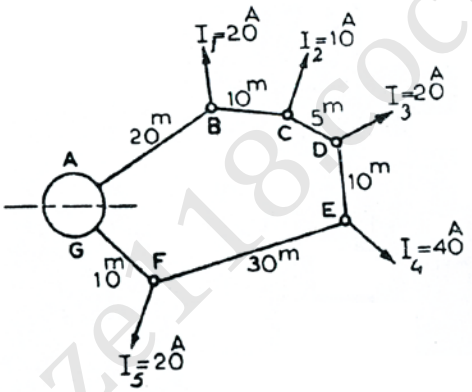
طبق KCL داریم :

$X + Y = I_1 + I_2 + I_3$

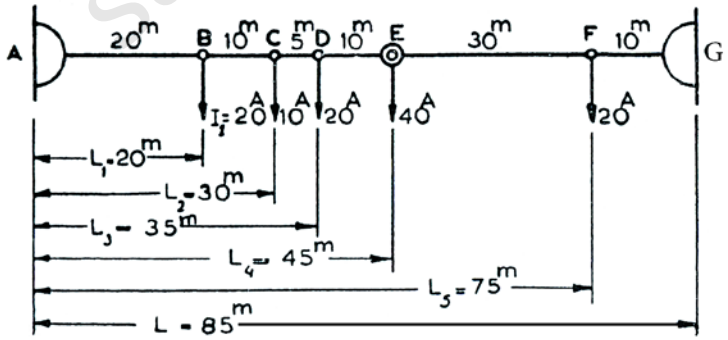
پس : $I_1L_1 + I_2L_2 + I_3L_3 = Y.L_4$ یا

$$\Sigma IL = Y L_{tot}$$

برای محاسبه کابل بایستی نقطه ای را بدست آورد که در آنجا جریان از نقطه A با جریان از نقطه E به هم میرسند که به آن نقطه ژرف می گویند. در این نقطه جریانی عبور نمی کند و مدار را میتوان قطع نمود تا تبدیل به به ۲ مدار ساده شود. مثال زیر این نکته را روشن می کند . شبکه حلقوی ذیل را در نظر بگیرید :



آن را میتوان بدین صورت باز نمود :



اگر جریان وارده از نقطه A را X و جریان وارده از نقطه G را Y بنامیم خواهیم داشت :

$\Sigma I = X + Y = 110\ A$

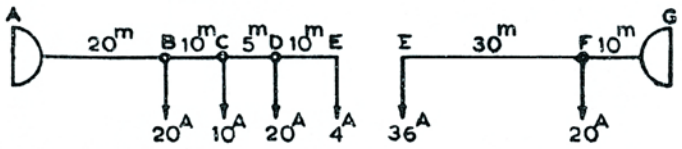
$Y = \Sigma I.L / L_{tot} = [(20 \times 20) + (10 \times 30) + (20 \times 35) + (40 \times 45) + (20 \times 75)] / 85 = 56\ A$

$X = 110 - 56 = 54\ A$

حال با یک تحلیل ساده خواهیم داشت :

از جریان $Y = 56\ A$ که از نقطه G جاری است، ۲۰ آمپر به نقطه F وارد میشود و بقیه که $36\ A$ است به E جریان مییابد. پس ۴ آمپر هم باید از سمت A باید بدان وارد شود. E نقطه ژرف مدار محسوب میشود و در این نقطه مدار را میتوان قطع نمود و به شکل زیر رسید :

SAZE118.COM



این دو مدار را هر کدام به یه یک کابل با طولی که محاسبه میشود و یک مصرف کننده در انتهای آن تبدیل می نمائیم :

برای مدار سمت چپ داریم :

$(۲۰ \times ۲۰) + (۳۰ \times ۱۰) + (۳۵ \times ۲۰) + (۴۵ \times ۴) = L \times ۵۴$

$L = ۲۹/۳ \ m$

برای مدار سمت راست خواهیم داشت :

$(۱۰ \times ۲۰) + (۴۰ \times ۳۶) = L \times ۵۶$

$L = ۲۶ \ m$

saze118.cocm

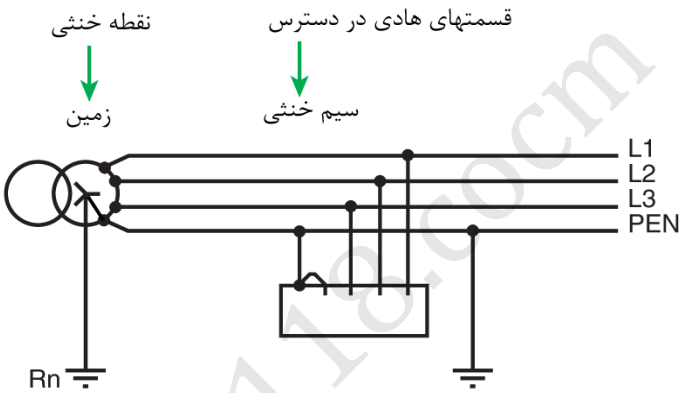
SAZE118.COM

سامانه زمین

بروز سوانح ناشی از خطاهای الکتریکی، از بدو همگانی شدن استفاده از نیروی برق، لزوم به کارگیری تمهیداتی برای کاهش خطرات مالی و جانی ناشی از آن را ضروری می نمود. در اروپا و آمریکا از اوایل قرن بیستم انواع ابتدائی سیستم زمین مورد توجه قرار گرفت.
منظور از زمین کردن، اتصال مدار به نقطه ای مرجع است که اکثرا جرم زمین بدین منظور انتخاب می گردد. زمین کردن به ۲ دسته تقسیم میشود: الکتریکی و حفاظتی. زمین الکتریکی، اتصال نقطه خنثای ترانسفورماتور به زمین است. زمین حفاظتی، اتصال بدنه فلزی تجهیزات الکتریکی به زمین تعریف میشود.

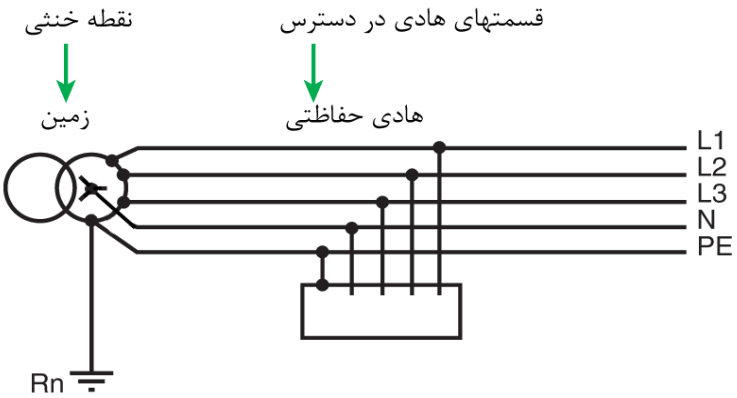
سیستمهای توزیع
روشهای مختلف توزیع در سیستم فشار ضعیف بر اساس IEC ۳۶۴ عبارتند از :

TN-C



استفاده از این روش مطابق مقررات ملی ممنوع است.

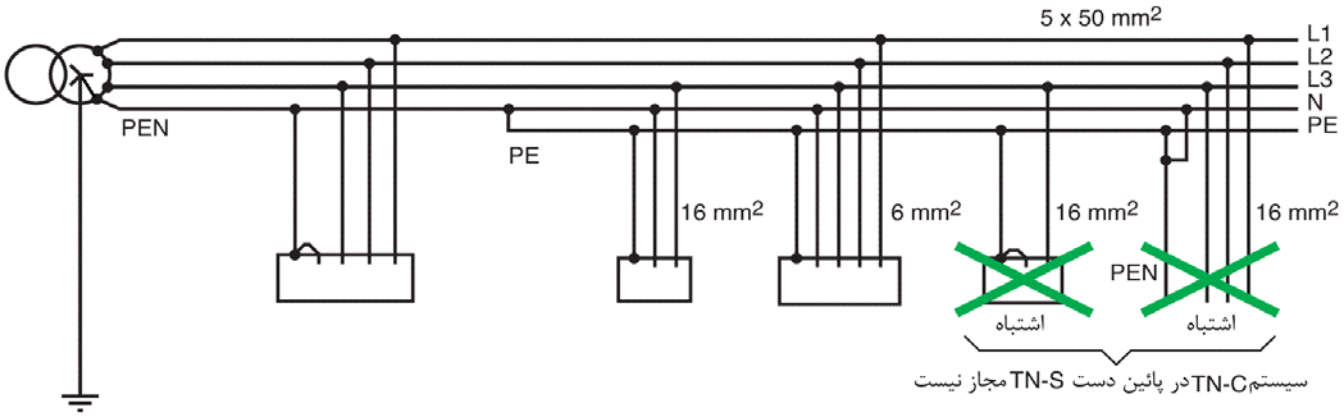
TN-S



در کلیه مقاطع، هادی حفاظتی از هادی خنثی مجزاست.
کاربرد : در اماکنی که بروز نویز در دستگاههای الکترونیکی حساسیت بالایی دارد.
مدارهائی که ایمنی بالا مورد نظر است.

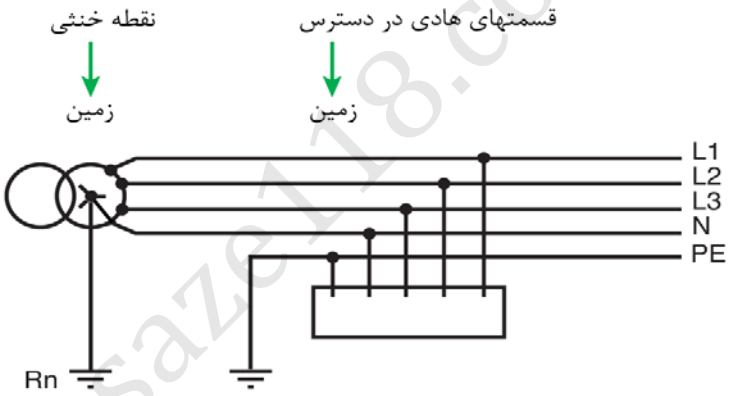
SAZE118.COM

TN-CS



در تاسیسات نصب ثابت میتوان از یک هادی برای هر دو منظور حفاظتی و خنثی استفاده نمود، به شرطی که سطح مقطع هادی مشترک از ۱۰ میلیمترمربع کمتر نباشد. در کشورهائی که از این سیستم استفاده میشود، هر مصرف کننده می باید یک الکترود زمین مستقل نیز وجود داشته باشد. به این روش MEN (Multiple Earthed Neutral) می گویند.

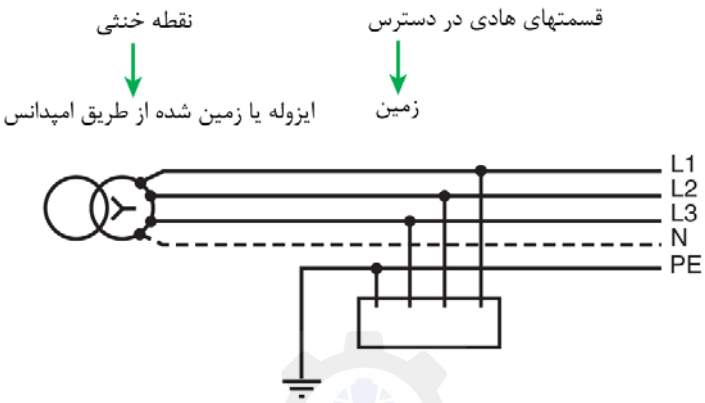
TT



کاربرد : مواردی که پیوستگی مدار زمین مطمئن نیست. در مناطق روستائی که پیش بینی یک هادی اضافی حفاظتی هزینه زیادی را تحمیل می کند و خطر قطع آن در شبکه های دارای خطوط هوائی و مسیری طولانی وجود دارد. در ساختمانهای مخابرات که حداقل نویز مورد نیاز است.

سیستمهای دارای ترانسفورماتور ستاره ستاره

IT



کاربرد :

اماکنی که با اولین اتصالی برق رسانی باید ادامه یابد مانند تجهیزات اتاقهای عمل

محیطهای با خطر آتش سوزی و انفجار

سیستمهای برق اضطراری که قدرت اتصال کوتاه پائین است.

اولین اتصالی بین یک هادی برقدار و بدنه هادی یا زمین جریان زیاد خطا بوجود نمی آورد و تجهیزات حفاظتی عمل نمی نمایند. دومین اتصالی دستگاههای حفاظتی را به عمل وامیدارد. از یک دستگاه کنترل عایقبندی برای کشف اولین اتصالی استفاده میشود.

مقایسه سیستمهای توزیع مختلف

	TT	IT	TN-S	TN-C	TN-CS
امپدانس حلقه اتصال کوتاه	زیاد	زیادترین	کم	کم	کم
وجود RCD مرجح است ؟	بلی	خیر	بله	خیر	خیر
به الکترود زمین در سایت نیاز هست ؟	بلی	بلی	خیر	خیر	خیر
هزینه هادی حفاظتی	کم	کم	بیشترین	کمترین	زیاد
خطر قطع سیم خنثی	خیر	خیر	خیر	بیشترین	زیاد
ایمنی	ایمن	کم	بیشترین	کمترین	ایمن
تداخل الکترومغناطیسی	کمترین	کمترین	کم	زیاد	کم
خطرات	ولتاژ گام بالا	اضافه ولتاژ در اتصال دوم	ندارد	قطع سیم خنثی	قطع سیم خنثی
مزایا	ایمنی و قابلیت اعتماد	ادامه سرویس	ایمنی	هزینه کم	ایمن و هزینه

معیار	مقایسه
ادامه برق رسانی	IT مناسب ترین است.
قابلیت اعتماد و حفاظت	در سیستم TN-C از آنجائی که هادی PEN حفاظت نمی شود، ممکن است به علت جریانهای ناشی از هارمونیکها بیش از حد مجاز جریان از آن بگذرد. در سیستم TN-C و TN-S از آنجائی که سختگیری کافی برای سیمهای رابط (افزایش پریز) وجود ندارد، همینطور در صورت استفاده از منابع جایگزین (برق اضطراری) دارای قدرت کم اتصال کوتاه، و بالاخره به علت اثرات نیروهای الکترودینامیکی قابلیت اعتماد کاهش می یابد. در سیستم IT اتصالی دوگانه تمامی خطراتی که برای سیستم TN شمرده شد وجود خواهد داشت. با این وجود اگراتصالی اول به سرعت شناسائی و برطرف شود، قابلیت اعتماد تاسیسات عالی است. در روش TT اتصالی در ترانسفورماتورهای HV/LV باعث شکست مخرب می شوند. با این وجود، احتمال چنین اتفاقی پائین است.

SAZE118.COM

عیب یابی	در سیستم TN عیب یابی به علت وجود تجهیزات حفاظت اتصال کوتاه سریع است، ولی زمان تعمیر میتواند طولانی باشد. در سیستم IT ردیابی اولین خطا ممکن است مشکل باشد، ولی تعمیرات سریع و ارزان است. TT راه حل بینابینی است.
تداخل الکترومغناطیسی	TT نسبت به TN-S که جریان اتصالی آن بالا است مرجح می باشد. نویزهای فرکانس بالا و پائین که از طریق سیم خنثی انتقال می یابند در این روش وجود ندارند.
طراحی	طراحی TT آسانتر است. پیچیدگی طراحی در TN-S و IT یکسان است.
هزینه نصب	TN-CS ارزانترین است. بعد از آن TN-S . IT به علت وجود دستگاههای کنترل عایق گرانتر است. TT اگر RCD ها به تعداد کافی نصب شده باشند از همه گرانتر است. در یک دوره ۱۰ تا ۲۰ ساله تمامی روشها هزینه یکسانی دارند.

تجهیزات حفاظتی مورد نیاز و مقاومت زمین در سیستمهای توزیع مختلف

TN-CS

تجهیزاتی که در برابر اتصال کوتاه عکس العمل نشان می دهند (فیوز، کلیدهای اتوماتیک) کافی هستند. . بر روی سیم نول حفاظت قرار داده نمیشود.

TN-S

بر روی سیم نول میتواند حفاظت وجود داشته باشد.

برای آنکه ولتاژ بدنه هادی از ۵۰ ولت تجاوز نکند، لازم است رابطه زیر برقرار باشد :

$$\frac{R_B}{R_E} \le \frac{50}{U_0 - 50}$$

U_o ولتاژ اسمی فاز به زمین

R_B مقاومت کلی الکترودهای زمین

R_E مقدار حداقل مقاومت بدنه دستگاهی که به هادی حفاظتی وصل نیست نسبت به زمین

TT

وجود رله های نشت جریان در ابتدای مدار ضروری و بر روی مدارات انشعابی اختیاری است. در صورت استفاده از وسایل حفاظتی اتصال کوتاه، مقاومت زمین موردنیاز بسیار پائین بوده و بدست آمدن آن تقریبا غیر ممکن است.

سیستم TT در پائین دست یک سیستم TN میتواند وجود داشته باشد.

مقاومت الکترود زمین در سیستم TT

$I_a \times R_A <= ۵۰\ V$

R_A مجموع مقاومتهای هادی حفاظتی و الکترود زمین

۵۰ V حداکثر ولتاژ مجاز تماس

در مواردی که وسیله حفاظتی یک وسیله جریان تفاضلی باشد، I_a جریان تفاضلی نامی خواهد بود.

IT

وجود رله های نشت جریان در ابتدای مدار اختیاری است. برای هادی خنثی (سیم نول) حتما نیاز به وسیله حفاظتی داریم. بدین ترتیب کلیدهای دوپل و چهارپل برای مدارهای تکفاز و سه فاز ضروری هستند.

مقاومت الکترود زمین در سیستم IT

$I_d \times R_A <= ۵۰ V$

R_A مقاومت الکترود زمین بدنه های هادی

۵۰ V حداکثر ولتاژ مجاز تماس

I_d شدت جریان اولین اتصال کوتاه

در مواردی که وسیله حفاظتی یک وسیله جریان تفاضلی باشد، I_a جریان تفاضلی نامی خواهد بود.

روش های اجرای سیستم زمین

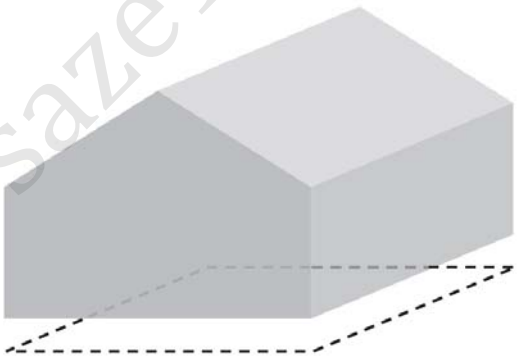
مهمترین روشهای ایجاد مقاومت کم زمین عبارتند از :

رینگ مدفون

الکترود میله ای

صفحه قائم

الکترود افقی (رینگ مدفون)



بهترین و موثرترین روش ایجاد الکترود زمین است. در این روش در اطراف بنا یا در زیر فونداسیون تسمه ای از مس، یا فولاد و یا هادی مسی در تماس با خاک قرار داده میشود.

عمق دفن حداقل ۸۰ سانتیمتر است تا در معرض یخ زدگی خاک قرار نگیرد. عمق زیادتر اثر چندانی در کاهش مقاومت الکتریکی ندارد.

الکترود تسمه ای مسی باید حداقل ۵۰ میلیمتر مربع و ضخامت آن هم از ۲ میلیمتر نباید کمتر باشد. (حداقل ۲X۲۵)

سیم مسی استاندارد چند مفتولی است و بهتر است سطح مقطعی کمتر از ۳۵ میلیمتر مربع نداشته باشد. استفاده از هادی افشان مجاز نیست.

تسمه فولادی سطح مقطعی حداقل ۱۰۰ میلیمترمربع و ضخامت حداقل ۲ میلیمتر باید داشته باشد.

SAZE118.COM

دفن الکترود زمین افقی در بتن که به روش Ufer موسوم است طریقه موثرتری است که امروزه در بسیاری از کشورها بکار میرود. بتن به علت خواص بازی شدیدی که دارد، منبع یونهای آزاد بوده و در نتیجه مقاومت الکتریکی نازلی را فراهم می کند. البته به علت ph بالا مس در این محیط شکننده میشود و استفاده از الکترود فولادی توصیه میشود.

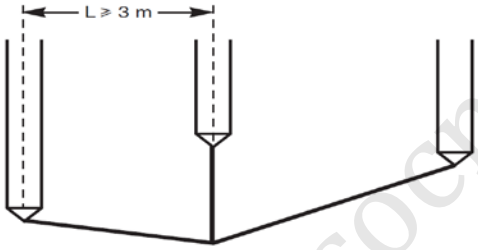
محاسبه مقاومت الکترود افقی (بدون توجه به جنس آن) از طریق فرمول ساده شده زیر صورت می گیرد :

$$R = \frac{2\rho}{L}$$

که در آن L طول هادی به متر و ρ بر حسب اهم-متر مقاومت ویژه خاک است.

الکترود میله ای

معمولا برای ساختمانهای موجود و یا بهبود سیستم زمین بکار میرود. میله فولادی با روکش مس با حداقل ۱۶ میلیمتر قطر، یا لوله گالوانیزه حداقل ۱ اینچی را میتوان به این منظور بکار برد.



فرمول ساده شده زیر برای محاسبه مقاومت سیستم زمین در این قابل استفاده است :

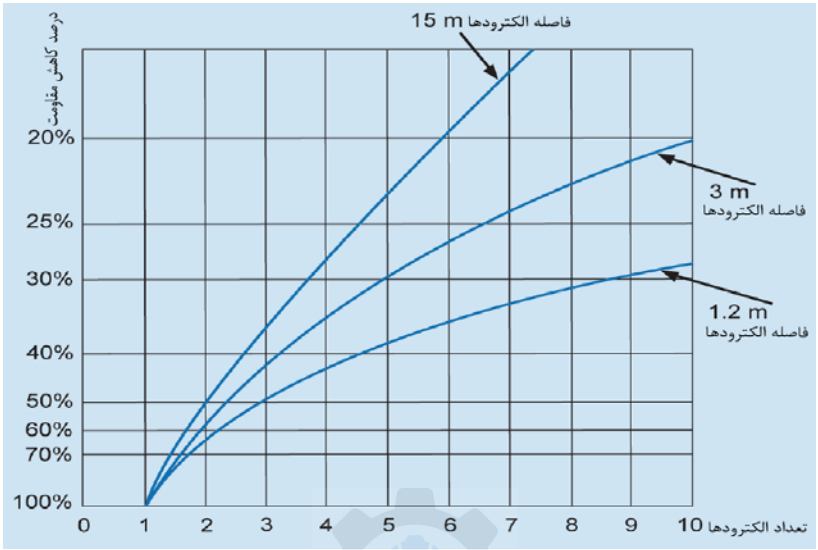
$$R = \frac{2\rho}{L}$$

L طول الکترود و ρ مقاومت ویژه خاک است. سطح مقطع هادی ارتباط دهنده این الکترودها همانند هادیهای بکار رفته در روش الکترود افقی است.

افزایش قطر الکترود اثر قابل ملاحظه ای در کاهش مقاومت زمین ندارد.

موازی کردن الکترودها

قوانین محاسباتی مقاومتهای موازی به هنگام استفاده از الکترودهای موازی قابل اعمال نیستند. دلیل این امر اثر متقابل مقاومتها روی یکدیگر است. از نمودار زیر برای تعیین اثر کاهش مقاومت زمین در اثر افزایش تعداد الکترودها میتوان استفاده نمود :

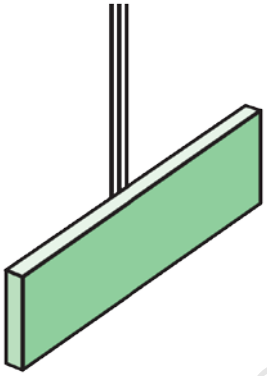


SAZE118.COM

افزایش قطر الکترود اثر قابل ملاحظه ای در کاهش مقاومت زمین ندارد. فرضا افزایش قطر الکترود از ۱۲/۵ میلیمتر به ۲۵ میلیمتر وزن و هزینه الکترود را ۴ برابر افزایش می دهد ولی مقاومت زمین فقط ۹/۵ درصد کاهش می یابد.

الکترود صفحه ای

استفاده از الکترودهای صفحه ای غیرموثرترین روش ایجاد سیستم زمین است.



فرمول ساده شده تعیین مقاومت در این حالت عبارتست از :

$$R = \frac{0.8\,\rho}{L}$$

شرایط خاک

مقاومت ویژه خاک را از جدول زیر میتوان به طور تقریبی بدست آورد:

نوع خاک	محدوده مقدار مقاومت به اهم-متر
خاک باتلاقی	۳۰-۱
آبرفت، گل و لای	۱۰۰-۲۰
خاک برگ	۱۵۰-۱۰
خاک پیت، زمین چمن	۱۰۰-۵
خاک رس نرم	۵۰
خاک رس آهکی و خاک رس فشرده	۲۰۰-۱۰۰
خاک رس آهکی ژوراسیک	۴۰-۳۰
شن رستی	۵۰۰-۵۰
شن سیلیسی	۳۰۰-۲۰۰
زمین سنگی	۳۰۰۰-۱۵۰۰
خاک زیرین سنگی پوشیده شده بل چمن	۵۰۰-۳۰۰
خاک گچی	۳۰۰-۱۰۰
سنگ آهک	۵۰۰۰-۱۰۰۰

saze118.com

سنگ آهک ترک خورده	۱۰۰۰-۵۰۰
شیست، سنگ رستی	۳۰۰-۵۰
شیست میکا	۸۰۰
گرانیت و ماسه سنگ	۱۰۰۰۰-۱۵۰۰
گرانیت اصلاح شده	۶۰۰-۱۰۰

نوع خاک	مقدار متوسط مقاومت به اهم متر
خاک حاصلخیز، خاک دستی فشرده مرطوب	۵۰
زمین لم یزرع، شنی، خاک دستی غیر فشرده غیر یکنواخت	۵۰۰
خاک سنگی، برهنه، شنی خشک، صخره ای شکاف خورده	۳۰۰۰

مقاومت خاک با توجه به عوامل زیر تغییر می یابد :

۱ - میزان رطوبت خاک

میزان رطوبت در انواع خاک اثرات متفاوتی در مقاومت خاکهای مختلف می گذارد. خاک سطحی (خاک زراعی) بدون رطوبت مقاومتی ۱۵۶۲۵۰ برابر مقاومت همین خاک با رطوبت نسبی ۳۰ درصد دارد. در خاک زراعی شنی همین میزان رطوبت تفاوتی برابر ۲۳۸۰۰۰ برابر ایجاد می کند.

۲ - یخ زدگی

انجماد زمین، مقاومت خاک را تا حد زیادی افزایش می دهد. به همین سبب در شرایط جوی سرد به کارگیری الکترودهای عمیق توصیه میشود.

۳ - فعل و انفعال شیمیائی

یکی از عوامل مهم فعل و انفعال شمیائی وجود نمک در خاک است. نمک همانگونه که خاصیت الکترولیتی خاک و در نتیجه مقاومت الکتریکی آن را بهبود می بخشد، باعث خوردگی الکترود و صدمه به سامانه زمین میشود.

۴ - پیل گالوانیک

وجود فلزات غیریکسان در مجاورت هم باعث خوردگی فلز با الکترونگاتیویته بیشتر میشود. در مواردی که چنین مسئله ای اجتناب ناپذیر باشد، دو فلز در ناحیه تماس می باید کاملا با مواد عایقی پوشانده شوند.

۵ - درجه حرارت محیط

گرمی هوا اثر منفی بر مقاومت زمین دارد. در آزمایش مقاومت سامانه زمین توصیه میشود این اندازه گیری در گرمترین زمان سال انجام گیرد. در جدول زیر اثر درجه حرارت محیط را برای خاک کشاورزی شنی با درجه رطوبت ۱۵ درصد میتوان ملاحظه نمود. اثر یخ زدگی در مقاومت الکتریکی خاک نیز در این جدول قابل مشاهده است :

درجه حرارت	مقاومت ویژه

SAZE118.COM

(سانتیگراد)	(اهم-سانتیمتر)
۲۰	۷۲۰۰
۱۰	۹۹۰۰
۰ (مایع)	۱۳۸۰۰
۰ (منجمد)	۳۰۰۰۰
-۵	۷۹۰۰۰
-۱۵	۳۳۰۰۰۰

زمین الکتریکی و حفاظتی فشار متوسط

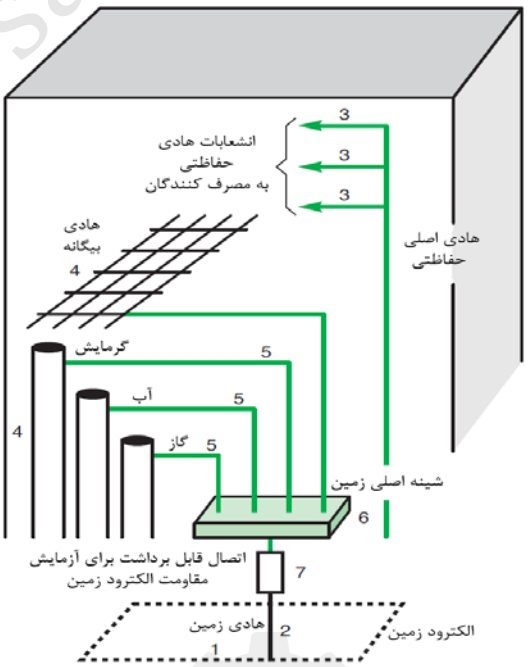
منظور از زمین الکتریکی ، اتصال نقطه خنثای ترانسفورماتور به زمین است. زمین حفاظتی اتصال بدنه ترانسفورماتور فشار متوسط به زمین است.

استاندارد کشورهای مختلف در این زمینه خط مشی یکسانی ندارند. مطابق مبحث ۱۳ مقررات ملی ایران

نوع خط ورودی یا خروجی (فشار قوی یا متوسط)	ویژگی	وضعیت اشتراک زمین حفاظتی و الکتریکی
هر دو کابل زیرزمینی	طول کابل بیش از ۳ کیلومتر	مشترک
هر دو هوائی		مجزا
یکی هوائی		مجزا
هر دو کابل زیرزمینی	یک یا هر دو در فاصله کمتر از ۳ کیلومتر به خط هوائی متصل شود	مجزا

مقادیر فوق با این فرض تعیین شده اند که اگر طول خط کابلی کمتر از ۳ کیلومتر باشد، ولتاژ صاعقه فرصت تخلیه از طریق زره یا غلاف کابل را نخواهد داشت.

هم بندی (Bonding)



اتصال کلیه اشیا فلزی در دسترس که در حالت عادی، حامل جریان برق نیستند را هم بندی می نامند. این اتصال ناحیه ای هم پتانسیل را ایجاد می کند که خطر برقگرفتگی را به حداقل می رساند. اگر به هر علتی وسیله حفاظتی در مهلت مقرر جریان اتصالی را قطع ننماید، هم بندی اضافی با هم پتانسیل سازی خطر را از بین می برد.

استانداردهای IEC ۶۰۳۶۴-۵-۵۴، NEC Article 250، BS 7671 در این زمینه صراحت دارند.

همبندی اصلی

مطابق مقررات ملی ایران (پ ۱-۴-۷-۱) یک هادی همبندی اصلی باید کلیه قسمتهای زیر را از نظر الکتریکی به یکدیگر وصل کند :

هادی حفاظتی اصلی، هادی خنثی، لوله های اصلی فلزی آب، لوله های اصلی گاز، لوله های قائم (رایزرها) ی تاسیسات، قسمتهای اصلی فلزی سازه ساختمان (اسکلت فلزی، آرماتور بتن مسلح)، الکترود اصلی و فرعی زمین

سطح مقطع هادی همبندی اصلی (Main Bonding)

نباید از نصف سطح مقطع بزرگترین هادی حفاظتی در تاسیسات کوچکتر باشد. این میزان حداقل ۶ میلیمتر مربع بوده و بالاتر از ۲۵ میلیمتر مربع ضرورتی نخواهد داشت.

همبندی اضافی(Supplementary Bonding)

مطابق مقررات ملی در کلیه آشپزخانه ها، آبدارخانه ها، حمامها و هر مکانی که کوچکترین شکی نسبت به کارایی وسائل قطع خودکار مدار وجود داشته باشد باید از همبندی اضافی برای همولتاژ کردن استفاده کرد. (پ ۱-۴-۷-۲ ، ۱۳-۹-۱-۱-۳ و ۱۳-۹-۲-۵)

این موارد جزو سیستم همبندی اضافی قرار می گیرد :

کلیه بدنه های هادی دستگاهها و لوازم الکتریکی که به صورت ثابت نصب شده اند.

قسمتهای هادی بیگانه (Extraneous Conductive Part) از هر نوع. (منظور بدنه هادی ای است که جزء تأسیسات الکتریکی نمی باشد ولی قادر است در اثر بروز اتصالی برقدار گردد.

اسکلت فلزی و قسمت های فلزی ساختمانها ، لوله های فلزی گاز ، آب و حرارت مرکزی و ...)

هادیهای حفاظتی کلیه وسائل و دستگاههای نصب ثابت و هادیهای حفاظتی پریزها

همبندی در استخر از مهمترین مواردی است که باید به آن توجه شود.

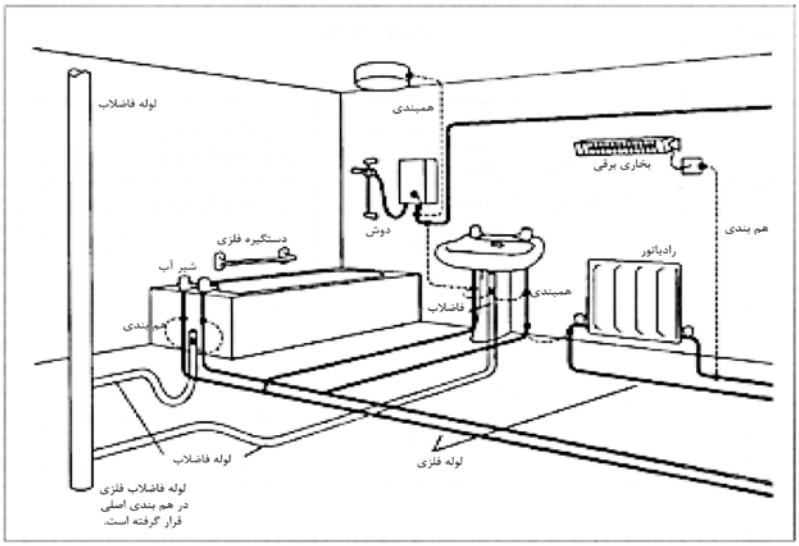
سطح مقطع هادی همبندی فرعی

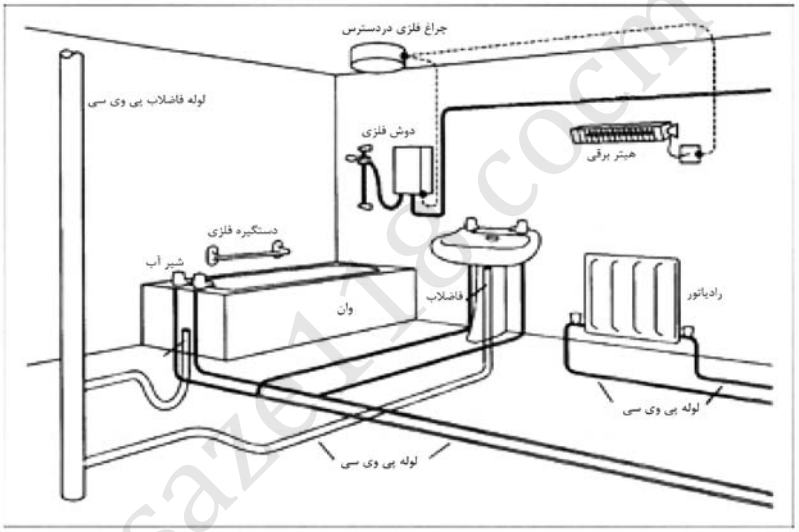
نوع ارتباط	اندازه همبندی
ارتباط بدنه ۲ دستگاه الکتریکی	بزرگتر یا مساوی هادی حفاظتی مدار تغذیه کننده کوچکتر
ارتباط بدنه هادی دستگاه الکتریکی و هادی بیگانه	بزرگتر یا مساوی نصف هادی حفاظتی مدار تغذیه کننده

سطح مقطع آن در هیچ حالتی از ۴ میلیمترمربع کمتر نباشد. (۲/۵ میلیمترمربع اگر حفاظت مکانیکی کافی داشته باشد.)

در صورت وجود لوله غیرفلزی نیازی به همبندی وجود ندارد. نگرانی از این نکته که وجود آب در لوله ها به هنگام اتصال به شیر؟آلات فلزی خطر برقگرفتگی ایجاد می کند بی مورد است. آزمایش نشان می دهد که آب داخل یک لوله غیرفلزی با قطر ۱۵ میلیمتر مقاومتی معادل ۱۱۵ کیلو اهم دارد و با قطر ۲۰ میلیمتر به ۶۵ کیلو اهم کاهش می یابد که هر دو مقدار بالائی است.

SAZE118.COM





نویز بر اثر همبندی

در سیستم TN-C جریان خنثی تماما از هادی خنثی عبور نمی کند، بلکه بخشی از آن به علت وجود همبندی از راه اجزای ساختمانی به مبدا بر می گردد که این جریان، ایجاد امواج الکترومغناطیسی و تداخل EMI می نماید. در سیستم TN-S به دلیل مجزا بودن هادیهای حفاظتی و خنثی، هادی خنثی در همبندی شرکت ندارد و بنابراین هیچ بخش از جریان خنثی از اجزای ساختمان عبور نمی کند و بنابراین EMI بروز نخواهد کرد. در سیستم TT این مقدار حداقل است.

SAZE118.COM

برآورد بار

کار همزمان کلیه بارهای الکتریکی نصب شده در یک ساختمان عملا بندرت اتفاق می افتد. پیش بینی رفتار بارهای مختلف عملا غیرممکن است، ولی قواعد غیر دقیقی برای برآورد بار وجود دارد. پیش از پرداختن به این روشها تعاریف کمیتهای مورد نیاز آورده میشود :

۱ - بار متصله (Connected Load) مجموع بارهای الکتریکی که به سیستم متصل هستند.

۲ - بار دیماند (Demand Load) بار متوسط دریافتی در بازه زمانی مشخص (فرضا ۱۵، ۳۰، ۶۰ دقیقه)

۳ - بازه زمانی دیماند (Demand Interval) فاصله زمانی که بار به صورت متوسط حساب میشود.

۴ - دیماند حداکثر(Maximum Demand) بالاترین دیماندی که در یک بازه زمانی مشخص اتفاق افتاده است.

۵ - ضریب دیماند (Demand Factor) در شرایط عادی کار مصرف یک بار ممکن است کمتر از مقدار قید شده در مشخصات بار باشد. ضریب دیماند نسبت دیماند حداکثر به مجموع بار متصله است. این ضریب برای کلیه بارهای مجزا اعمال میشود. موتورهای الکتریکی از مواردی هستند که ضریب دیماند برای آنها موضوعیت پیدا می کنند چون بندرت در بار کامل کار می کنند.

۶ - ضریب همزمانی (Coincidence Factor) یا (Factor of Simultaneity) نسبت دیماند حداکثر کل سیستم به مجموع دیماندهای حداکثر زیرمجموعه های سیستم ضریب همزمانی گفته میشود. به عبارت دیگر نسبت احتمال وارد مدار شدن یک بار به حداکثر بار نصب شده را ضریب همزمانی می نامند.

۷ - ضریب پراکندگی (Diversity Factor) عکس ضریب همزمانی محسوب میشود. و واضح است که مقدار آن بیشتر از ۱ است.

ضریب همزمانی

ضرائب همزمانی از عوامل مختلفی تاثیر میگیرند و مقدار دقیقی برای آنها نمی توان قائل شد. در جداول زیر ضرائب توصیه شده در چند استاندارد و دستنامه معروف فهرست شده اند.

- روشنائی

مبحث ۱۳ مقررات ملی ساختمان ایران – مبحث ۱۳ – جدول پ۳	
آپارتمانهای تک خانوار یا چند طبقه آپارتمانی	٪۶۶
هتل و آپارتمانهای مبله	٪۷۵
مغازه ها، ادارات و ساختمانهای تجاری	٪۹۰
IEE Wiring Regulations– ویراست پانزدهم – ضمیمه ۴	
واحدهای مسکونی	٪۶۶ جریان مجموع
فروشگاهها، ادارات و شرکتهای تجاری **کوچک**	٪۹۰ جریان مجموع
هتل، مهمانسرای **کوچک**	٪۷۵ جریان مجموع
National Electric Code جدول۴۲-۲۲۰	
واحدهای مسکونی ۳ kVA اول	۱
بالاتر از ۳ kVA تا ۱۲۰ kVA	۰/۳۵
بالاتر از ۱۲۰ kVA	۰/۲۵
بیمارستانها ۵۰kVA اول	۰/۴
بالاتر از ۵۰ kVA	۰/۲

SAZE118.COM

هتل و متل ۲۰ kVA اول	۰/۵
بالاتر از ۲۰ kVA تا ۱۰۰ kVA	۰/۴
بالاتر از ۱۰۰ kVA	۰/۳
انبارها ۱۲/۵ kVA اول	۱
بالاتر از ۵۰ kVA	۰/۵
موارد دیگر	۱
BS 7671: 2008	
اداره کوچک تا ۲۰۰۰ مترمربع	۰/۷
اداره متوسط بین ۲۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ مترمربع	۰/۸
ادارات بزرگ بیش از ۱۰۰۰۰ مترمربع	۰/۸۵
فروشگاه خرده فروشی	۰/۹
Schneider Electric Installation Guide -شکل A13	
	۱
ABB Switchgear Manual– جدول ۴-۱۵	
ساختمانهای اداری	۰/۸
پستها	۰/۸
Siemens Installation Handbook-ویراست۲ – جلد ۱ –جدول ۱.۲/۲	
ساختمانهای اداری	۰/۹۵
بیمارستانها	۰/۷ تا ۰/۹

- پریز

مبحث ۱۳ مقررات ملی ساختمان ایران – مبحث ۱۳ – جدول پ۳	
آپارتمانهای تک خانوار یا چند طبقه آپارتمانی	۱۰۰٪ بزرگترین مصرف + ۴۰٪ بقیه
هتل و آپارتمانهای مبله	۱۰۰٪ بزرگترین مصرف + ۷۵٪ جمع آنهائی که در محوطه های عمومی اند + ۴۰٪ بقیه
مغازه ها، ادارات و ساختمانهای تجاری	۱۰۰٪ بزرگترین مصرف + ۷۵٪ بقیه
IEE Wiring Regulations– ویراست پانزدهم – ضمیمه ۴	
واحدهای مسکونی	۱۰۰٪ دیماند بزرگترین پریز + ۴۰٪ دیماند سایر پریزها
فروشگاهها، ادارات و شرکتهای تجاری **کوچک**	۱۰۰٪ دیماند بزرگترین پریز + ۷۵٪ دیماند سایر پریزها
هتل، مهمانسرای **کوچک**	۱۰۰٪ دیماند بزرگترین پریز + ۷۵٪ دیماند در اتاقهای اصلی + ۴۰٪ دیماند سایر پریزها
National Electric Code جدول ۴۴-۲۲۰	
مصارف غیر مسکونی	۱۰kVA-ی اول ۱، مازاد آن ۰/۵
Schneider Electric Installation Guide -شکل A۱۳	
مصارف غیر صنعتی	۰/۱ تا ۰/۲

ABB Switchgear Manual– جدول ۴-۱۵	
ساختمانهای اداری	۰/۱
پستها	۰/۱
Siemens Installation Handbook–ویراست۲- جلد ۱ –جدول ۱.۲/۲	
ساختمانهای اداری	۰/۱
بیمارستانها	۰/۱ تا ۰/۲

- تهویه مطبوع

مبحث ۱۳ مقررات ملی ساختمان ایران – مبحث ۱۳ – جدول پ۳	
	۱۰۰٪ حداکثر تقاضای ممکن
IEE Wiring Regulations– ویراست پانزدهم – ضمیمه ۴	
الکتروموتور فروشگاهها، ادارات و شرکتهای تجاری **کوچک**	۱۰۰٪ بزرگترین موتور + ۸۰ درصد دومین موتور از نظر بزرگی + ۶۰٪ باقیمانده موتورها
هتل، مهمانسرای **کوچک**	۱۰۰٪ بزرگترین موتور+۵۰٪ باقیمانده موتورها
National Electric Code جدول ۸۲-۲۲۰	
	۱
Schneider Electric Installation Guide -شکل A۱۳	
	۱
ABB Switchgear Manual– جدول ۴-۱۵	
ساختمانهای اداری	۱
پستها	۱
Siemens Installation Handbook–ویراست۲- جلد ۱ –جدول ۱.۲/۲	
ساختمانهای اداری	۱
بیمارستانها	۰/۹تا۱
Siemens Application Manual- قسمت ۱ – جدول۳۰/۲	
	۰/۸

- آسانسور

National Electric Code جدول۱۴- ۶۲۰

SAZE118.COM

تعدادآسانسور	
۱	۱
۲	۰/۹۵
۳	۰/۹۰
۴	۰/۸۵
۵	۰/۸۲
۶	۰/۷۹
۷	۰/۷۷
۸	۰/۷۵
۹	۰/۷۳
۱۰ و بیشتر	۰/۷۲
Schneider Electric Installation Guide -شکل A13	
بزرگترین آسانسور	۱
دومین آسانسور از نظر قدرت	۰/۷۵
باقی آسانسور ها	۰/۶
ABB Switchgear Manual– جدول ۴-۱۵	
ساختمانهای اداری	۰/۵ تا ۰/۷
Siemens Installation Handbook-ویراست۲ – جلد ۱ – جدول ۱.۲/۲	
ساختمانهای اداری	۰/۹ تا ۱
بیمارستانها	۰/۵ تا ۱
Siemens Application Manual- قسمت ۱ – جدول30/2	
	۰/۳

- تابلو

IEC 60439-1 جدول ۱		
تعداد مدار	۲و۳	۰/۹
	۴و۵	۰/۸
	۶ تا ۹	۰/۷
	۱۰ و بالاتر	۰/۶
National Electric Code جدول۸۴- ۲۲۰		

SAZE118.COM

تعداد واحد آپارتمانی ۳تا۵	۰/۴۵
۶تا۷	۰/۴۴
۸تا۱۰	۰/۴۳
۱۱	۰/۴۲
۱۲تا۱۳	۰/۴۱
۱۴تا۱۵	۰/۴۰
۱۶تا۱۷	۰/۳۹
۱۸تا۲۰	۰/۳۸
۲۱	۰/۳۷
۲۲تا۲۳	۰/۳۶
۲۴تا۲۵	۰/۳۵
۲۶تا۲۷	۰/۳۴
۲۸تا۳۰	۰/۳۳
۳۱	۰/۳۲
۳۲تا۳۳	۰/۳۱
۳۴تا۳۶	۰/۳۰
۳۷تا۳۸	۰/۲۹
۳۹تا۴۲	۰/۲۸
۴۳تا۴۵	۰/۲۷
۴۶تا۵۰	۰/۲۶
۵۱تا۵۵	۰/۲۵
۵۶تا۶۱	۰/۲۴
۶۲ و بیشتر	۰/۲۳

IEE Wiring Regulations– ویراست پانزدهم – ضمیمه ۴

واحدهای مسکونی	٪۱۰۰ جریان بزرگترین مدار + ٪۴۰ جریان سایر مدارها
فروشگاهها، ادارات و شرکتهای تجاری **کوچک**	٪۱۰۰ جریان بزرگترین مدار + ٪۵۰ جریان سایر مدارها
هتل، مهمانسرای **کوچک**	٪۱۰۰ جریان بزرگترین مدار + ٪۵۰ جریان سایر مدارها

Schneider Electric Installation Guide –شکل A۱۳

saze118.com

SAZE118.COM

تعداد واحد آپارتمانی ۲تا۴	۱
۵تا۹	۰/۷۸
۱۰تا۱۴	۰/۶۳
۱۵تا۱۹	۰/۵۳
۲۰تا۲۴	۰/۴۹
۲۵تا۲۹	۰/۴۶
۳۰تا۳۴	۰/۴۴
۳۵تا۳۹	۰/۴۲
۴۰تا۴۹	۰/۴۱
۵۰ و بیشتر	۰/۴۰
ABB Switchgear Manual– جدول ۶-۶	
منازل	۰/۴

تخمین اولیه بار

برای تخمین اولیه بار بخصوص در برآوردهای فاز ۱ از مقادیر زیر میتوان استفاده نمود.

جدول زیر از Siemens – Totally Integrated Power – Part 1

نوع ساختمان	توان متوسط (W/m2)
بانک	۴۰-۷۰
کتابخانه	۲۰-۴۰
دفتر اداری	۳۰-۵۰
مرکز خرید	۳۰-۶۰
هتل	۳۰-۶۰
فروشگاه	۳۰-۶۰
بیمارستان (۴۰-۸۰ تختخوابی)	۲۵۰-۴۰۰
بیمارستان (۲۰۰ تا ۵۰۰ تختخوابی)	۸۰-۱۲۰
انبار (بدون سرمایش)	۲-۲۰
آپارتمان	۱۰-۳۰
خانه تک واحدی	۱۰-۳۰
موزه	۶۰-۸۰
پارکینگ	۳-۱۰
کارخانه	۳۰-۸۰
دیتا سنتر	۵۰۰-۲۰۰۰
مدرسه	۱۰-۳۰
باشگاه ورزشی	۱۵-۳۰

saze118.com

SAZE118.COM

استادیوم (۴۰۰۰۰ تا ۸۰۰۰۰ نفری)	۷۰-۱۲۰ (به ازا هر نفر)
خانه سالمندان	۱۵-۳۰
گلخانه (با نور مصنوعی)	۲۵۰-۵۰۰
آزمایشگاه	۱۰۰-۲۰۰
صنایع لاستیک سازی	۳۰۰-۵۰۰
صنایع غذائی	۶۰۰-۱۰۰۰
لابی	۵-۱۵
پلکان	۵-۱۵
راه دسترسی مانند تونل	۱۰-۲۰
اتاق بازی	۲۰-۵۰
دستشوئی	۵-۱۵
سالن اداری	۲۰-۴۰
کتابفروشی	۸۰-۱۲۰
گلفروشی	۸۰-۱۲۰
نانوائی / قصابی	۲۵۰-۳۵۰
میوه فروشی	۸۰-۱۲۰
بوفه	۱۸۰-۲۰۰
رستوران / کافه	۱۸۰-۴۰۰
آرایشگاه	۲۲۰-۳۸۰
خشکشوئی / رختشویخانه	۷۰۰-۹۵۰
انبار	۵-۱۵
آشپزخانه	۲۰۰-۴۰۰

saze118.com

Schneider Electrical Installation Guide

نوع ساختمان	توان متوسط (VA/m2)
پمپخانه	۳-۶
تهویه (اگزوزفن)	۲۳
ادارات	۲۵
کارگاه مونتاژ	۷۰
کارگاه ماشینکاری	۳۰۰
کارگاه رنگ آمیزی	۳۵۰

برآورد بار روشنائی بر اساس استاندارد NEC Table 220.12

SAZE118.COM

نوع ساختمان	توان متوسط (VA/m2)
تالار اجتماعات	۱۱
بانک	۳۹
آرایشگاه	۳۳
کلیسا	۱۱
دادگاه	۲۲
واحد مسکونی	۳۳
پارکینگ	۶
بیمارستان	۲۲
هتل	۲۲
ساختمان تجاری	۲۲
پانسیون	۱۷
ساختمان اداری	۳۹
رستوران	۲۲
مدرسه	۳۳
فروشگاه	۳۳
انبار	۳

برآورد بار روشنائی بر اساس ASHRAE/IES 90.1-1989

نوع ساختمان	۰-۲۰۰۰ فوت مربع	۲۰۰۱-۱۰۰۰ فوت مربع	۱۰۰۰۱-۲۵۰۰۰ فوت مربع	۲۵۰۰۱-۵۰۰۰۰ فوت مربع	۵۰۰۰۱-۲۵۰۰۰۰ فوت مربع	بیش از ۲۵۰۰۰۰ فوت مربع
کافه تریا / فست فود	۱/۵۰	۱/۳۸	۱/۳۴	۱/۳۲	۱/۳۱	۱/۳۰
مرکز تفریحی	۲/۲۰	۱/۹۱	۱/۷۱	۱/۵۶	۱/۴۶	۱/۴۰
اداری	۱/۹۰	۱/۸۱	۱/۷۲	۱/۶۵	۱/۵۷	۱/۵۰
خرده فروشی	۳/۳۰	۳/۰۸	۲/۸۳	۲/۵۰	۲/۲۸	۲/۱۰
فروشگاه بزرگ	۱/۶۰	۱/۵۸	۱/۵۲	۱/۴۶	۱/۴۳	۱/۴۰
تشکیلات خدماتی	۲/۷۰	۲/۳۷	۲/۰۸	۱/۹۲	۱/۸۰	۱/۷۰
پارکینگ	۰/۳۰	۰/۲۸	۰/۲۴	۰/۲۲	۰/۲۱	۰/۲۰
مدرسه ابتدائی	۱/۸۰	۱/۸۰	۱/۷۲	۱/۶۵	۱/۵۷	۱/۵۰
دبیرستان	۱/۹۰	۱/۹۰	۱/۸۸	۱/۸۳	۱/۷۶	۱/۷۰
مدرسه فنی حرفه ای	۲/۴۰	۲/۳۳	۲/۱۷	۲/۰۱	۱/۸۴	۱/۷۰
انبار	۰/۸۰	۰/۶۶	۰/۵۶	۰/۴۸	۰/۴۳	۰/۴۰

saze118.com

برآورد بار **پریز** بر اساس استاندارد IEEE Std. 241-1990

نوع ساختمان	توان متوسط (VA/ft2)
تالار اجتماعات	۰/۲
کافه	۰/۲
کلیسا	۰/۲
اتاق نقشه کشی	۰/۷
ورزشگاه	۰/۱۵
بیمارستان	۱/۰
بیمارستان بزرگ	۰/۷
کارگاه ماشینکاری	۱/۵
اداری	۱/۰
مدرسه بزرگ	۰/۶
مدرسه متوسط	۰/۷
مدرسه کوچک	۰/۹

مانند بارهای روشنائی و پریز برآورد بار **تهویه مطبوع** بر اساس استاندارد IEEE Std. 241-1990 نیز موجود است ولی از آنجائی که با شرایط آب و هوائی ایران تطابق ندارد از ذکر آن صرفنظر میشود.

برآورد بار **بوستر پمپ آبرسانی** بر اساس استاندارد IEEE Std. 241-1990

نوع ساختمان	توان متوسط kW			
	تعداد طبقه			
	۵	۱۰	۲۵	۵۰
آپارتمان – ۱۰ واحد در طبقه	-	۱۵	۹۰	۳۵۰
بیمارستان – ۳۰ بیمار در طبقه	۱۰	۴۵	۲۵۰	-
هتل – ۴۰ اتاق در طبقه	۷	۳۵	۱۷۵	۴۵۰
اداری – ۱۰۰۰۰ فوت مربع در طبقه	-	۱۵	۷۵	۲۵۰

توان بر حسب (kW)بوستر پمپ آتشنشانی در ساختمان تجاری (با خطر کم) بر اساس استاندارد IEEE Std. 241-1990

SAZE118.COM

مساحت (فوت مربع)	توان متوسط kW			
	تعداد طبقه			
	۵	۱۰	۲۵	۵۰
۵۰۰۰	۴۰	۶۵	۱۵۰	۲۵۰
۱۰۰۰۰	۶۰	۱۰۰	۲۰۰	۴۰۰
۲۵۰۰۰	۷۵	۱۵۰	۲۷۵	۵۵۰
۵۰۰۰۰	۱۲۰	۲۰۰	۴۰۰	۸۰۰

مصارف آ**شپزخانه صنعتی** با سوخت گاز ۲۵ W/ft2 بر اساس استاندارد IEEE Std. 241-1990

برآورد بار کلی برای ادارات بر اساس استاندارد BS ۷۶۷۱:۲۰۰۸

	توان متوسط (W/m۲) بدون تهویه مطبوع	توان متوسط (W/m۲) با تهویه مطبوع
اداره کوچک تا ۲۰۰۰ مترمربع	۷۰	۱۲۰
اداره متوسط بین ۲۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ مترمربع	۶۰	۱۱۰
اداره بزرگ بیش از ۱۰۰۰۰ مترمربع	۵۵	۱۰۰

مصرف پریزهائی که اختصاصا برای تجهیزات خاص در نظر گرفته شده اند را میتوان بر اساس جددول زیر که از انتشارات شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ برداشت شده است بدست آورد. در این جدول زمان کاربرد روزانه مصرف کننده و میزان مصرف انرژی در هر دوره قرائت کنتور نیز آمده است.

مصرف کننده	توان (وات)	کیلو وات ساعت در هر دوره قرائت کنتور	میزان کارکرد متوسط روزانه (ساعت)
آبگرمکن برقی	۲۰۰۰	۲۴۰	
اتوی برقی	۱۷۰۰	۳۰	
بخاری برقی	۲۰۰۰	۳۶۰	
جاروبرقی کوچک	۱۰۰۰	۱۸	
جاروبرقی بزرگ	۱۵۰۰	۳۰	
سماور برقی	۱۰۰۰	۳۰	
کولر تا ۳۰۰۰ CFM	۳۰۰	۱۱۰	۶
کولر بالاتر از ۳۰۰۰ CFM	۵۰۰	۱۸۰	۶
کولر گازی تا ۱۸۰۰۰ BTU	۱۸۰۰	۶۵۰	۶
کولر گازی بزرگتر	۲۴۰۰	۸۶۴	۶

SAZE118.COM

تلویزیون رنگی ۱۴ اینچ	۷۰	۲۵	۶
تلویزیون رنگی ۱۵ تا ۲۱ اینچ	۱۰۰	۳۶	۶
تلویزیون رنگی بالاتر از ۲۱ اینچ	۱۷۰	۶۱	۶
رادیو ضبط	۲۵	۳	۲
اجاق برقی	۱۵۰۰	۲۲۵	۲/۵
پلوپز	۸۰۰	۲۴	۰/۵
قهوه ساز	۵۰۰	۶	۰/۵
چرخ گوشت	۳۵۰	۲/۲	۰/۱
غذاساز	۵۰۰	۳	۰/۵
مایکروفر	۹۰۰	۸/۱۰	۰/۲
ماشین لباسشوئی تا ۵ کیلوگرم	۱۰۰۰	۲۴	۰/۴
ماشین لباسشوئی بیشتر از ۵ کیلوگرم	۲۰۰۰	۴۸	۰/۴
ظرفشوئی	۱۵۰۰	۲۷	۰/۳
یخچال تا ۹ فوت مکعب	۱۰۰	۷۲	۱۲
یخچال بین ۱۰ تا ۱۳ فوت مکعب	۱۳۵	۹۸	۱۲
یخچال بین ۱۴ تا ۱۸ فوت مکعب	۱۷۰	۱۲۲	۱۲
فریزر کوچک	۲۰۰	۵۸	۸
فریزر بزرگ	۳۰۰	۱۸۰	۸
سشوار	۱۲۰۰	۱۴/۵	۰/۲
پنکه	۷۰	۲۵	
پنکه سقفی	۱۵۰	۵۴	

saze118.com

SAZE118.COM

انتخاب تجهیزات تابلوئی فشار ضعیف

تجهیزات تابلوهای فشار ضعیف را میتوان به موارد زیر تقسیم بندی نمود :

۱ - کلیدها

۲ - فیوزها و رله ها

۳ - وسایل اندازه گیری و سیگنال

۴ - شینه ها، مقره ها، ترمینالها و صفحات عایقی

در این قسمت در مورد بعضی از این موارد به اختصار بحث خواهد شد.

کلیدها

کلیدها را به دو نوع اصلی دائمی و لحظه ای میتوان تقسیم بندی نمود. کلیدهای لحظه ای، همان شستی های فشاری یا پوش باتن ها هستند. انواع کلیدهای دائمی قابل نصب در تابلوهای فشار ضعیف عبارتند از :

- کلیدهای قابل قطع و وصل زیربار با حفاظت فیوز یا بدون آن
- کلیدهای قابل قطع و وصل دارای حفاظت الکتریکی بدون فیوز
- کلیدهای دارای فرمان الکتریکی

کلیدهای قابل قطع و وصل زیربار با حفاظت فیوز یا بدون آن

کلیدهای قابل قطع و وصل زیر بار در دو نوع دارای حفاظت و بدون حفاظت تولید میشوند. کلید فیوزها از دسته اول و کلیدهای گردان (Rotary) ، اهرمی (Tumbler) و کلیدهای دوطرفه نیز در نوع دوم طبقه بندی میشوند.

کلید گردان (Rotary Switch) و اهرمی(Tumbler Switch)

کلیدهای گردان و اهرمی وسیله ای مکانیکی جهت قطع و وصل مدارات الکتریکی است که با توجه به میزان جریان اسمی برای مدارات فرمان و قدرت قابل استفاده می باشد. اکثر این کلیدها از نوع نیمه مستقل دستی هستند، بدین ترتیب که تا مرحله ای از تحریک ، کلید وابسته به دست است ولی در لحظه وصل و یا قطع دیگر وابستگی به دست ندارد و سریعا عمل قطع یا وصل صورت می پذیرد. کلیدهای راه اندازی موتور، چپ گرد و راستگرد، ستاره مثلث، سلکتور سوئیچهای ولتمتر از انواع این کلیدها هستند.

رده کاربری	شرح
AC-۲۰A(B)	قطع و وصل بدون بار
AC-۲۱A(B)	قطع و وصل بار اهمی
AC-۲۲A(B)	قطع و وصل بار اهمی و القائی
AC-۲۳A(B)	قطع و وصل الکتروموتورها و دیگر بارهای القائی شدید

A عملکرد زیاد

B عملکرد کم

کلید فیوز

در دو نوع گردان و دسته ای تولید میشوند. همانطور که از نام آن بر میاید ترکیبی از کلید قابل قطع زیر بار و فیوز است.

کلیدهای قابل قطع و وصل دارای حفاظت الکتریکی بدون فیوز

کلیدهای اتوماتیک

استفاده از فیوز برای حفاظت علاوه بر مشکلات تعویض آن در هر خطای ایجاد شده، مشکلات دیگری نیز در بردارد. مهمترین آنها عدم قطع همزمان ۳ فاز در صورت ایجاد اضافه جریان در یک فاز است. ضمن آنکه فیوزها در برابر سایر خطاها مانند برگشت جریان، کاهش بیش از حد ولتاژ توانائی عمل ندارند. فرمان وصل از راه دور نیز از قابلیتهای کلیدهای اتوماتیک در انواع موتوردار است. همچنین وضعیت کلید را با استفاده از کنتاکتهای کمکی در محلی دیگر فرضا اتاق فرمان دید.

انواع مختلف آن :

- کمپاکت MCCB (Moulded Case Circuit Breaker)
- حفاظت موتوری MPCB (Motor Protection Circuit Breaker)
- هوائی ACB (Air Circuit Breaker)
- مینیاتوری MCB (Miniature Circuit Breaker)
- کلیدهای مجهز به رله نشت جریان RCCB (Residual Current Circuit Breaker)

کلیدهای کمپاکت

بدنه این کلیدها به صورت تزریقی ساخته میشوند، به همین علت به آنها Moulded Case Circuit Breaker گفته میشود.

قسمت حفاظتی کلیدهای اتوماتیک کمپاکت از دو قسمت تشکیل شده است : حفاظت اضافه بار که معمولا رله ای حرارتی است و قسمت حفاظت اتصال کوتاه که عموما رله ای الکترومغناطیسی است. بعضی انواع کلید اتوماتیک دارای قابلیت تنظیم رله حرارتی (فرضا ۰/۵، ۰/۶، ۰/۷، ۰/۸، ۰/۹، ۱ برابر جریان نامی) و الکترومغناطیسی (به عنوان مثال ۲، ۳، ۴، ۶، ۸، ۱۰ برابر جریان نامی) هستند. در پاره ای از کلیدهای اتوماتیک تنظیمات زمانی نیز برای رله های حرارتی و الکترومغناطیسی وجود دارد.

کلیدهای حفاظت موتوری

همانطور که از نام آن بر می آید برای حفاظت الکتروموتورها بکار میرود. در این نوع که برای عدم عکس العمل در جریانهای راه اندازی الکتروموتور طراحی شده است، امکان تنظیم حفاظت اضافه بار وجود دارد و در صورت استفاده از کنتاکتور نیازی به رله بی متال نخواهد بود.

کلیدهای هوائی

مکانیزم اطفا جرقه در این کلیدها در هوای آزاد صورت میگیرد. عمر مفید آنها دو برابر کلیدهای کمپکت است و قدرت قطع آنها بسیار بالاتر است. (بالای ۵۰ کیلو آمپر)

این کلیدها در دو نوع ثابت و کشوئی ساخته میشوند. رله های مورداستفاده در این کلیدها عمدتا الکترونیکی و میکروپروسسوری هستند که دقت و انعطاف پذیری بالائی ایجاد می کند.

پارامترهای مشخصه کلید اتوماتیک

Ui ولتاژ نامی عایقی

Uimp مقدار اوج ولتاژ ضربه ای

Ue ولتاژ نامی

Ith جریان نامی

Icu حداکثر جریان قابل قطع اتصال کوتاه

Ics جریان قابل قطع اتصال کوتاه در شرایط کاری

Icm حداکثر جریان وصل اتصال کوتاه

Icw جریان قابل تحمل کوتاه مدت (۱ ثانیه)

گروه کاری (A بدون تاخیر زمانی در اتصال کوتاه- B با تاخیر زمانی در اتصال کوتاه)

کلیدهای مینیاتوری MCB (Miniature Circuit Breaker)

مکانیسمی شبیه کلیدهای اتوماتیک دارند ولی همانطور که از نام آنها بر می آید حجم کمتری را اشغال می کنند. دقت عملکرد آنها پائین تر است و ظرفیت اتصال کوتاه کمتری دارند. ضمن آنکه عمدتا جریانهای نامی آنها پائین است.

تعاریف مشخصه های قطع کلیدهای مینیاتوری مطابق با IEC ۶۰۸۹۸ چنین است:

مشخصه	قطع اتصال کوتاه
B	۳-۵ برابر جریان نامی
C	۵-۱۰ برابر جریان نامی
D	۱۰-۲۰ برابر جریان نامی
K	۱۰-۱۴ برابر جریان نامی

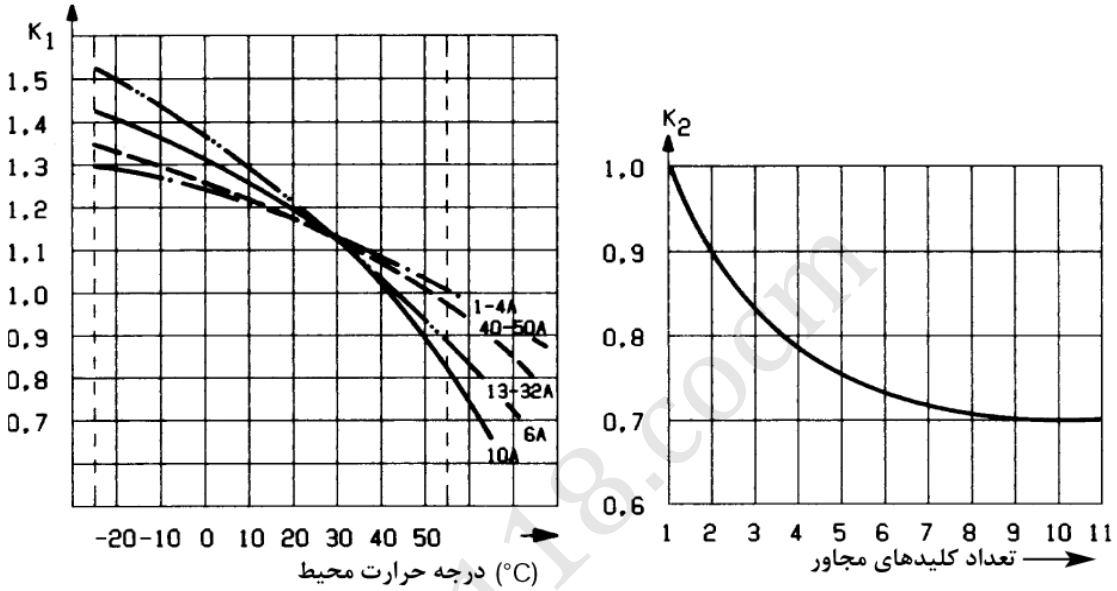
saze118.com

SAZE118.COM

Z	۳/۶-۲/۴ برابر جریان نامی
MA	۱۴-۱۲ برابر جریان نامی

کلیدهای نوع MA فقط عملکرد در برابر اتصال کوتاه دارند.

به هنگام محاسبه جریانی که از کلید مینیاتوری قابل عبور هستند، باید به درجه حرارت محیط و تعداد کلیدهای مینیاتوری مجاور یکدیگر توجه نمود. هر دوی عوامل برشمرده فوق باعث گرم شدن محیط نصب و کاهش جریان قابل گذر از کلید می گردد. ۲ عامل فوق را با ضرایب زیر میتوان تاثیر داد.



کلیدهای مجهز به رله نشت جریان RCD (Residual Current Device)

اساس کار RCD ها بر مقایسه جریان رفت و برگشت استوار است. با یک جمع کننده جریان در ۲ مسیر رفت و برگشت در صورتی که مقداری بیش از حد تلرانس کلید وجود داشته باشد رله الکترومغناطیسی کلید عمل خواهد کرد.

لزوم نصب کلیدهای مجهز به RCD در استانداردهای مختلف جهانی وضعیت یکسانی ندارد. مبحث سیزدهم مقررات ملی ساختمان وجود آن را ضروری ندانسته است. در انگلستان استفاده از آن برای پریزها در منازل مسکونی اجباری است. در آمریکا به کارگیری آن فقط برای اماکن مرطوب الزامی است. در آلمان برای پریزهای با جریان کمتر از ۲۰ آمپر باید از آن استفاده نمود. در ایتالیا وجود حداقل ۲ عدد RCD در هر منزل ضروری است. در استرالیا لزوم استفاده از کلید RCD در کلیه مدارات اعم از روشنایی و پریز وجود دارد. در بلژیک تمامی تاسیسات الکتریکی که در اختیار افراد عادی هستند باید با رله RCD که حساسیت آن از ۳۰۰ میلی آمپر تجاوز نمی کند محافظت شوند. برای سرویسها، ماشین لباسشوئی، ظرفشوئی و امثال آن ، حفاظت اضافه با RCD اجباری است. در چین برای پریزهائی که تجهیزات تهویه مطبوع را تغذیه می کنند و قابل دسترس افراد عادی نیستند اجباری نیست.

SAZE118.COM

استاندارد IEC که اصلی ترین مأخذ مبحث سیزدهم مقررات ملی ساختمان است، در بند ۴۱۱.۳.۳ از ۴۱-۴-۶۰۳۶۴ IEC استفاده از کلید RCD برای کلیه پریزهای زیر ۲۰ آمپر، همچنین وسایل الکتریکی در بیرون از ساختمان که قابل جابجا شدن هستند و جریان آنها از ۳۲ آمپر تجاوز نمی کند را اجباری نموده است.

مبحث سیزدهم مقررات ملی ساختمان در مورد نصب کلید حفاظتی ملاحظاتی به شرح زیر دارد:

- از این کلید تنها میتوان به عنوان حفاظت اضافی استفاده نمود و به کارگیری آن نصب لوازم حفاظتی در برابر اضافه بار و اتصال کوتاه را منتفی نمی نماید.
- در مورد حساسیت عملکرد این کلیدها حد مجاز ۳۰ میلی آمپر در نظر گرفته شده است. مهندسین برق به منظور اجتناب از عملکرد خطای این کلیدها از جریان های حساسیت بالا مانند ۲۰۰ میلی آمپر استفاده میکنند که مطابق این مقررات غیر مجاز است .

- استفاده از این وسیله در سیستمهای قدیمی TNC مجاز نیست. لازم به ذکر است که مقررات ملی ساختمان، این سیستم را قابل قبول نمیداند.
- مطابق همین مبحث این کلیدها را باید به عنوان آخرین وسیله حفاظتی قرار داد.

از مشکلاتی که این کلیدها دارند حساسیت به اضافه ولتاژهای گذرا در شبکه است.

انواع مختلفی از کلیدهای مجهز به رله نشت جریان وجود دارد که به طور کلی RCD نامیده میشوند :

کلید مجهز به رله نشت جریان بدون وسیله حفاظتی اضافه جریان	RCCB (Residual Current Operated Circuit Breaker without Integral Overcurrent Protection)
کلید مجهز به رله نشت جریان با وسیله حفاظتی اضافه جریان	RCBO (Residual Current Operated Circuit Breaker with Integral Overcurrent Protection)
پریز مجهز به رله نشت جریان	SRCD (Socket-Outlet incorporating a Residual Current Device)
واحد مجهز به فیوز و رله نشت جریان که به کلید مدار فرمان میدهد.	FCURCD (Fused Connection Unit incorporating a Residual Current Device)
پریز سیار دارای رله نشت جریان	PRCD (Portable Residual Current Device)
مشابه RCBO ولی برای جریانهای بالا	CBR (Circuit Breaker incorporating Residual Current Protection)
مونیتور جریان نشتی	RCM (Residual Current Monitor)
رله نشت جریان	MRCD (Modular Residual Current Device)

مطابق استاندارد IEC ۶۰۷۵۵ ۳ نوع RCD وجود دارد :

نوع AC

RCD در جریان های باقیمانده (نشتی) سینوسی عمل می کند.

نوع A

علاوه بر جریانهای باقیمانده سینوسی در جریانهای باقیمانده مستقیم پالس دار، جریانهای باقیمانده مستقیم پالسدار که با جریانی مستقیم ثابت ۶ میلی آمپری ترکیب شده است، نیز عمل می کند.

نوع B

علاوه بر جریانهای باقیمانده سینوسی در جریانهای باقیمانده سینوسی تا فرکانس ۱۰۰۰ هرتز، جریانهای باقیمانده سینوسی که با جریانی مستقیم خالص ترکیب شده است، جریانهای باقیمانده مستقیم پالسدار که با جریانی مستقیم خالص ترکیب شده است، در جریانهای باقیمانده که از مدارهای یکسوکننده نتیجه شده اند ، نیز عمل می کند.

SAZE118.COM

از نظر زمان قطع نیز دو نوع RCD داریم :
نوع G که بدون تاخیر و بلافاصله عمل می کند.
نوع S یا T که به منظور حفاظت موضعی (سلکتیو) با تاخیر زمانی عمل می کند.

دکمه آزمایش
به منظور اطمینان از عملکرد صحیح RCD مطابق IEC ۶۱۰۰۸ و IEC ۶۱۰۰۹ جریان نوسانی میراشونده ۱۰۰ kHz /۰.۵ µs توسط آن تولید میشود.

مشکل قطع بدون مورد مدار توسط این کلیدها را در عوامل زیر باید جستجو نمود.
(اشکالات پدیدآمده در پائین دست RCD) :
مداربندی اشتباه (وجود سیم نول مشترک با مداراتی که از کلید RCD دارای اشکال تغذیه نمیشوند.)
کیفیت پایین سیم و کابل و استفاده از نوار چسب الکتریکd
طول زیاد سیم و کابل
اتصالات غیر محکم
وجود نم در تجهیزات الکتریکی یا در هادیها
قطع دوپل (اثر خازنی)
ولتاژهای گذرای ناشی از بارهای القائی بزرگ (فرضا الکتروموتورهای با قدرت بالا)
جریانهای زیاد هادی زمین (فرضا تجهیزات IT، فیلترها، یکسوکننده ها و ...)
(اشکالات پدیدآمده در بالا دست RCD) :
اتصالات غیرمحکم
اعوجاجات ولتاژ (اضافه ولتاژهای ناشی از کلید زنی یا صاعقه و ...)
بارهایی مانند آسانسور، ماشین آلات صنعتی

کلیدهای دارای فرمان الکتریکی
- کنتاکتورها
- کلیدهای اتوماتیک دارای Shunt Trip و موتور

کنتاکتور

کنتاکتور نوعی کلید مغناطیسی است که کنتاکتهای آن بوسیله جذب و دفع بوبین مغناطیسی قطع و وصل میشوند. انواع بادی و الکترونیکی کنتاکتور نیز وجود. مزایای استفاده از کنتاکتور را میتوان در موارد زیر دانست :
امکان کنترل مصرف کننده از راه دور
امکان کنترل مصرف کننده از چند نقطه
امکان تلفیق مدارات فرمان

SAZE118.COM

بالا بودن سرعت قطع و وصل
عمر بالا

مدار بوبین میتواند از برق AC یا DC تغذیه شود. بوبینهای DC ارتعاش و در نتیجه صدا ندارند. از مهمترین مشخصه های کنتاکتور میتوان به ولتاژ نامی، جریان نامی، انرژی مصرفی بوبین، درجه حرارت محیط، جریان حرارتی حداکثر، تعداد تیغه های کنتاکتور، زمان قطع و وصل و عمر مکانیکی اشاره نمود.
یک کنتاکتور در رده های کاربردی مختلف جریانات نامی متفاوتی را میتواند از خود عبور دهد. در جدول زیر تعاریف رده های کاربری کنتاکتورهای با بوبین AC آمده است:

رده کاربری	شرح
AC-۱	بار غیر القائی و یا القائی ضعیف ، اجاقهای مقاومتی
AC-۲	موتور اسلیپ رینگ
AC-۳	موتور قفس سنجابی (روشن و خاموش)
AC-۴	موتور قفس سنجابی (روشن، ترمز، حرکت معکوس، روشن خاموشهای سریع)
AC-۵a	قطع و وصل لامپهای گازی
AC-۵b	قطع و وصل لامپهای التهابی
AC-۶a	قطع و وصل ترانسفورماتور
AC-۶b	قطع و وصل بانکهای خازنی
AC-۷a	بارهای القائی ضعیف در مصارف خانگی و مشابه
AC-۷b	بار موتوری برای تجهیزات خانگی
AC-۸a	قطع و وصل کمپرسورهای سردکننده با ریست اضافه بار به صورت دستی
AC-۸b	قطع و وصل کمپرسورهای سردکننده با ریست اضافه بار به صورت خودکار

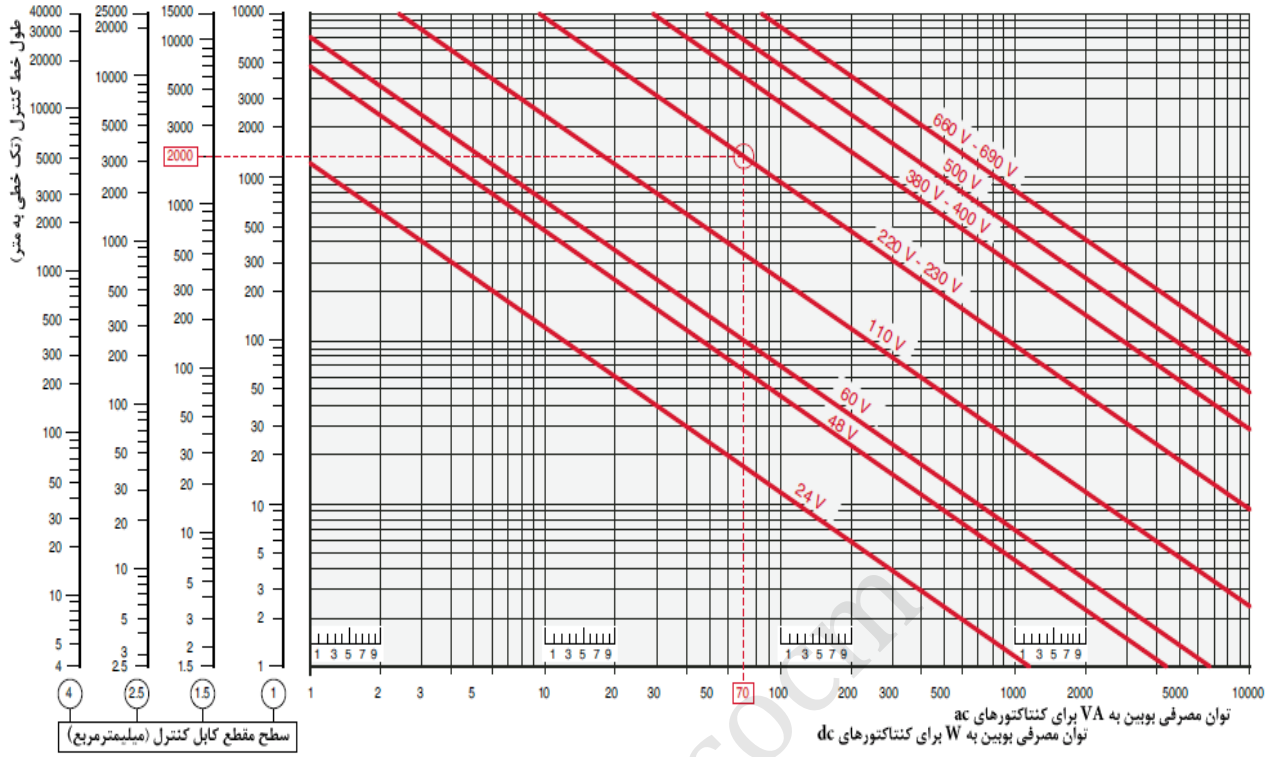
کنتاکتورها تنها به صورت ۳ فاز موجودند. در مدارات تکفاز میتوان از ۱ فاز کنتاکتور استفاده نمود. در صورت وجود رله بی متال این روش جوابگو نخواهد بود زیرا عدم تعادل در سه فاز بیمتال باعث فرمان تریپ خواهد شد. با سری نمودن ۲ فاز در کنتاکتور این مشکل قابل حل خواهد بود.

اثر طول کابل مدار کنترل کنتاکتور

۱-افت ولتاژ

واضح است که افزایش طول کابل کنترل کنتاکتور افت ولتاژ را همراه می آورد و در مواردی میزان آن به حدی می رسد که امکان قطع و وصل بوبین کنتاکتور سلب میشود. برای احتراز از چنین مشکلی با دانستن توان جذب بوبین کنتاکتور (Sealing Power) یا (Coil Holding Consumption) و با کمک از نمودار زیر حداکثر طول کابل کنترل را میتوان پیدا نمود.

SAZE118.COM



توان جذب کنتاکتور (مصرفی بوبین) بسته به نوع و آمپراژ آن متفاوت است، فرضا قدرت فوق الذکر برای دو نوع کنتاکتور از یک سازنده و با یک جریان نامی متفاوت است و حتما باید به کاتالوگ مربوطه مراجعه نمود. جدول زیر مربوط به یکی از تولیدکنندگان مطرح است و قابل تعمیم به تولیدات سایر سازندگان نیست :

کنتاکتور	مدار کنترل a.c. 50 Hz
A 9, 12, 16	8 VA
A 26, 30, 40	12 VA
A 45, 50, 63, 75	18 VA
A 95, 110	22 VA
A 145, 185	35 VA
A 210, 260, 300	60 VA

۲-ظرفیت خازنی

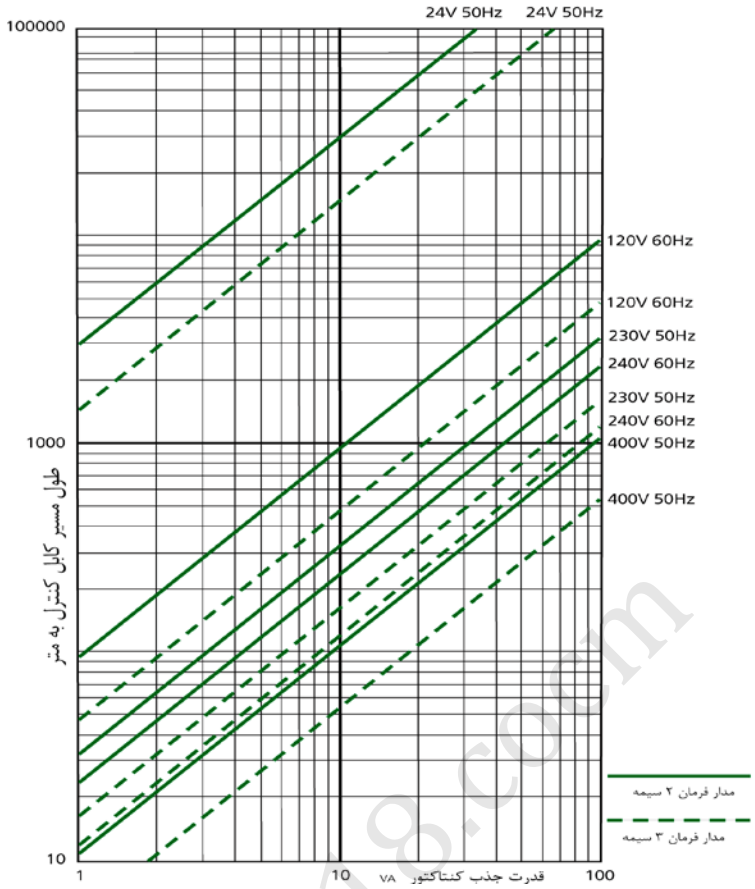
کابلهای طولانی کنترل در کنتاکتورهای دارای بوبین ac , قطع کنتاکتور را به علت جریان خازنی کابل دچار اشکال می نماید. حتی در هنگامی که کنتاکتهای فرمان باز هستند، به خاطر جریان خازنی که از بوبین جریان عبور می کند و کنتاکتور تحریک شده باقی میماند.

هر چه طول مدار فرمان بیشتر باشد، جریان خازنی بالاتر بوده و مشکل افزایش می یابد.

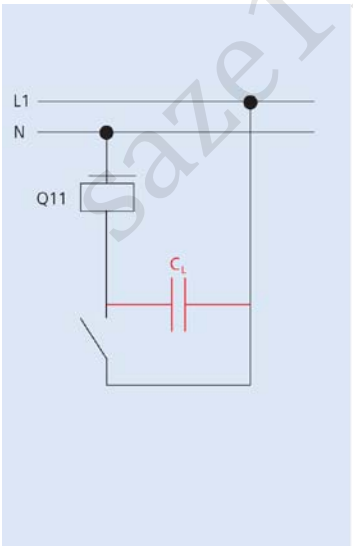
نمودار زیر با توجه به قدرت وصل بوبین کنتاکتور، سطح مقطع سیم مدار کنترل و ولتاژ تغذیه، حداکثر طول مجاز مدار را نشان می دهد.

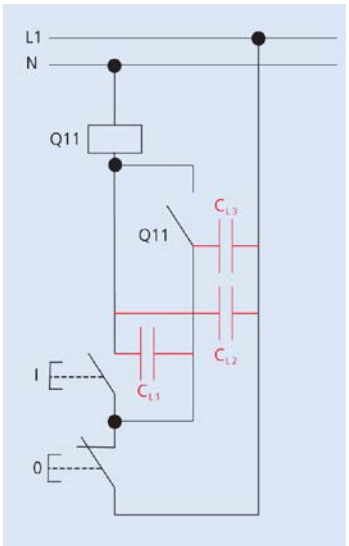
همانطور که مشاهده میشود، سطح مقطع سیم کنترل در ظرفیت خازنی اثری ندارد.

SAZE118.COM



منظور از مدار فرمان ۲ سیمه و ۳ سیمه را از اشکال زیر میتوان استنباط نمود :





۲ سیمه (با یک کلید خاموش و روشن) ۳ سیمه (با شستی های فشاری خاموش و روشن)

برای رفع این مشکل چند راه حل وجود دارد :

استفاده از کنتاکتور با بوبین قوی تر

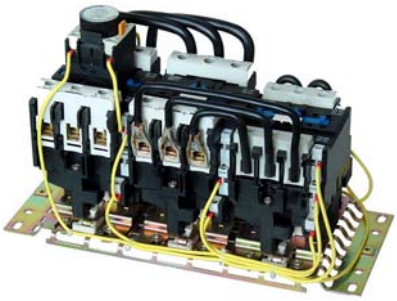
به کارگیری کنتاکتورهای DC

کاهش ولتاژ تغذیه (با در نظر گرفتن افت ولتاژ مدار)

قرار دادن کنتاکت فرمان در ابتدای مدار (این مشکل در شستیهای روشن و خاموش که در فاصله طولانی از تابلو قرار دارند به بسته ماندن همیشگی کنتاکت باز می انجامد)

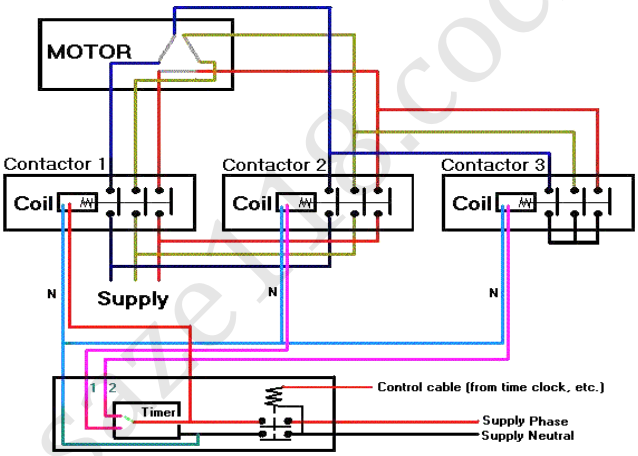
استفاده از یک کنتاکت NC اضافه در مدارات کنترل ۲ سیمه ویا یک کنتاکت NO در مدارات کنترل ۳ سیمه که باعث بالارفتن زمان قطع کنتاکتور میشود.

استفاده از جریان خازنی برای برقدار کردن مقاومتی که موازی بار قرار دارد.



راه انداز ستاره مثلث

راه انداز ستاره مثلث ترکیبی از ۳ کنتاکتور و یک تایمر مطابق مدار زیر است :



رله ضربه ای

انواع خاصی از کنتاکتورها دارای قفل مکانیکی (Mechanical Latch) هستند. بدین معنا که با فعال شدن رله حتی با قطع برق، کلید در همان حالت فعال باقی می ماند. ویژگی دیگر این کنتاکتورها عدم نیاز به ۲ شستی قطع و وصل است و تنها یک شستی فشاری هم وظیفه روشن کردن و هم خاموش کردن را به عهده دارد. این کنتاکتورها فقط تکفاز هستند. از آنها در مدار فرمان یک کنتاکتور بزرگتر هم میتوان استفاده نمود. عمده کاربرد آنها در مدارات روشنائی است.

فیوز

SAZE118.COM

فیوزها قدیمی ترین وسیله حفاظتی و پرکاربردترین آنها هستند و به علت مکانیسم ساده، قابلیت اعتماد بالائی نیز دارند. از دیگر مزایای فیوزها قدرت قطع بالا، سرعت عملکرد زیاد، کاهش تلفات و قیمت پائین آنها است. فیوزها مطابق استاندارد IEC ۶۰۲۶۹ به دو دسته اصلی تقسیم بندی میشوند :

فیوزهای برای حفاظت کابل و خط

فیوزهای برای حفاظت دستگاههای الکتریکی

برای شناسائی گروههای فیوزها از حروف زیر استفاده میشود :

حرف اول : حروف کوچک a و g

حرف g برای کاربردهای عمومی به کار میرود و از نظر حفاظتی دارای محدوده کاملی است. حتی در جریانهای کمی که باعث سوختن فیوز در مدت یکساعت میشوند این فیوزها عمل می کنند.

حرف a برای کاربردهای خاص است و از نظر حفاظتی محدوده جریانهای اتصال کوتاه را در بر میگیرد. از این فیوزها به عنوان فیوز پشتیبان استفاده میشود.

حرف دوم :

حروف بزرگ G, M, N, D, R,S, Tr, B, PV با حرف g به عنوان حرف اول به کار میروند.

حروف بزرگ M, R با حرف a به عنوان حرف اول به کار می روند.

G برای کاربردهای معمولی مانند کابلها و سیمها

M برای حفاظت موتور

N برای کابل و سیم مطابق استاندارد آمریکائی

D فیوزهای تاخیری برای موتورها مطابق استاندارد آمریکائی

R, S برای حفاظت از نیمه هادیها یا یکسوکننده ها

Tr حفاظت ترانسفورماتورها

از نظر ساختمان فیوزها انواعی دارند. مهمترین انواع آنها :

نوع D (فشنگی)

نوع NH (چاقوئی)

فیوزهای استوانه ای

سری BS

فیوزهای قدیمی کتابی دیگر تولید نمی شوند.

فیوزهای فشنگی

این فیوزها برای حفاظت مدارات تا ۵۰۰ ولت در اماکن مسکونی و تجاری و بندرت برای حفاظت الکتروموتورها به کار میروند.

به دو نوع Diazed و Neozed تولید میشوند. انواع Neozed از Diazed کوچکترند. فیوزهای Neozed در ۳ اندازه و در محدوده جریانهای زیر وجود دارند.

اندازه	جریان نامی (آمپر)	سرپیچ
D۰۱	۲, ۴, ۶, ۱۰, ۱۳, ۱۶	E۱۴

SAZE118.COM

D۰۲	۲۰,۲۵,۳۲,۳۵,۴۰,۵۰,۶۳	E۱۸
D۰۳	۸۰,۱۰۰	M۳۰ x ۲

فیوزهای اندازه D۰۳ بندرت مورد استفاده قرار می گیرد. در جریانات اتصال کوتاه بالا این فیوزها کاربرد چندانی ندارند و از انواع چاقوئی استفاده میشود.

انواع فیوزهای Diazed را در جدول زیر می بینیم :

اندازه	جریان نامی (آمپر)	سرپیچ
D I	۲, ۴, ۶, ۱۰, ۱۶, ۲۰, ۲۵	E۱۶
D II	۲, ۴, ۶, ۱۰,۱۳, ۱۶, ۲۰, ۲۵	E۲۷
D III	۳۵, ۴۰, ۵۰, ۶۳	E۳۳
D IV	۸۰, ۱۰۰	G ۱ ¼”
D V	۱۲۵, ۱۶۰, ۲۰۰	G ۲”

سایزهای D IV و D V بندرت مورد استفاده قرار می گیرند.

معمولترین نوع فیوزهای فشنگی باکلاس کاربری gG است. این کلاس قبلا gL نامیده میشد. این فیوزها بین ۲ تا ۵ ثانیه در ۵ برابر جریان نامی و بین ۰/۱ تا ۰/۲ ثانیه در ۱۰ برابر جریان نامی عمل می کنند.

پایه فیوز فشنگی

سرپیچ	E14	E27	E33	R ¼”	R ۲”
جریان نامی فیوز	۲ تا ۲۵	۲ تا ۲۵	۱۰ تا ۶۳	۳۵ تا ۱۰۰	۸۰ تا ۲۰۰
جریان پایه فیوز	۲۵	۲۵	۶۳	۱۰۰	۲۰۰

فیوزهای چاقوئی

فیوزهای چاقوئی از نظر اندازه و قدرت قطع نسبت به انواع فشنگی بزرگتر هستند. مهمترین کاربرد آنها در مصارف صنعتی و شبکه های توزیع برق است. تعویض آنها به سادگی فیوزهای فشنگی نیست و به تجهیزات خاصی نیاز دارد:

اندازه	جریان نامی (آمپر)
۰۰۰/۰۰	۶-۱۶۰
۰	۶-۱۶۰
۱	۸۰-۲۵۰
۲	۱۲۵-۴۰۰
۳	۳۱۵-۶۳۰
۴	۵۰۰-۱۰۰۰
۴a	۵۰۰-۱۲۵۰

پایه فیوزهای چاقوئی نیز با همین اندازه ها شناخته میشوند.

SAZE118.COM

فیوز سیلندری

این سری از فیوز ها برای رنج ولتاژ تا ۶۹۰ ولت ، رنج جریان تا ۱۲۵ آمپر ومناسب هستند . این فیوز ها در تاسیسات الکتریکی برای حفاظت مدار از اتصال کوتاه و Overload استفاده می شوند . آنها همچنین از قطعات نیمه هادی در برابر اتصال کوتاه در مدار حفاظت می کنند . ظرفیت این سری از فیوز ها تا ۱۰۰ KA است . این فیوز ها بر اساس استاندارد GB۱۳۵۳۹ و IEC۶۰۲۶۹ ساخته شده اند .این فیوزها علاوه بر پایه هائی شبیه به پایه های فیوز چاقوئی،

در محفظه هائی (Fuse Carrier) قرار می گیرند. به همین علت به فیوز کریر هم معروف شده اند.

فیوز BS

این سری از فیوز ها برای رنج ولتاژ تا ۱۰۰۰ ولت ، رنج جریان تا ۸۰۰ آمپر و AC ۵۰Hz مناسب هستند . ظرفیت این سری از فیوز ها تا ۸۰ KAاست . این فیوز ها بر اساس استاندارد GB۱۳۵۳۹ و IEC۶۰۲۶۹ ساخته شده اند.

رله ها

رله ها وسایل حفاظتی هستند که به عوامل مخل کار عادی مدار عکس العمل نشان داده ولی خود توانائی قطع مدار را ندارند. معمولا رله ها به کنتاکتورها یا Shunt Trip (در کلیدهای اتوماتیکی که به آن مجهز باشند) فرمان می دهند.

از مهمترین رله هائی که در تابلوهای ولتاژ ضعیف بکار میروند میتوان به رله زمانی (تایمر)، رله اضافه بار، رله اتصال زمین (Earth Fault)، رله نشت جریان، رله جریان کم، رله کنترل فاز، رله ولتاژ کم و رله ولتاژ زیاد اشاره نمود.

شماره تجهیزات بر اساس استاندارد ANSI			
۱	Master Element	۶۰	Voltage or Current Balance Relay
۲	Time Delay Starting or Closing Relay	۶۱	Density Switch or Sensor
۳	Checking or Interlocking Relay	۶۲	TimeDelay Stopping or Opening Relay
۴	Master Contactor	۶۳	Pressure Switch
۵	Stopping Device	۶۴	Ground Detector Relay
۶	Starting Circuit Breaker	۶۵	Governor

۷	Rate of Change Relay	۶۶	Notching or Jogging Device
۸	Control Power Disconnecting Device	۶۷	AC Directional Overcurrent Relay
۹	Reversing Device	۶۸	Blocking or "OutofStep" Relay
۱۰	Unit Sequence Switch	۶۹	Permissive Control Device
۱۱	Multifunction Device	۷۰	Rheostat
۱۲	Overspeed Device	۷۱	Liquid Level Switch
۱۳	Synchronousspeed Device	۷۲	DC Circuit Breaker
۱۴	Underspeed Device	۷۳	LoadResistor Contactor
۱۵	Speed – or Frequency, Matching Device	۷۴	Alarm Relay
۱۶	Data Communications Device	۷۵	Position Changing Mechanism
۱۷	Shunting or Discharge Switch	۷۶	DC Overcurrent Relay
۱۸	Accelerating or Decelerating Device	۷۷	Telemetering Device
۱۹	Starting to Running Transition Contactor	۷۸	PhaseAngle Measuring Relay
۲۰	Electrically Operated Valve	۷۹	AC Reclosing Relay
۲۱	Distance Relay	۸۰	Flow Switch
۲۲	Equalizer Circuit Breaker	۸۱	Frequency Relay
۲۳	Temperature Control Device	۸۲	DC Reclosing Relay
۲۴	Volts Per Hertz Relay	۸۳	Automatic Selective Control or Transfer Relay
۲۵	Synchronizing or SynchronismCheck Device	۸۴	Operating Mechanism
۲۶	Apparatus Thermal Device	۸۵	Communications,Carrier or PilotWire Relay
۲۷	Undervoltage Relay	۸۶	Lockout Relay
۲۸	Flame detector	۸۷	Differential Protective Relay
۲۹	Isolating Contactor or Switch	۸۸	Auxiliary Motor or Motor Generator
۳۰	Annunciator Relay	۸۹	Line Switch
۳۱	Separate Excitation Device	۹۰	Regulating Device
۳۲	Directional Power Relay	۹۱	Voltage Directional Relay
۳۳	Position Switch	۹۲	Voltage and Power Directional Relay
۳۴	Master Sequence Device	۹۳	Field Changing Contactor
۳۵	BrushOperating or SlipRing ShortCircuiting Device	۹۴	Tripping or TripFree Relay
۳۶	Polarity or Polarizing Voltage Devices	۹۵	*For specific applications where other numbers are not suitable*
۳۷	Undercurrent or Underpower Relay	۹۶	*For specific applications where other numbers are not suitable*
۳۸	Bearing Protective Device	۹۷	*For specific applications where other numbers are not suitable*
۳۹	Mechanical Condition Monitor	۹۸	*For specific applications where other numbers are not suitable*
۴۰	Field (over/under excitation) Relay	۹۹	*For specific applications where other numbers are not suitable*
۴۱	Field Circuit Breaker	AFD	Arc Flash Detector
۴۲	Running Circuit Breaker	CLK	Clock or Timing Source
۴۳	Manual Transfer or Selector Device	DDR	Dynamic Disturbance Recorder
۴۴	Unit Sequence Starting Relay	DFR	Digital Fault Recorder
۴۵	Abnormal Atmospheric Condition Monitor	ENV	Environmental Data

SAZE118.COM

۴۶	Reversephase or PhaseBalance Current Relay	HIZ	High Impedance Fault Detector
۴۷	PhaseSequence or PhaseBalance Voltage Relay	HMI	Human Machine Interface
۴۸	Incomplete Sequence Relay	HST	Historian
۴۹	Machine or Transformer, Thermal Relay	LGC	Scheme Logic
۵۰	Instantaneous Overcurrent Relay	MET	Substation Metering
۵۱	AC Inverse Time Overcurrent Relay	PDC	Phasor Data Concentrator
۵۲	AC Circuit Breaker	PMU	Phasor Measurement Unit
۵۳	Exciter or DC Generator Relay	PQM	Power Quality Monitor
۵۴	Turning Gear Engaging Device	RIO	Remote Input/Output Device
۵۵	Power Factor Relay	RTU	Remote Terminal Unit/Data Concentrator
۵۶	Field Application Relay	SER	Sequence of Events Recorder
۵۷	ShortCircuiting or Grounding Device	TCM	Trip Circuit Monitor
۵۸	Rectification Failure Relay	SOTF	Switch On To Fault
۵۹	Overvoltage Relay		

جداول انتخاب تجهیزات تابلوئی برای الکتروموتورها

برای انتخاب تجهیزات تابلوئی الکتروموتورهای القائی نشریه ۱۱۰ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری جداولی ارائه نموده است که عینا منعکس میشود.

الکتروموتورهای تکفاز

قدرت اسمی موتور تکفاز		شدت جریان (آمپر)		تجهیزات حفاظت							
		دور در دقیقه		راه انداز (کنتاکتور)		بی متال		فیوز پشتیبان			کلید قطع و وصل (آمپر)
کیلووات	اسب بخار	۱۴۲۵		نوع	جریان نامی (آمپر)	محدوده (آمپر)	تنظیم (آمپر)	نوع	پایه (آمپر)	فشنگ (آمپر)	
۰/۰۴۷	$\frac{۱}{۱۶}$	۰/۷		مستقیم	۹	۱-۰/۶	۰/۷۵	تاخیری	۲۵	۴	۱۶
۰/۰۶	$\frac{۱}{۱۲}$	۰/۹		مستقیم	۹	۱/۲-۰/۸	۰/۹۵	تاخیری	۲۵	۴	۱۶
۰/۰۹	$\frac{۱}{۸}$	۱/۲		مستقیم	۹	۱/۶-۱/۱	۱/۲۵	تاخیری	۲۵	۶	۱۶
./۱۲	$\frac{۱}{۶}$	۱/۷		مستقیم	۹	۲-۱/۴	۱/۷۵	تاخیری	۲۵	۶	۱۶
./۱۸	$\frac{۱}{۴}$	۲/۳		مستقیم	۹	۲/۵-۱/۷	۲/۳۵	تاخیری	۲۵	۶	۱۶
./۲۵	$\frac{۱}{۳}$	۳/۳		مستقیم	۹	۴/۵-۳	۳/۳۵	تاخیری	۲۵	۶	۱۶
./۳۷	$\frac{۱}{۲}$	۴/۱		مستقیم	۹	۶-۴	۴/۱۵	تاخیری	۲۵	۱۰	۱۶
./۵۵	$\frac{۳}{۴}$	۶/۱		مستقیم	۹	۸-۵/۵	۶/۲	تاخیری	۲۵	۱۶	۱۶
./۷۵	۱	۷/۵		مستقیم	۱۶	۱۲-۸	۷/۶	تاخیری	۲۵	۱۶	۱۶
۱/۱	۱/۵	۹/۵		مستقیم	۱۶	۱۲-۸	۹/۶	تاخیری	۲۵	۲۵	۲۵

SAZE118.COM

۱/۵	۲		۱۴		مستقیم	۳۲	۱۶-۱۱	۱۴/۲	تاخیری	۶۳	۳۵	۴۰
۲/۲	۳		۲۱		مستقیم	۳۲	۲۵-۱۷	۲۱/۵	تاخیری	۶۳	۵۰	۶۳
۳/۶	۵		۳۵		مستقیم	۴۵	۴۵-۳۰	۳۵/۵	تاخیری	۱۰۰	۸۰	۱۰۰
۵/۵	۷/۵		۵۰		مستقیم	۶۳	۶۳-۴۰	۵۱	تاخیری	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

الکتروموتورهای ۳ فاز با راه انداز مستقیم

قدرت اسمی موتور۳ فاز		شدت جریان (آمپر)			تجهیزات حفاظت							
		دور در دقیقه			راه انداز (کنتاکتور)		بی متال		فیوز پشتیبان			کلید قطع و وصل
کیلووات	اسب بخار	۳۰۰۰	۱۵۰۰	۱۰۰	نوع	جریان نامی	محدوده (آمپر)	تنظیم (آمپر)	نوع	پایه (آمپر)	فشنگ (آمپر)	
۰/۰۶	$\frac{1}{12}$	۰/۲	۰/۲۳	۰/۲۴	مستقیم	۹	۰/۲۵-۰/۱۸	۰/۲۵	تاخیری	۲۵	۲	۱۶
۰/۰۹	$\frac{1}{8}$	۰/۳	۰/۳۴	۰/۳۶	مستقیم	۹	۰/۴-۰/۲۵	۰/۳۵	تاخیری	۲۵	۲	۱۶
۰/۱۲	$\frac{1}{6}$	۰/۳۷	۰/۴۴	۰/۵۰	مستقیم	۹	۰/۶-۰/۴	۰/۴۵	تاخیری	۲۵	۲	۱۶
۰/۱۸	$\frac{1}{4}$	۰/۵۳	۰/۶۱	۰/۶۸	مستقیم	۹	۱-۰/۶	۰/۶۵	تاخیری	۲۵	۴	۱۶
۰/۲۵	$\frac{1}{3}$	۰/۷۱	۰/۷۸	۰/۸۸	مستقیم	۹	۱-۰/۶	۰/۸۰	تاخیری	۲۵	۴	۱۶
۰/۳۷	$\frac{1}{2}$	۱/۱۰	۱/۱۲	۱/۱۵	مستقیم	۹	۱/۲-۰/۸	۱/۱۵	تاخیری	۲۵	۴	۱۶
۰/۵۵	$\frac{3}{4}$	۱/۴۵	۱/۴۷	۱/۶۳	مستقیم	۹	۱/۶-۱/۱	۱/۵۰	تاخیری	۲۵	۶	۱۶
۰/۷۵	۱	۱/۸۳	۱/۹۵	۲/۱۵	مستقیم	۹	۲/۵-۱/۷	۲/۰۰	تاخیری	۲۵	۶	۱۶
۱/۱	۱/۵	۲/۵۵	۲/۸	۳/۰	مستقیم	۹	۳/۲-۲/۲	۲/۸۵	تاخیری	۲۵	۶	۱۶
۱/۲	۱/۶	۲/۸۰	۳/۱۴	۳/۴	مستقیم	۹	۴/۵-۳	۳/۱۵	تاخیری	۲۵	۶	۱۶
۱/۵	۲/۰	۳/۴	۳/۷	۴/۰	مستقیم	۹	۴/۵-۳	۳/۷۵	تاخیری	۲۵	۱۰	۱۶
۲/۰	۲/۶۷	۴/۴	۴/۹۵	۵/۳	مستقیم	۹	۶-۴	۵/۰۰	تاخیری	۲۵	۱۶	۲۵
۲/۲	۳/۰	۴/۸	۵/۲	۵/۸	مستقیم	۹	۶-۴	۵/۲۵	تاخیری	۲۵	۱۶	۲۵
۳/۰	۴/۰	۶/۴	۷/۰	۷/۶	مستقیم	۹	۸-۵/۵	۷/۰۵	تاخیری	۲۵	۱۶	۲۵
۴	۵/۵	۸/۱	۸/۸	۹/۵	مستقیم	۱۶	۹/۵-۶/۵	۸/۹	تاخیری	۲۵	۲۵	۲۵
۵	۶/۶۷	۱۰/۱	۱۰/۸	۱۱/۹	مستقیم	۱۶	۱۲-۸	۱۰/۹	تاخیری	۲۵	۲۵	۲۵
۵/۵	۷/۵	۱۱/۲	۱۱/۷	۱۳/۱	مستقیم	۱۶	۱۶-۱۱	۱۱/۸	تاخیری	۶۳	۳۵	۴۰
۷/۵	۱۰	۱۴/۹	۱۵/۶	۱۸/۱	مستقیم	۳۲	۲۰-۱۴	۱۵/۷	تاخیری	۶۳	۳۵	۴۰
۱۰	۱۳/۳۴	۲۰/۴	۲۰	۲۲/۶	مستقیم	۳۲	۲۵-۱۷	۲۰/۵	تاخیری	۶۳	۵۰	۶۳
۱۱	۱۵	۲۲/۵	۲۲	۲۴/۳	مستقیم	۳۲	۲۵-۱۷	۲۲/۵	تاخیری	۶۳	۵۰	۶۳
۱۵	۲۰	۳۰	۲۹	۳۱/۵	مستقیم	۳۲	۳۲-۲۲	۲۹/۵	تاخیری	۶۳	۶۳	۶۳
۱۸/۵	۲۵	۳۶	۳۸	۳۷/۵	مستقیم	۴۵	۴۵-۳۰	۳۸/۵	تاخیری	۱۰۰	۸۰	۱۰۰
۲۰	۲۶/۶۶	۳۷/۹	۳۹/۸	۴۰/۱	مستقیم	۴۵	۴۵-۳۰	۴۰	تاخیری	۱۰۰	۸۰	۱۰۰
۲۲	۳۰	۴۵/۵	۴۳/۵	۴۴/۵	مستقیم	۶۳	۶۳-۴۰	۴۴	تاخیری	۱۰۰	۸۰	۱۰۰

راهنمای طراحی تاسیسات برقی ساختمان

۲۵	۳۳/۳۴	۵۰	۴۹	۴۸	مستقیم	۶۳	۶۳-۴۰	۵۰	تاخیری	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
۳۰	۴۰	۵۹	۵۸	۵۷	مستقیم	۶۳	۶۳-۴۰	۵۹	تاخیری	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
۳۵	۴۶/۶۶	۶۸	۶۷	۶۵/۵	مستقیم	۱۱۰	۸۰-۵۵	۶۸	تاخیری	۲۰۰	۱۲۵	۲۰۰
۳۷	۵۰	۷۲	۷۱	۶۹	مستقیم	۱۱۰	۸۰-۵۵	۷۲	تاخیری	۲۰۰	۱۲۵	۲۰۰
۴۰	۵۳/۳۳	۷۷/۲	۷۵/۶	۷۴/۲	مستقیم	۱۱۰	۱۰۰-۷۰	۷۸	تاخیری	۲۰۰	۱۲۵	۲۰۰
۴۵	۶۰	۸۷	۸۷	۸۳	مستقیم	۱۱۰	۱۰۰-۷۰	۸۸	تاخیری	۲۰۰	۱۶۰	۲۰۰
۵۰	۶۶/۶۶	۹۶	۹۴/۵	۹۳	مستقیم	۱۱۰	۱۱۰-۹۰	۹۶	تاخیری	۲۰۰	۱۶۰	۲۰۰
۵۵	۷۵	۱۰۶	۱۰۴	۱۰۴	مستقیم	۱۷۰	۱۲۵-۸۸	۱۰۶	تاخیری	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰
۷۵	۱۰۰	۱۴۴	۱۴۲	۱۴۰	مستقیم	۱۷۰	۱۷۰-۱۲۰	۱۴۴	HRC	۴۰۰	۲۲۴	۴۰۰
۹۰	۱۲۵	۱۷۲	۱۶۸	۱۶۶	مستقیم	۲۵۰	۲۰۰-۱۴۰	۱۷۲	HRC	۴۰۰	۲۵۰	۴۰۰
۱۱۰	۱۵۰	۲۱۰	۲۰۵	۲۰۰	مستقیم	۲۵۰	۲۵۰-۱۷۵	۲۱۰	HRC	۴۰۰	۳۰۰	۴۰۰
۱۳۲	۱۸۰	۲۵۵	۲۴۵	۲۴۰	مستقیم	۴۰۰	۳۲۰-۲۲۵	۲۵۵	HRC	۴۰۰	۳۱۵	۴۰۰
۱۶۰	۲۲۰	۲۹۵	۲۹۵	۲۹۰	مستقیم	۴۰۰	۴۰۰-۲۸۰	۲۹۵	HRC	۶۳	۴۰۰	۶۳۰
۲۰۰	۲۷۰	۳۷۰	۳۶۰	۳۶۰	مستقیم	۴۰۰	۵۰۰-۳۵۰	۳۷۰	HRC	۶۳۰	۵۰۰	۶۳۰
۲۵۰	۳۴۰	۴۶۰	۴۵۰	۴۴۰	مستقیم	۶۳۰	۶۳۰-۴۴۰	۴۶۰	HRC	۶۳۰	۶۳۰	۶۳۰
۳۱۵	۴۳۰	۵۸۰	۵۷۰	۵۶۰	مستقیم	۶۳۰	۶۳۰-۴۴۰	۵۸۰	HRC	۶۳۰	۶۳۰	۶۳۰
۳۸۰	۵۱۵	۷۰۰	۶۸۰	۶۶۰	مستقیم	۱۰۰۰	۱۰۰۰-۲۵۰	۷۰۰	HRC	۱۰۰۰	۸۰۰	۱۰۰۰
۴۰۰	۵۴۵	۷۲۰	۷۱۵	۷۱۰	مستقیم	۱۰۰۰	۱۰۰۰-۲۵۰	۷۲۰	HRC	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰
۵۰۰	۶۸۰	۹۱۰	۸۹۵	۸۷۵	مستقیم	۱۰۰۰	۱۲۰۰-۷۵۰	۹۱۰	HRC	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰

الکتروموتورهای ۳ فاز با راه انداز ستاره مثلث

قدرت اسمی موتور ۳ فاز		شدت جریان (آمپر)			تجهیزات حفاظت							
		دور در دقیقه			راه انداز (کنتاکتور)		بی متال		فیوز پشتیبان			کلید قطع و وصل
کیلووات	اسب بخار	۳۰۰۰	۱۵۰۰	۱۰۰	نوع	جریان نامی	محدوده (آمپر)	تنظیم (آمپر)	نوع	پایه (آمپر)	فشنگ (آمپر)	
۱۱	۱۵	۲۲/۵	۲۲	۲۴/۳	ستاره مثلث	۲۵	۱۶-۱۱	۱۳	تاخیری یا HRC	۲۵	۲۵	۴۰
۱۵	۲۰	۳۰	۲۹	۳۱/۵	ستاره مثلث	۵۰	۲۰-۱۴	۱۸	تاخیری یا HRC	۶۳	۵۰	۶۳
۱۸/۵	۲۵	۳۶	۳۸	۳۷/۵	ستاره مثلث	۵۰	۲۵-۱۷	۲۲	تاخیری یا HRC	۶۳	۶۳	۱۰۰
۲۰	۲۶/۶۶	۳۷/۹	۳۹/۸	۴۰/۱	ستاره مثلث	۷۰	۳۲-۲۲	۲۴	تاخیری یا HRC	۶۳	۶۳	۱۰۰
۲۲	۳۰	۴۲/۵	۴۳/۵	۴۴/۵	ستاره مثلث	۷۰	۳۲-۲۲	۲۶	تاخیری یا HRC	۶۳	۶۳	۱۰۰
۲۵	۳۳/۳۴	۴۸	۴۹	۵۰	ستاره مثلث	۷۰	۳۲-۲۲	۲۹	تاخیری یا HRC	۶۳	۶۳	۱۰۰
۳۰	۴۰	۵۷	۵۸	۵۹	ستاره مثلث	۷۰	۴۵-۳۰	۳۵	HRC	۱۲۵	۸۰	۱۲۵
۳۵	۴۶/۶۶	۶۵/۵	۶۷	۶۸	ستاره مثلث	۱۰۰	۴۵-۳۰	۴۰	HRC	۱۲۵	۱۰۰	۱۲۵

SAZE118.COM

۳۷	۵۰	۷۲	۷۱	۶۹	ستاره مثلث	۱۰۰	۶۳-۴۰	۴۲	HRC	۱۶۰	۱۲۵	۱۶۰
۴۰	۵۳/۳۳	۷۷/۲	۷۵/۶	۷۴/۲	ستاره مثلث	۱۰۰	۶۳-۴۰	۴۵	HRC	۱۶۰	۱۲۵	۱۶۰
۴۵	۶۰	۸۷	۸۷	۸۳	ستاره مثلث	۱۶۰	۶۳-۴۰	۵۱	HRC	۱۶۰	۱۲۵	۱۶۰
۵۰	۶۶/۶۶	۹۶	۹۴/۵	۹۳	ستاره مثلث	۱۶۰	۶۳-۴۰	۵۶	HRC	۱۶۰	۱۲۵	۱۶۰
۵۵	۷۵	۱۰۶	۱۰۴	۱۰۴	ستاره مثلث	۱۶۰	۸۰-۵۵	۶۲	HRC	۲۵۰	۱۶۰	۲۵۰
۷۵	۱۰۰	۱۴۴	۱۴۲	۱۴۰	ستاره مثلث	۱۶۰	۱۰۰-۷۰	۸۴	HRC	۲۵۰	۲۰۰	۲۵۰
۹۰	۱۲۵	۱۷۲	۱۶۸	۱۶۶	ستاره مثلث	۲۵۰	۱۲۵-۸۸	۹۸	HRC	۴۰۰	۲۵۰	۴۰۰
۱۱۰	۱۵۰	۲۱۰	۲۰۵	۲۰۰	ستاره مثلث	۲۵۰	۱۲۵-۸۸	۱۲۰	HRC	۴۰۰	۲۵۰	۴۰۰
۱۳۲	۱۸۰	۲۵۵	۲۴۵	۲۴۰	ستاره مثلث	۲۵۰	۱۷۰-۱۲۰	۱۴۵	HRC	۴۰۰	۳۱۵	۴۰۰
۱۶۰	۲۲۰	۲۹۵	۲۹۵	۲۹۰	ستاره مثلث	۵۰۰	۲۵۰-۱۷۵	۱۷۵	HRC	۶۳۰	۴۰۰	۶۳۰
۲۰۰	۲۷۰	۳۷۰	۳۶۰	۳۶۰	ستاره مثلث	۵۰۰	۲۵۰-۱۷۵	۲۱۰	HRC	۶۳۰	۴۰۰	۶۳۰
۲۵۰	۳۴۰	۴۶۰	۴۵۰	۴۴۰	ستاره مثلث	۵۰۰	۳۲۰-۲۲۵	۲۶۱	HRC	۶۳۰	۵۰۰	۶۳۰
۳۱۵	۴۳۰	۵۸۰	۵۷۰	۵۶۰	ستاره مثلث	۷۰۰	۴۰۰-۲۸۰	۳۳۱	HRC	۱۰۰۰	۲X۵۰۰	۲X۶۳۰
۳۸۰	۵۱۵	۷۰۰	۶۸۰	۶۶۰	ستاره مثلث	۷۰۰	۴۰۰-۲۸۰	۳۹۵	HRC	۱۰۰۰	۲X۵۰۰	۲X۶۳۰
۴۰۰	۵۴۵	۷۲۰	۷۱۵	۷۱۰	ستاره مثلث	۱۰۰۰	۶۳۰-۳۵۰	۴۱۵	HRC	۱۰۰۰	۲X۵۰۰	۲X۶۳۰
۴۷۵	۶۴۵	۸۷۰	۸۵۰	۸۳۰	ستاره مثلث	۱۰۰۰	۶۳۰-۳۵۰	۴۹۳	HRC	۱۰۰۰	۲X۵۰۰	۲X۶۳۰
۵۰۰	۶۸۰	۹۱۰	۸۹۵	۸۷۵	ستاره مثلث	۱۰۰۰	۶۳۰-۳۵۰	۵۲۰	HRC	۱۰۰۰	۲X۵۰۰	۲X۶۳۰

در جداول فوق رده کاربردی کنتاکتور AC۳ فرض شده است.
فیوز HRC (High Rupture Capacity) نوعی فیوز است که با تاخیر عمل میکند و به عنوان پشتیبان رله اضافه بار عمل می کند.

در صورت استفاده از کلیدهای اتوماتیک حفاظت موتوری، ۲ مشخصه برای آنها باید تعیین شود. جریان نامی که بر اساس جریان دائم الکتروموتور مشخص می گردد و محدوده حفاظت اضافه بار که همانند بی متال در جداول فوق تعیین میشود.

در مواردی که قطع ناگهانی مدار ممکن است باعث بروز خطر شود، از نصب حفاظت در برابر اضافه بار می باید صرفنظر گردد. مانند : مدار تحریک ماشینهای سنکرون، پمپهای آتشنشانی، مدار تغذیه آهنرباهای بالابر، ثانویه ترانسهای جریان

جداول انتخاب تجهیزات تابلوئی برای مصارف روشنائی

از کنتاکتورهای با رده کاربردی AC۱ میتوان برای کنترل روشنائی استفاده کرد. جدول زیر حداکثر تعداد لامپی که روی یک فاز کنتاکتور یا رله ضربه ای میتواند قرار گیرد را نشان می دهد :

SAZE118.COM

نوع لامپ	توان لامپ و ظرفیت خازن اصلاح ضریب قدرت		حداکثر تعداد لامپ روی یک فاز کنتاکتور و حداکثر توان خروجی روی هر فاز											
			رله ضربه ای				کنتاکتور							
			16 A		32 A		16 A		25 A		40 A		63 A	
لامپهای التهابی لامپهای هالوژن ۲۲۰ ولت														
	40 W		40	1500 W	106	4000 W	38	1550 W	57	2300 W	115	4600 W	172	6900 W
	60 W		25	to	66	to	30	to	45	to	85	to	125	to
	75 W		20	1600 W	53	4200 W	25	2000 W	38	2850 W	70	5250 W	100	7500 W
	100 W		16		42		19		28		50		73	
	150 W		10		28		12		18		35		50	
	200 W		8		21		10		14		26		37	
	300 W		5	1500 W	13	4000 W	7	2100 W	10	3000 W	18	5500 W	25	7500 W
	500 W		3		8		4		6		10	to	15	to
	1000 W		1		4		2		3		6	6000 W	8	8000 W
	1500 W		1		2		1		2		4		5	
لامپهای هالوژن ۱۲ یا ۲۴ ولت														
با بالاست الکترومغناطیسی	**20 W**		70	1350 W	180	3600 W	15	300 W	23	450 W	42	850 W	63	1250 W
	50 W		28	to	74	to	10	to	15	to	27	to	42	to
	75 W		19	1450 W	50	3750 W	8	600 W	12	900 W	23	1950 W	35	2850 W
	100 W		14		37		6		8		18		27	
با بالاست الکترونیکی	**20 W**		60	1200 W	160	3200 W	62	1250 W	90	1850 W	182	3650 W	275	5500 W
	50 W		25	to	65	to	25	to	39	to	76	to	114	to
	75 W		18	1400 W	44	3350 W	20	1600 W	28	2250 W	53	4200 W	78	6000 W
	100 W		14		33		16		22		42		60	
لامپهای فلورسنت با بالاست الکترومغناطیسی														
چراغ تک لامپه بدون خازن	15 W		83	1250 W	213	3200 W	22	330 W	30	450 W	70	1050 W	100	1500 W
	18 W		70	to	186	to	22	to	30	to	70	to	100	to
	20 W		62	1300 W	160	3350 W	22	850 W	30	1200 W	70	2400 W	100	3850 W
	36 W		35		93		20		28		60		90	
	40 W		31		81		20		28		60		90	
	58 W		21		55		13		17		35		56	
	65 W		20		50		13		17		35		56	
	80 W		16		41		10		15		30		48	
	115 W		11		29		7		10		20		32	
چراغ تک لامپه با خازن موازی	15 W	5 µF	60	900 W	160	2400 W	15	200 W	20	300 W	40	600 W	60	900 W
	18 W	5 µF	50		133		15	to	20	to	40	to	60	to
	20 W	5 µF	45		120		15	800 W	20	1200 W	40	2400 W	60	3500 W
	36 W	5 µF	25		66		15		20		40		60	
	40 W	5 µF	22		60		15		20		40		60	
	58 W	7 µF	16		42		10		15		30		43	
	65 W	7 µF	13		37		10		15		30		43	
	80 W	7 µF	11		30		10		15		30		43	
	115 W	16 µF	7		20		5		7		14		20	
چراغ ۲ یا ۴ لامپه با خازن سری	**2 x 18 W**		56	2000 W	148	5300 W	30	1100 W	46	1650 W	80	2900 W	123	4450 W
	4 x 18 W		28		74		16	to	24	to	44	to	68	to
	2 x 36 W		28		74		16	1500 W	24	2400 W	44	3800 W	68	5900 W
	2 x 58 W		17		45		10		16		27		42	
	2 x 65 W		15		40		10		16		27		42	
	2 x 80 W		12		33		9		13		22		34	
	2 x 115 W		8		23		6		10		16		25	
لامپهای فلورسنت با بالاست الکترونیکی														
چراغهای ۱ یا ۲ لامپه	**18 W**		80	1450 W	212	3800 W	74	1300 W	111	2000 W	222	4000 W	333	6000 W
	36 W		40	to	106	to	38	to	58	to	117	to	176	to
	58 W		26	1550 W	69	4000 W	25	1400 W	37	2200 W	74	4400 W	111	6600 W
	2 x 18 W		40		106		36		55		111		166	
	2 x 36 W		20		53		20		30		60		90	
	2 x 58 W		13		34		12		19		38		57	

SAZE118.COM

نوع لامپ	توان لامپ و ظرفیت خازن اصلاح ضریب قدرت		حداکثر تعداد لامپ روی یک فاز کنتاکتور و حداکثر توان خروجی روی هر فاز													
			رله ضربه ای				کنتاکتور									
			16 A		32 A		16 A		25 A		40 A		63 A			
لامپهای فلورسنت کمپاکت																
با بالاست الکترونیکی خارجی	**5 W**		240	1200 W	630	3150 W	210	1050 W	330	1650 W	670	3350 W	آزمایش نشده			
	7 W		171	تا	457	تا	150	تا	222	تا	478	تا				
	9 W		138	1450 W	366	3800 W	122	1300 W	194	2000 W	383	4000 W				
	11 W		118		318		104		163		327					
	18 W		77		202		66		105		216					
	26 W		55		146		50		76		153					
با بالاست الکترونیکی داخل لامپ	**5 W**		170	850 W	390	1950 W	160	800 W	230	1150 W	470	2350 W	710	3550 W		
	7 W		121	تا	285	تا	114	تا	164	تا	335	تا	514	تا		
	9 W		100	1050 W	233	2400 W	94	900 W	133	1300 W	266	2600 W	411	3950 W		
	11 W		86		200		78		109		222		340			
	18 W		55		127		48		69		138		213			
	26 W		40		92		34		50		100		151			
لامپهای بخار جیوه پرفشار (با بالاست الکترومغناطیسی)																
بدون خازن	50 W		آزمایش نشده				15	750 W	20	1000 W	34	1700 W	53	2650 W		
	80 W		بندرت بکار رفته				10	تا	15	تا	27	تا	40	تا		
	125 / 110 W (3)						8	1000 W	10	1600 W	20	2800 W	28	4200 W		
	250 / 220 W (3)						4		6		10		15			
	400 / 350 W (3)						2		4		6		10			
	700 W						1		2		4		6			
با خازن موازی	50 W	7 µF					10	500 W	15	750 W	28	1400 W	43	2150 W		
	80 W	8 µF					9	تا	13	تا	25	تا	38	تا		
	125 / 110 W (3)	10 µF					9	1400 W	10	1600 W	20	3500 W	30	5000 W		
	250 / 220 W (3)	18 µF					4		6		11		17			
	400 / 350 W (3)	25 µF					3		4		8		12			
	700 W	40 µF					2		2		5		7			
	1000 W	60 µF					0		1		3		5			
لامپ بخار سدیم کم فشار (با بالاست الکترومغناطیسی)																
بدون خازن	**35 W**		آزمایش نشده				5	270 W	9	320 W	14	500 W	24	850 W		
	55 W		بندرت بکار رفته				5	تا	9	تا	14	تا	24	تا		
	90 W						3	360 W	6	720 W	9	1100 W	19	1800 W		
	135 W						2		4		6		10			
	180 W						2		4		6		10			
با خازن موازی	**35 W**	20 µF	38	1350 W	102	3600 W	3	100 W	5	175 W	10	350 W	15	550 W		
	55 W	20 µF	24		63		3	تا	5	تا	10	تا	15	تا		
	90 W	26 µF	15		40		2	180 W	4	360 W	8	720 W	11	1100 W		
	135 W	40 µF	10		26		1		2		5		7			
	180 W	45 µF	7		18		1		2		4		6			
لامپهای بخار سدیم پرفشار لامپهای متال هالید																
با بالاست الکترومغناطیسی بدون خازن	35 W		آزمایش نشده				16	600 W	24	850 W	42	1450 W	64	2250 W		
	70 W		بندرت بکار رفته				8		12	تا	20	تا	32	تا		
	150 W						4		7	1200 W	13	2000 W	18	3200 W		
	250 W						2		4		8		11			
	400 W						1		3		5		8			
	1000 W						0		1		2		3			
با بالاست الکترومغناطیسی و خازن موازی	35 W	6 µF	34	1200 W	88	3100 W	12	450 W	18	650 W	31	1100 W	50	1750 W		
	70 W	12 µF	17	تا	45	تا	6	تا	9	تا	16	تا	25	تا		
	150 W	20 µF	8	1350 W	22	3400 W	4	1000 W	6	2000 W	10	4000 W	15	6000 W		
	250 W	32 µF	5		13		3		4		7		10			
	400 W	45 µF	3		8		2		3		5		7			
	1000 W	60 µF	1		3		1		2		3		5			
	2000 W	85 µF	0		1		0		1		2		3			
با بالاست الکترومغناطیسی	35 W		38	1350 W	87	3100 W	24	850 W	38	1350 W	68	2400 W	102	3600 W		
	70 W		29	تا	77	تا	18	تا	29	تا	51	تا	76	تا		
	150 W		14	2200 W	33	5000 W	9	1350 W	14	2200 W	26	4000 W	40	6000 W		

saze118.com

SAZE118.COM

برای دانستن تعداد لامپهای فلورسنت دارای بالاست الکترونیکی که با یک کلید مینیاتوری میتوانند حفاظت شوند از جدول زیر میتوان استفاده نمود :

توان لامپ (W)	تعداد لامپها در هر مدار																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
شدت جریان نامی کلید مینیاتوری با منحنی قطع C و D																				
14/18	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
14 x2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
14 x3	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	10	10	10
14 x4	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	10	10	10	10
18 x2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
18 x4	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	10	10	10	10	10	10	10
21/24	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
21/24 x2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
28	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
28 x2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	10	10	10
35/36/39	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
35/36 x2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	10	10	10	10	10
38/39 x2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	10	10	10	10	10	10	10	10
40/42	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
40/42 x2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	10	10	10	10	10	10	10	10	16
49/50	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
49/50 x2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	10	10	10	10	10	10	16	16	16	16
54/55	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	10	10
54/55 x2	6	6	6	6	6	6	6	6	10	10	10	10	10	10	16	16	16	16	16	16
60	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	10	10	10	10

یک کلید مینیاتوری تعداد لامپ فلورسنت کمپاکت زیر را میتواند حفاظت نماید :

توان لامپ (W)	تعداد لامپ در هر مدار																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
شدت جریان نامی کلید مینیاتوری با منحنی قطع C و D																				
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
9	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
11	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
13	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
14	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
15	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
16	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
17	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
18	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
20	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
21	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
23	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
25	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	10

حداکثر تعداد لامپهای جیوه پرفشار دارای خازن و بالاست الکترومغناطیسی را که روی یک کلید مینیاتوری میتوان قرار داد در جدول زیر می بینیم :

SAZE118.COM

توان لامپ (W)	تعداد لامپ در هر مدار																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
شدت جریان نامی کلید مینیاتوری با منحنی قطع C																				
50	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	10	10	10	10
80	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	10	10	10	10	10	10	10	16	16	16
125	6	6	6	10	10	10	10	10	10	10	10	16	16	16	16	16	16	16	20	20
250	6	10	10	16	16	16	16	16	16	20	20	25	25	25	32	32	32	32	40	40
400	6	16	20	25	25	32	32	32	32	32	32	40	40	40	50	50	50	50	63	63
1000	16	32	40	50	50	50	50	63	63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
شدت جریان نامی کلید مینیاتوری با منحنی قطع D																				
50	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	10	10	10	10
80	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	10	10	10	10	10	10	10	16	16	16
125	6	6	6	6	6	6	10	10	10	10	10	16	16	16	16	16	16	16	20	20
250	6	6	10	10	10	10	16	16	16	20	20	25	25	25	32	32	32	32	40	40
400	6	10	16	16	20	20	25	25	25	32	32	40	40	40	50	50	50	50	63	63
1000	10	20	25	32	40	40	50	63	63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

برای لامپهای سدیم کم فشار با خازن، حداکثر تعداد لامپ روی یک مدار به شرح زیر است :

توان لامپ (W)	تعداد لامپ در هر مدار																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
شدت جریان نامی کلید مینیاتوری با منحنی قطع C																				
بالاست الکترومغناطیسی																				
18	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
26	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
35/36	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
55	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	10	10	10	10	10	10	10
91	6	6	6	6	6	6	6	6	6	10	10	10	10	10	10	10	16	16	16	16
131	6	6	6	10	10	10	10	10	10	10	10	10	16	16	16	16	16	16	16	20
135	6	6	6	10	10	10	10	10	10	10	10	16	16	16	16	16	16	20	20	20
180	6	6	10	10	10	10	10	10	16	16	16	16	20	20	20	20	25	25	25	25
بالاست الکترونیکی																				
36	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
55	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
66	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	10	10	10
91	6	6	6	6	6	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	16	16	16	16
شدت جریان نامی کلید مینیاتوری با منحنی قطع D																				
بالاست الکترومغناطیسی																				
18	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
26	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
35/36	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
55	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	10	10	10	10	10	10
91	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	10	10	10	10	10	10	16	16	16	16
131	6	6	6	6	6	6	6	10	10	10	10	10	16	16	16	16	16	16	16	20
135	6	6	6	6	6	6	10	10	10	10	10	16	16	16	16	16	16	20	20	20
180	6	6	6	6	10	10	10	10	16	16	16	16	20	20	20	20	25	25	25	25
بالاست الکترونیکی																				
36	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
55	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
66	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	10	10	10
91	6	6	6	6	6	6	6	6	6	10	10	10	10	10	10	10	16	16	16	16

جدول زیر به منظور برآورد تعداد لامپ بخار سدیم پرفشار که با یک کلید مینیاتوری می توانند حفاظت شوند را نشان می دهد :

SAZE118.COM

توان لامپ (W)	تعداد لامپ در هر مدار 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
شدت جریان نامی کلید مینیاتوری با منحنی قطع C																				
بالاست الکترومغناطیسی																				
50	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	10	10	10	10
70	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	10	10	10	10	10	10	10	16	16	16
100	6	6	6	6	6	6	6	6	10	10	10	10	10	16	16	16	16	16	16	16
150	6	6	10	10	10	10	10	10	6	16	16	16	16	16	16	20	20	20	25	25
250	6	10	16	16	16	20	20	20	20	20	20	25	25	25	32	32	32	32	40	40
400	10	16	20	25	32	32	32	32	32	32	32	40	40	40	50	50	50	50	63	63
1000	16	32	40	50	50	50	50	63	63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
بالاست الکترونیکی																				
35	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
50	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	10	10	10	10	10	10	10
100	6	6	6	6	6	6	6	6	10	10	10	10	10	10	16	16	16	16	16	16
شدت جریان نامی کلید مینیاتوری با منحنی قطع D																				
بالاست الکترومغناطیسی																				
50	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	10	10	10	10
70	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	10	10	10	10	10	10	10	16	16	16
100	6	6	6	6	6	6	6	6	10	10	10	10	10	16	16	16	16	16	16	16
150	6	6	6	6	6	10	10	10	10	16	16	16	16	16	16	20	20	20	25	25
250	6	6	10	10	16	16	16	16	16	20	20	25	25	25	32	32	32	32	40	40
400	6	10	16	16	20	20	25	25	25	32	32	40	40	40	50	50	50	50	63	63
1000	10	20	32	32	40	40	50	63	63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
بالاست الکترونیکی																				
35	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
50	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	10	10	10	10	10	10	10
100	6	6	6	6	6	6	6	6	10	10	10	10	10	10	16	16	16	16	16	16

برای برآورد تعداد لامپهای متال هالید ۲۳۰ ولت که دارای خازن هستند و با یک کلید مینیاتوری حفاظت میشوند، جدول زیر کاربرد دارد :

توان لامپ (W)	تعداد لامپ در هر مدار 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
شدت جریان نامی کلید مینیاتوری با منحنی قطع C																				
بالاست الکترومغناطیسی																				
35	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
70	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	10	10	10	10	10	10	10	16	16	16
150	6	6	10	10	10	10	10	10	10	16	16	16	16	16	16	20	20	20	25	25
250	6	10	16	16	16	20	20	20	20	20	20	25	25	25	32	32	32	32	40	40
400	6	16	20	25	25	32	32	32	32	32	32	40	40	40	50	50	50	50	63	63
1000	16	32	40	50	50	50	50	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63
1800/2000	25	50	63	63	63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
بالاست الکترونیکی																				
35	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
70	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	10	10	10	10	10	10	10	10
150	6	6	6	10	10	10	10	10	10	10	16	16	16	16	16	16	16	20	20	20
شدت جریان نامی کلید مینیاتوری با منحنی قطع D																				
بالاست الکترومغناطیسی																				
35	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
70	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	10	10	10	10	10	10	16	16	16
150	6	6	6	6	6	10	10	10	10	16	16	16	16	16	16	20	20	20	25	25
250	6	6	10	10	16	16	16	16	16	20	20	25	25	25	32	32	32	32	40	40
400	6	10	16	16	20	20	25	25	25	32	32	40	40	40	50	50	50	50	63	63
1000	16	20	32	32	40	50	50	63	63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1800	16	32	40	50	63	63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	20	32	40	50	63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
بالاست الکترونیکی																				
35	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
70	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	10	10	10	10	10	10	10	10
150	6	6	6	6	6	6	6	10	10	10	16	16	16	16	16	16	16	20	20	20

همانند جدول فوق ولی با ولتاژ کار ۴۰۰ ولت میتوان از جدول زیر استفاده نمود :

SAZE118.COM

توان لامپ (W)	تعداد لامپ در هر مدار																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
شدت جریان نامی کلید مینیاتوری با منحنی قطع C																				
1800	16	32	40	50	50	50	50	63	63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	16	32	40	50	50	50	50	63	63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
شدت جریان نامی کلید مینیاتوری با منحنی قطع D																				
1800	16	20	32	32	32	32	50	63	63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	16	25	32	32	32	32	50	63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

مقررات ملی ایران برای انتخاب کلیدها روش زیر را به کار می برد :
مطابق بند ۱۳-۹-۰-۲ مبحث ۱۳ برای لامپهای گازی در محاسبه جریان مجاز مدار، می باید جریان بدون خازن در نظر گرفته شود. و از طرفی مطابق بند ۱۳-۷-۱-۲ بارهای دارای ضریب قدرت راکتیو، جریان اسمی کلید، ۱/۲۵ برابر جریان مصرف خواهد بود. اشکال قواعد فوق این است که تفاوتی بین کلیدهای دارای حفاظت و فاقد آن قائل نشده است و از طرف دیگر در کلیدهای دارای حفاظت اتصال کوتاه، منحنی قطع و حساسیت کلید به حساب نیامده است. ضمن آنکه فرض وجود خازن برای لامپهای گازی لحاظ نگردیده است.

تقدم و تاخر نصب تجهیزات الکتریکی در تابلوها

مطابق مبحث ۱۳ مقررات ملی ساختمان :
فیوز در طرف مصرف کلید نصب شود. (بند ۱۳-۵-۱-۲-ج)
فیوز در طرف ورودی کلید اتوماتیک قرار گیرد. (بند ۱۳-۵-۲-۳-۳-ب)
کلید مجزاکننده در طرف تغذیه فیوز یا کلید محافظ نصب گردد. (بند ۱۳-۵-۲-۵-۳)
کنتاکتورها باید دارای کلید مجزاکننده در طرف ورودی کنتاکتور باشد. (بند ۱۳-۵-۲-۵-۵ یادآوری ۴)

لوازم اندازه گیری

آمپرمتر , ولتمتر

برای سفارش یک آمپرمتر بایستی نکات زیر را برای سازنده در مقطع سفارش مشخص نمود :
۱- سایز آمپرمتر(۹۶X۴۸, ۱۴۴X۱۴۴, ۹۶X۹۶, ۷۲X۷۲, ۴۸X۴۸)
۲- کلاس دقت (۰/۵ ، ۱ ، ۱/۵) که هر چقدر این عدد کوچکتر باشد دقت وسیله اندازه گیری بیشتر است. (کلاس دقت عبارتست از نسبت میزان خطا به حداکثر مقدار اندازه گیری. فرضا برای آمپرمتری با حداکثر جریان اندازه گیری ۱۰۰ آمپر و خطای حداکثر ۲ آمپر، کلاس دقت ۲ است.) کلاس دقت عددی بین ۰/۵ تا ۴ است.
۳- نحوه مدرج نمودن صفحه آمپر متر : برای مشخص نمودن این مشخصه بایستی دو مشخصه فرعی را ذکر نمود.
۳-۱- نسبت تبدیل ترانس جریانی که آمپر متر را تغذیه میکند.
۳-۲- حداکثر جریانی که ممکن است از آمپرمتر عبور کند بدون آنکه ضربه ای ناگهانی به عقربه ی آن برخورد کند.
به این مشخصه در زبان انگلیسی Graduation گفته میشود و عدد مشخص کننده این کمیت می تواند ۱ ، ۱/۲ ، ۲ ، ۵ و یا ۶ باشد. در مصارف موتوری به دلیل اینکه جریان راه اندازی ۵ الی ۶ برابر جریان نامی است Graduation ۵ یا ۶ مورد نیاز است ولی در مصارف غیرموتوری این عدد می تواند ۱/۲ و یا ۱ باشد.
۴-حداکثر زاویه ای که عقربه طی می کند (این عدد می تواند ۹۰ درجه و یا ۱۸۰ درجه و یا ۲۴۰درجه باشد.)

SAZE118.COM

۵-درجه حفاظت (IP)

۶-درجه حرارت محیط و درجه حرارت قابل تحمل

ولتمترها نیز مشابه آمپرمترها هستند با این تفاوت که بجای نسبت تبدیل جریان باید نسبت تبدیل ولتاژی را مشخص کرد که در مصارف فشار ضعیف ضرورتی ندارد.اختلاف دیگری که ولتمتر با آمپرمتر دارد این است که Graduation یا Scale Indication Full عقربه هیچگاه نمی تواند و اساساً لازم نیست که ۵ یا ۶ برابر حالت ولتاژ نامی سیستم باشد، زیرا هیچوقت ولتاژ شبکه ۵ یا ۶ برابر حالت ولتاژ نامی اش نمی شود، معمولاً Graduation برابر با ۱.۲ کفایت می کند.

ترانسدیوسرهای ولتاژ و جریان

ترانسدیوسرها با یک ورودی اعم از جریانی یا ولتاژی از ثانویه ترانس ولتاژ یا جریان تغذیه شده و در خروجی خود یک مقدار DC در حد میلی آمپر در اختیار مصرف کننده قرار دهند. هدف از این خروجی قابل انتقال نمودن جریان یا ولتاژ تبدیل شده در حد میلی آمپر تا محلهای دوردست است. طبیعی است که ۵ آمپر ثانویه یک CT و یا ۱۰۰ ولت ثانویه یک PT نمی تواند به اتاق کنترلی که در پانصد متری قرار دارد انتقال یابد، اینجاست که ترانسدیوسر معنی پیدا می کند.

ترانسدیوسرها برای کنترل پروسس بیشتر از قرائت در اتاق فرمان کاربرد دارد.

واتمتر، وارمتر

واتمترها و وارمترها هم از دیگر وسایل اندازه گیری هستند که به ترتیب توان اکتیو و راکتیو را اندازه گیری می کنند.

این نوع لوازم اندازه گیری ورودیهای جریان و ولتاژ را با هم دارند. مدارات الکترونیکی خاصی با ضرب برداری جریان و ولتاژ در خروجی خود جریانی می سازد که در گالوانمتر منجر به تحریک عقربه نشان دهنده می شود. برای سفارش یک واتمتر یا وارمتر به نکات زیر توجه کنید:

۱-Graduation مفهوم مهمی ندارد.

۲- نسبت تبدیل CT و PT تغذیه کننده بایستی ارائه شود. این اطلاعات برای نحوه ی مدرج کردن صفحه گالوانمتر به سازنده کمک می کند.

۳-کلاس دقت ضروری است که ذکر شود.

۴-نوع شبکه را باید مشخص نمود . اگر شبکه کاملاً متعادل باشد، یک واتمتر تکفاز (با یک ورودی جریانی و یک ورودی ولتاژی) کافی خواهد بود. این نوع واتمتر کمیتی که نشان می دهد مربوط به هر سه فاز است. در سیستم سه فازه ی چهار سیمه غیر متعادل بطور قطع جریان و ولتاژ هر سه فاز نیاز می باشد.

مشخصاتی نظیر سایز گالوانمتر(۹۶X۹۶یا...) و نحوه نصب (روکار یا توکار) و زاویه انحراف عقربه (۲۴۰.....۹۰) نیز در مورد واتمترها و وارمترها باید مشخص گردد.

سایر تجهیزات اندازه گیری تابلوئی

کسینوس فی متر، فرکانس متر، ماکزیمم دیماند آمپرمتر (Max. Demand Ammeter) ، ولتمتر دوبل (Double Voltmeter)، سنکرونوسکوپ، ولتمتر صفر (Zero Voltmeter) برای نشان دادن توالی فازها از دیگر تجهیزات اندازه گیری هستند که در تابلوها نصب میشوند.

SAZE118.COM

ترانسفورماتورهای جریان (کوران)

در تابلوهای فشار ضعیف با جریان بالا جهت کار رله های حفاظتی، تجهیزات اندازه گیری، رگولاتورهای خازنی و ... به جای اعمال جریان بالا، نمونه ای از این جریان در مقیاس کوچکتر استفاده میشود. بدین منظور از ترانسهای جریان کمک گرفته میشود. این ترانسها دارای سیم پیچ با دور اولیه کم و سطح مقطع زیاد و سیم پیچ ثانویه با تعداد دور بالا و سطح مقطع کم هستند.

مقادیری که در سفارش ترانس جریان باید به آن توجه نمود :

- جریان ثانویه (۱ یا ۵ آمپر)
- نسبت تبدیل ترانس
- Burden : بار قابل تحمل ثانویه ترانس جریان. معمولا مقادیر ۱/۵، ۳، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۳۰، ۴۵،۶۰ ولت آمپر را دارد. اگر بار ثانویه ترانس از این مقدار تجاوز کند، افت ولتاژ بیش از حد مجاز بوده و دقت اندازه گیری پائین می آید.
- کلاس دقت ترانس مخصوص تجهیزات حفاظتی : فرضا ۱۰P۱۰ نشاندهنده دقت ۱۰ درصد در ۱۰ برابر جریان نامی در Burden نامی است.
- کلاس دقت ترانس مخصوص تجهیزات اندازه گیری : مطابق استاندارد IEC کلاسهای دقت استاندارد برای تجهیزات اندازه گیری عبارتند از : ۰.۱, ۰.۲s, ۰.۲, ۰.۵, ۰.۵s, ۱, ۳ کلاس ۰/۵ به معنی ۰/۵ درصد خطا در جریان و burden نامی است. به طور معمول کلاس ۰/۵ بیشترین استفاده را دارد.
- قدرت تحمل اتصال کوتاه در یک ثانیه (معمولا تا ۱۰ برابر جریان اولیه)
- ولتاژ عایقی
- مشخصه های مربوط به اشباع ترانس

در مورد اجزا تابلوئی مبحث ۱۳ مقررات ملی ملاحظاتی دارد :

چنانچه فیوز و کلید اتوماتیک در کنار هم قرار گرفته باشند فیوز در بالادست آن باید قرارگیرد. (۱۳-۵-۲-۳-۳)

فیوز یا کلید اتوماتیک بلید در بالادست کنتاکتور نصب شود. ۱۳-۵-۲-۴-۱)

کلید مجزاکننده (فرضا کلید گردان) باید در بالادست فیوز یا کلیدهای اتوماتیک محافظ مدار قرار گیرد. (۱۳-۵-۲-۵-۳)

کنتاکتورها باید دارای کلید مجزاکننده در طرف ورودی کنتاکتور باشد. (۱۳-۵-۲-۵-۵)

از کلیدهای مینیاتوری میتوان به عنوان کلید مجزاکننده استفاده نمود. (۱۳-۵-۲-۵-۵)

هر تابلوئی باید دارای کلید جداکننده در ورودی باشد، ولی حفاظت در ورودی تابلو الزامی نیست به شرط آنکه کابل تغذیه کننده تابلو دارای حفاظت باشد. (۱۳-۵-۱-۲-۱)

SAZE118.COM

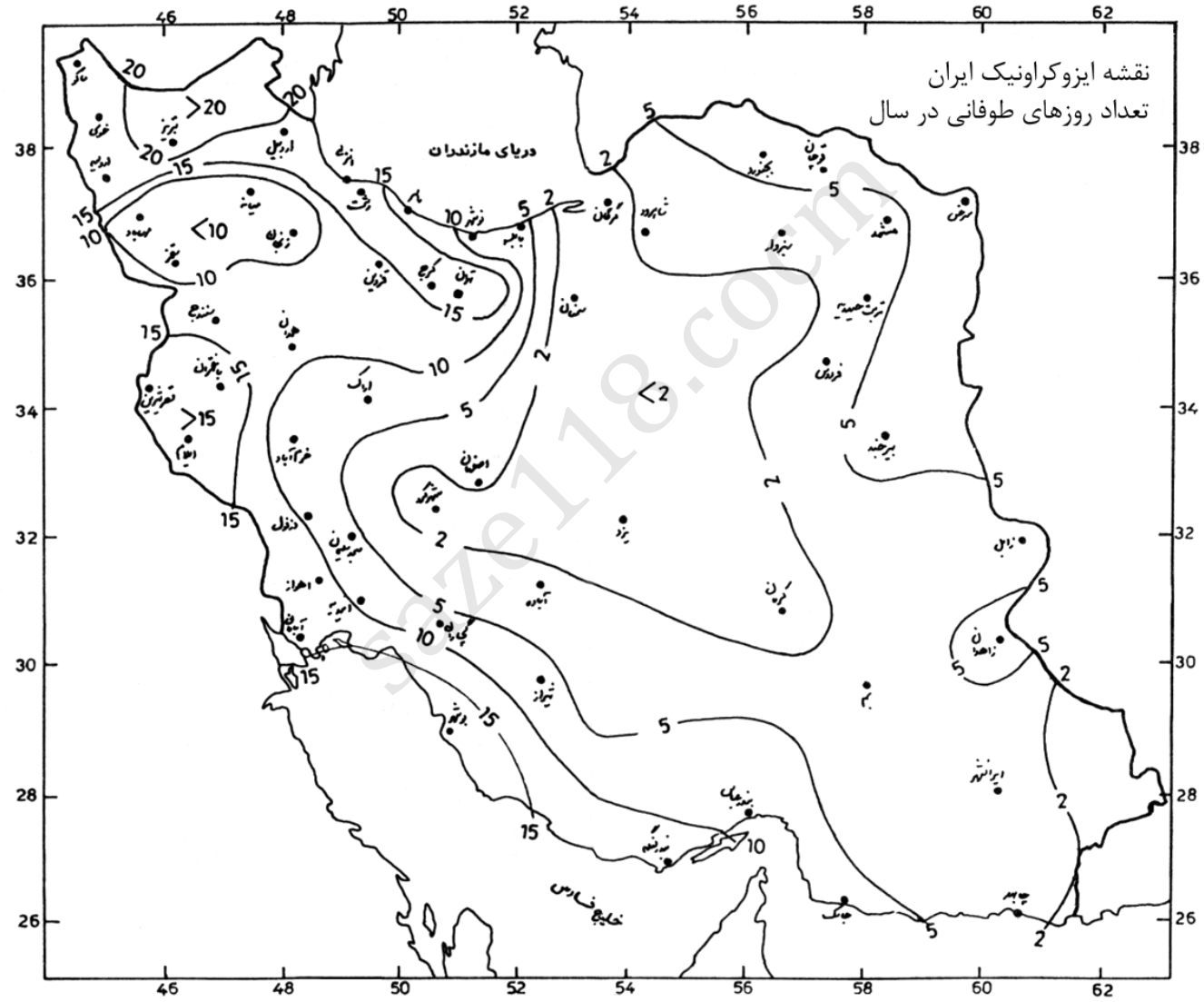
برقگیر

تعیین ضرورت نصب برقگیر

استاندارد BS۶۶۵۱ روشی برای محاسبه احتمال برخورد صاعقه ارائه نموده است. مراحل تعیین ضریب به شرح زیر است:

۱-تعیین تعداد اصابت صاعقه سالیانه در واحد سطح

مطابق نقشه ذیل می توان تعداد روزهای طوفانی سال را در نقاط مختلف کشور تخمین زد:



saze118.com

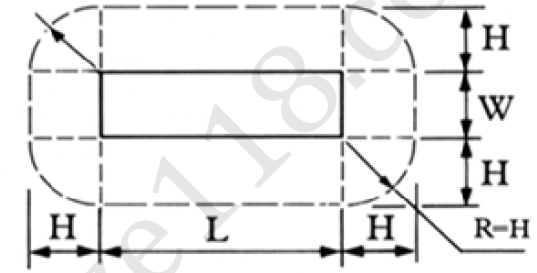
SAZE118.COM

رابطه بین روزهای طوفانی سال و تعداد اصابت صاعقه در کیلومتر مربع در سال(N_g) مطابق حدول زیر است:

تعداد روز طوفانی در سال	تعداد اصابت صاعقه در کیلومترمربع در سال	
	محدوده	متوسط
۵	۰/۱ تا ۰/۵	۰/۲
۱۰	۰/۱۵ تا ۱	۰/۵
۲۰	۰/۳ تا ۳	۱/۱
۳۰	۰/۶ تا ۵	۱/۹
۴۰	۰/۸ تا ۸	۲/۸
۵۰	۱/۲ تا ۱۰	۳/۷
۶۰	۱/۸ تا ۱۲	۴/۷
۸۰	۳ تا ۱۷	۶/۹
۱۰۰	۴ تا ۲۰	۹/۲

۲-محاسبه سطح موثر ساختمان

برای ساختمانی با طول L، عرض W و ارتفاع H، سطح موثر از طریق رابطه زیر بدست می آید:



$$Ac = LW + 2LH + 2WH + \pi H^2$$

سطح موثر بر حسب مترمربع محاسبه میشود.

۳- ضریب اهمیت کاربری ساختمان (A)

منازل ویلائی و ساختمانهای با ابعاد مشابه	۰/۳
منازل ویلائی و ساختمانهای با ابعاد مشابه دارای آنتن تلویزیون	۰/۷
کارخانه ها، کارگاهها و آزمایشگاهها	۱/۰
مجتمع های اداری، مسکونی، هتلها به غیر از ساختمانهای زیر	۱/۲
سالنهای اجتماعات، تئاتر، موزه، نمایشگاه، فروشگاههای بزرگ، ادارات پست، ایستگاهها، فرودگاهها و ورزشگاهها	۱/۳
مدارس، بیمارستانها، مهدکودکها، آسایشگاهها	۱/۷

۴- ضریب اهمیت سازه و پوشش ساختمان (B)

سازه فولادی با سقف غیر فلزی	۰/۲
بتن مسلح با سقف غیر فلزی	۰/۴
سازه فولادی یا بتن مسلح با سقف فلزی	۰/۸

سازه آجری، بتن غیر مسلح با سقف غیر فلزی و غیر قابل اشتعال	۱/۰
سازه چوبی با سقف غیر فلزی غیر قابل اشتعال	۱/۴
سازه آجری، بتنی، چوبی با سقف فلزی	۱/۷
هر نوع ساختمانی با سقف قابل اشتعال	۲/۰

۵-ضریب اهمیت ساکنین و اموال (C)

ساختمان اداری معمولی، کارخانه یا کارگاه فاقد محتویات با ارزش زیاد یا صدمه پذیری زیاد در برابر آتش	۰/۳
ساختمانهای کشاورزی و صنعتی با محتویات با ارزش زیاد یا صدمه پذیری زیاد در برابر آتش	۰/۸
نیروگاهها، تاسیسات گاز، مراکز مخابرات و ایستگاههای رادیو	۱/۰
مجتمعهای صنعتی بزرگ، بناهای یادبود، اماکن تاریخی، موزه ها یا هر ساختمان با ارزش ویژه	۱/۳
مدارس، بیمارستانها، سالنهای اجتماعات، مهدکودک و ...	۱/۷

۶- ضریب درجه جدا بودن (D)

ساختمان در منطقه وسیعی با ساختمانها یا درختانی با ارتفاع مشابه یا بیشتر قرار دارد. فرضا در شهر بزرگ یا جنگل	۰/۴
ساختمان در منطقه ای با تعداد کمی ساختمان یا درخت با ارتفاع مشابه قرار دارد.	۱/۰
ساختمان کاملا مجزا بوده یا ارتفاع آن بیش از حداقل ۲ برابر ساختمانها یا درختان مجاور است.	۲/۰

۷- ضریب اهمیت موقعیت محلی (E)

منطقه هموار بدون توجه به ارتفاع	۰/۳
منطقه روی تپه	۱/۰
منطقه کوهستانی بین ۳۰۰ تا ۹۰۰ متر	۱/۳
منطقه کوهستانی بالای ۹۰۰ متر	۱/۷

ضریب احتمال اصابت صاعقه حاصلضرب کلیه مقادیر بدست آمده فوق است:

$$Ac \times Ng \times 10^{-6} \times A \times B \times C \times D \times E$$

اگر حاصلضرب فوق از ۰/۰۰۰۰۱ (یک صد هزارم) بزرگتر باشد، نصب برقگیر ضروری است.

پیوست ۶ مبحث ۱۳ مقررات ملی ساختمان، در مواردی که استاندارد IEC صراحتی ندارد، فهرستی از استانداردهای قابل استناد را برشمرده است. برقگیرهای الکترونیکی که در بازار ایران متداول هستند، هیچیک از استانداردهای فوق را کسب ننوده اند. بنابراین استفاده از آنها مجاز نمی باشد.

SAZE118.COM

طراحی سیستم بر اساس NFPA۷۸۰

چهار استاندارد IEC ۶۲۳۰۵ ، BS۶۶۵۱ ، و NFPA۷۸۰ و VDE ۰۱۸۵ از مطرح ترین استانداردهای معمول در این زمینه هستند.

روش طراحی بر اساس استاندارد NFPA۷۸۰ در قسمت زیر توضیح داده می شود :

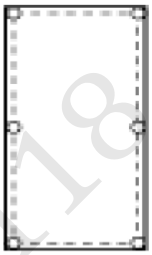
تجهیزات برقگیر به ۲ دسته Class I, II تقسیم میشوند. کلاس I ساختمانهای معمولی تا ۲۳ متر ارتفاع را شامل میشود. ساختمانهای با ارتفاع بیشتر در Class II طبقه بندی میشوند.

سامانه برقگیر از اجزائ زیر تشکیل میشود:

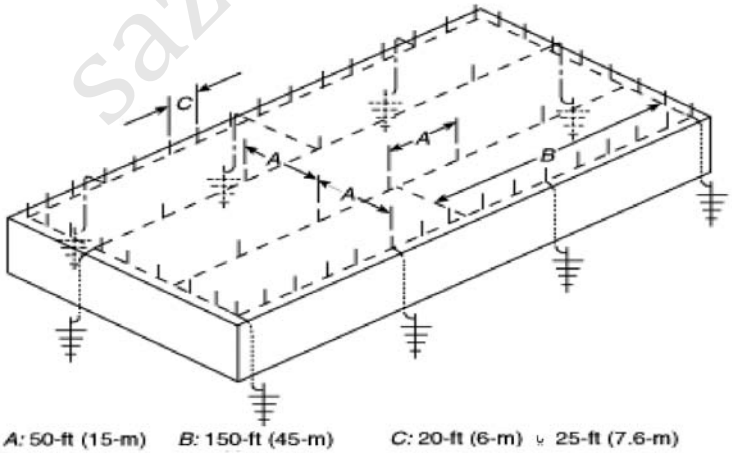
۱) میله های برقگیر
۲) شبکه هوائی
۳) هادی نزولی
۴) زمین

۱) میله های برقگیر

در اطراف بام فاصله برقگیرها از ۶ متر نباید تجاوز کند. اگر ارتفاع برقگیر از ۶۰ سانتیمتر بیشتر باشد، این فواصل تا ۷/۶ متر قابل افزایش است. فاصله برقگیر تا لبه بام از ۶۰ سانتیمتر نباید تجاوز کند.



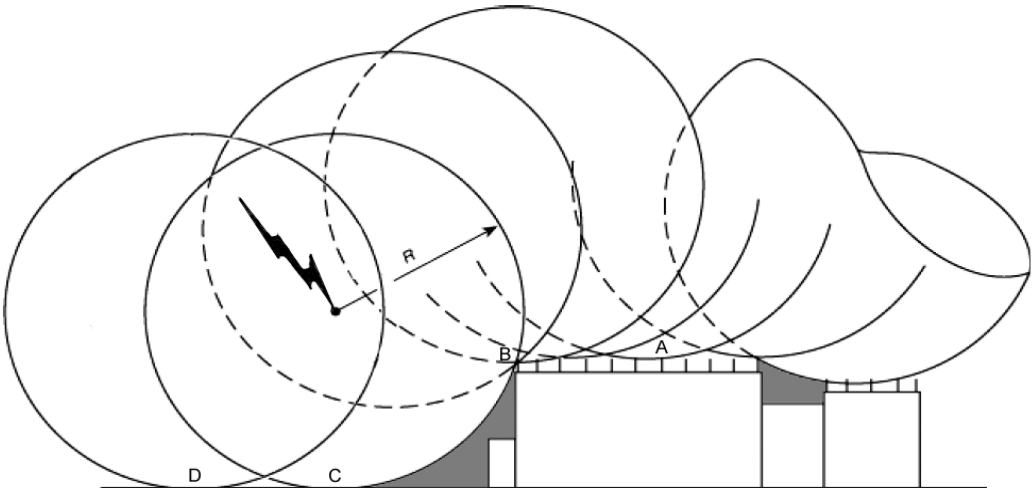
اگر طول یا عرض بام از ۱۵ متر بیشتر باشد، برقگیرهای میانی در فواصلی که از ۱۵ متر تجاوز نمیکند باید نصب شوند.



مناطق تحت پوشش برقگیر

در ساختمانهای با ارتفاع کمتر از ۷/۶ متر، برقگیر، مخروطی با زاویه راس ۶۰ درجه را پوشش می دهد. در ساختمانهای بین ۷/۶ تا ۱۵/۲۴ متر زاویه پوشش به ۴۵ درجه کاهش مییابد. در بناهای مرتفع تر، روش گوی غلطان (Rolling Sphere) باید مورد استفاده قرار گیرد. کره ای فرضی به شعاع ۱۵۰ فوت یا ۴۵ متردر حال حرکت که مرکز آن نوک شاخه پیشروی صاعقه است، نقاط محتمل اصابت صاعقه به زمین یا ساختمان را تشکیل می دهد. اگر میله برقگیر روی ساختمانی نصب شده باشد، ۳ حالت ممکن است رخ دهد:

SAZE118.COM



۱-گوی غلطان تنها در نقطه A با میله برخورد کند.

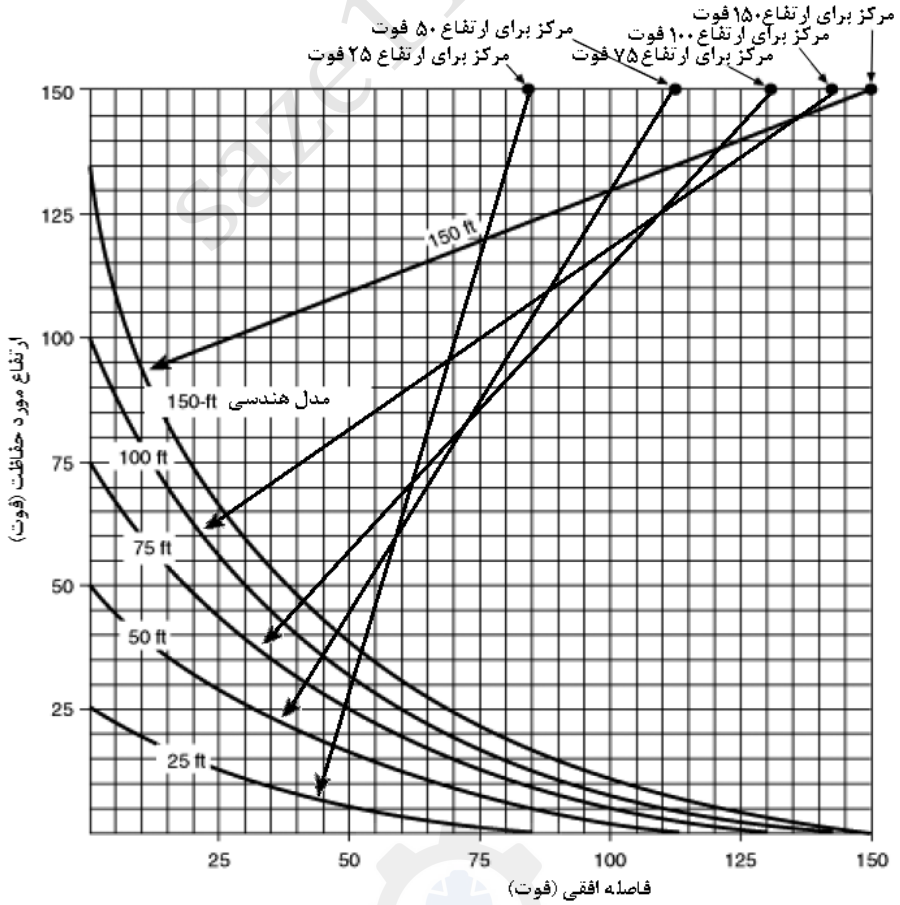
۲-گوی غلطان در نقطه D زمین را لمس می کند.

۳-گوی غلطان در ۲ نقطه B وC برقگیر و زمین را لمس می کند.

در حالت سوم قسمت تیره شده هرگز مورد اصابت صاعقه قرار نمیگیرد. در صورت نصب برقگیر، خطر اصابت صاعقه به میانه ساختمان وجود ندارد.

منحنی زیر ارتباط بین ارتفاع نصب برقگیر، فاصله افقی و عمودی مورد حفاظت هر برقگیر را نشان میدهد.

اگر برقگیری در ارتفاع ۳۰ متری نصب شده باشد. (منحنی ۱۰۰ فوتی) در ارتفاع ۱۷ متری تا فاصله افقی ۱۰ متری ساختمان تحت پوشش می باشد.



SAZE118.COM

۲- شبکه هوائی

کلیه برقگیرها میباید از طریق سیم مسی به یکدیگر متصل شوند. اگر هادیهای به هم متصل شده به صورت یک حلقه (مش) درآیند، ابعاد هر حلقه از ۴۵ X ۳۰ متر نباید تجاوز کند.

سطح مقطع شبکه هوائی در ساختمانهای با ارتفاع کمتر از ۲۳ متر، ۳۵ میلیمترمربع و در ساختمانهای بیش از ۲۳ متر، ۷۰میلیمترمربع است.

۳-هادی نزولی

حداقل تعداد هادی نزولی برای هر ساختمان ۲ عدد است. اگر محیط ساختمان از ۷۶ متر تجاوز کند، هر ۳۰ متر باید یک هادی نزولی در نظر گرفت. در ابنیه با شکل نامنظم ممکن است به تعداد بیشتری هادی نزولی احتیاج داشته باشند، به طوری که هر میله برقگیر از ۲ مسیر به زمین متصل شود.

در ۲ نقطه بالائی و پائینی هادی نزولی باید با اسکلت فلزی یا آرماتور بتن متصل شود.

۴- زمین

به ازای هر هادی نزولی یک الکترود یا چاه زمین باید وجود داشته باشد. در مورد میزان مقاومت زمین، این استاندارد تصریحی ندارد.

استاندارد BS ۶۶۵۱

استاندارد BS ۶۶۵۱ مغایرتهائی با NFPA در زمینه طراحی دارد. مطابق آن نصب میله برقگیر در ساختمانهای مسطح ضرورتی ندارد. ابعاد مش هوائی از ۱۰ X ۲۰ متر نباید تجاوز کند. . فواصل هادیهای نزولی از ۱۰ متر در ساختمانهای با ارتفاع بیش از ۲۰ متر و ۲۰ متر در ساختمانهای کوتاهتر نباید بیشتر باشد. در مورد مقاومت زمین این استاندارد، مقدار کمتر از ۱۰ اهم را تجویز می کند.

توجه

کلیه قطات فلزی بام باید به شبکه هوائی برقگیر متصل شوند.

سیستم زمین برقگیر و زمین الکتریکی حفاظتی ساختمان باید به یکدیگر متصل شوند. به منظور اجتناب از برگشت اضافه ولتاژ ناشی از صاعقه از طریق سیستم زمین ساختمان از Surge Arrester در ورودی تابلوی اصلی ساختمان میتوان استفاده نمود.

saze118.com

SAZE118.COM

برق اضطراری

مطابق بند ۱۳-۴-۴-۱ مبحث ۱۳ مقررات ملی ایران پیش بینی برق اضطراری در ساختمانهای زیر اجباری است:

۱) ساختمانهای مسکونی با بیش از ۴ طبقه از کف زمین و مجهز به آسانسور
۲) ساختمانهای عمومی که نوع فعالیت آنها به نحوی است که قطع برق ممکن است خطر یا خسارات جبران ناپذیری بیافریند.
۳) ساختمانهای عمومی دارای شرائط بند ۱
۴) بیمارستانها و مراکز بهداشتی با توجه به نوع فعالیت آنها
۵) هر نوع ساختمان یا مجموعه دیگری که به تشخیص مقامات ذیصلاح باید دارای نیروگاه اضطراری باشد.

حداقل مداراتی که باید دارای برق اضطراری باشند به شرح زیر است :

- یکی از آسانسورها
- بوستر پمپهای آتشنشانی و آبرسانی
- سیستم آبگرم در منازل مسکونی
- روشنائی نقاط حساس

عمدتا منبع تامین برق اضطراری دیزل ژنراتورها هستند. به همین دلیل در این بخش به دیزل ژنراتورها پرداخته میشود :

برآورد قدرت دیزل ژنراتور

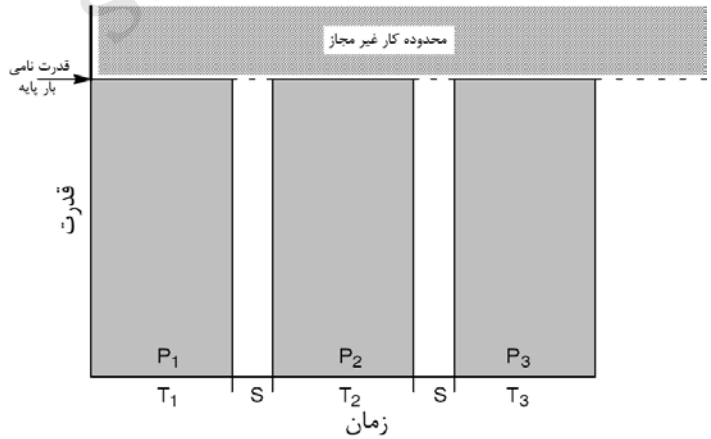
در براورد قدرت دیزل ژنراتور ابتدا به ۳ تعریف زیر باید توجه نمود :

قدرت کارکرد دائم (Continuous)

قدرت کارکرد اضطراری(Standby)

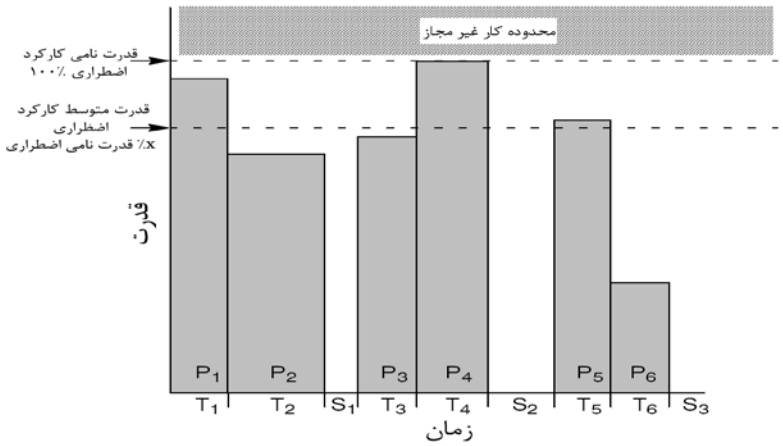
قدرت کارکرد اولیه (Prime)

در کارکرد دائم ژنراتور بار ثابتی را پیوسته تغذیه می کند. امکان اضافه بار دیزل ژنراتور وجود ندارد. این توان، قدرت کارکرد دائم نامیده میشود. قطع بار در فواصل زمانی مشخص و به مدت کوتاه صورت میگیرد.

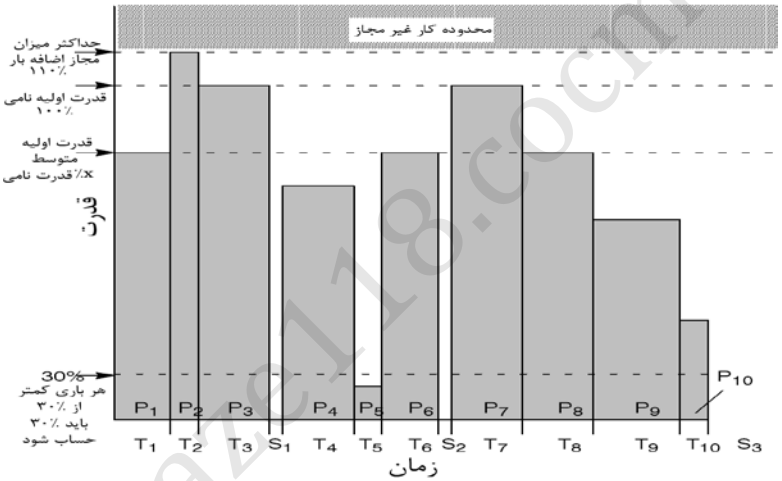


در کارکرد اضطراری ژنراتور تنها تامین بار را در محدوده زمانی قطع برق اصلی به عهده دارد. در این نوع تغذیه نیز امکان اضافه بار وجود ندارد. میزان بار متغیر و از الگوی زمانی خاصی تبعیت نمی نماید.

SAZE118.COM



در کارکرد اولیه یا پرایم زنراتور تامین بار را در مواردی به عهده دارد که شبکه برق موجود نیست و دیزل باید به تنهائی بارها را تغذیه کند یا قطع برق زیاد اتفاق می افتد. ویژگی بار در نامنظم بودن آن، هم در زمان استفاده و هم در مقدار توان است. اضافه بار ۱۰ درصدی به مدت یکساعت بازاء ۱۲ ساعت کارکرد معمولی قابل قبول است.



واضح است که توان تحویلی یک دیزل ژنراتور در هر یک از الگوهای فوق متفاوت است. دیزل ژنراتور در کارکرد اضطراری که برای مدت محدودی کار می کند عملکرد بهتری دارد و توان بیشتری را میتواند تحویل دهد. به ترتیب در کار پرایم و دائم این مقدار کاهش میابد. به عنوان مثال اگر ژنراتوری در حالت اضطراری ۱۰۰۰ کیلووات برق را تامین کند در حالت پرایم ۸۵۰ کیلووات و در حالت کاردائم ۸۰۰ کیلووات برق دهی خواهد داشت. مقادیر کاهش را باید از مشخصات فنی سازنده بدست آورد.

تاثیر ضریب قدرت بار در قدرت تحویلی دیزل ژنراتور

معمولا فرض میشود ضریب قدرت مصارف ژنراتور در ۰/۸ قرار دارد. در صورت انحراف از این مقدار، قدرت نامی خروجی ژنراتور را باید با توجه به ضرایب زیر تصحیح نمود.

ضریب قدرت (پس فاز)	۰/۶	۰/۷	۱/۰-۰/۸
ضریب تصحیح	۰/۸۵	۰/۹۲	۱

بار موتوری

جریان الکتروموتور هنگام راه اندازی موجب افت ولتاژ شبکه و اختلال کار در بارهای متصل به ژنراتور میشود.

SAZE118.COM

در راه اندازی مستقیم (Direct on Line)جریان اولیه به ۶ برابر جریان نامی موتور می رسد. در راه اندازی ستاره-مثلث جریان در حالت ستاره یک سوم جریان نامی خواهد شد. در راه اندازی نرم (افزایش تدریجی ولتاژ) جریان راه اندازی با مجذور میزان کاهش ولتاژ تقلیل می یابد.

برای محاسبه قدرت اکتیو دیزل عامل مهم دیگر، ضریب قدرت الکتروموتور در این شرایط است که به هنگام راه اندازی به حدود ۰/۴ کاهش می یابد. بنابراین قدرت اکتیو دیزل در حالت راه اندازی مستقیم ۲/۴ =(۶ X۰/۴) برابر توان الکتروموتور خواهد بود و در راه اندازی ستاره مثلث با توجه به کاهش ولتاژ در حالت ستاره در محدوده توان الکتروموتور قرار میگیرد.

همانطور که پیش از این اشاره شد به هنگام کار ژنراتور در ضریب قدرتی پائین تر از ۰/۸ توان تحویلی آن کاهش می یابد. با فرض این ضریب کاهش در حدود ۰/۷ در ضریب قدرت ۰/۴، قدرت دیزل برای راه اندازی مستقیم ۳/۴ = ۰/۷ : (۶ X ۰/۴) برابر قدرت موتور میباشد.

مطابق استاندارد ANSI ژنراتورمی باید قابلیت تحویل ۲/۲۵ برابر جریان نامی خود را به مدت ۱۰ ثانیه داشته باشد. بنابراین با یک قاعده سرانگشتی در راه اندازی مستقیم ۱۵۰ درصد (۱/۵=۲/۲۵ : ۳/۴) قدرت موتور در برآورد توان دیزل ژنراتور باید منظور گردد. در راه اندازی ستاره مثلث به این مقدار اضافه توان نیازی نیست و همان قدرت الکتروموتور را میتوان در نظر گرفت. الکتروموتورهائی که با کنتاکتور راه اندازی میشوند، به هنگام قطع برق و ورود دیزل ژنراتور به علت وجود کنتاکتور در حالت قطع قرار داشته و نیازمند فشار شستیهای روشن خواهند بود. با در نظر گرفتن مدت زمان راه اندازی، با تاخیر در روشن نمودن الکتروموتورها، میزان اضافه توان ژنراتور را در برآورد قدرت آن به ۱۵۰ درصد قدرت بزرگترین الکتروموتور به جای ۱۵۰ درصد مجموع کلیه الکتروموتورها میتوان محدود نمود.

برای محاسبه افت ولتاژ به هنگام راه اندازی الکتروموتور به راکتانس گذرای موتور و امپدانس کابلهای متصل به آن نیاز داریم.

تاثیر شرایط محیطی در قدرت دیزل ژنراتور

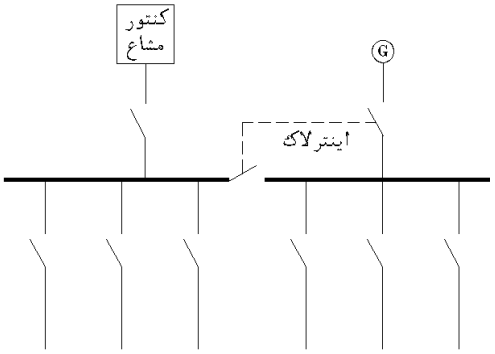
با افزایش ارتفاع از سطح دریا و همینطور افزایش درجه حرارت محیط، توان تحویلی دیزل ژنراتور کاهش می یابد. جدول زیر این تاثیر را روشن میسازد :

ارتفاع از سطح دریا متر	فشار هوا		دمای هوای ورودی به درجه سانتیگراد در رطوبت نسبی ٪۶۰										
	hPa, mbar	Torr یا mm Hg	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
			درصد تغییر (٪)										
0	1013.3	760	111	110	108	106	103	102	100	97	95	92	89
100	1001.3	751	110	108	106	104	102	100	98	96	93	91	88
200	989.3	742	108	107	105	103	101	99	97	95	92	89	87
300	977.3	733	107	105	104	102	100	98	96	93	91	88	85
400	966.6	725	106	104	102	100	98	96	94	92	90	87	84
500	954.6	716	104	103	101	99	97	95	93	91	88	86	83
600	943.9	708	103	101	99	98	96	94	92	89	87	85	82
700	931.9	699	101	100	98	96	94	92	90	88	86	83	80
800	921.3	691	100	98	97	95	93	91	89	87	85	82	79
900	909.3	682	99	97	95	94	92	90	88	86	83	81	78
1000	898.6	674	97	96	94	92	90	89	87	84	82	80	77
1100	887.9	666	96	94	93	91	89	87	85	83	81	79	76
1200	877.3	658	95	93	91	90	88	86	84	82	80	77	74
1300	866.6	650	93	92	90	88	87	85	83	81	79	76	73
1400	855.9	642	92	91	89	87	86	84	82	80	77	75	72
1500	845.3	634	91	89	88	86	84	82	81	78	76	74	71
1600	834.6	626	90	88	86	85	83	81	79	77	75	73	70
1700	823.9	618	88	87	85	84	82	80	78	76	74	72	69
1800	814.6	611	87	85	84	82	81	79	77	75	73	70	68
1900	805.3	604	86	84	83	81	80	78	76	74	72	69	67
2000	794.6	596	85	83	82	80	78	77	75	73	71	68	66
2100	785.3	589	84	82	81	79	77	76	74	72	70	67	65
2200	775.9	582	82	81	79	78	76	74	73	71	68	66	63
2300	765.3	574	81	80	78	77	75	73	71	69	67	65	62
2400	755.9	567	80	78	77	75	74	72	70	68	65	64	61
2500	746.6	560	79	77	76	74	73	71	69	67	66	63	60
2600	737.3	553	78	76	75	73	72	70	68	66	64	62	59
2700	727.9	546	76	75	74	72	71	69	67	65	63	61	58
2800	718.6	539	75	74	73	71	70	68	66	64	62	60	57
2900	709.3	532	74	73	71	70	68	67	65	63	61	59	56
3000	701.3	526	73	72	70	69	67	66	64	62	60	58	55

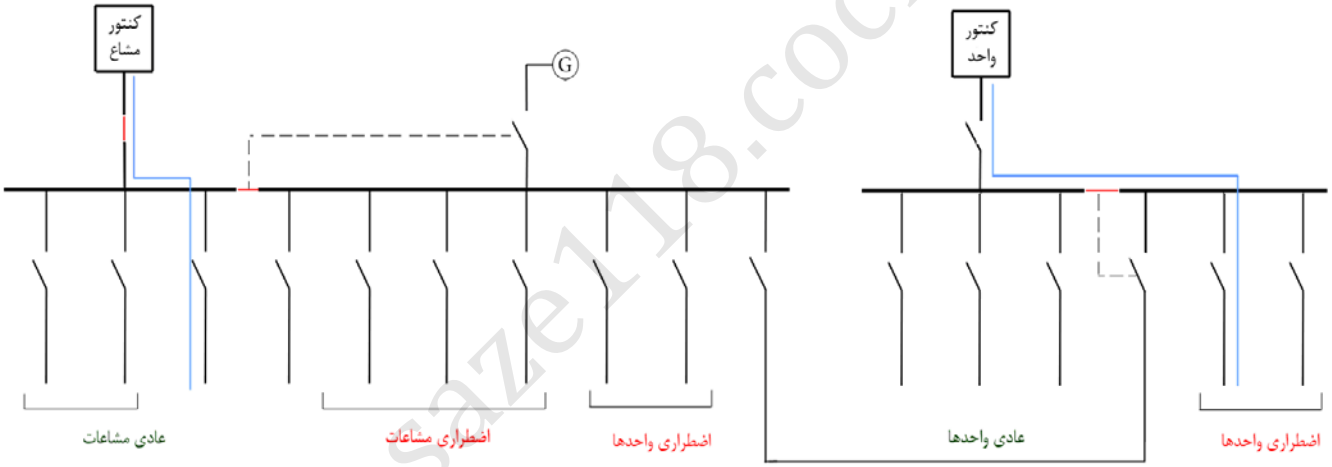
برای دیزلهای سوپرشارژ به مشخصات سازنده مراجعه شود.

مدار شبکه عادی و اضطراری

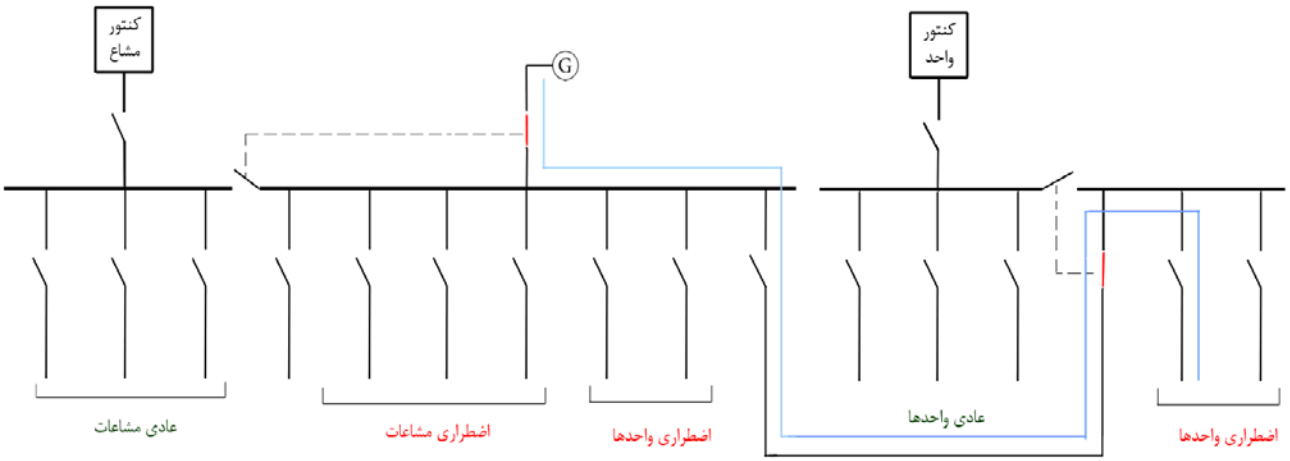
در ساختمانهائی که تعدادی کنتور اختصاصی و یک کنتور مشاع وجود دارد در صورتی که مدارات اضطراری مشاع در حالت عادی از برق شهر تغذیه میشوند، از آرایش زیر میتوان استفاده نمود :



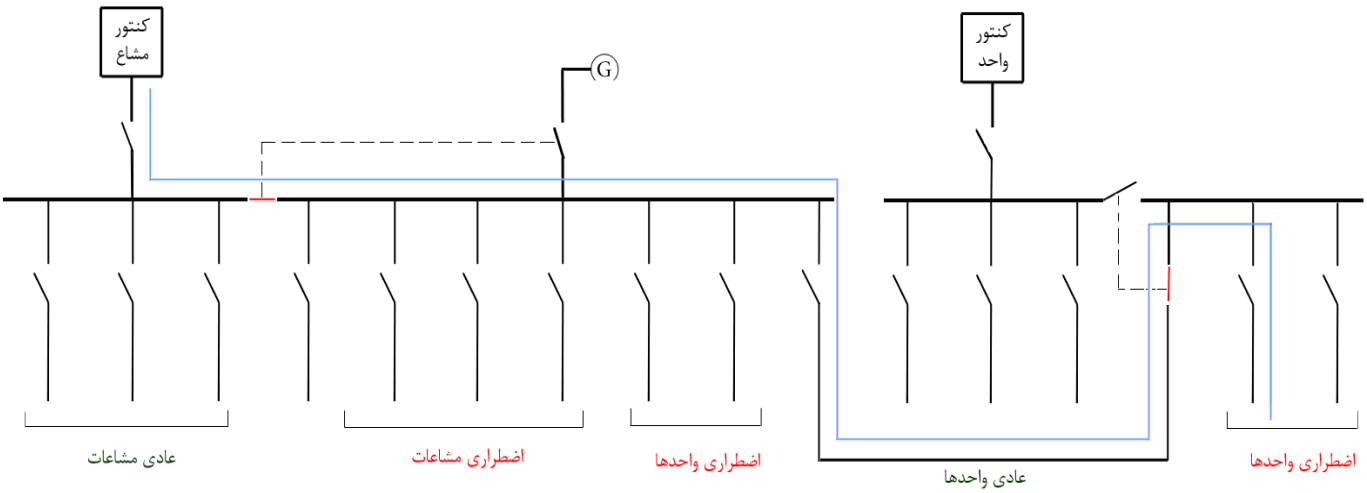
در مواردی که علاوه بر مصارف مشاع، داخل واحدهائی که دارای کنتور مستقل هستند نیز به برق اضطراری نیاز داریم، استفاده از مدار زیر معمولا پیشنهاد میشود. در حالت وجود برق شهر اینترلاکها را می بینید.



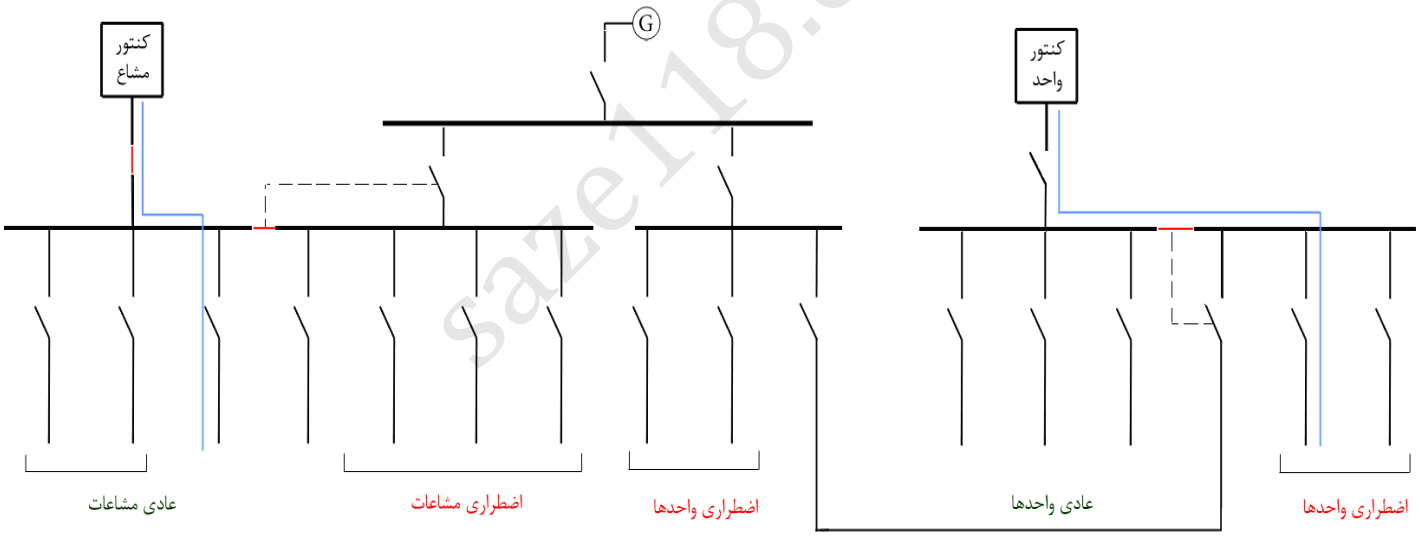
و در حالت قطع برق شهر و ورود دیزل ژنراتور نیز به ترتیب زیر عمل می شود:



ولی مشکلات از آنجا بروز می کند که تنها شرط عملکرد کلید ChangeOver برق اضطراری داخل واحدها این است که هر دو کلید بسته یا باز نباشند. پس حالت زیر نیز متصور است :



همانطور که مشاهده میشود، مداراتی که برای برق اضطراری داخل واحدها در نظر گرفته شده اند در حالت برق عادی از کنتور مشاع تغذیه میشوند. این به معنای پرداخت هزینه برق مدارهای فوق الذکر در واحد مسکونی توسط کلیه ساکنین مجتمع مسکونی میباشد. با اینترلاکهای پیچیده تر میتوان این مشکل را حل کرد، ولی تجربه نشان داده است که در هنگام بهره برداری ساختمان، این اینترلاکها از مدار خارج میشوند. به منظور جلوگیری از چنین سوء استفاده هایی شبکه اصلی برق اضطراری ساختمان باید به ۲ قسمت مطابق شکل زیر تفکیک شود:



راکتانس گذرا و راکتانس سنکرون

نوع	راکتانس گذرا	راکتانس سنکرون
توربو ژنراتور	۱۵-۲۵	۱۵۰-۲۳۰
ژنراتور قطب برجسته	۲۵-۳۵	۷۰-۱۲۰

راکتانس فوق گذرا

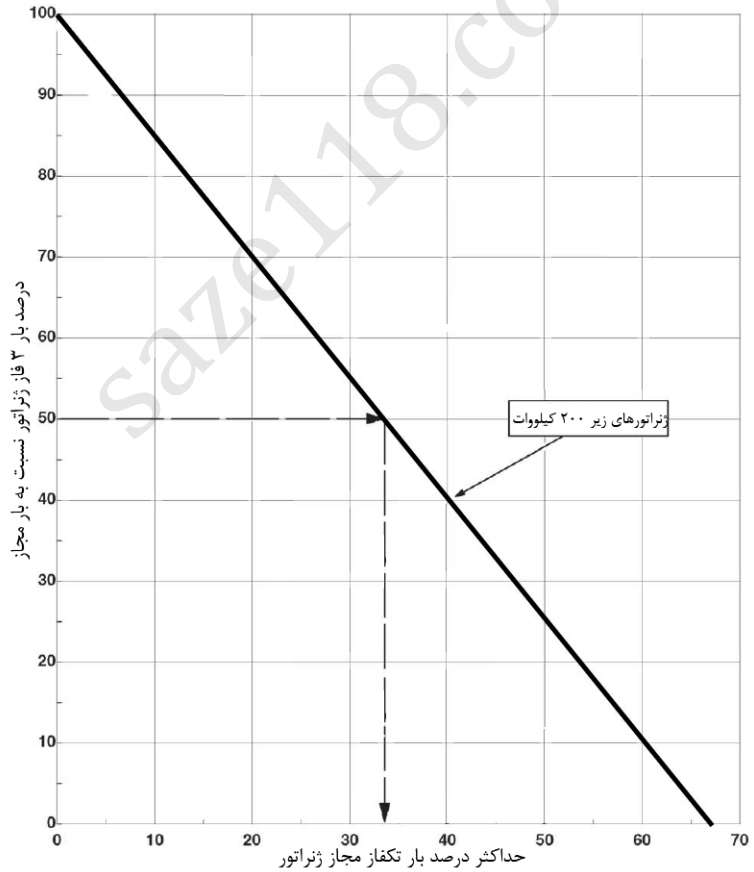
در محاسبات اتصال کوتاه به راکتانس فوق گذرای ژنراتور نیاز داریم که میتوان از جدول زیر برای محاسبه آن استفاده نمود. مقادیر دقیق تر با مراجعه به مشخصات فنی سازنده بدست می آید.

		ژنراتور قطب صاف (توربوژنراتور)	ژنراتور قطب برجسته با سیم پیچی میرائی		ژنراتور قطب برجسته بدون سیم پیچی میرائی	
			۲p>۱۶	۲p<۱۶	۲p>۱۶	۲p<۱۶
راکتانس فوق گذرا X''d (%)	مقدار متوسط	۱۲	۱۸	۲۰	۲۵	۳۰
	محدوده	۹-۱۵	۱۴-۲۳	۱۵-۲۵	۲۲-۳۵	۲۵-۴۰

عدم توازن در بار متصله به ژنراتور

میزان بار تکفازی که یک ژنراتور ۳ فاز میتواند تغذیه کند، مقدار محدودی است. بدین معنا که ژنراتوری فرضا ۱۲۵ کیلوولت آمپری اگر ۶۰ kVA بار سه فاز داشته باشد، نمیتوان انتظار داشت که بتواند بقیه قدرت خود را به تامین بارهای غیر متعادل بپردازد.

سازندگان معتبر منحنی هائی ارائه می دهند که میزان بار تکفاز قابل تحمل برای ژنراتور را مشخص می کند.



مطابق منحنی فوق اگر میزان بار ۳ فاز ژنراتور ۵۰ درصد کل بار مجاز ژنراتور را تشکیل دهد، با انتقال به منحنی این ژنراتور حداکثر ۳۴ درصد بار روی یک فاز را تحمل می کند.

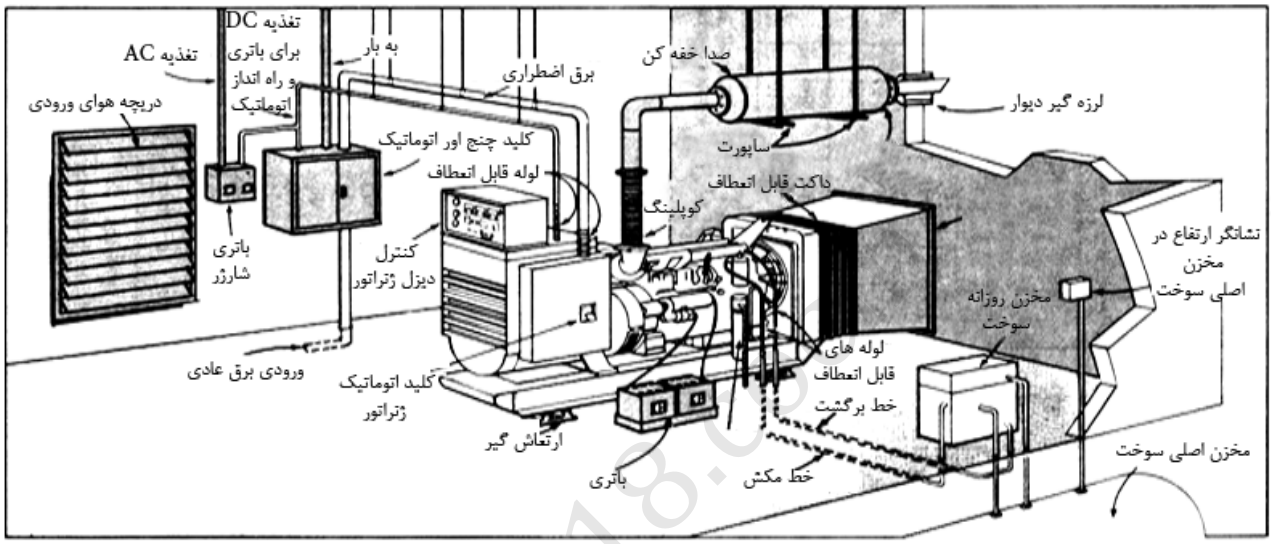
تاثیر ضریب قدرت بار

دیزل ژنراتورها برای ضریب قدرت ۰/۸ طراحی شده اند. به هنگام راه اندازی الکتروموتورها برای مدت زمان کوتاه میتوانند ضریب قدرتهای کم را تحمل کنند. در ضریب قدرتهای بالا تر از ۰/۸ نیز ژنراتور مشکل پیدا میکند و اگر از مقداری بیشتر شود ژنراتور بنحو غیر قابل کنترلی اضافه ولتاژ پیدا میکند و به خود و بارهای متصل به آن صدمه وارد مینماید.

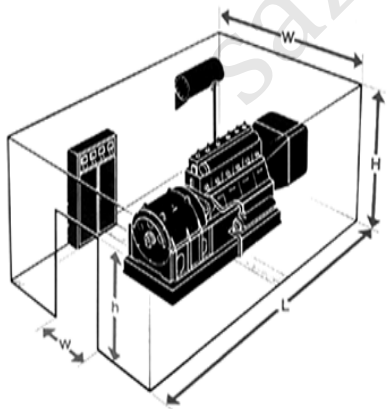
مهمترین عوامل ضریب قدرت بالا، خازنهای اصلاح ضریب قدرت و یو پی اس هائی هستند که در بار کم کار می کنند.

ابعاد اتاق دیزل ژنراتور

جانمائی یک اتاق دیزل ژنراتور نمونه دیده میشود.



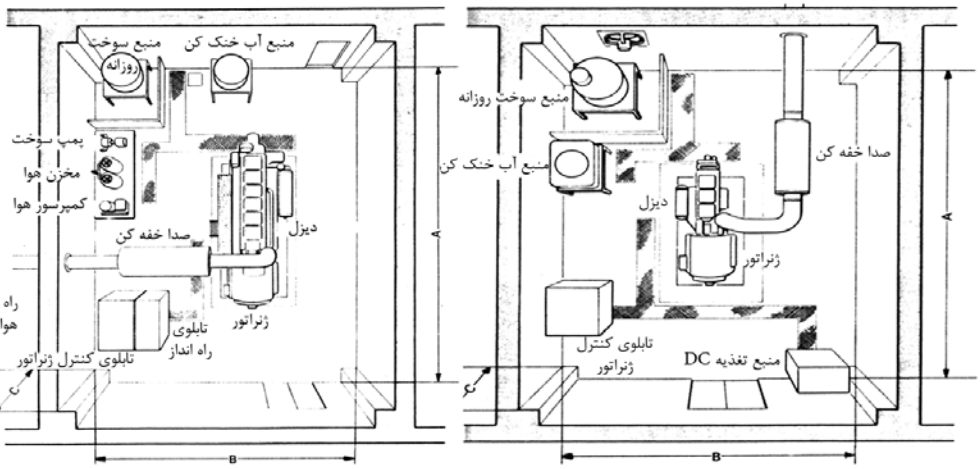
بعضی از سازندگان دیزل ژنراتور برای ابعاد اتاق دیزل ژنراتور مقادیری را پیشنهاد نموده اند که ۲ نمونه آن مشاهده میشود.



قدرت دیزل ژنراتور	20 تا 60 kVA	100 تا 200 kVA	250 تا 550 kVA	650 تا 1500 kVA
L	5.0 m	6.0 m	7.0 m	10.0 m
W	4.0 m	4.5 m	5.0 m	5.0 m
H	3.0 m	3.5 m	4.0 m	4.0 m
w	1.5 m	1.5 m	2.2 m	2.2 m
h	2.0 m	2.0 m	2.0 m	2.0 m

SAZE118.COM

توان خروجی ژنراتور (kVA)	سرعت (r.p.m.)	A (m)	B (m)	C (m)	(m²)	
50/60	1,500 ~ 1,800	5.5	3.5	4	19.25	راه اندازی برقی
75/85	1,500 ~ 1,800	5.5	4	4	22	
100/120	1,500 ~ 1,800	6	4.5	4	27	
125/145	1,500 ~ 1,800	6	5	4	30	
175/200	1,500 ~ 1,800	6	5.5	4	33	
250/280	1,500 ~ 1,800	7	5.5	4	38.5	
300	1,500 ~ 1,800	7.5	5.5	4.5	41.25	
375	1,500 ~ 1,800	8	6	4.5	48	
500	900 ~ 1,200	8	6.5	4.5	52	
625	900 ~ 1,200	8.5	7	4.5	59.5	
750	900 ~ 1,200	9	7	5	63	
1,000	900 ~ 1,200	10	7.5	5	75	
1,250	900 ~ 1,200	10.5	8	5	84	
1,500	750 ~ 900	11	8	5	88	راه اندازی با هوای فشرده
2,000	720 ~ 750	12	8.5	5	102	
2,500	650 ~ 750	12	8.5	6	102	
3,125	600 ~ 750	14	9	6	126	
3,750	600 ~ 750	14	10	6	140	
5,000	600	14	10	6	140	
6,250	600	18	12	6	216	
7,500	600	18	12	6	216	



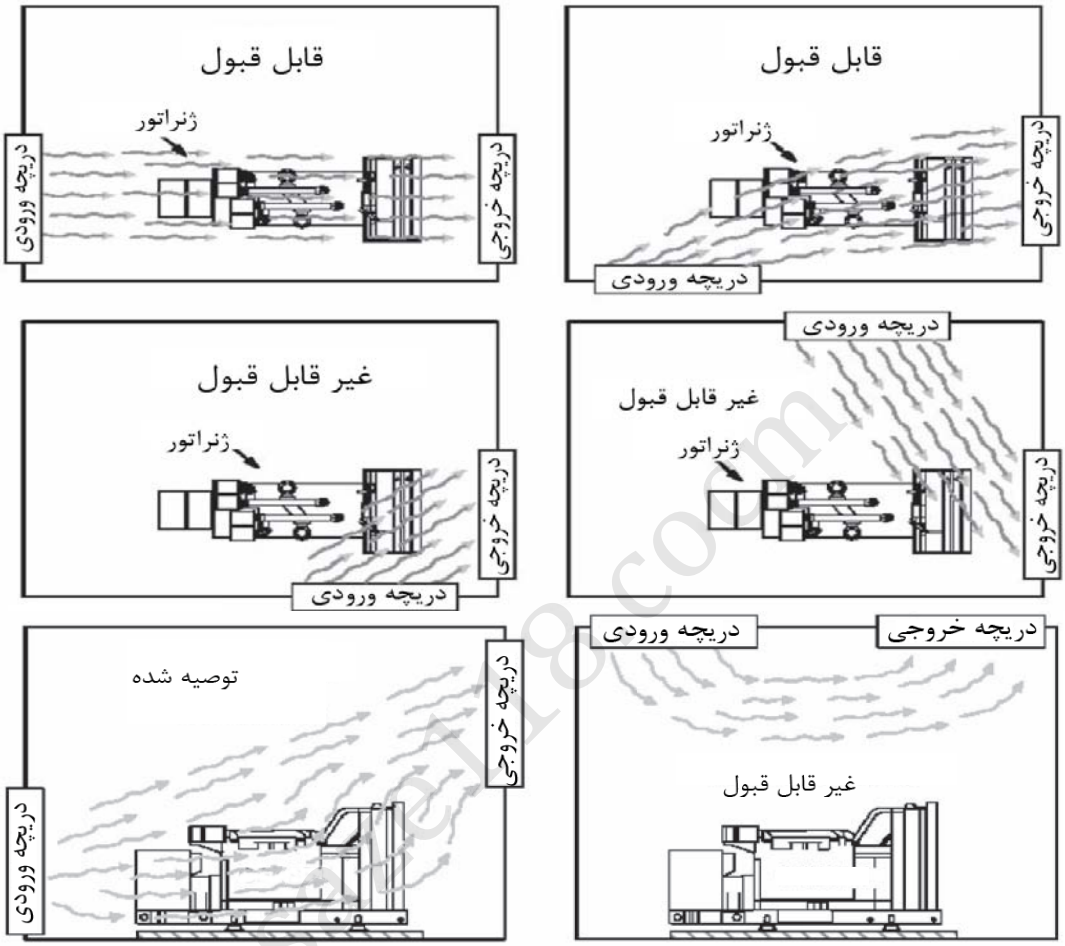
مطمئن ترین راه اطلاع از ابعاد واقعی دیزل ژنراتور و احتساب مقادیر معقول فضای سرویس در اطراف آن است. در صورتی که به این مقادیر دسترسی نباشد میتوان از جدول ذیل استفاده نمود. بهتر است برای هر قدرت بدترین حالت (بزرگترین ابعاد) را در نظر گرفت. نام سازندگان دیزل و ژنراتور از جدول حذف شده است.

Generator	Diesel	Standby (kW)	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)	Generator	Diesel	Standby (kW)	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
		۴.۴	۷۶۰	۴۸۰	۶۰۰			۲۱۵	۳۲۵۱	۱۲۳۰	۱۷۱۷
		۵.۵	۹۲۰	۸۰۰	۸۲۰			۲۲۰	۲۷۰۰	۱۲۹۰	۱۴۶۰
		۷.۷	۱۰۱۰	۶۰۰	۸۹۳			۲۲۰	۳۶۰۰	۱۱۰۰	۱۶۵۰
		۱۰.۳	۱۰۱۰	۶۰۰	۸۹۳			۲۲۰.۸	۳۱۰۰	۱۰۰۰	۱۴۰۰
		۱۱.۶	۱۰۰۰	۵۰۰	۷۵۰			۲۲۲.۴	۳۳۵۰	۱۱۶۰	۲۵۵۰
		۱۵.۲	۱۱۳۵	۶۰۰	۸۹۳			۲۲۴	۳۶۶۰	۱۰۹۰	۱۷۰۰
		۱۸	۱۲۰۰	۵۰۰	۷۵۰			۲۴۲	۳۰۷۵	۱۰۱۵	۱۸۳۰
		۲۰	۱۶۲۵	۷۸۵	۱۵۶۰			۲۴۲	۳۶۹۰	۱۱۳۰	۱۸۸۶
		۲۱	۱۷۵۰	۸۸۰	۱۲۷۵			۲۴۳	۲۹۰۰	۹۰۰	۱۶۴۰
		۲۱.۶	۱۴۵۰	۹۶۰	۱۳۲۰			۲۴۸	۴۴۵۰	۱۶۰۰	۲۱۵۰
		۲۴	۱۵۷۰	۶۹۰	۱۳۲۰			۲۵۰	۳۷۹۵	۱۲۳۰	۱۹۰۸
		۲۸	۱۶۲۵	۷۸۵	۱۵۶۰			۲۵۳.۶	۳۱۷۰	۱۱۹۰	۱۹۶۰
		۲۸.۸	۱۸۹۰	۹۷۰	۱۵۰۰			۲۵۵	۳۴۰۰	۱۰۰۰	۱۸۸۰
		۳۰	۱۸۷۵	۸۸۰	۱۲۷۵			۲۵۶.۸	۳۱۷۰	۱۱۹۰	۱۹۶۰
		۳۲	۱۸۰۰	۸۰۰	۱۲۶۰			۲۶۲.۴	۳۸۱۰	۱۰۹۰	۱۷۰۰
		۳۳	۱۸۷۵	۷۸۵	۱۵۶۰			۲۶۴	۲۸۸۰	۱۲۹۰	۱۴۶۰
		۳۳.۶	۱۶۶۰	۹۶۰	۱۳۷۰			۲۶۴	۳۶۰۰	۱۱۰۰	۱۶۵۰
		۳۵	۱۸۰۰	۷۸۵	۱۵۶۰			۲۶۷	۳۵۵۰	۱۱۶۲	۱۶۸۶
		۳۸	۱۸۷۵	۸۸۰	۱۴۵۰			۲۶۷	۳۷۹۰	۱۱۳۰	۱۹۹۰
		۴۰	۱۸۹۰	۹۷۰	۱۶۱۰			۲۶۸	۳۰۷۵	۱۰۱۵	۱۸۳۰
		۴۱	۲۱۰۰	۷۸۵	۱۵۶۰			۲۷۰	۲۹۰۰	۹۰۰	۱۶۴۰
		۴۴	۲۱۰۰	۸۰۰	۱۲۵۰			۲۷۲	۴۴۰۰	۱۹۰۰	۲۰۵۰
		۴۴.۸	۱۵۰۰	۷۰۰	۱۲۱۰			۲۷۷	۳۴۵۰	۱۰۰۰	۱۸۸۰
		۴۶.۴	۱۶۶۰	۹۶۰	۱۴۵۰			۲۸۰	۳۱۷۱	۱۲۲۰	۱۶۶۴
		۴۸	۱۸۵۰	۷۸۵	۱۵۶۰			۲۸۰	۴۰۰۰	۱۵۰۰	۱۹۰۰
		۵۰	۲۴۰۰	۷۹۷	۱۳۳۲			۲۸۲	۳۵۵۰	۱۱۶۲	۱۶۸۶
		۵۳	۲۱۶۰	۷۸۵	۱۵۶۰			۲۸۴	۳۷۹۰	۱۱۳۰	۱۸۸۶
		۵۴.۴	۲۱۶۰	۷۹۰	۱۲۹۰			۲۸۶	۳۰۰۰	۱۱۰۰	۱۷۸۰
		۵۶.۸	۲۳۶۰	۸۹۰	۱۵۰۰			۲۸۷.۲	۳۱۷۰	۱۱۹۰	۱۹۶۰
		۶۰	۲۴۰۰	۸۴۰	۱۳۵۷			۲۸۸	۴۰۰۰	۱۶۰۰	۲۱۰۰
		۶۶.۴	۲۴۳۰	۸۱۰	۱۳۷۰			۲۹۴.۴	۳۴۰۰	۱۸۰۰	۱۷۰۰
		۷۰	۲۲۶۰	۸۸۵	۱۵۶۰			۲۹۶	۳۵۶۰	۱۴۵۰	۲۲۹۰

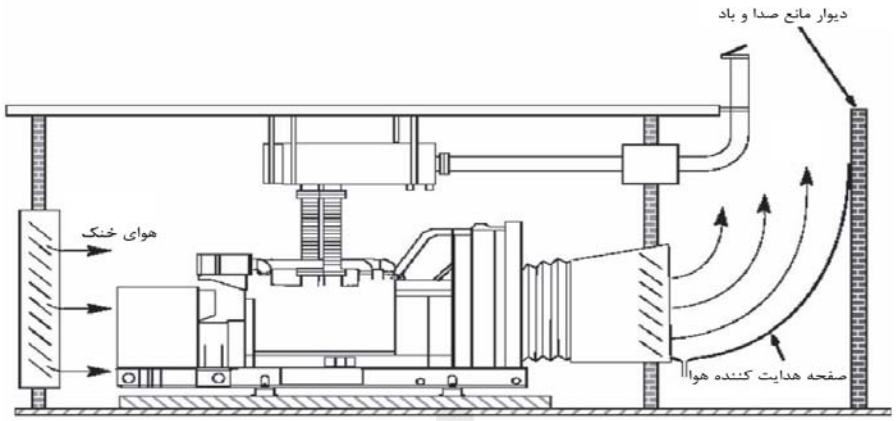
SAZE118.COM

۱۹۰۸	۱۲۸۶	۳۷۹۵	۳۰۰			۱۴۰۰	۸۰۰	۱۹۶۰	۷۰.۹		
۲۱۶۰	۱۵۰۰	۳۳۴۰	۳۰۲.۴			۱۲۸۰	۸۰۰	۲۳۵۰	۷۲		
۱۴۶۰	۱۲۹۰	۳۳۰۰	۳۰۸			۱۷۸۰	۹۰۰	۲۸۰۰	۷۵		
۱۸۸۶	۱۱۳۰	۳۱۴۵	۳۰۸			۱۳۷۰	۸۴۰	۲۳۹۰	۷۷.۶		
۱۹۳۰	۱۵۲۰	۴۲۲۰	۳۱۲			۱۳۸۷	۸۴۰	۲۴۰۰	۸۰		
۱۷۰۰	۱۸۰۰	۳۴۰۰	۳۱۲			۱۶۴۰	۹۰۰	۲۴۲۴	۸۲		
۱۷۰۰	۱۲۰۰	۳۸۰۰	۳۱۲			۱۶۴۰	۹۷۰	۲۰۸۰	۸۴		
۱۸۳۰	۱۰۰۰	۳۵۰۰	۳۱۵			۱۲۵۰	۹۲۰	۲۵۰۰	۸۸		
۱۶۸۶	۱۱۶۲	۳۵۵۰	۳۱۵			۱۴۰۰	۷۰۰	۲۰۰۰	۸۸.۸		
۱۷۸۰	۱۱۰۰	۳۰۰۰	۳۱۸			۱۷۸۰	۹۰۰	۲۸۰۰	۹۱		
۱۹۹۰	۱۱۳۰	۳۷۹۰	۳۱۹			۱۴۲۰	۸۴۰	۲۷۴۰	۹۲.۸		
۲۱۰۰	۱۵۰۰	۴۰۰۰	۳۲۰			۱۹۱۰	۱۲۰۰	۳۹۳۰	۹۶		
۱۸۳۰	۱۱۵۰	۳۳۷۵	۳۲۶			۱۴۴۶	۸۵۰	۲۹۱۸	۱۰۰		
۱۹۰۸	۱۴۸۳	۳۷۹۵	۳۳۰			۱۶۴۰	۹۰۰	۲۴۲۴	۱۰۳		
۱۹۵۰	۱۲۵۰	۳۷۰۰	۳۳۰			۱۶۴۰	۱۰۱۰	۲۳۰۰	۱۰۸		
۱۷۸۰	۱۱۰۰	۳۰۸۰	۳۳۴			۱۴۰۰	۱۰۰۰	۳۱۰۰	۱۰۸.۸		
۲۱۶۰	۱۶۲۰	۴۱۱۰	۳۴۳.۲			۱۷۴۰	۹۷۶	۳۰۷۰	۱۱۰		
۱۷۸۰	۱۱۰۰	۳۰۸۰	۳۴۶			۱۵۲۰	۹۶۰	۲۵۵۰	۱۱۴		
۲۲۰۰	۱۵۰۰	۴۰۰۰	۳۵۰			۱۷۳۰	۹۴۴	۲۸۲۰	۱۱۷		
۱۷۰۰	۱۵۰۰	۳۳۰۰	۳۵۲			۱۶۴۰	۷۸۵	۲۴۰۰	۱۱۹		
۲۱۶۰	۱۵۰۰	۳۳۴۰	۳۵۸.۴			۱۴۷۰	۱۰۱۰	۲۷۸۰	۱۲۳		
۲۰۵۰	۱۲۷۰	۳۶۰۰	۳۶۱			۱۶۴۰	۹۰۰	۲۶۵۰	۱۲۶		
۲۰۳۹	۱۳۳۴	۳۲۵۵	۳۶۳			۱۹۰۰	۱۰۰۲	۳۰۷۰	۱۳۲		
۲۱۵۰	۱۶۰۰	۴۴۵۰	۳۷۲			۱۵۰۰	۱۱۲۰	۳۱۰۰	۱۳۵.۲		
۱۹۱۵	۱۵۱۵	۳۰۵۸	۳۹۰			۱۵۵۰	۱۱۰۰	۲۸۰۰	۱۴۰		
۱۹۵۰	۱۲۵۰	۳۷۰۰	۳۹۲			۱۷۳۰	۹۴۴	۲۸۲۰	۱۴۲		
۱۸۵۰	۱۲۴۵	۳۶۵۰	۳۹۳			۱۶۴۰	۹۰۰	۲۶۵۰	۱۴۴		
۲۲۱۰	۱۴۸۳	۳۷۹۵	۳۹۵			۱۶۴۰	۹۰۰	۲۹۰۰	۱۴۶		
۱۹۳۰	۱۵۸۰	۳۳۰۰	۳۹۶			۱۶۴۰	۱۰۱۰	۲۳۷۰	۱۴۸		
۲۱۶۰	۱۵۰۰	۳۳۴۰	۴۰۰.۸			۱۸۸۰	۱۰۰۰	۳۲۵۰	۱۵۰		
۲۱۰۰	۲۰۰۰	۴۶۵۰	۴۲۰			۱۳۲۰	۱۰۹۰	۲۶۵۰	۱۵۴		
۲۲۰۰	۱۵۰۰	۴۳۰۰	۴۲۴			۱۷۳۰	۹۴۴	۲۸۲۰	۱۵۸		
۲۰۵۰	۱۸۰۰	۳۷۵۰	۴۳۰.۴			۱۶۴۰	۹۷۶	۳۰۹۰	۱۵۹		
۱۹۳۰	۱۵۸۰	۳۷۰۰	۴۴۰			۱۵۵۰	۱۲۰۰	۲۸۰۰	۱۶۰		
۲۲۰۵	۱۵۵۰	۳۷۶۰	۴۴۴			۱۶۳۰	۱۰۲۰	۳۶۰۰	۱۶۲.۴		
۲۷۲۰	۱۸۹۰	۴۶۵۰	۴۴۸.۸			۱۵۶۰	۱۱۲۰	۳۳۳۰	۱۶۴.۸		
۲۱۰۰	۱۴۵۰	۴۴۰۰	۴۶۲			۱۷۸۰	۹۰۰	۲۷۰۰	۱۶۷		
۲۲۷۵	۱۴۵۰	۴۳۶۰	۴۶۶			۱۵۲۰	۱۲۰۰	۲۸۰۰	۱۷۴.۴		
۱۹۳۰	۱۵۸۰	۳۷۰۰	۴۸۸			۱۷۱۷	۱۰۰۱	۳۳۱۲	۱۷۵		
۲۲۰۰	۱۵۰۰	۴۳۰۰	۵۰۰			۱۴۷۰	۱۰۹۰	۲۸۴۰	۱۷۶		
۲۳۰۵	۱۵۵۰	۳۷۶۰	۵۰۴			۱۴۰۰	۱۰۰۰	۳۱۰۰	۱۸۱.۶		
۲۲۶۰	۱۳۲۰	۳۹۵۰	۵۰۶			۱۹۰۰	۱۵۰۰	۴۰۰۰	۱۸۴		
۱۷۰۵	۱۵۲۰	۳۷۸۴	۵۱۰			۱۹۶۰	۱۱۹۰	۳۰۴۰	۱۸۴.۸		
۲۵۰۰	۱۸۰۰	۴۳۰۰	۵۱۲			۱۶۴۰	۹۷۶	۳۰۹۰	۱۸۵		
۲۰۳۰	۱۷۰۰	۳۹۳۰	۵۱۲.۸			۱۷۸۰	۹۰۰	۲۷۰۰	۱۸۸		
۲۷۲۰	۱۸۸۰	۴۶۲۰	۵۲۴			۱۶۴۰	۹۰۰	۲۹۰۰	۱۹۰		
۲۷۳۰	۲۸۵۰	۶۷۰۰	۵۲۸			۱۶۵۰	۱۱۰۰	۳۵۰۰	۱۹۴		
۲۳۰۰	۱۸۰۰	۴۲۰۰	۵۳۲			۲۱۰۰	۱۶۰۰	۴۰۰۰	۱۹۶		
۲۲۶۰	۱۳۲۰	۳۹۵۰	۵۵۴			۱۷۱۷	۱۰۰۱	۳۳۱۲	۲۰۰		
۲۰۰۰	۱۹۰۰	۴۷۰۰	۵۶۰			۱۵۵۰	۱۲۰۰	۲۸۰۰	۲۰۰		
۲۱۰۰	۱۴۵۰	۴۴۰۰	۵۶۳			۱۸۸۰	۱۰۰۰	۳۳۰۰	۲۰۰		
۲۴۱۰	۱۸۳۰	۴۱۶۰	۵۷۸.۴			۱۶۴۰	۹۷۶	۳۰۹۰	۲۰۲		
۲۷۲۰	۱۸۸۰	۴۶۲۰	۵۸۰.۸			۱۶۸۶	۱۱۶۲	۳۵۵۰	۲۰۵		
۲۵۲۰	۱۹۰۰	۴۹۰۰	۵۸۴			۱۸۳۰	۹۰۰	۲۸۷۵	۲۰۵		
۲۳۰۵	۱۵۵۰	۳۷۶۰	۵۸۶			۱۹۶۰	۱۱۹۰	۳۰۴۰	۲۰۵.۶		
۲۳۰۰	۱۸۰۰	۴۵۰۰	۶۰۰			۱۹۱۰	۱۴۵۰	۳۳۸۰	۲۱۱.۲		
۲۴۱۰	۱۸۳۰	۴۱۶۰	۶۰۶.۴			۱۴۰۰	۱۰۰۰	۳۱۰۰	۲۱۲		
۱۷۰۵	۱۵۲۷	۳۷۳۰	۶۲۰			۱۷۱۷	۱۲۳۰	۳۲۵۱	۲۱۵		

نکته ای که در انتخاب محل اتاق دیزل ژنراتور باید به آن توجه نمود، تامین هوای تازه و همینطور دفع گرمای حاصل از کار دیزل ژنراتور است.



امکان ارتباط رادیاتور دیزل نیز با هوای آزاد باید فراهم شود. در صورتی که به منظور کاهش صدای دیزل و همینطور جلوگیری از باد، دیواری در جلوی اتاق ایجاد شود، حداقل فاصله آن با دیوار باید به اندازه ارتفاع دریچه هوای خروجی روی دیوار باشد. اگر این فاصله ۳ برابر میزان فوق در نظر گرفته شود نتیجه بهتری حاصل می گردد.



در مواردی که دیزل ژنراتور در طبقات زیرزمین نصب میشود، توجه به دفع هوای گرم رادیاتور بسیار ضروری است.

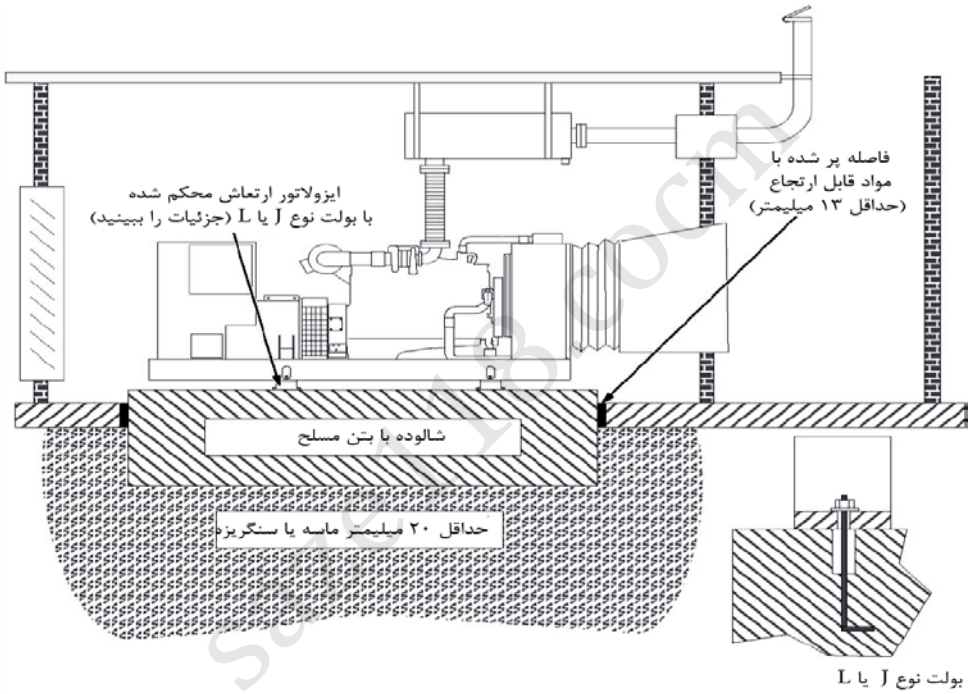
SAZE118.COM

در صورت نصب دیزل ژنراتور در بام علاوه بر ملاحظه صدای ناشی از آن، باید به تقویت سازه به منظور تحمل بار استاتیکی و دینامیکی ناشی از حرکت آن توجه نمود. نکته ای که معمولا در نصب روی بام به آن توجه نمیشود، امکانات انتقال سوخت به ارتفاع است.

مبحث ۱۳ مقررات ملی ساختمان در مورد نیروگاههای برق اضطراری ملاحظاتی دارد که به آنها اشاره میشود :

- فونداسیون دیزلها مستقل از پی ساختمان و مجهز به لرزه گیرهای مناسب باشد.
- صدا خفه کن مناسب با محل نصب انتخاب شود.
- دودکش یا دودکشهای نیروگاه باید از لبه بام ساختمان محل استقرار آن بلندتر باشد.
- جرثقیل سرویس در نظر گرفته شود.

نمونه ای از شالوده



SAZE118.COM

روشنائی داخلی

منابع زیادی به زبان فارسی در مبحث روشنائی وجود دارد، که عمدتا روشهای مبتنی بر استاندارد مهندسان روشنائی آمریکا (IES) را بررسی کرده اند. در این قسمت سعی شده است که روش شار متوسط نوری در استاندارد EN-۱۲۴۶۴-۱ که از سال ۲۰۰۳ جایگزین DIN ۵۰۳۵ شده است، توضیح داده شود.

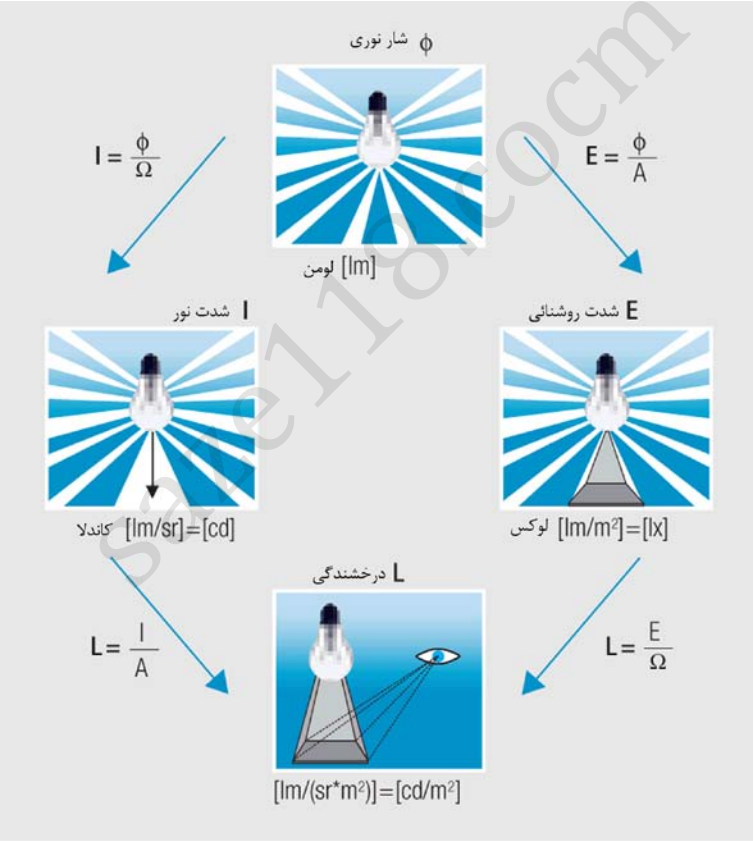
کمیت های روشنائی

شار نوری (Luminous Flux) میزان نوری است که توسط یک منبع نور ساطع میشود. با لومن اندازه گیری میشود.

شدت نور (Luminous Intensity) میزان نوری است که در یک جهت خاص پراکنده میشود. واحد آن لومن بر استرادیان (واحد زاویه فضائی) است. ۱ لومن بر استرادیان، ۱ کاندلا هم خوانده میشود.

شدت روشنائی (Illuminance) مقدار شار نوری که به واحد سطح می رسد. واحد آن لومن بر مترمربع یا لوکس است.

درخشندگی (Luminance) اگر دو منبع نورانی که شار نوری برابر ولی اندازه متفاوت داشته باشند منبعی که کوچکتر است درخشنده تر به نظر میرسد. واحد آن کاندلا بر مترمربع است.



مراحل طراحی روشنائی فضای داخلی به شرح زیر است :

۱) انتخاب شدت روشنائی
۲) انتخاب لامپ
۳) انتخاب نوع چراغ
۴) محاسبه تعداد چراغ بر اساس روش شار متوسط نوری

انتخاب شدت روشنائی بر اساس استاندارد EN-12464-1

SAZE118.COM

شدتهای روشنائی اماکن مسکونی و عمومی در این استاندارد به قرار زیر است :

مکان	شدت روشنائی	شاخص وضوح رنگ
ساختمان اداری		
اتاق اداری	۵۰۰	۸۰
سالن اجتماعات	۵۰۰	۸۰
اتاق بایگانی	۳۰۰	۸۰
ساختمان تجاری		
قسمت فروش	۳۰۰	۸۰
بسته بندی و صندوق	۵۰۰	۸۰
اماکن عمومی		
آشپزخانه	۵۰۰	۸۰
سلف سرویس	۲۰۰	۸۰
سالن کنفرانس	۵۰۰	۸۰
راهروها	۱۰۰	۸۰
سالن نمایشگاه	۳۰۰	۸۰
کتابخانه (قفسه)	۲۰۰	۸۰
کتابخانه (محل قرائت)	۵۰۰	۸۰
پارکینگ (رمپ در روز)	۳۰۰	۲۰
پارکینگ (رمپ در شب)	۷۵	۲۰
پارکینگ (محل عبور و مرور)	۷۵	۲۰
پارکینگ (محل توقف خودرو)	۷۵	۲۰
سالن ورود و خروج فرودگاه	۲۰۰	۸۰
اتاق بار فرودگاه	۲۰۰	۸۰
اماکن آموزشی		
اتاق بازی	۳۰۰	۸۰
کلاس درس	۳۰۰	۸۰
سالن سخنرانی	۵۰۰	۸۰
آزمایشگاه و کارگاه	۵۰۰	۸۰
اتاق کامپیوتر	۳۰۰	۸۰
اتاق معلمین	۳۰۰	۸۰
غذاخوری	۲۰۰	۸۰
راهرو	۲۰۰	۸۰
نیروگاه		
دیگخانه	۱۰۰	۴۰

SAZE118.COM

پمپخانه	۲۰۰	۶۰
اتاق فرمان	۵۰۰	۸۰

انتخاب لامپ

پس از انتخاب درجه وضوح رنگ مکان مورد نظر میتوان لامپ مورد نظر را انتخاب نمود. درجه وضوح رنگ که در جدول بالا مورد استناد قرار گرفته است در محیطهای مختلف به قرار زیر است:

درجه وضوح رنگ	شاخص وضوح بر اساس CIE	کیفیت
۱A	Ra>۹۰	عالی
۱B	۸۰<Ra<۹۰	خیلی خوب
۲A	۷۰<Ra<۸۰	خوب
۲B	۶۰<Ra<۷۰	قابل قبول
۳	۴۰<Ra<۶۰	کافی
۴	۲۰<Ra<۴۰	پائین

عامل دیگر موثر در انتخاب لامپ بازدهی نوری آن است. در جدول ۳ این دو مورد درباره معمول ترین لامپها فهرست شده اند.

درجه حرارت رنگ از موضوعاتی است که باید در انتخاب لامپ به آن توجه شود. اصطلاحاتی مانند آفتابی یا مهتابی در صنعت روشنائی تعاریف دقیق تری دارند. وقتی جسمی شروع به ساطع کردن نور می کند، ابتدا رنگ قرمز، سپس زرد و با افزایش حرارت نور آبی تولید می کند. دمای رنگ با کلوین اندازه گیری می شود.

نور سفیدی که لامپهای التهابی تولید می کنند و به آفتابی معروف است با درجه حرارت رنگ تا ۳۰۰۰ کلوین تعریف می گردد و نور Warm White نامیده میشود. لامپهائی با این نور در منازل، هتلها و محیطهائی که به هشیاری افراد نیازی ندارد کاربرد پیدا می کنند.

لامپهای هالوژن در همین رده و با دمای رنگ ۳۱۰۰ کلوین قرار می گیرند.

نورهای با دمای رنگ بالای ۶۰۰۰ کلوین Daylight یا مهتابی نامیده میشوند. در محیطهای صنعتی که هشیاری بالای کارگران مورد نیاز است از این لامپها استفاده میشود.

بین این دو دسته، لامپهای Cool Light با درجه حرارت تا ۴۰۰۰ کلوین قرار میگیرند که برای محیطهای اداری مناسب می باشد.

نوع چراغ

پس از تعیین لامپ می باید چراغ مناسب را انتخاب نمود. علاوه بر هماهنگی با نوع لامپ، ملاحظات معماری و اقتصادی در این انتخاب دخالت دارد. همچنین وجود گرد و غبار، رطوبت، گازهای اشتعالزا نیز در این مورد اثر می گذارند. عدم ایجاد خیرگی در تعیین نوع چراغ موثر است.

مقررات ملی در مورد درجه حفاظت چراغها ملاحظاتی دارد که خلاصه آن بدین شرح است:

در محیطهای نمناک مانند آشپزخانه های بزرگ، سردخانه و موتورخانه درجه حفاظت کلیه تجهیزات از جمله چراغها باید حداقل IP۴۴ باشد.

در محیطهای مرطوب مانند رختشویخانه و حمام درجه حفاظت کلیه تجهیزات از جمله چراغها باید حداقلIP۴۵ باشد.

روش شار متوسط نوری

هر لامپ روشنائی مشخصی را تولید می کند که با واحد شار نوری (لومن) اندازه گیری می شود. هنگامی که این لامپ درون چراغی قرار می گیرد، مقداری از این نور به واحد سطح مکان مورد نظر میرسد که از آن به شدت روشنائی یاد می کنند و با واحد لوکس اندازه گیری

SAZE118.COM

می شود. مطابق تعاریف فوق **سطح کار (مترمربع)/ (ضریب کاهش X شار لامپها (لومن)) = شدت روشنائی (لوکس)**

ضریب کاهش از عوامل مختلفی تاثیر می پذیرد:

۱- ضرایب انعکاس نور در اتاق

۲- نوع چراغ و مشخصه توزیع نور آن

۳- ضرایب نگهداری

دو عامل اول، ضریب بهره (Cu یا n)را نتیجه می دهند ، بنابراین

ضریب کاهش = ضریب نکهداری X ضریب بهره پس

سطح کار (مترمربع)/ (ضریب نکهداری X ضریب بهره X شار لامپها (لومن)) = شدت روشنائی (لوکس)

یا

شار نوری لامپها = (ضریب بهره برداری X ضریب نگهداری) /(مساحت سطح کار X شدت روشنائی)

نوع لامپ	توان (وات)	بازده (لومن بر وات)	عمر مفید (ساعت)
التهابی	۱۰۰۰-۳	۱۵-۱۰	۲۰۰۰-۱۰۰۰
تنگستن هالوژن	۵۰۰-۵	۲۵-۱۵	۴۰۰۰-۲۰۰۰
فلورسنت	۵۶-۴	۱۰۰-۵۰	۲۴۰۰۰-۷۵۰۰
کمپاکت	۴۰-۵	۸۰-۵۰	۲۰۰۰۰-۱۰۰۰۰
جیوه ای فشار زیاد	۱۰۰۰-۴۰	۵۵-۲۵	۲۴۰۰۰-۱۶۰۰۰
سدیم فشار زیاد	۱۰۰۰-۳۵	۱۴۰-۴۰	۲۴۰۰۰-۱۶۰۰۰
سدیم فشار کم	۱۸۰-۳۵	۱۸۵-۱۰۰	۱۸۰۰۰-۱۴۰۰۰
متال هالید	۲۰۰۰-۳۰	۱۱۵-۵۰	۲۰۰۰۰-۶۰۰۰
LED	۰/۱ – ۰/۰۵	۱۰۰-۵۰	۵۰۰۰۰-۲۵۰۰۰

نوع لامپ	کاربرد	مزایا	معایب
التهابی	مصارف خانگی، روشنائی تزئینی	• اتصال مستقیم به برق بدون نیاز به تجهیزات واسطه • قیمت مناسب • اندازه مناسب • روشن شدن آنی • تشخیص رنگ خوب	• بازده پائین نوری و مصرف برق بالا • تلف حرارتی بالا • عمر کوتاه
تنگستن هالوژن	روشنائی موضعی، روشنائی قوی	• اتصال مستقیم به برق بدون نیاز به تجهیزات واسطه	بازده نوری متوسط

		• روشن شدن آنی • تشخیص رنگ عالی	
فلورسنت	فروشگاهها، کارگاهها، ادارات	• بازده نوری بالا • تشخیص رنگ متوسط	• شدت روشنائی پائین یک عدد • حساس به درجه حرارتهای بالا یا پائین
کمپاکت	مصارف خانگی، ادارات، جایگزینی لامپهای التهابی	• بازده نوری خوب • تشخیص رنگ خوب	قیمت اولیه بالا در مقایسه با لامپهای التهابی
جیوه ای فشار زیاد	کارگاه ها، سالنها، آشیانه های هواپیما، کارخانجات	• بازده نوری خوب • تشخیص رنگ قابل قبول	تاخیر در روشن شدن و زمان زیاد برای خنک شدن پیش از روشنائی مجدد
سدیم فشار زیاد	روشنائی بیرونی سالنهای بزرگ	بازده نوری بسیارخوب	تاخیر در روشن شدن و زمان زیاد برای خنک شدن پیش از روشنائی مجدد
سدیم فشار کم	روشنائی بیرونی	• صرفه اقتصادی • قابلیت دید در هوای مه آلود	تاخیر در روشن شدن و زمان بسیار زیاد برای خنک شدن پیش از روشنائی مجدد
متال هالید	محوطه های بزرگ سالنهای با ارتفاع زیاد	• بازده نوری خوب • تشخیص رنگ خوب • عمر طولانی	تاخیر در روشن شدن و زمان زیاد برای خنک شدن پیش از روشنائی مجدد
LED	روشنائی بیرونی و داخلی	• قابلیت قطع و وصل بسیار زیاد • مصرف انرژی پائین • حرارت پائین	• کیفیت رنگ نا مناسب • درخشندگی کم یک عدد

ضرایب انعکاس

از جدول زیر برای تعیین ضرائب انعکاس سطوح اتاق میتوان استفاده نمود:

جنس سطح منعکس کننده	ضریب انعکاس
آجر قرمز	۰/۱۵ — ۰/۲۵
آجر زرد	۰/۳۵-۰/۴۰
دیوار با رنگ سفید	۰/۷۰-۰/۸۵
دیوار با رنگ زرد	۰/۵۰-۰/۷۰
دیوار با رنگ خاکستری یا قهوه ای	۰/۲۵-۰/۵۰
دیوار با رنگ قرمز	۰/۳۰-۰/۵۰
سرامیک سفید	۰/۶۰-۰/۷۵
آلومینیوم آنودایز شده	۰/۸۵-۰/۹۰
آلومینیوم مات	۰/۵۵-۰/۶۰
پانلهای چوبی	۰/۴۰-۰/۵۰
بتون	۰/۳۰-۰/۵۰

SAZE118.COM

شیشه	۰/۱۰-۰/۰۵
آینه	۰/۹۴-۰/۹۰
فولاد براق	۰/۶۰-۰/۵۰

ابعاد اتاق

برای دخالت ابعاد اتاق در محاسبات روشنائی از شاخص فضا کمک می گیریم. تعریف آن در استاندارد اروپائی به قرار زیر است.

((طول + عرض) X ارتفاع) / (طول Xعرض)= شاخص فضا . میزان ارتفاع فاصله چراغ تا سطح کار است.

در مورد چراغهائی با نور غیر مستقیم این تعریف متفاوت است:

((طول + عرض) X ارتفاع) / (طول Xعرض X ۱/۵)= شاخص فضا

ارتفاع سطح کار (میز کار) حدود ۸۵ سانتیمتر. در پارکینگها ۲۰ سانتیمتر و در اماکن ورزشی ۱ متر در نظر گرفته میشود.

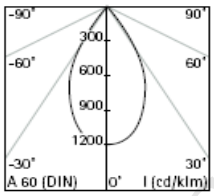
در ۲ اتاق با سطح کار یکسان با افزایش ارتفاع اتاق، میزان نوری که به سطح اتاق می رسد کاهش میابد، ولی میزان این کاهش در چراغهای با زاویه پخش پهن از چراغهای با زاویه پخش باریک کمتر است.

نوع چراغ

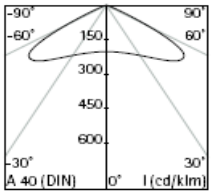
با توجه به زاویه پخش نور چراغ و نوع سطح منعکس کننده نور و پوشش آن، میزان شار نوری که به سطح کار میرسد متفاوت است. این میزان با ضریب بهره (η یا Coefficient of Utilization (Cu مشخص می شود.

تاثیر منحنی پخش نور در ۳ نوع چراغ با زاویه پخش نور پهن، باریک و نور غیر مستقیم در جداول زیر میتوان دید:

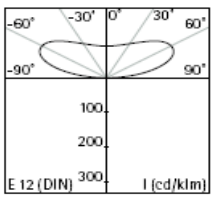
Qc,Qw,Qf به ترتیب ضرائب انعکاس کف، دیوار و سقف، k شاخص فضا و η ضریب بهره برداری است.



ηR	ϱc	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.20	0.00
	ϱw	0.70	0.50	0.50	0.20	0.20	0.50	0.20	0.20	0.00
	ϱF	0.50	0.20	0.10	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00
k										
0.60		1.04	0.86	0.84	0.81	0.80	0.84	0.80	0.80	0.78
1.00		1.17	0.95	0.92	0.90	0.88	0.91	0.88	0.87	0.85
1.25		1.26	1.06	0.98	0.98	0.95	0.97	0.95	0.94	0.92
1.50		1.30	1.04	1.00	1.00	0.97	0.99	0.97	0.96	0.94
2.00		1.35	1.07	1.02	1.04	1.00	1.01	0.99	0.98	0.97
2.50		1.38	1.09	1.03	1.06	1.02	1.02	1.01	0.99	0.97
3.00		1.41	1.11	1.05	1.08	1.03	1.03	1.02	1.00	0.99
4.00		1.43	1.11	1.05	1.09	1.03	1.03	1.02	1.00	0.98



ηR	ϱc	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.20	0.00
	ϱw	0.70	0.50	0.50	0.20	0.20	0.50	0.20	0.20	0.00
	ϱF	0.50	0.20	0.10	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00
k										
0.60		0.63	0.43	0.42	0.31	0.31	0.41	0.31	0.30	0.26
1.00		0.87	0.63	0.61	0.51	0.50	0.59	0.49	0.49	0.44
1.25		0.99	0.73	0.70	0.62	0.61	0.68	0.60	0.59	0.55
1.50		1.06	0.79	0.76	0.69	0.67	0.74	0.66	0.65	0.61
2.00		1.17	0.88	0.83	0.79	0.76	0.81	0.75	0.73	0.70
2.50		1.23	0.93	0.89	0.86	0.82	0.86	0.81	0.79	0.76
3.00		1.29	0.98	0.92	0.91	0.87	0.90	0.86	0.84	0.81
4.00		1.34	1.02	0.96	0.96	0.91	0.94	0.90	0.88	0.85



ηR	ϱc	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.20	0.00
	ϱw	0.70	0.50	0.50	0.20	0.20	0.50	0.20	0.20	0.00
	ϱF	0.50	0.20	0.10	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00
k'										
0.60		0.27	0.14	0.14	0.07	0.07	0.11	0.05	0.03	0
1.00		0.43	0.25	0.25	0.15	0.15	0.19	0.11	0.05	0
1.25		0.50	0.31	0.30	0.20	0.20	0.23	0.14	0.07	0
1.50		0.56	0.36	0.35	0.25	0.24	0.26	0.18	0.08	0
2.00		0.65	0.43	0.42	0.32	0.31	0.30	0.22	0.10	0
2.50		0.71	0.49	0.47	0.38	0.37	0.34	0.26	0.11	0
3.00		0.76	0.53	0.51	0.43	0.41	0.36	0.29	0.12	0
4.00		0.82	0.58	0.55	0.49	0.47	0.40	0.34	0.14	0

SAZE118.COM

برای محاسبات دقیق باید به جداول ارائه شده از سوی سازندگان مراجعه نمود. برای بعضی از چراغهای معمول این جداول آورده شده است .

ضریب انعکاس سقف	0.8				0.5				0.3	0.0
ضریب انعکاس دیوار	0.5		0.3		0.5		0.3		0.1	0.3	0.0
ضریب انعکاس کف	0.3	0.1	0.3	0.1	0.3	0.1	0.3	0.1	0.1	0.1	0.0
شاخص فضا	$\eta_{B'}$										
چراغ صنعتی با رفلکتور بزرگ (سدیمی) Large, NaV 400, f_1=1.42 $\frac{d}{h}$ (max) =0.5											
0.60	0.42	0.40	0.39	0.38	0.41	0.40	0.38	0.37	0.36	0.37	0.35
0.80	0.48	0.45	0.44	0.42	0.46	0.44	0.43	0.42	0.40	0.41	0.39
1.00	0.52	0.48	0.48	0.46	0.50	0.47	0.47	0.45	0.43	0.45	0.42
1.25	0.57	0.52	0.53	0.50	0.54	0.51	0.51	0.49	0.48	0.49	0.47
1.50	0.59	0.54	0.56	0.52	0.56	0.52	0.54	0.51	0.50	0.51	0.49
2.00	0.62	0.56	0.59	0.54	0.59	0.54	0.57	0.53	0.52	0.53	0.51
2.50	0.65	0.57	0.62	0.56	0.60	0.56	0.58	0.55	0.54	0.54	0.52
3.00	0.67	0.58	0.64	0.57	0.62	0.57	0.60	0.56	0.55	0.55	0.54
4.00	0.68	0.59	0.66	0.58	0.63	0.57	0.61	0.57	0.56	0.56	0.54
5.00	0.70	0.60	0.68	0.59	0.64	0.58	0.62	0.58	0.57	0.57	0.55
چراغ صنعتی با رفلکتور بزرگ(جیوه ای) HQL 400, f_1=1.00 HQI 400, f_1=1.01 $\frac{d}{h}$ (max) =0.7											
0.60	0.60	0.58	0.55	0.53	0.59	0.57	0.54	0.53	0.50	0.53	0.49
0.80	0.68	0.64	0.62	0.60	0.66	0.63	0.61	0.59	0.56	0.59	0.55
1.00	0.74	0.69	0.68	0.65	0.71	0.67	0.66	0.64	0.61	0.63	0.60
1.25	0.82	0.75	0.76	0.71	0.78	0.73	0.73	0.70	0.68	0.70	0.67
1.50	0.85	0.77	0.80	0.74	0.81	0.76	0.77	0.73	0.71	0.72	0.69
2.00	0.91	0.81	0.86	0.78	0.85	0.79	0.82	0.77	0.75	0.76	0.73
2.50	0.94	0.83	0.89	0.81	0.87	0.81	0.84	0.79	0.78	0.78	0.75
3.00	0.97	0.85	0.94	0.83	0.90	0.83	0.88	0.82	0.80	0.80	0.78
4.00	1.00	0.86	0.97	0.85	0.92	0.83	0.90	0.83	0.82	0.81	0.79
5.00	1.02	0.87	0.99	0.86	0.93	0.84	0.91	0.84	0.83	0.83	0.80
چراغ صنعتی با رفلکتور کوچک(جیوه ای و سدیم) (HQL 250, f_1=1.03) (NaV 250, f_1=1.00) (HQI 250, f_1=1.05) $\frac{d}{h}$ (max)=0.5											
0.60	0.62	0.59	0.58	0.56	0.60	0.58	0.57	0.56	0.54	0.55	0.53
0.80	0.67	0.62	0.62	0.60	0.64	0.61	0.61	0.59	0.57	0.59	0.56
1.00	0.71	0.66	0.67	0.64	0.69	0.65	0.65	0.63	0.61	0.62	0.60
1.25	0.77	0.70	0.73	0.68	0.73	0.69	0.70	0.67	0.66	0.67	0.64
1.50	0.79	0.72	0.76	0.70	0.75	0.71	0.73	0.69	0.68	0.68	0.66
2.00	0.83	0.75	0.80	0.73	0.78	0.73	0.76	0.72	0.70	0.71	0.69
2.50	0.86	0.76	0.82	0.74	0.80	0.74	0.78	0.73	0.72	0.72	0.70
3.00	0.88	0.77	0.85	0.76	0.82	0.75	0.80	0.74	0.74	0.74	0.71
4.00	0.90	0.78	0.88	0.77	0.83	0.76	0.81	0.75	0.74	0.74	0.72
5.00	0.92	0.79	0.90	0.78	0.84	0.76	0.83	0.76	0.76	0.75	0.73
فلورسنت لوردار با رفلکتور سفید روکا 2x40, f_1=1.02, f2=1.05 روکا 4x20, f_1=1.03 توکار 4x20, f_1=1.08 توکار 2x40, f_1=1.05, f2=1.05 $\frac{d}{h}$ (max)=1											
0.60	0.33	0.31	0.28	0.27	0.32	0.30	0.27	0.26	0.23	0.26	0.22
0.80	0.40	0.38	0.35	0.33	0.38	0.36	0.34	0.33	0.30	0.32	0.28
1.00	0.46	0.43	0.41	0.38	0.44	0.41	0.39	0.38	0.35	0.37	0.33
1.25	0.52	0.48	0.47	0.44	0.49	0.46	0.45	0.43	0.40	0.42	0.39
1.50	0.56	0.51	0.51	0.47	0.53	0.49	0.49	0.46	0.44	0.46	0.42
2.00	0.62	0.55	0.57	0.52	0.57	0.53	0.54	0.51	0.48	0.50	0.47
2.50	0.66	0.58	0.61	0.55	0.61	0.56	0.58	0.54	0.52	0.53	0.50
3.00	0.69	0.60	0.65	0.58	0.63	0.58	0.61	0.56	0.55	0.55	0.53
4.00	0.72	0.62	0.68	0.60	0.66	0.60	0.63	0.59	0.57	0.58	0.55
5.00	0.74	0.63	0.71	0.62	0.67	0.61	0.65	0.60	0.59	0.59	0.56
فلورسنت لوردار آنودایزشده توکار 2x40, f_1=1.00, f2=1.05 توکار 4x20, f_1=1.04 روکار 4x20, f_1=1.00 روکار 2x40, f_1=0.96, f2=1.05 $\frac{d}{h}$ (max)=0.9											
0.60	0.30	0.29	0.26	0.25	0.29	0.26	0.26	0.25	0.23	0.25	0.22
0.80	0.35	0.33	0.31	0.30	0.34	0.32	0.30	0.29	0.27	0.29	0.26
1.00	0.41	0.38	0.36	0.35	0.39	0.37	0.35	0.34	0.32	0.34	0.30
1.25	0.45	0.41	0.41	0.38	0.42	0.40	0.39	0.37	0.35	0.37	0.34
1.50	0.49	0.44	0.44	0.41	0.45	0.42	0.42	0.40	0.38	0.39	0.36
2.00	0.52	0.47	0.48	0.44	0.49	0.45	0.46	0.43	0.41	0.43	0.40
2.50	0.56	0.49	0.51	0.46	0.51	0.47	0.48	0.45	0.43	0.44	0.42
3.00	0.58	0.51	0.54	0.49	0.53	0.49	0.51	0.47	0.46	0.47	0.43
4.00	0.61	0.52	0.57	0.50	0.56	0.50	0.52	0.49	0.47	0.48	0.45
5.00	0.62	0.54	0.59	0.52	0.56	0.51	0.54	0.50	0.48	0.48	0.45

SAZE118.COM

فلورسنت ضد آب با حباب بیرنگ 2x36 W

ρ سقف	80				70	50		30	00
ρ دیوار	50		30		50	50	30	30	00
ρ کف	30	10	30	10	20	30	30	10	00
k شاخص فضا									
0.60	0.25	0.24	0.20	0.19	0.24	0.24	0.19	0.18	0.14
0.80	0.33	0.31	0.27	0.25	0.32	0.31	0.26	0.24	0.19
1.00	0.41	0.38	0.33	0.32	0.39	0.38	0.32	0.30	0.24
1.25	0.45	0.42	0.38	0.36	0.43	0.42	0.36	0.33	0.28
1.50	0.50	0.46	0.43	0.40	0.47	0.46	0.40	0.37	0.31
2.00	0.59	0.54	0.52	0.47	0.55	0.55	0.49	0.45	0.38
2.50	0.63	0.56	0.56	0.51	0.59	0.58	0.52	0.48	0.41
3.00	0.67	0.59	0.60	0.54	0.62	0.61	0.56	0.51	0.44
4.00	0.70	0.60	0.64	0.56	0.64	0.63	0.59	0.52	0.46
5.00	0.73	0.61	0.69	0.58	0.66	0.65	0.62	0.54	0.48

فلورسنت ضد آب با حباب سفید 2x36 W

0.60	0.17	0.17	0.14	0.13	0.17	0.17	0.13	0.12	0.10
0.80	0.23	0.22	0.19	0.18	0.22	0.22	0.18	0.16	0.13
1.00	0.28	0.27	0.23	0.22	0.27	0.27	0.22	0.21	0.17
1.25	0.32	0.29	0.26	0.25	0.30	0.30	0.25	0.23	0.19
1.50	0.35	0.32	0.30	0.27	0.33	0.32	0.28	0.26	0.21
2.00	0.42	0.37	0.36	0.33	0.39	0.38	0.34	0.31	0.26
2.50	0.44	0.39	0.39	0.35	0.41	0.40	0.36	0.33	0.28
3.00	0.47	0.41	0.42	0.37	0.43	0.42	0.38	0.35	0.30
4.00	0.49	0.41	0.45	0.38	0.44	0.44	0.41	0.36	0.31
5.00	0.50	0.42	0.47	0.40	0.45	0.45	0.43	0.37	0.32

لامپ تنگستن هالوژن ۱۲ ولت با رفلکتور زاویه پخش ۱۴-۱۲ درجه

	80		70			50		30		0
ρ	50		70	50	30	50	30	50	30	0
	30	10		20		10		10		0
k					ηa					
0.60	87	83	90	84	80	82	79	81	78	76
0.80	93	87	95	89	85	86	83	85	83	80
1.00	98	91	99	93	89	89	87	89	86	83
1.25	103	94	102	97	94	93	90	92	90	87
1.50	106	96	105	100	96	95	92	93	92	89
2.00	111	99	107	103	100	97	95	95	94	91
2.50	114	101	109	105	103	98	97	97	96	93
3.00	117	102	110	107	105	100	98	98	97	94
4.00	120	104	111	109	107	101	100	99	98	95
5.00	122	105	112	110	109	102	101	100	99	96

لامپ تنگستن هالوژن ۱۲ ولت با رفلکتور زاویه پخش ۳۸ درجه

	80		70			50		30		0
ρ	50		70	50	30	50	30	50	30	0
	30	10		20		10		10		0
k					ηa					
0.60	97	93	99	94	91	92	90	91	90	88
0.80	100	94	101	96	93	93	91	92	91	88
1.00	105	98	105	100	97	96	95	96	94	92
1.25	110	101	108	104	102	99	98	98	97	95
1.50	112	102	109	106	103	100	99	99	98	96
2.00	116	104	111	108	106	102	101	100	100	97
2.50	118	104	112	109	107	102	101	101	100	98
3.00	120	105	113	111	109	103	102	102	101	99
4.00	122	106	113	112	110	103	103	102	101	99
5.00	124	107	114	113	111	104	103	102	102	99

SAZE118.COM

فلورسنت رفلکتوری

1x58 f_1=1.00
1x36 f_1=1.00
2x36 f_1=1.00
2x58 f_1=1.00

ρ سقف		0.8				0.5		0.3	0.7
ρ دیوار		0.5		0.3		0.5	0.3	0.3	0.5
ρ کف		0.3	0.1	0.3	0.1	0.3	0.1	0.1	0.2
شاخص فضا k	0.6	38	36	30	29	36	29	28	36
	1.0	55	51	47	44	51	43	43	52
	1.5	68	62	61	57	64	55	55	64
	2.0	76	68	69	63	70	61	60	70
	3.0	86	75	80	72	79	70	69	78
	4.0	90	78	85	75	82	73	71	82
	5.0	93	80	89	77	85	75	74	84

حداکثر فاصله بین دو ردیف		
$E_{min}:E_m$ = 1 : 2	1 : 1,5	1 : 1,33
2,1 - 2,9 h	1,2 - 1,8 h	0,9 - 1,3 h

فلورسنت قاب ساده

1x58 f_1=1.00

ρ سقف		0,8				0,5		0,3	0,7
ρ دیوار		0,5		0,3		0,5	0,3	0,3	0,5
ρ کف		0,3	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	0,1	0,2
شاخص فضا k	0,6	35	34	27	26	30	23	21	33
	1,0	52	48	42	40	43	35	31	47
	1,5	66	60	56	52	54	45	41	59
	2,0	74	66	65	59	61	51	46	66
	3,0	85	75	77	69	70	60	54	75
	4,0	91	79	84	74	74	64	58	80
	5,0	95	82	89	77	78	68	61	83

حداکثر فاصله بین دو ردیف		
$E_{min}:E_m$ = 1 : 2	1 : 1,5	1 : 1,33
2,7 - 4,5 h	1,7 - 3,9 h	1,2 - 2,7 h

فلورسنت قاب ساده

2x58 f_1=1.00

ρ سقف		0,8				0,5		0,3	0,7
ρ دیوار		0,5		0,3		0,5	0,3	0,3	0,5
ρ کف		0,3	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	0,1	0,2
شاخص فضا k	0,6	36	34	27	27	30	23	20	33
	1,0	52	48	42	40	42	34	30	47
	1,5	65	59	56	52	53	44	39	58
	2,0	73	65	64	59	59	50	44	65
	3,0	84	73	77	68	67	58	51	73
	4,0	90	77	83	73	71	62	55	78
	5,0	94	80	88	76	74	65	58	81

حداکثر فاصله بین دو ردیف		
$E_{min}:E_m$ = 1 : 2	1 : 1,5	1 : 1,33
2,5 - 4,5 h	1,5 - 4,2 h	1,0 - 2,7 h

فلورسنت پریسماتیک

2x58 f_1=1.00

ρ سقف		0,8				0,5		0,3	0,7
ρ دیوار		0,5		0,3		0,5	0,3	0,3	0,5
ρ کف		0,3	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	0,1	0,2
شاخص فضا k	0,6	32	30	27	26	30	26	25	30
	1,0	44	40	38	36	41	36	35	41
	1,5	53	48	48	45	50	44	43	50
	2,0	58	52	53	49	54	48	47	53
	3,0	64	56	61	54	59	53	52	59
	4,0	67	58	64	56	61	54	53	61
	5,0	69	59	66	57	63	56	55	62

حداکثر فاصله بین دو ردیف		
$E_{min}:E_m$ = 1 : 2	1 : 1,5	1 : 1,33
1,6 - 2,1 h	1,1 - 1,5 h	0,7 - 1,2 h

در بعضی از این جداول به عامل s/h یا d/h نیز اشاره شده است. این عامل حداکثر فاصله ۲ چراغ را روشن می نماید. d یا s فاصله ۲ چراغ و h ارتفاع مفید تا سطح کار است. در صورت تجاوز از این مقدار پوشش روشنائی از یکنواختی برخوردار نبوده و با سایه روشن های تند روبرو خواهیم شد.

SAZE118.COM

ضرائب نگهداری

۴ عامل در تعیین ضریب نگهداری دخالت دارند:

احتمال سوختگی لامپ - Lamp Survival Factor (LSF)

ضریب کهنگی لامپ - Lamp Lumen Maintenance Factor (LLMF)

کثیفی محیط Room Surface Maintenance Factor (RSMF)

کثیفی چراغ Luminaire Maintenance Factor (LMF)

از جداول زیر می توان برای محاسبه ضرائب نگهداری استفاده نمود:

ضرائب کهنگی و احتمال سوختگی لامپ LLMF , LSF

100	500	1,000	1,500	2,000	4,000	6,000	8,000	10,000	12,000	14,000	16,000	18,000	20,000		میزان کارکرد لامپ (ساعت)
1.00	0.97	0.93	0.89											LLMF	لامپ التهابی
1.00	0.98	0.50	0.03											LSF	
1.00	0.99	0.98	0.97	0.95										LLMF	لامپ هالوژن ۱۲ ولت
1.00	0.99	0.91	0.84	0.50										LSF	
1.00	0.97	0.94	0.91	0.89	0.83	0.80	0.78	0.76	0.74	0.72	0.70			LLMF	لامپ فلورسنت
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.95	0.85	0.75	0.64	0.50			LSF	
1.00				0.97	0.96	0.95	0.94	0.92	0.92	0.91	0.90	0.89	0.88	LLMF	لامپ فلورسنت T۲۶
1.00				0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.96	0.90	0.50	LSF	
1.00				0.96	0.95	0.94	0.93	0.92	0.91	0.90	0.89	0.88	0.88	LLMF	لامپ فلورسنت T۱۶
1.00				0.99	0.98	0.97	0.96	0.96	0.95	0.94	0.90	0.80	0.50	LSF	
1.00		0.97		0.92	0.88	0.85	0.83	0.83						LLMF	لامپ فلورسنت فشرده
1.00		0.99		0.99	0.98	0.98	0.94	0.50						LSF	
1.00				0.94	0.89	0.85	0.80							LLMF	لامپ متال هالید (سرامیکی)
1.00				0.96	0.91	0.88	0.84							LSF	
1.00				0.93	0.88	0.83	0.80	0.76	0.74					LLMF	لامپ متال هالید کوارتز ۲۵۰ وات
1.00				0.99	0.97	0.93	0.89	0.80	0.72					LSF	
1.00				0.78	0.70	0.65	0.62	0.60	0.58					LLMF	لامپ متال هالید کوارتز ۴۰۰ وات
1.00				0.98	0.94	0.90	0.85	0.78	0.72					LSF	
1.00				0.90	0.80	0.77	0.75	0.73	0.72					LLMF	لامپ جیوه ای
1.00				0.99	0.98	0.96	0.93	0.88	0.83					LSF	
1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	0.98	0.98	0.97	0.97	0.96	0.96	0.95	0.95	0.94	LLMF	لامپ بخار سدیم
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96	0.93	0.91	0.88	LSF	

ضریب کثیفی چراغ **LMF**

0.5			1.0			1.5			2.0			2.5			3.0			فواصل نمبز کردن چراغ (سال)
C	N	D	C	N	D	C	N	D	C	N	D	C	N	D	C	N	D	نوع محیط (از نظر نمبزی)
0.95	0.92	0.88	0.93	0.89	0.83	0.91	0.87	0.80	0.89	0.84	0.78	0.87	0.82	0.75	0.85	0.79	0.73	چراغ فلورسنت قاب ساده
0.95	0.91	0.88	0.90	0.86	0.83	0.87	0.83	0.79	0.84	0.80	0.75	0.82	0.76	0.71	0.79	0.74	0.68	چراغ فلورسنت با رفلکتور (رفلکتور در معرض گرد و غبار)
0.93	0.89	0.83	0.89	0.81	0.72	0.84	0.74	0.64	0.80	0.69	0.59	0.77	0.64	0.54	0.74	0.61	0.52	چراغ فلورسنت با رفلکتور (رفلکتور پوشیده)
0.92	0.87	0.83	0.88	0.82	0.77	0.85	0.79	0.73	0.83	0.77	0.71	0.81	0.75	0.68	0.79	0.73	0.65	چراغ با درجه حفاظت IP ۲X
0.96	0.93	0.91	0.94	0.90	0.86	0.92	0.88	0.83	0.91	0.86	0.81	0.90	0.85	0.80	0.90	0.84	0.79	چراغ با درجه حفاظت IP ۵X
0.92	0.89	0.85	0.86	0.81	0.74	0.81	0.73	0.65	0.77	0.66	0.57	0.73	0.60	0.51	0.70	0.55	0.45	چراغ با نور غیرمستقیم

SAZE118.COM

محیط تمیز C
محیط معمولی N
محیط کثیف D

ضریب کثیفی سطح اتاق **RSMF**

فواصل تمیز کردن اتاق (به سال)		0.5			1.0			1.5			2.0			2.5			3.0		
نوع محیط		C	N	D	C	N	D	C	N	D	C	N	D	C	N	D	C	N	D
ابعاد اتاق شاخص فضا	نوع منحنی پخش																		
کوچک K=0.7	مستقیم	0.97	0.96	0.95	0.97	0.94	0.93	0.96	0.94	0.92	0.95	0.93	0.90	0.94	0.92	0.89	0.94	0.92	0.88
	مستقیم/غیرمستقیم	0.94	0.88	0.84	0.90	0.86	0.82	0.89	0.83	0.80	0.87	0.82	0.78	0.85	0.80	0.75	0.84	0.79	0.74
	غیرمستقیم	0.90	0.84	0.80	0.85	0.78	0.73	0.83	0.75	0.69	0.81	0.73	0.66	0.77	0.70	0.62	0.75	0.68	0.59
متوسط K=2.5	مستقیم	0.98	0.97	0.96	0.98	0.96	0.95	0.97	0.96	0.95	0.96	0.95	0.94	0.96	0.95	0.94	0.96	0.95	0.94
	مستقیم/غیرمستقیم	0.95	0.90	0.86	0.92	0.88	0.85	0.90	0.86	0.83	0.89	0.85	0.81	0.87	0.84	0.79	0.86	0.82	0.78
	غیرمستقیم	0.92	0.87	0.83	0.88	0.82	0.77	0.86	0.79	0.74	0.84	0.77	0.70	0.81	0.74	0.67	0.78	0.72	0.64
بزرگ K=5.0	مستقیم	0.99	0.97	0.96	0.98	0.96	0.95	0.97	0.96	0.93	0.96	0.95	0.94	0.96	0.95	0.94	0.96	0.95	0.94
	مستقیم/غیرمستقیم	0.95	0.90	0.86	0.94	0.88	0.85	0.90	0.86	0.83	0.89	0.85	0.81	0.87	0.84	0.79	0.86	0.82	0.78
	غیرمستقیم	0.92	0.87	0.83	0.88	0.82	0.77	0.86	0.79	0.74	0.84	0.77	0.70	0.81	0.74	0.68	0.78	0.72	0.65

محیط تمیز C
محیط معمولی N
محیط کثیف D

حاصلضرب این ۴ عامل، ضریب نگهداری مورد نظر را بدست می دهد.
در محاسبات معمولی میتوان از اعداد زیر به عنوان ضریب نگهداری استفاده نمود :

محیط معمولی	۰/۸
محیط کثیف	۰/۷
محیط خیلی کثیف	۰/۶

مثال : اتاقی اداری با طول ۴ متر و عرض ۳ متر و ارتفاع ۲/۸۰ متر را در نظر می گیریم. سقف و دیوار اتاق با رنگ روشن و کف آن از سرامیک است. آرایش چراغ برای رسیدن به روشنائی استاندارد چگونه است ؟

مطابق جدول ۱، شدت روشنائی مورد نیاز ۵۰۰ لوکس و شاخص وضوح رنگ اتاق اداری ۸۰ است. درجه وضوح رنگ لامپ فلورسنت در محدوده مجاز قرار دارد. در بین چراغهای فلورسنت، چراغ لووردار با رفلکتور آنودایز شده ۴x۲۰ W را انتخاب می نمائیم.

ضرائب انعکاس سقف، دیوار و کف به ترتیب ۰/۷۰ ، ۰/۵۰ و ۰/۶۰ است. سطح کار را ۸۵ سانتیمتر در نظر می گیریم. بنابراین ارتفاع مفید ۱/۹۵ متر خواهد بود. شاخص فضا بدین ترتیب k= (۳x۴):(۱/۹۵ x (۳+۴))= ۰/۸۸ بدست می آید.
با توجه به جدول صفحه ۳۸ ضریب بهره برداری ۰/۳۸ خواهد بود که سازنده ضریب ۱/۰۴ نیز برای این نوع چراغ در نظر گرفته است.

ضریب نگهداری برای محیطی معمولی ۰/۸ است. با توجه به فرمول انتهائی صفحه ۳۴ خواهیم داشت :

SAZE118.COM

(ضریب بهره برداری X ضریب نگهداری) / (مساحت سطح کار X شدت روشنائی) = شار نوری لامپها
(۰/۸۰X ۰/۳۸ X ۱/۰۴)=۱۸۹۷۸:(۱۲ X ۵۰۰) = شار نوری لامپها (لومن)

اگر هر لامپ فلورسنت ۲۰ وات دارای ۱۲۰۰ لومن شار نوری باشد، یک چراغ، ۱۲۰۰ X ۴ یا ۴۸۰۰ لومن روشنائی خواهد داشت. بنابراین تعداد چراغ مورد نیاز
۱۸۹۷۸ : ۴۸۰۰ = ۳/۹ یا تقریبا ۴ عدد می باشد.

خیرگی

از مواردی که در طراحی روشنائی معمولا بدان توجه نمیشود، کنترل خیرگی است. خیرگی پدیده آزاردهنده ایست که به عوامل زیر بستگی دارد :
درخشندگی، بزرگی منبع نور، موقعیت چراغ نسبت به بیننده، ضریب روشنائی محدوده اطراف و زمینه پشت چراغ دارد.
خیرگی باید با توجه به چیدمان چراغ و پوشش آن به حداقل برسد. همینطور ضریب انعکاس دیوار، سقف و کف نیز در شدت آن نقش دارند.
در محیطهای اداری که مانیتور استفاده می گردد، مشکل خیرگی اهمیت بیشتری می یابد. در روشنائی داخلی، خیرگی با عاملی به نام UGR (Unified Glare Rating) سنجیده میشود. این شاخص در نشریه ۱۱۷ کمیسیون بین المللی روشنائی (CIE) تعریف شده است.
شاخص UGR در جداول CIE بین ۱۰ تا ۳۰ با پله های ۳ تائی است. (۱۰، ۱۳، ۱۶ و ...) و برای هر ۲ جهت طولی و عرضی چراغ قابل اعمال است.
پارامتر فوق در استاندارد اروپائی کاربرد دارد در استاندارد IES از Visual Comfort Probability (VCP) استفاده میشود. جداولی برای تبدیل این دو پارامتر به یکدیگر وجود دارد که از آن صرفنظر میشود.
هر چه مقدار شاخص کوچکتر باشد خیرگی کمتر است. بسته به سختی کار از نظر بصری استاندارد EN -۱۲۴۶۴-۱ حداکثر UGR قابل قبول را مشخص کرده است . به چند مورد در جدول زیر اشاره شده است:

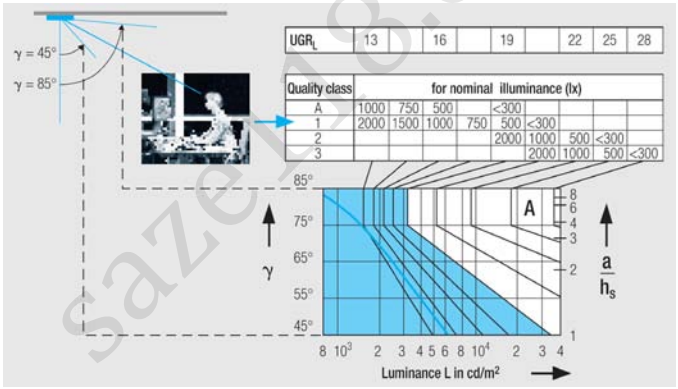
مکان	حداکثر UGR
نقشه کشی	۱۶
اتاق مطالعه، کلاس درس، اتاق دارای کامپیوتر	۱۹
کارگاه، میز پذیرش	۲۲
کار غیر دقیق، پلکان	۲۵
راهرو	۲۸

جداول UGR برای هر چراغ توسط سازنده ارائه میشود ولی تنها برای شرایط معمولی قابل اعمال هستند. مطابق مفاد نشریه CIE ۱۱۷ در مورد منابع نوری بزرگ نمیتوان این روش را بکار برد. منظور از منابع نور بزرگ، چراغهائی با سطحی بیش از ۱/۵ مترمربع یا سطح روشن یکنواخت بیش از ۱۵ درصد سطح سقف قابل کنترل با این روش نیستند.
جدول زیر شاخص خیرگی یک چراغ 4x18 فلورسنت لووردار را نشان می دهد. منظور از ... , 2H, 4H ابعاد اتاق نسبت به ارتفاع مفید چراغ است. فرضا اگر ارتفاع مفید نصب چراغ فوق ۲ متر و اتاقی با ابعاد 8x16 متر داشته باشیم و ضرائب انعکاس سقف، دیوار و کف به ترتیب ۷۰، ۵۰ و ۲۰ درصد باشد، باید از جدول زیر X و Y مساوی 4H و 8H را انتخاب نمائیم.

سقف	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
دیوار	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
کف	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
ابعاد کف X	ابعاد کف Y	جهت دید عمود بر راستای چراغ					جهت دید در راستای چراغ				
2H	2H	15.6	16.6	15.8	16.8	17.1	16.1	17.2	16.4	17.4	17.6
	3H	15.4	16.4	15.7	16.6	16.9	16.0	16.9	16.3	17.2	17.4
	4H	15.3	16.2	15.7	16.5	16.8	15.9	16.8	16.2	17.0	17.3
	6H	15.3	16.1	15.6	16.4	16.7	15.8	16.6	16.1	16.9	17.2
	8H	15.2	16.0	15.6	16.3	16.6	15.8	16.6	16.1	16.8	17.2
	12H	15.2	16.0	15.6	16.3	16.6	15.7	16.5	16.1	16.8	17.1
4H	2H	15.5	16.4	15.8	16.7	16.9	15.9	16.8	16.3	17.1	17.4
	3H	15.4	16.1	15.7	16.4	16.7	15.8	16.5	16.2	16.9	17.2
	4H	15.3	15.9	15.7	16.3	16.6	15.7	16.4	16.1	16.7	17.1
	6H	15.2	15.8	15.6	16.1	16.5	15.6	16.2	16.0	16.6	17.0
	8H	15.2	15.7	15.6	16.1	16.5	15.6	16.1	16.0	16.5	16.9
	12H	15.1	15.6	15.6	16.0	16.4	15.6	16.0	16.0	16.4	16.9
8H	4H	15.2	15.7	15.6	16.1	16.5	15.6	16.1	16.0	16.5	16.9
	6H	15.1	15.5	15.5	15.9	16.4	15.5	16.0	16.0	16.4	16.8
	8H	15.0	15.4	15.5	15.9	16.3	15.5	15.9	15.9	16.3	16.8
	12H	15.0	15.3	15.5	15.8	16.3	15.4	15.8	15.9	16.2	16.7
12H	4H	15.1	15.6	15.6	16.0	16.4	15.6	16.0	16.0	16.4	16.9
	6H	15.0	15.4	15.5	15.9	16.3	15.5	15.9	15.9	16.3	16.8
	8H	15.0	15.3	15.5	15.8	16.3	15.4	15.8	15.9	16.2	16.7

به این ترتیب شاخص UGR برای ناظری که چراغها را در راستای عمود می بیند، ۱۵/۲ و برای ناظر در راستای نصب چراغ ۱۵/۶ خواهد بود. این میزان برای اتاق اداری با حداکثر شاخص خیرگی ۱۹ مناسب است.

جداولی مانند شکل زیر در مشخصات فنی سازندگان اروپائی مشاهده میشد که بر اساس استاندارد DIN 5035 تهیه شده بودند که اینک با جداولی که پیش از این توضیح داده شد جایگزین شده است.



SAZE118.COM

تعداد پریز و چراغ در واحد مسکونی

در طراحی تاسیسات الکتریکی واحد مسکونی، یکی از مشکلات طراحان، انتخاب تعداد پریز و چراغ روشنائی است. هر چند مقادیر مشخصی برای شدت روشنائی اجزا یک خانه وجود دارد، ولی با توجه به ترئینی بودن چراغها در چنین محیطی، امکان محاسبه روشنائی وجود ندارد، بنابراین می باید راه حلی برای تعیین تعداد سرخطهای روشنائی پیدا نمود تا اعمال سلیقه به حداقل برسد.
همین مشکل در مورد تعداد پریز مورد نیاز وجود. مطابق مبحث ۱۳ بند ۱۳-۹-۱-۱-۲ . مقررات ملی ایران، فاصله پریزها در یک واحد مسکونی از ۳ متر نباید تجاوز نماید، که مشکل را تا حدودی حل نموده است.

استاندارد DIN ۱۸۰۱۵ **حداقل** تعداد پریز و چراغ یک واحد مسکونی را به شرح زیر فهرست کرده که در روی کابینت آشپزخانه پریزها به صورت دوتائی نصب شده و هر مجموعه یکعدد حساب میشود. در کنار هر تختخواب و هر میز کار نیز باید پریز ۲ تائی در نظر گرفته شود و هر مجموعه یک پریز محسوب میگردد.
پریزهای مجاور سوکت تلفن یا آنتن ۲ تائی بوده ولی همانند بالا هر مجموعه ۱ پریز در نظر گرفته میشود.

فضا	حداقل تعداد پریز	حداقل تعداد روشنائی
اتاق خواب و نشیمن مساحت ۸ تا ۱۲ مترمربع	۳	۱
مساحت ۱۲ تا ۲۰ مترمربع	۴	۱
مساحت بیش از ۲۰ مترمربع	۵	۲
آشپزخانه کوچک	۳	۲
آشپزخانه	۵	۲
حمام	۲	۲
دستشوئی	۱	۱
راهرو با طول زیر ۳ متر	۱	۱
بالکن	۱	۱
انبار	۱	۱

استاندارد بریتانیا نیز توصیه های در مورد حداقل تعداد پریز در واحدهای مسکونی دارد :

SAZE118.COM

فضا	اتاقهای واحدهای کوچک ۱۲-۴ مترمربع	اتاقهای واحدهای متوسط ۲۵-۹ مترمربع	اتاقهای واحدهای بزرگ ۲۲۵-۲۵مترمربع
اتاق نشیمن	۴	۴	۶
اتاق غذاخوری	۳	۳	۴
اتاق خواب	۲	۳	۳
اتاق خواب اصلی	۳	۳	۳
اتاق مطالعه	۴	۴	۶
موتورخانه	۳	۴	۴
آشپزخانه	۶	۸	۱۰
پارکینگ	۱	۱	۲
گلخانه	۲	۳	۴
سالن	۱	۲	۲
انبار	۱	۱	۱

استاندارد NEC

در استاندارد آمریکا هیچ نقطه ای نباید بیش از ۱/۸ متر با پریز فاصله داشته باشد که به آن قانون " 6 فوت" می گویند. مطابق این قانون اگر دیواری کمتر از ۶۰ سانتیمتر عرض داشته باشد نیازی به پریز ندارد ولی وجود آن بلا اشکال است. (فرضا فاصله بین کمد ودر ورودی)

تعداد مدار

بر اساس استاندارد DIN ۱۸۰۱۵، ماشین لباسشوئی، ماشین ظرفشوئی و مایکروفر هر کدام به یک مدار جداگانه نیاز دارند. بر همین اساس برای دستگاههائی مثل آبگرمکن برقی، خشک کن لباس ، اجاق برقی نیز به مدار جداگانه نیاز است که در ایران کاربرد چندانی ندارند. در سایر موارد برای محاسبه تعداد پریز روی هر مدار میتوان به مقررات ملی بند ۱۳-۹-۰-۵ استناد نمود که بر آن اساس حداکثر ۱۲ پریز روی یک مدار قرار می گیرند.

saze118.com

SAZE118.COM

خازن

به منظور کاهش هزینه های برق مصرفی در انشعاباتی که بار راکتیو نیز مورد محاسبه قرار می گیرد، از خازن استفاده میشود. از نظر فنی، استفاده از خازن به علت کاهش جریان راکتیو در تقلیل اندازه کابل و کلید موثر است و استفاده مفید از ترانسفورماتور را افزایش می دهد. از امتیازات دیگر استفاده خازن، کاهش هارمونیکهای ناخواسته ایست که به علل گوناگون در شبکه بوجود می آیند. در این قسمت افزایش ضریب قدرت و کاهش هزینه برق مصرفی مورد بررسی قرار گرفته است.

.شرکتهای برق منطقه ای در صورتی که میزان بار راکتیو از ۵۰ درصد بار راکتیو بیشتر شود هزینه آن را محاسبه می نمایند. این مقدار معادل $\tan\varphi$=۰/۵ یا با محاسبه ای ساده $\cos\varphi$= ۰/۹ است. ضریب جریمه بدینگونه تعریف می شود :

۱- (ضریب قدرت : ۰/۹)= ضریب جریمه

مشخص است که با ضریب قدرت ۰/۹ این مقدار به صفر می رسد. برای حصول اطمینان ضریب قدرت مطلوب ۰/۹۲ فرض می شود.

تخمین ضریب قدرت متوسط به هنگام بهره برداری به سادگی به کمک قبوض برق قابل محاسبه است :

tg(phi) =(kVArh میزان انرژی راکتیو مصرفی : kWh میزان انرژی اکتیو مصرفی)

$$\cos\varphi=\frac{P}{S}\ \text{یا}\ \cos\varphi=\sqrt{\frac{1}{1+\tan^2\varphi}}\ \text{یا}\ \cos\varphi=\sqrt{\frac{1}{1+\left(\frac{Q}{P}\right)^2}}$$

توصیه میشود بدترین شرایط قبوض یکساله در نظر گرفته شود.

تخمین ضریب قدرت پیش از بهره برداری و در مرحله طراحی با کمک مقادیر زیر ممکن است.

	ضریب قدرت
لامپ التهابی	۱
لامپ فلورسنت (بدون خازن)	۰/۵
لامپ فلورسنت (با خازن)	۰/۹۳
لامپهای تخلیه ای	۰/۴ تا ۰/۶
لامپ فلورسنت با بالاست الکترونیکی	۱
کوره الکتریکی با عناصر مقاومتی	۱
کوره القائی با خازن	۰/۸۵
کوره حرارتی دی الکتریکی	۰/۸۵
جوشکاری تکفاز	۰/۵
موتور ژنراتورهای جوشکاری قوس الکتریکی	۰/۷ تا ۰/۹
ترانسفورماتور یکسوکننده جوشکاری قوس الکتریکی	۰/۷ تا ۰/۸
موتورهای القائی معمولی بی بار	۰/۱۷
موتورهای القائی معمولی در ۲۵٪ بار نامی	۰/۵۵
موتورهای القائی معمولی در ۵۰٪ بار نامی	۰/۷۳
موتورهای القائی معمولی در ۷۵٪ بار نامی	۰/۸۰
موتورهای القائی معمولی در ۱۰۰٪ بار نامی	۰/۸۵
صنایع نساجی	۰/۶۵ تا ۰/۷۵
صنایع شیمیائی	۰/۷۵ تا ۰/۸۵
کارگاه ماشینکاری	۰/۴ تا ۰/۶۵

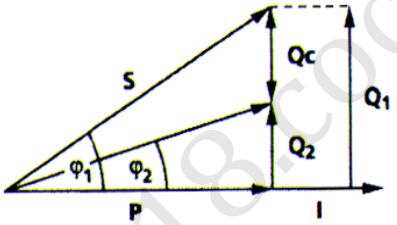
SAZE118.COM

کارخانه سیمان	۰/۷۸ تا ۰/۸
کارخانه فولاد	۰/۶ تا ۰/۸۵
سردخانه	۰/۷ تا ۰/۸
کارگاه ریخته گری	۰/۵ تا ۰/۷
صنایع پلاستیک	۰/۶ تا ۰/۷۵
چاپخانه	۰/۵۵ تا ۰/۷
رول میل (با کنترل دور)	۰/۷۵ تا ۰/۳

پس از تخمین ضریب قدرت، نوبت به محاسبه میزان خازن موزد نیاز می رسد. کافی است از روی ضریب قدرت تخمینی و ایدآل tg(phi) هر کدام را محاسبه کنیم.

$$\tan\varphi = \frac{\sqrt{1-\cos\varphi^2}}{\cos\varphi}$$

بدین ترتیب از $\cos\varphi_1$ و $\cos\varphi_2$،مقادیر $\tan\varphi_1$ و $\tan\varphi_2$ بدست میآید،آنگاه مقدار خازن مورد نیاز را میتوان محاسبه نمود. $Q=P(\tan\varphi_1-\tan\varphi_2)$ P مقدار قدرت اکتیو شبکه بر حسب kW و Q میزان خازن برحسب kVAr است.

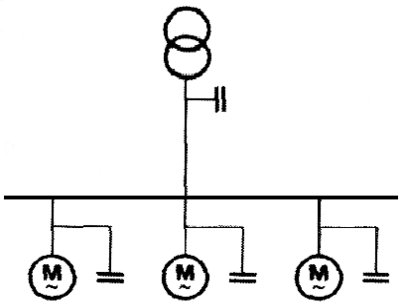


روشهای مختلف بکارگیری خازن

خازنها را به ۳ روش میتوان در شبکه بکار برد :

نصب انفرادی

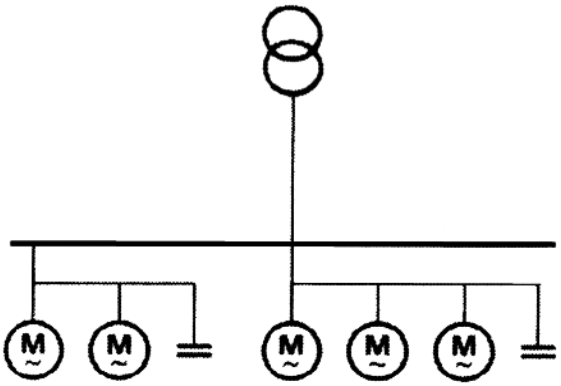
در این روش یک خازن با مقدار متناسب، موازی هر مصرف کننده سلفی قرار می گیرد.



نصب گروهی

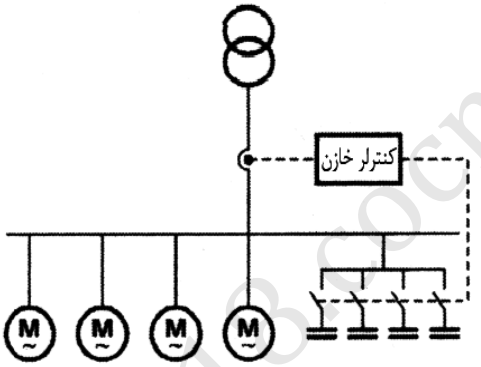
به جای خازنهای مختلف کوچک یک خازن مناسب بزرگ به صورت ثابت نصب می شود.

SAZE118.COM



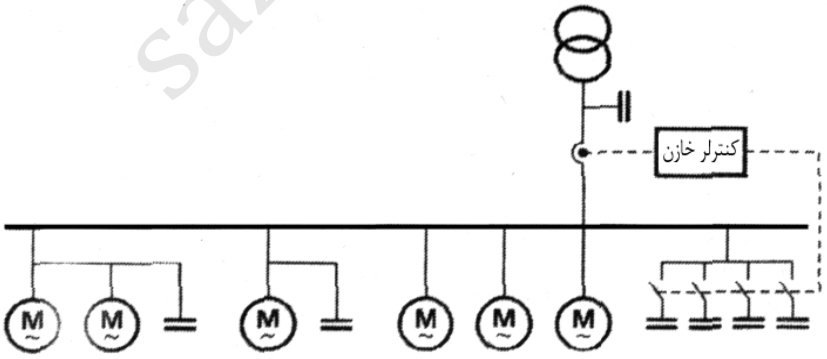
نصب مرکزی

خازن به صورت متمرکز در ورودی فشار ضعیف نصب می شود



نصب مختلط

توان خازن به پله های متعدد تقسیم شده و بوسیله یک رگولاتور بسته به وضعیت بار به مدار وارد یا خارج میشود.



در بررسی مزایا ، معایب و کاربردهای روشهای فوق به موارد زیر میتوان اشاره نمود :

در روش انفرادی شبکه بطور کامل از جریان راکتیو پاک میشود و اندازه کلید و کابل کاهش میابد. ولی به علت عدم منظور شدن ضریب همزمانی هزینه سرمایه گذاری آن بالا است. کاربرد این روش در موتورهای دائم کار، موتورهای کم بار ولی با کابل طولانی و اصلاح توان راکتیو بی باری ترانسفورماتورها است.

روش گروهی اقتصادی تر از نصب انفرادی است. زیرا بار موتورها با اعمال ضریب همزمانی محاسبه می شود. این روش در مصارف سنگین سلفی کاربرد دارد.

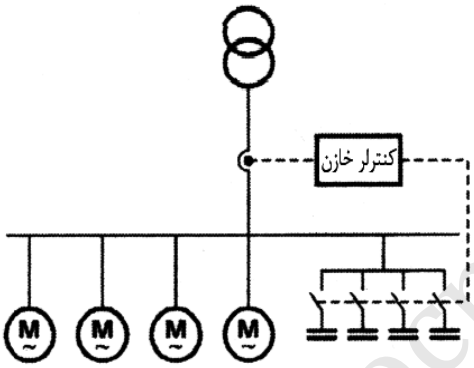
SAZE118.COM

در نصب مرکزی از توان خازن نصب شده حداکثر استفاده میشود و حالات مختلف بکارگیری موتورها اعم از پرباری یا کم باری را در بر میگیرد. در این روش بار داخلی شبکه کم نمیشود، بنابراین در اندازه کابل و کلید در شبکه داخلی تاثیری نخواهد داشت. عیب دیگر این روش هزینه اضافه رگولاتور است.

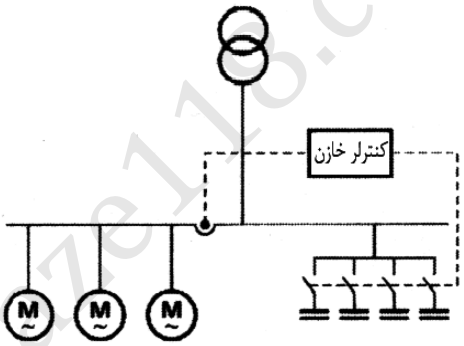
نصب مختلط در بردارنده کلیه امتیازات روشهای فوق است.

محل نصب ترانس جریان

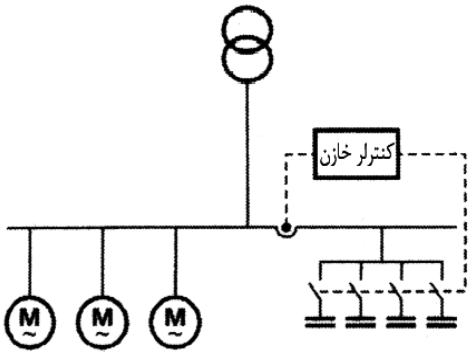
در روشهای مرکزی و مختلط ، رگولاتور خازن به ترانس نمونه گیری جریان نیازمند است، تا ضریب قدرت شبکه را بدست آورد. در شکلهای زیر محلهای صحیح و نادرست مشخص شده اند:



محل ترانس صحیح است. جریان تصحیح شده، نمونه گیری میشود.



این روش اشتباه است زیرا جریان تصحیح شده حس نمیشود. تنها یک بار رگولاتور خازنها را وصل کرده و دیگر قطع نمی نماید.



در این طریقه فقط جریان خازن نمونه گیری شده و مصرف کننده ها نقشی ندارند، بنابراین هیچگاه خازنها وصل نمی شوند.

÷

تعیین اندازه تجهیزات الکتریکی

SAZE118.COM

جریان نامی خازن از رابطه $Q = \sqrt{3}\ UI \sin\varphi$ بدست می آید که در آن $\sin\varphi$ مساوی ۱ فرض میشود. با محاسبه جریان نامی خازن، آمپراژ تجهیزات مورد نیاز یک مدار خازنی را میتوان از فرمولهای زیر تعیین نمود :

جریان نامی فیوز =اولین پله بالاتر از ۱/۶۵ X جریان نامی خازن

جریان نامی کنتاکتور = اولین پله بالاتر از جریان نامی خازن

جریان نامی کلید اتوماتیک = اولین پله بالاتر از ۱/۳۳ X جریان نامی خازن

خازن انفرادی الکتروموتور

برای تعیین میزان خازن موردنیاز جبران توان راکتیو الکتروموتورها به صورت انفرادی از جدول زیر میتوان استفاده نمود. مقادیر یادشده حداکثر میزان خازن قابل اتصال به ترمینالهای الکتروموتور بدون خطر خود تحریکی برای الکتروموتورهای ۴۰۰ ولت می باشد.

قدرت نامی الکتروموتور		مقدار خازن مورد نیاز (kVAr) سرعت موتور (rpm)			
kW	hp	3000	1500	1000	750
22	30	6	8	9	10
30	40	7.5	10	11	12.5
37	50	9	11	12.5	16
45	60	11	13	14	17
55	75	13	17	18	21
75	100	17	22	25	28
90	125	20	25	27	30
110	150	24	29	33	37
132	180	31	36	38	43
160	218	35	41	44	52
200	274	43	47	53	61
250	340	52	57	63	71
280	380	57	63	70	79
355	482	67	76	86	98
400	544	78	82	97	106
450	610	87	93	107	117

پس از اتصال خازن، مقدار تنظیم رله اضافه بار الکتروموتور باید کاهش یابد. جدول زیر این میزان را نشان می دهد.

سرعت (دور در دقیقه)	ضریب کاهش
۷۵۰	۰/۸۸
۱۰۰۰	۰/۹۰
۱۵۰۰	۰/۹۱
۳۰۰۰	۰/۹۳

نکاتی در مورد خازن

در دو روش گروهی و انفرادی باید دقت نمود در موتورهای با اینرسی بالا که پس از خاموش شدن به حرکت ادامه می دهند، نصب خازن با مقدار زیاد موجب ژنراتور شدن موتور و ایجاد ولتاژهای خطرناک میشود.

در شبکه هائی که از ژنراتور تغذیه میشوند نباید از خازن اعم از ثابت یا پله ای استفاده نمود. تاخیر زمانی رگولاتور در تعقیب بار شبکه حتی در زمانهای کوتاه باعث افزایش میزان خازن و ایجاد ولتاژ مضر می گردد.

کنتاکتور مورد استفاده برای کنترل خازن از انواع AC ۶b انتخاب گردد.

در تنظیم رگولاتور خازن به پارامتری به نام Actuating Current (C/K) برخورد می کنیم که از رابطه زیر بدست می آید:

SAZE118.COM

ظرفیت کوچکترین پله خازنی (kVAr) تقسیم برنسبت تبدیل ترانس جریان تغذیه کننده رگولاتور

تعریف پله های یک مجموعه خازنی را گاهی به صورت ضرایبی از کوچکترین پله می نویسند. فرضا ۱:۲:۲:۲:۲:۴ اگر کوچکترین پله ۵kVAr باشد، ۱ پله ۵، ۴ پله ۱۰ و یک پله ۲۰ kVAr خواهد بود.

در آسانسورها ترمز مغناطیسی با قطع برق بلافاصله فعال میشود. اگر خازن برای موتور آسانسور به صورت انفرادی نصب شده باشد، این احتمال وجود دارد که انرژی باقیمانده در خازن باعث تاخیر عملکرد ترمز شود. به همین دلیل خازن باید دارای تجهیزات تخلیه سریع بوده و قبل از کلید نصب شود.

saze118.cocm

SAZE118.COM

اماکن درمانی

در بناهای درمانی به علل زیر حداکثر ایمنی الکتریکی مورد نیاز است :

۱ - توانائی بیمار در تحمل جریان اتصالی از شرایط عادی بسیار کمتر است.

۲ - مقاومت الکتریکی پوست بخاطر وجود سوند و تجهیزات مشابه در بدن کاهش می یابد.

۳ - ماهیچه قلب به جریانهای بزرگتر از ۱۰ میکروآمپر حساس است.

۴ - در مواردی، عملکرد اعضا بدن با تجهیزات پزشکی الکتریکی جایگزین شده است، بنابراین تداوم عملکرد دستگاههای الکتریکی حیاتی است.

۵ - خطر انفجار یا آتش به علت وجود مواد بیهوشی، ضدعفونی وجود دارد.

۶ - تداخل الکتریکی و مغناطیسی ممکن است بیماران را در معرض خطر قرار دهد یا بر عملکرد تجهیزات پزشکی اثر بگذارد.

۷ - امکان قطع اعمال جراحی وجود ندارد.

۸ - ادامه کار جهیزات الکتریکی در بخشهای مراقبت ویژه حیاتی است.

۹ - جریانهای نشتی که در حالت عادی مجاز هستند، برای بیمار می توانند خطرافرین باشند.

۱۰ - اطلاعات ضبط شده بیمار در صورت قطع برق نباید از دست بروند.

طبقه بندی اماکن درمانی

گروه ۰ (مطابق بند ۵-۳-۷۱۰ از IEC ۶۰۳۶۴-۷-۷۱۰)

در صورت اولین اتصال کوتاه به بدنه هادی یا اتصال زمین و یا قطع برق شبکه، قطع برق رسانی مجاز است.

قطع یا تکرار معاینه و مداوای بیمار قابل قبول است. هیچ دستگاه الکتریکی به بدن بیمار متصل نیست.

مثال : اتاقهای مشاوره، بخشهای عمومی

اقدامات حفاظت الکتریکی : مطابق IEC ۶۰۳۶۴-۴-۴۱۰ سیستم TN-S

حفاظت تکمیلی : هم بندی

برق اضطراری : روشنائی ایمنی (باتری)

گروه ۱ (مطابق بند ۶-۳-۷۱۰ از IEC ۶۰۳۶۴-۷-۷۱۰)

در صورت اولین اتصال کوتاه به بدنه هادی یا اتصال زمین و یا قطع برق شبکه، قطع برق رسانی مجاز است.

قطع یا تکرار معاینه و مداوای بیمار قابل قبول است. تجهیزات درمانی الکتریکی به غیر از دستگاههای مخصوص عمل جراحی قلب باز به بدن بیمار متصل هستند.

مثال : اتاقهای فیزیوتراپی، آب درمانی ، دیالیز

اقدامات حفاظت الکتریکی : عایق بندی دوگانه، تجهیزات ایمنی با ولتاژ بسیار پائین SELV, FELV, PELV، حفاظت با رله نشت جریان در سیستمهای TN-S، سیستم IT

حفاظت تکمیلی : هم بندی اضافی

برق اضطراری : روشنائی ایمنی (با باتری) و برق اضطراری

گروه ۲ (مطابق بند ۷-۳-۷۱۰ از IEC ۶۰۳۶۴-۷-۷۱۰)

در صورت اولین اتصال کوتاه به بدنه هادی یا اتصال زمین و یا قطع برق شبکه، تداوم برق رسانی ضروری است.

در معاینه و مداوای بیمار نباید وقفه ایجاد شود. تجهیزات درمانی الکتریکی مانند دستگاههای مخصوص عمل جراحی قلب باز یا دیگر دستگاههای حیاتی به بدن بیمار متصل هستند.

مثال : اتاقهای جراحی (اتاق آماده سازی، جراحی، بازهوشی پس از عمل (ریکاوری))، اتاقهای مراقبت ویژه، کاتتریزاسیون قلب

SAZE118.COM

اقدامات حفاظت الکتریکی : عایق بندی دوگانه، تجهیزات ایمنی با ولتاژ بسیار پائین SELV, FELV, PELV، حفاظت با رله نشت جریان در سیستمهای TN-S برای تجهیزاتی که اهمیت حیاتی ندارند. سیستم IT با دستگاه سنجش عایقی برای دستگاههای حیاتی

حفاظت تکمیلی : هم بندی اضافی

برق اضطراری : روشنائی ایمنی (با باتری) و برق ایمنی برای پریزها، دستگاهها، موتورها و غیره. برق ایمنی ویژه برای روشنائی تخت جراحی و تجهیزات برقی حیاتی

تعاریف تجهیزات SELV, PELV , FELV در جدول زیر آمده است :

نوع	منبع	ولتاژ موثر	رابطه با زمین
SELV (Safety or Separated Extra Low Voltage)	ترانس ایزولاسیون یا منبع معادل	<۲۵ V	بدنه های هادی نباید به زمین اتصال داده شوند. مدارها بدون اتصال به زمین هستند.
PELV (Protective Extra Low Voltage)	ترانس ایزولاسیون یا منبع معادل	<۲۵ V	از مدارهای با اتصال زمین میتوان استفاده کرد. بدنه هادی میتواند به زمین وصل باشد.
FELV (Functional Extra Low Voltage)	دارای ترانس ایزوله نیستند.	<۲۵ V	از مدارهای با اتصال زمین میتوان استفاده کرد. بدنه هادی باید به هادی حفاظتی مدار اولیه وصل شود. وصل مدارهای FELV مجهز به هادی حفاظتی مجاز می باشد.

ولتاژ موثر در موارد فوق در تجهیزات غیر بیمارستانی کمتر از ۵۰ ولت است.

طبقه بندی برق اضطراری :

مطابق IEC ۶۰۳۶۴-۳ منابع برق اضطراری بیمارستانی به ۳ دسته زیر تقسیم میشوند :

رده	مدت زمان وارد مدارشدن برق اضطراری
رده ۰	دائمی، بدون وقفه
رده ۰/۱۵	حداکثر ۰/۱۵ ثانیه به صورت خودکار
رده ۰/۵	حداکثر ۰/۵ ثانیه به صورت خودکار
رده ۱۵	حداکثر ۱۵ ثانیه به صورت خودکار
رده ۱۵>	بیش از ۱۵ ثانیه

رده ۱۵>

تجهیزات برق اضطراری در این رده باید قادر به تامین برق به هنگام قطع برق شهر به مدت ۲۴ ساعت باشد. ChangeOver بسته به مورد میتواند دستی یا اتوماتیک باشد. کاهش بیش از ۱۰ درصد ولتاژ نامی همانند قطع برق محسوب میشود.

از مواردی که در بیمارستان می باید تحت پوشش این نوع برق اضطراری قرار گیرند :

تجهیزات استرلیزه کردن، تاسیسات مکانیکی مانند تهویه مطبوع، سرمایش و گرمایش، دفع زباله ، سردخانه و یخچال، تجهیات آشپزخانه، باتری شارژرها،

رده ۱۵

آسانسورهای انتخاب شده برای آتشنشان، اگزوزفنهای تخلیه دود، سیستم پی جو (فراخوان)، تجهیزات پزشکی اماکن گروه ۲، تجهیزات الکتریکی گازهای طبی مانند هوای فشرده، وکیوم، بیهوشی به همراه دستگاههای مونیتور آنها، تجهیزات اطفا و اعلام حریق و روشنائی موارد زیر:

مسیرهای فرار، علامات خروج، تابلوهای عادی و اضطراری، در هر اتاقی که خدمات مهم ارائه میشود حداقل ۱ چراغ، در اتاقهای پزشکی رده ۱ حداقل ۱ چراغ، در اتاقهای پزشکی رده ۲ حداقل نیمی از روشنائی

SAZE118.COM

رده ۰/۵

برای مدت حداقل ۳ ساعت روشنائی تخت عمل و سایر روشنائیهای ضروری مانند اندوسکوپ.

رده ۰

این نوع برقرسانی معمولا در اماکن پزشکی موردنیاز نیست. مگر بعضی تجهیزات مجهز به میکروپروسسور که به برق بدون وقفه نیاز دارند.

گروه بندی اماکن درمانی مطابق با ۶۰۳۶۴-۷-۷۱۰ IEC جدول B.۱ به شرح زیر است:

مکان	گروه			رده (ثانیه)	
	صفر	یک	دو	کمتر از ۰/۵ ثانیه	بین ۰/۵ تا ۱۵ ثانیه
اتاق ماساژ	✓	✓			✓
بستری (اتاقهای بیماران)		✓			✓
اتاق زایمان		✓		۱✓	✓
اتاقهای الکتروهیستروگرافی، الکتروکاردیوگرافی، الکتروآنسفالوگرافی		✓			✓
اتاق اندوسکوپی		۱✓			۲✓
اتاقهای معاینه یا معالجه		✓			✓
اتاق اورولوژی		۱✓			۲✓
اتاق تشخیص و معالجه رادیولوژی		✓			✓
اتاق آب درمانی		✓			✓
اتاق فیزیوتراپی		✓			✓
اتاق هوشبری			✓	۱✓	✓
اتاق عمل			✓	۱✓	✓
اتاق آماده سازی برای عمل			✓	۱✓	✓
اتاق گچ			✓	۱✓	✓
اتاق بازهوشی بعد از عمل			✓	۱✓	✓
اتاق کاتتریزاسیون قلب			✓	۱✓	✓
اتاق مراقبت های ویژه			✓	۱✓	✓
اتاق آنژیوگرافی			✓	۱✓	✓
اتاق همودیالیز		✓			✓
اتاق **MRI**		✓			✓
پزشکی هسته ای		✓			✓
اتاق نوزادان نارس			✓	۱✓	✓

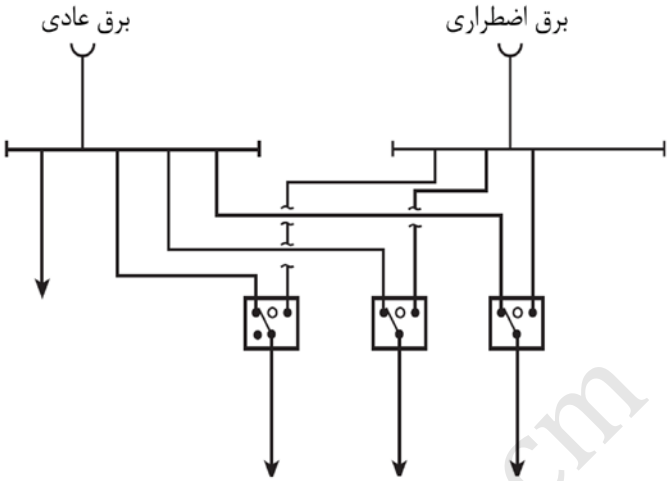
۱ چراغها، تجهیزات حیاتی پزشکی به منبع تغذیه با زمان تبدیل ۰/۵ ثانیه یا کمتر دارد.

۲ به عنوان اتاق عمل استفاده نمیشود.

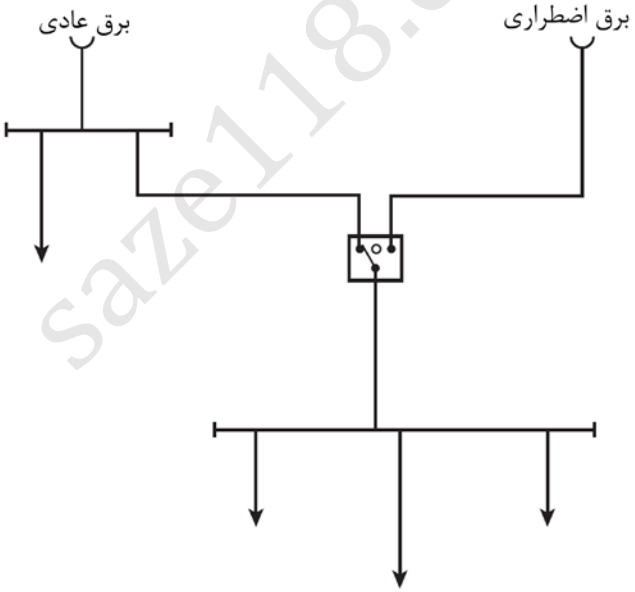
SAZE118.COM

سیستم برق اضطراری

استاندارد NEC در بند ۵۱۷.۳۰ اگر میزان برق اضطراری مورد نیاز بنای درمانی از kVA ۱۷۵ بیشتر باشد در ورودی هر تابلوی فرعی یک کلید Change Over مجزا را ضروری می داند، ولی در سیستمهای کوچکتر تنها یک کلید Change Over کلی کفایت می کند.



سیستم برق اضطراری بیمارستانهای بزرگ با مصرف بیشتر از kVA ۱۷۵



سیستم برق اضطراری بیمارستانهای با مصرف کمتر از kVA ۱۷۵

در اماکن گروه ۲ میتوان در موارد زیر به جای سیستم IT از روش TNS با RCD<۳۰ mA استفاده نمود :

مدار تجهیزات رادیولوژی

مدار تجهیزات با توان بالاتر از ۵ kVA

مدار تجهیزات غیر حیاتی

مدار تخت جراحی

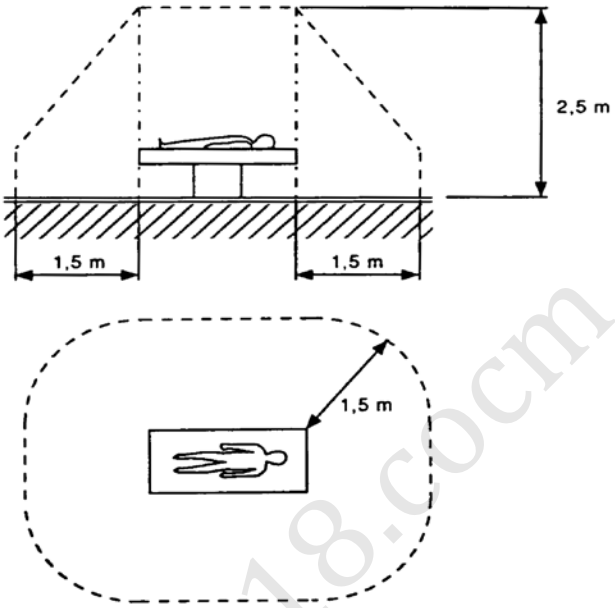
SAZE118.COM

در محلهای مربوط به گروه ۱ و ۲ جائی که RCD مورد نیاز باشد تنها انواع A و B می توانند انتخاب شوند. (به قسمت"تجهیزات تابلوئی" مراجعه شود.)

در مدارهای نهائی تا ۳۲ آمپر گروه ۱ RCD های با حساسیت ۳۰ mA یا کمتر باید نصب نمود.

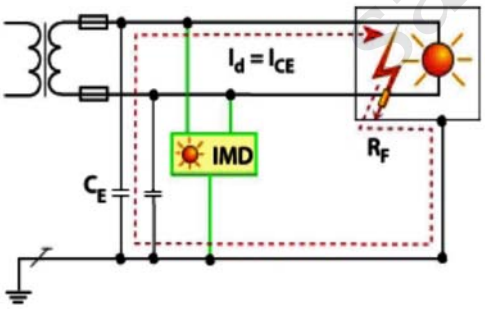
وجود سیستم IT در مکانهای گروه ۲ به شرح زیر اجباری است :

مدارهای تغذیه کننده تجهیزات پزشکی حیاتی، جراحی و سایر مواردی که در "محدوده بیمار" قرار دارند. تعریم "محدوده بیمار" مطابق شکل زیر است :



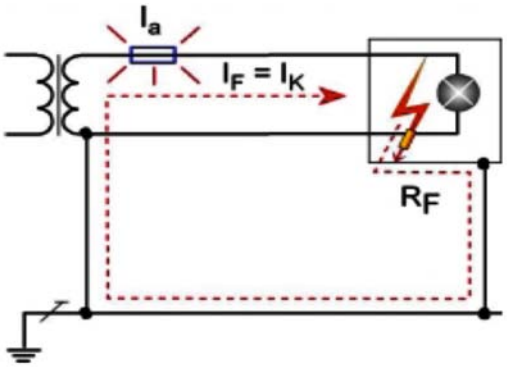
برای هر دسته از اتاقهایی که کابری یکسان دارند، حداقل یک سیستم مجزای IT مورد نیاز است. این سیستم به دستگاه سنجش عایقی باید مجهز باشد.

ویژگیهای سیستم IT



در سیستم IT

در صورت یک اتصال بدنه، تنها جریان کم خازنی Ice جریان می یابد. فیوز عمل نمی کند و تداوم برق رسانی تضمین شده است. دستگاه سنجش عایقی IDM آلارم می دهد. با توجه به کوچک بودن فضا و محدود بودن مصرف کننده هائی که از یک سیستم IT تغذیه میشوند، جریان نشتی کوچک خواهد بود و خطر کمی برای بیمار ایجاد می کند.



در سیستم TN

در صورت اتصال فاز به بدنه بسته به مقاومت عایقی و مقاومت حلقه اتصال ۲ حالت ممکن است اتفاق بیفتد :

اگر If <Ia باشد فیوز عمل نمی کند و این خطر وجود دارد که دستگاه تغذیه شده بدرستی عمن نکند بدون آنکه توجهی به آن بشود.

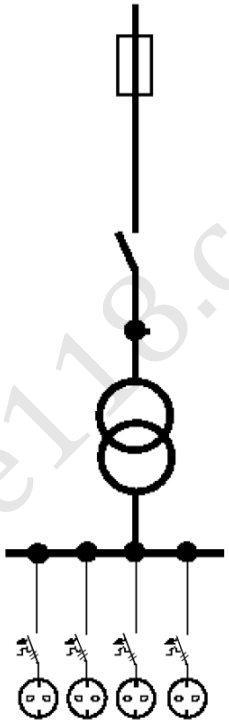
اگر If>Ia باشد، فیوز عمل می کند و به طور ناگهانی عملکرد دستگاه متوقف میشود.

SAZE118.COM

برای هر دسته از اتاقهائی که کاربری یکسان دارند حداقل یک سیستم IT جداگانه مورد نیاز هست که هر کدام باید به یک دستگاه سنجش عایقی مطابق IEC ۶۱۵۵۷-۸ مجهز باشد. محل نصب این دستگاه باید بگونه ای باشد که پرسنل درمانی به راحتی به آن دسترسی داشته باشند.
آژیر و نشاندهنده از الزامات این دستگاه است.

تجهیزات حفاظتی سیستم IT مطابق (۷۱۰.۴۱۳.۱.۵, ۷۱۰.۵۳.۱, ۷۱۰.۵۵.۳) IEC

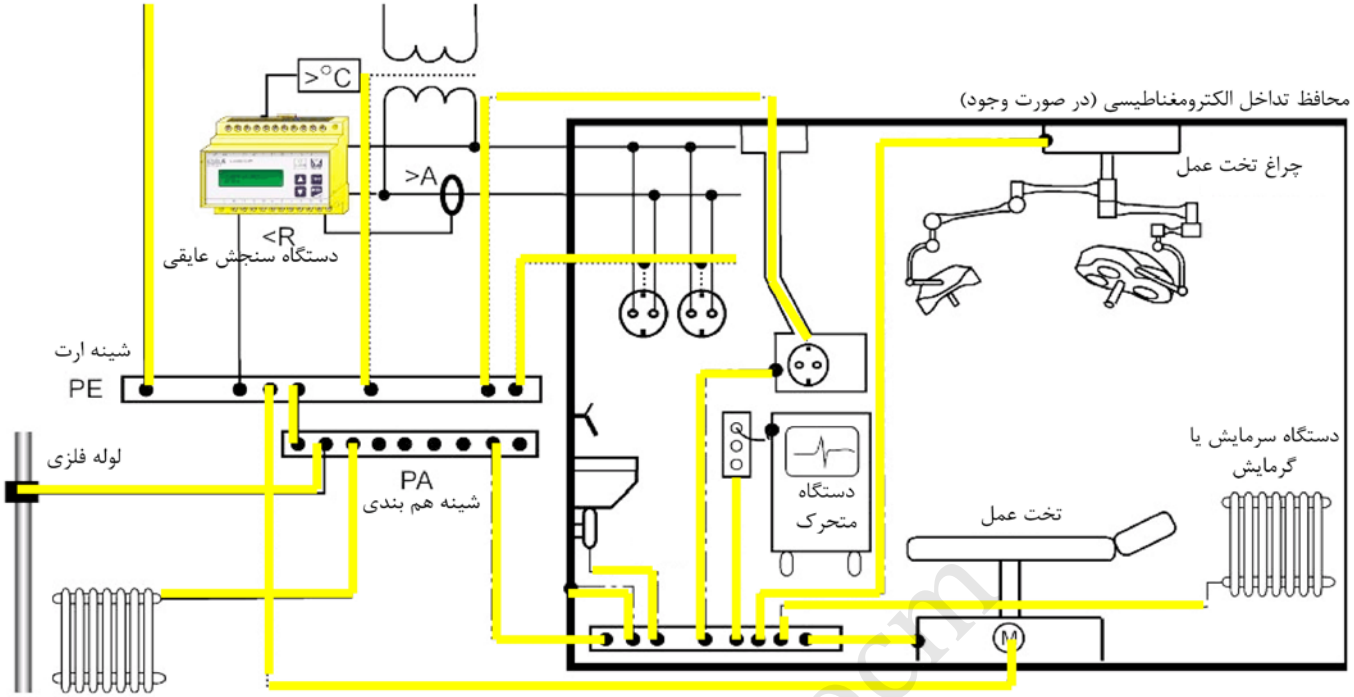
در بالادست و پائین دست ترانس ایزولاسیون حفاظت اضافه بار نباید بکار رود. تنها استفاده از فیوز برای حفاظت اتصال کوتاه مجاز است.
درجه حرارت بالای ترانسفورماتور که نشاندهنده اضافه بار آن است از طریق دستگاه سنجش عایقی مونیتور شده ولی پیغام خطا باعث قطع نمی گردد.



در اماکن گروه ۲ با سیستم IT در هر مکان مداوای بیمار باید حداقل ۲ مدار جداگانه پریز وجود داشته باشد یا هر پریز به صورت جداگانه حفاظت شود.

هم بندی
همبندی در اتاقهای عمل از اهمیت ویژه ای برخوردار است .IEC 710.413.1.6.1 در "محدوده بیمار" بمنظور از بین بردن اختلاف پتانسیل هم بندی الزامی است :
هادیهای حفاظتی، هادیهای بیگانه، محافظ در برابر تداخل میدانهای مغناطیسی (در صورت وجود)، مش هادی کف (در صورت وجود)

SAZE118.COM



مطابق بند ۷۱۰-۴۱۳-۱-۶-۲ از استاندارد IEC در فضاهای گروه ۲ مقاومت بین ترمینال هادی حفاظتی پریزها یا دستگاههای ثابت یا هادی بیگانه با شینه همبندی نباید از ۰/۲ اهم تجاوز نماید. با انتخاب سطح مقطع مناسب سیم میتوان این مقدار را بدست آورد.

خطر انفجار

تجهیزات برقی شامل کلید و پریز باید فاصله افقی حداقل ۲۰ سانتی متر از شیرهای گاز طبی داشته باشند.

در کلیه سیستمهای TN , IT, TT در فضاهای گروه ۱ و ۲ ولتاژ تماس بر خلاف سایر موارد نباید از ۲۵ ولت تجاوز نماید.

روشنائی

مطابق استاندارد EN ۱۲۴۶۴-۱ شدت روشنائیهای فضاهای درمانی به شرح زیر است :

مرجع	فضا	شدت روشنائی (لوکس)	تشخی ص رنگ
	فضاهای عمومی		
۷.۱.۱	• اتاقهای انتظار	۲۰۰	۸۰
*	• اتاقهای انتظار با امکان مطالعه	۲۰۰	۸۰
*	• پذیرش	۵۰	۸۰
۷.۲	**اتاقهای کارکنان**		
۷.۲.۱	• دفاتر	۵۰۰	۸۰
۷.۲.۲	• اتاق استراحت	۵۰۰	۸۰
		۳۰۰	۸۰
۷.۳	**بخشها**		
۷.۳.۱	• روشنائی عمومی	۱۰۰	۸۰

SAZE118.COM

۷.۳.۲	• روشنائی مطالعه	۳۰۰	۸۰
۷.۳.۳	• معاینات ساده	۳۰۰	۸۰
۷.۳.۴	• معاینه و مداوا	۱۰۰۰	۹۰
۷.۳.۵	• روشنائی شب	۵	۸۰
۷.۳.۶	• دستشوئی و حمام بیمار	۲۰۰	۸۰
*	• روشنائی عمومی بخش نوزادان	۲۰۰	۸۰
*	• روشنائی شب و معاینه در بخش نوزادان	۲۰	۸
۷.۴	**اتاقهای معاینه (عمومی)**		
۷.۴.۱	• روشنائی عمومی	۵۰۰	۹۰
۷.۴.۲	• معاینه و مداوا	۱۰۰۰	۹۰
۷.۵	**اتاقهای معاینه چشم**		
۷.۵.۱	• روشنائی عمومی	۳۰۰	۸۰
۷.۵.۲	• معاینه چشم بیرونی	۱۰۰۰	۹۰
۷.۵.۳	• آزمایش قدرت بینائی	۵۰۰	۹۰
۷.۷	**اتاق اسکنر**		
۷.۷.۱	• روشنائی عمومی	۳۰۰	۸۰
۷.۷.۲	• اسکنر با مونیتور	۵۰	۸۰
۷.۸	**بخش زایمان**	۳۰۰	
۷.۸.۱	• روشنائی عمومی	۱۰۰۰	۸۰
۷.۸.۲	• معاینه و مداوا		۸۰
۷.۹	**اتاقهای مداوا (عمومی)**		
۷.۹.۱	• دیالیز	۵۰۰	۸۰
*	• روشنائی عمومی اتاق دیالیز	۱۰۰	۸۰
*	• روشنائی مطالعه اتاق دیالیز	۳۰۰	۸۰
۷.۹۲	• تخصص پوست	۵۰۰	۹۰
۷.۹۳	• آندوسکپی	۳۰۰	۸۰
*	• معاینات اندوسکوپی	۵۰	۸۰
۷.۹.۴	• شکسته بندی	۵۰۰	۸۰
۷.۹.۵	• حمامهای پزشکی	۳۰۰	۸۰
۷.۹.۶	• رادیوتراپی و ماساژ	۳۰۰	۸۰
۷.۱۰	**جراحی**		
۷.۱۰.۱	• آمادگی عمل و بازهوشی	۵۰۰	۹۰
*	• فاز بازهوشی	۱۰۰	۹۰
*	• روشنائی تکمیلی	۱۰۰۰	۹۰
۷.۱۰.۲	• اتاق عمل	۱۰۰۰	۹۰
۷.۱۰.۳	• تخت عمل	۱۰۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰	۹۰
*	• محوطه کناری تخت	۲۰۰۰	۹۰

saze118.com

SAZE118.COM

۷.۱۱	**اتاق مراقبتهای ویژه**		
۷.۱۱.۱	• روشنائی عمومی	۱۰۰	۹۰
۷.۱۱.۲	• معاینات ساده	۳۰۰	۹۰
۷.۱۱.۳	• معاینه و مداوا	۱۰۰۰	۹۰
۷.۱۱.۴	• نور شب	۲۰	۹۰
۷.۱۲	**دندانپزشکی**		
۷.۱۲.۱	• روشنائی عمومی	۵۰۰	۹۰
۷.۱۲.۲	• موضعی	۱۰۰۰	۹۰
۷.۱۲.۳	• جراحی	۵۰۰۰	۹۰
۷.۱۲.۴	• تطابق رنگ دندان	۵۰۰۰	۹۰
۷.۱۳	**آزمایشگاه و داروخانه**		
۷.۱۳.۱	• روشنائی عمومی	۵۰۰	۸۰
۷.۱۳.۲	• کنترل رنگ	۱۰۰۰	۹۰
۷.۱۴	**اتاقهای آلودگی زدائی**		
۷.۱۴.۱	• اتاقهای استرلیزاسیون	۳۰۰	۸۰
۷.۱۴.۲	• اتاقهای ضدعفونی	۳۰۰	۸۰
۷.۱۵	**اتاقهای کالبدشکافی و سردخانه**		
۷.۱۵.۱	• روشنائی عمومی	۵۰۰	۹۰
۷.۱۵.۲	• تخت کالبدشکافی و تشریح	۵۰۰۰	۹۰
	فضاهای اداری		
۳.۶	میز پذیرش	۳۰۰	۸۰
۷.۱	**اتاقهای دارای کاربرد عمومی**		
۷.۱.۱	اتاقهای انتظار	۲۰۰	۴۰
۷.۱.۴	سالن عمومی	۲۰۰	۸۰
	فضاهای استراحت پرستار		
	اتاق خواب / نشیمن		
*	روشنائی عمومی	۱۰۰	۸۰
*	روشنائی مطالعه	۳۰۰	۸۰
*	روشنائی بر روی میزهای غذاخوری	۲۰۰	۸۰
۷.۱.۴	فضای عمومی	۲۰۰	۸۰
۷.۳.۶	دستشوئی	۲۰۰	۸۰

saze118.com

SAZE118.COM

۷.۵	**اتاقهای معاینه چشم**	۳۰۰	۸۰
۷.۵.۱	• روشنائی عمومی	۱۰۰۰	۹۰
۷.۵.۲	• معاینه چشم بیرونی	۵۰۰	۹۰
۷.۵.۳	• آزمایش قدرت بینائی	۵۰	۹۰
*	• Skiascopy, Refractometry, Ophthalmoscopy, Ophthalmometry	<=۱۰	۹۰
*	• Perimetry, Adaptometry		
۷.۶	**اتاقهای معاینه گوش**		
۷.۶.۱	روشنائی عمومی	۳۰۰	۸۰
۷.۶.۲	معاینه گوش	۱۰۰۰	۹۰
۱.۱	**مناطق عبور و مرور**	۱۵۰	۴۰
۱.۱.۲	راه پله، پله برقی	۲۰۰	۸۰
*	مناطق عبور و مرور در اماکن درمانی	۲۰۰	۶۰
۷.۱.۲	راهروها : در طی روز	۵۰	۸۰
۷.۱.۳	راهروها : در شب	۳۰۰	۸۰
*	راهروها در اتاق جراحی		
۲.۱۱	**رختشویخانه**		
۲.۱۱.۲	لباسشوئی و خشکشوئی	۳۰۰	۸۰
۲.۱۱.۳	اتوکشی	۳۰۰	۸۰
۲.۱۱.۴	تعمیرات و بازرسی	۷۵۰	۸۰
	آزمایشگاههای دندانپزشکی		
	بازبینی اولیه و نهائی، انتخاب مواد ساخت دندان		
*	روشنائی عمومی	۱۰۰۰	۹۰
*	روشنائی موضعی	۱۵۰۰	۹۰
	طراحی، اندازه گیری، قالبسازی		
*	روشنائی عمومی	۱۰۰۰	۸۰
*	روشنائی موضعی	۱۵۰۰	۸۰
*	روشنائی عمومی برای نصب و براق کردن	۷۵۰	۸۰
*	روشنائی موضعی برای براق کردن	۱۰۰۰	۸۰
*	روشنائی عمومی برای کپی سازی، نصب فلز، پرداخت قالب	۵۰۰	۸۰
*	روشنائی موضعی برای کپی سازی، پرداخت قالب	۱۰۰۰	۸۰
*	روشنائی عمومی برای قالب گیری و وصل شدن	۳۰۰	۸۰
۳	**دفاتر اداری**		
۳.۱	اتاق اداری عمومی	۳۰۰	۸۰
۳.۲	تایپ، خواندن و نوشتن، پردازش داده	۵۰۰	۸۰
۳.۵	اتاق کنفرانس	۵۰۰	۸۰

saze118.com

SAZE118.COM

۳.۷	بایگانی	۲۰۰	۸۰
۵.۲	**رستوران**		
۵.۲.۱	میز صندوقدار، پذیرش	۳۰۰	۸۰
۵.۲.۲	آشپزخانه	۵۰۰	۸۰
۵.۲.۳	سالن غذاخوری	–	۸۰
۵.۲.۴	سلف سرویس	۲۰۰	۸۰
۵.۲.۵	بوفه	۳۰۰	۸۰

روشنائی شب برای رفت و آمد بدون اشکال پرستاران در نظر گرفته شده است و برای جلوگیری از خیرگی چشم بیماران باید به سمت دیوار یا سقف تابانده شود.

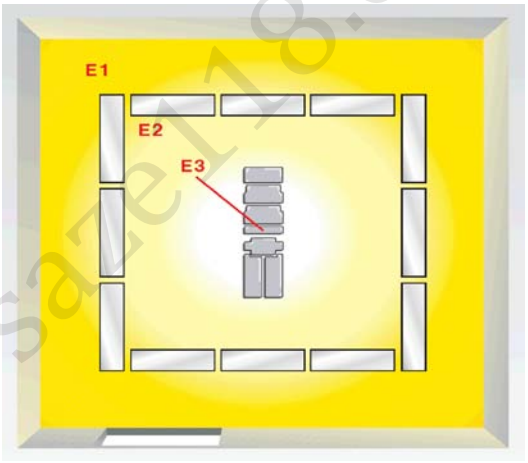
روشنائی اتاق عمل

سه شدت روشنائی در این فضا مورد نظر است :

روشنائی عمومی (E1) ۱۰۰۰ لوکس

محوطه اطراف تخت (E2) ۲۰۰۰ لوکس

تخت جراحی (E3) ۱۰۰۰۰ تا ۱۶۰۰۰۰ لوکس (بسته به نوع جراحی)

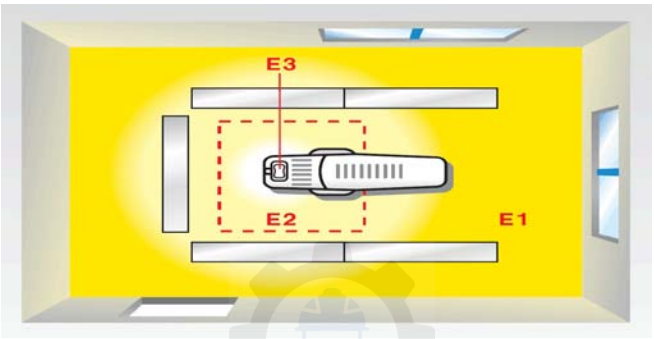


روشنائی اتاق دندانپزشکی

آرایش در مجوطه پیرامونی (E1) ۵۰۰ لوکس

در محدوده بیمار (E2) ۱۰۰۰ لوکس

در نقطه درمان (E3) ۵۰۰۰ لوکس



SAZE118.COM

در اتاق بیماران ۴ نوع روشنائی می باید در نظر گرفته شود :
روشنائی روز ۱۰۰ لوکس
روشنائی شب ۵ لوکس
روشنائی مراقبت از بیمار ۲۰ لوکس
روشنائی مطالعه ۳۰۰ لوکس
در اتاق بیماران توصیه میشود تنها از چراغهای دیواری با نور غیر مستقیم و لامپ فلورسنت استفاده شود. نباید نور شب مستقیما سقف را روش کند. این نحوه روشنائی بعضی از بیماران را دچار مشکل می کند.

روشنائی راهرو
با توجه به انتقال بیمار بوسیله برانکار، چیدن چراغها دبه صورت عادی در مرکز سقف بخصوص اگر غیر پیوسته باشد، بیمار را ناراحت می نماید. بنابراین نور غیر مستقیم در راهروها بهترین نتیجه را می دهد. انتهای راهروها که تغییر مسیر صورت می گیرد باید روشنائی بیشتری داشته باشد. راهروها به عنوان محل تطبیق بیمار بین روشنائی کم اتاق استراحت بیمار و روشنائی زیاد اتاق معاینه عمل می کند و بنابراین شدت روشنائی آن بین این دو مقدار است. روشنائی راهروها را به صورت پیوسته باید بتوان در شب کاهش داد و امکان افزایش کامل به صورت دستی باید وجود داشته باشد.
تامین روشنائی اضطراری راهروها و علامات خروج در بیمارستان اهمیت مضاعفی دارد.

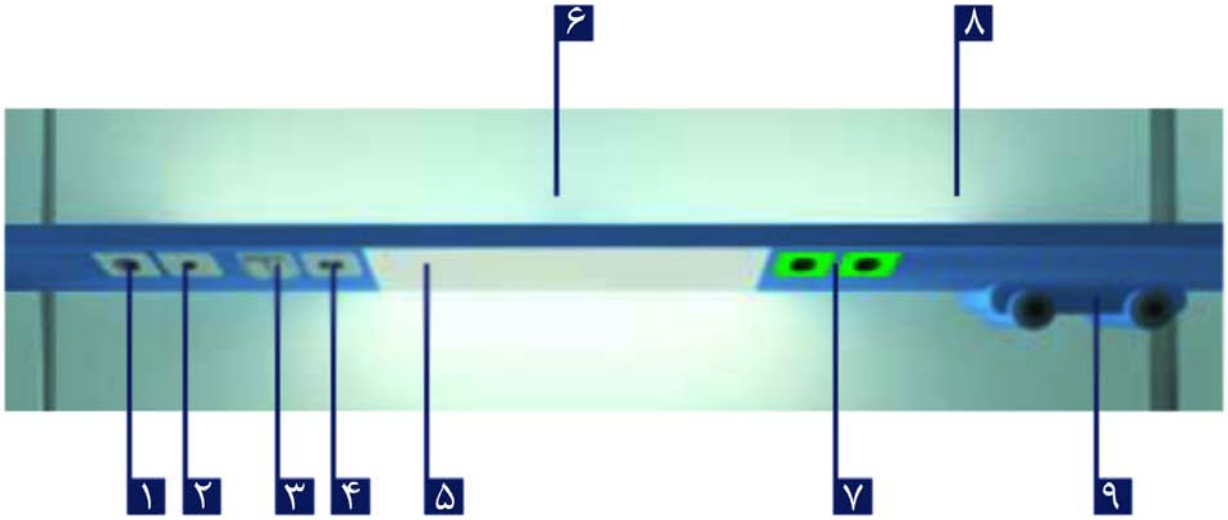
روشنائی راه پله
در راه پله یک جریان نور پیوسته از بالا تا پائین با تکیه بیشتر بر بالاترین و پائین ترین پله باید وجود داشته باشد. اگر از نور دیواری استفاده میشود، در بالاترین پله نباید چراغها را ب دید. همینطور هیچ چراغی در پشت دستگیره های دیواری (Hand Rail) نباید بیرون بزند.
توجه به روشنائی اضطراری راه پله بدیهی است.

بخش کودکان
کودکان در این بخش باید محیط دلپذیری داشته باشند بنابراین نور این بخش باید گرمتر باشد (Warm White) . روشنائی زیاد با قابلیت کم و زیاد کردن نور از ویژگیهای نورپردازی این بخش می باشد. به علت نیاز به مراقبت بالا بخش نوزادان از شدت روشنائی بالاتری باید برخوردار باشد.
رادیولوژی
برای رویت تصاویر رادیولوژی شدت روشنائی اتاق باید تا ۳۰ لوکس پائین آورده شود.

رختشویخانه و آشپزخانه
وجود بخار در هر دوی این محلها بکارگیری چراغهای با درجه حفاظت IP ۵۴ را ضروری میسازد.

تخت بیمار

SAZE118.COM



۱-پریز برق عادی
۲-جهت اتصال یونیت بیمار برای احضار پرستار، خاموش و روشن کردن چراغ و رادیو
۳- کلید روشنائی مطالعه
۴-پریز تلفن
۵-روشنائی مطالعه
۶-روشنائی عمومی (غیر مستقیم)
۷-پریز برق اضطراری
۸-روشنائی مراقبت بیمار (شب)
۹-خروجی برای گازهای طبی

پریز

مطابق استاندارد NEC ۵۱۷.۱۸ برای تخت بیمار باید ۲ پریز عادی و ۲ پریز باید در نظر گرفت. ۲ مدار مستقل یکی برای پریزهای عادی و یکی برای پریزهای اضطراری باید وجود داشته باشد.

اتاق بیماران روانی از این حکم مستثنا است.

در بخش کودکان پریزهای اتاق بیمار و دستشوئی باید قابل دستکاری نباشند. (Tamper Resistant)

در بخش مراقبتهای ویژه تعداد پریزهای عادی مورد نیاز هر تخت ۳ عدد و پریز اضطراری نیز ۳ عدد است. .(NEC ۵۱۷.۱۹) همانند بخشهای عادی ۲ مدار مستقل مورد نیاز خواهد بود.

نوع سیم و لوله

سیستم برق اضطراری به علت بالاتربردن قابلیت اعتماد آن به هنگام بروز خطا باید کاملا در لوله ها و مسیرهای جداگانه قرار گیرند و حفاظت مکانیکی آن از اهمیت ویژه ای برخوردار است. استاندارد IEC الزامی برای نوع لوله و سیم به کار رفته در اماکن درمانی مطرح نمی نماید. در استندارد NFPA 90 (NEC) در بندهای مختلف استفاده از لوله فلزی و وجود زره فلزی برای کابل را در اماکنی که گازهای بیهوش کننده در آن وجود دارد را االزامی می سازد. بندهای ۵۱۷.۶۱ –(B).۱ و ۵۱۷.۶۱ (C).۱ از مهمترین آنها هستند.

در محوطه بستری بیمار نیز همین استاندارد در بند ۵۱۷.۱۳.A وجود کابل مسلح فلزی و داکت کابل فلزی را ضروری می داند.

نشریه شماره ۸۹ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی در بند ۵-۵-۱ الزام می نماید که لوله های مورد مصرف برای کلیه پریزهایی که از تابلوی برق ایزوله تغذیه میشوند از جنس پی وی سی سخت باشند و برای سیمکشی نیز از سیم XLP استفاده شود.

سیستم احضار پرستار

بر دو نوع است :

ساده

بیمار در صورت نیاز به احضار پرستار با فشردن شستی در مجاورت تخت، علامتی دیداری و شنیداری هم در ایستگاه پرستاری هم در سر در اتاق ایجاد می نماید که پرستار را موظف می کند به او مراجعه نماید. پس از فشار شستی پاسخ در مجاورت در ورودی اتاق بیمار آلارم خاموش میشود. در دستشوئیها نیز شستی هائی به صورت کششی که دارای زنجیر و قلاب می باشد وجود دارد. این شستی تا نزدیکی کف دستشوئی قرار دارد.

با امکان مکالمه

علاوه بر امکان فوق مکالمه دوطرفه پرستار و بیمار نیز ممکن می باشد.

تجهیزات :

دستگاه مرکزی فراخوان

مجموعه احضار کنار تخت (Bed Station)

چراغ سر در

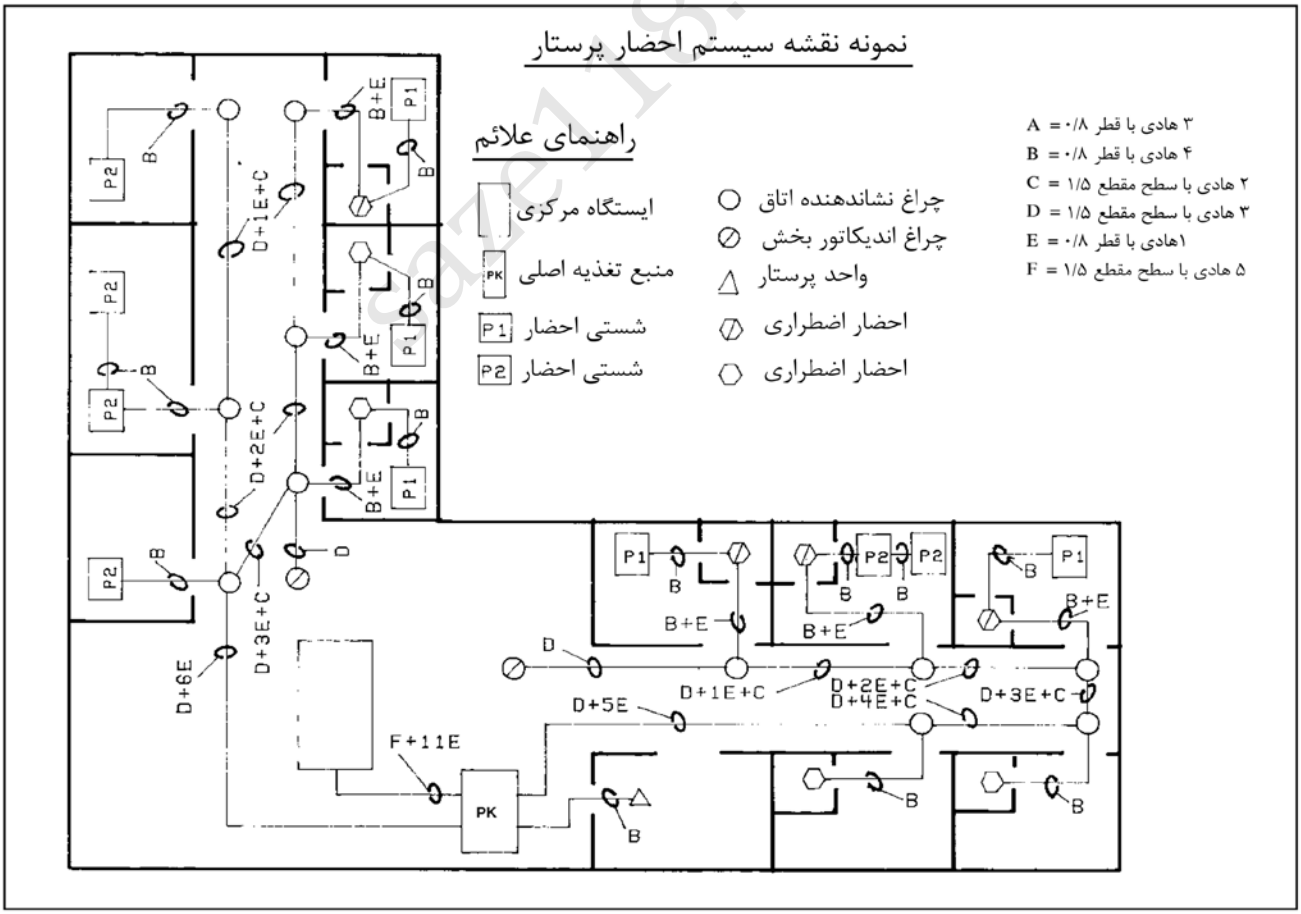
شستی احضار دارای قلاب کشش

چراغ نشاندهنده ناحیه (اختیاری)

شستی پاسخ مراجعه (Reset)

میکروفن و بلندگو در نوع دوم

مداربندی این سیستم ها بستگی تمام به مشخصات سازنده دارد. یک نمونه از سیستمهای جهت آشنائی در پائین آمده است.



سیستم اینترکام

مکالمه ۲ طرفه بین بخشهای مختلف بیمارستان از امکاناتی است که تماس سریع به جای استفاده از تلفن داخلی را ممکن می سازد.

SAZE118.COM

تاسیسات برقی در استخرها

در محیطی مانند استخر خطر شوک الکتریکی به علت کاهش مقاومت بدن افزایش میابد و روشن است که طراحی برق الزامات ویژه ای را می طلبد.

استانداردهای مورد استفاده در این قسمت عبارتند از :

۱-استاندارد ملی ایران ش ۱۱۲۰۳، "استخرهای شنا- الزامات عمومی"

۲-IEC ۶۰۳۶۴-۷-۷۰۲ Electrical Installations of Building-(Swimming pools & other basins)

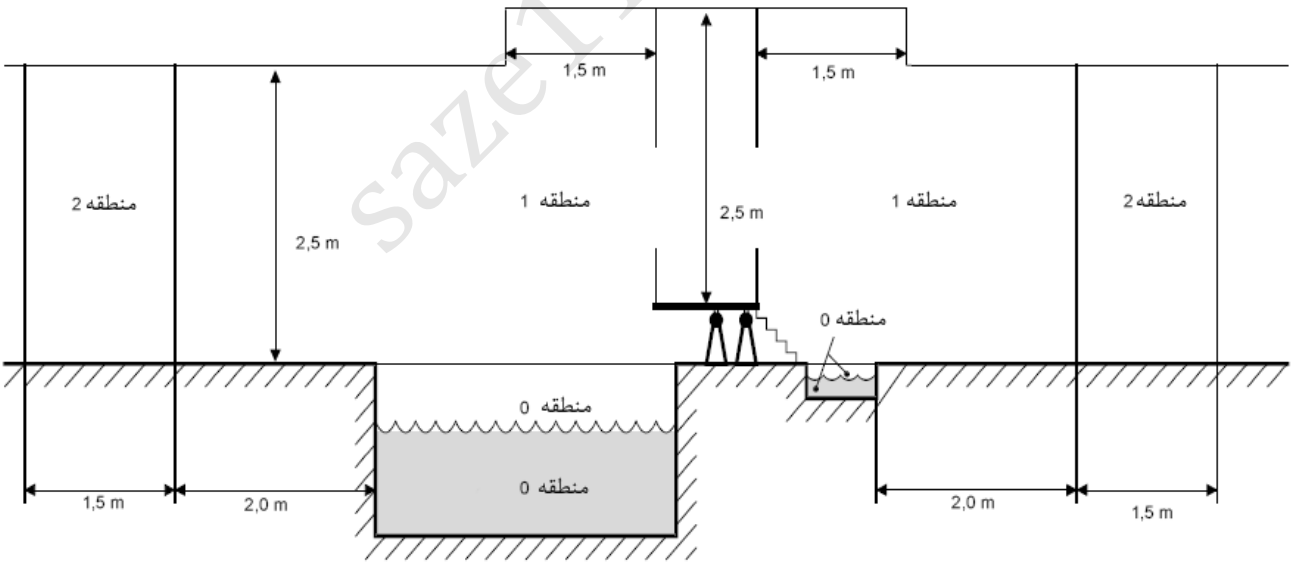
۳-National Electrical Code-Article ۶۸۰ (Swimming Pools, Fountains & similar Installations)

۴-BS ۷۶۷۱-Section ۷۰۲ (Swimming Pools)

۲- منطقه بندی حجمی و الزامات

الزامات طراحی تاسیسات برقی در نقاط مختلف استخر متفاوت هستند. بدین علت در استانداردهای مربوطه، محدوده های حجمی استخر و اطراف آن در مناطق متفاوتی تعریف شده اند.

الزامات استاندارد ملی ایران ۱۱۲۰۳ در این مورد براساس IEC ۶۰۳۶۴-۷-۷۰۲ بوده که آن هم با اختلافات جزئی از BS ۷۶۷۱- Section ۷۰۲ برگرفته شده است. در شکل زیر تعاریف مناطق مختلف را میتوان دید :



انتخاب و نصب تجهیزات در مناطق مختلف به شرح زیر است :

	تجهیزات مجاز منطقه صفر	تجهیزات مجاز منطقه یک	تجهیزات مجاز منطقه دو	توضیحات

SAZE118.COM

سیستم سیم کشی	به توضیحات مراجعه شود			
جعبه تقسیم	غیر مجاز	غیر مجاز (به توضیحات مراجعه شود)	مجاز	در منطقه ۱ برای مدارات SELV قابل قبول است.
تابلوی قدرت و فرمان	غیر مجاز	غیر مجاز	مجاز	
کلید و پریز	غیر مجاز	مجاز (به توضیحات مراجعه شود)	مجاز (به توضیحات مراجعه شود)	در منطقه ۲ با تمهیدات خاص حفاظتی. برای استخرهای کوچک در منطقه ۱، حداقل ۱/۲۵ متر از منطقه صفر فاصله داشته و ۰/۳ متر بالای کف باشد.
تجهیزات ثابت مناسب برای استفاده داخل استخر	مجاز	مجاز	مجاز	طراحی مخصوص داشته باشد.
تجهیزات الکتریکی گرمایش کف	در این منطقه مفهوم ندارد	مجاز	مجاز	SELV یا مش فلزی زمین شده
روشنائی زیر آب	مجاز	در این منطقه مفهوم ندارد	در این منطقه مفهوم ندارد	تمهیدات ویژه
تجهیزات آب نما	مجاز	مجاز	تعریف نشده است	تمهیدات ویژه در مناطق ۰ و ۱
تجهیزات ثابت نصب شده در منطقه ۱	-	مجاز	-	تمهیدات ویژه
چراغهای نصب شده در منطقه ۱	-	مجاز (به توضیحات مراجعه شود)	-	تمهیدات ویژه

توضیحات سیستم سیم کشی:

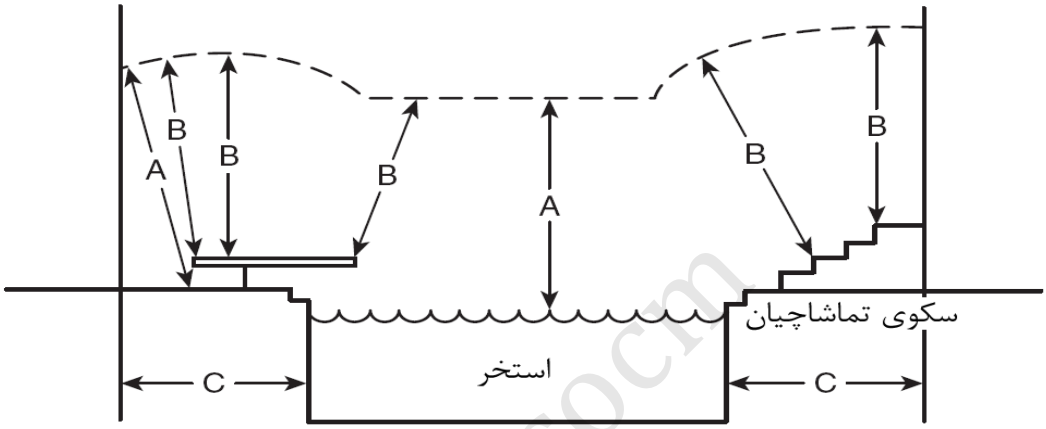
- در مناطق ۰و۱و۲ سیستمهای سیم کشی نباید پوشش فلزی قابل دسترسی داشته باشد. پوششهای فلزی غیر قابل دسترس باید به هم بندی اضافی متصل شوند.
- کابلها ترجیحا باید داخل لوله های عایق قرار گیرند.
- در آب نماها در مناطق ۰ و ۱ سیستم های سیم کشی باید به مقادیری که برای تغذیه تجهیزات همان مناطق ضروری است محدود شود.
- در آب نماها تمهیدات اضافی ذیل باید در نظر گرفته شود :
- کابلها در منطقه صفر تا حد ممکن باید دور از لبه مخزن آب نما باشند و به تجهیزات برقی داخل آب نما از طریق کوتاهترین مسیر متصل شوند.
- در منطقه ۱ کابلها یاید با حفاظت مکانیکی مناسب نصب شوند.

SAZE118.COM

۲- حریم خطوط برق و مخابرات در بالای استخر

در این زمینه استاندارد IEC اشاره ای ننموده است. استاندارد ۱۱۲۰۳ ملی ایران، ارتفاع ۶ متر را برای کلیه خطوط برق از سطح استخر حد قابل قبول میداند.

مشخصات دقیق در این مورد را استاندارد NEC در بند ۶۸۰.۸ آورده است :



		کابلهای عایقدار که زمین شده اند	همه انواع دیگر کابل	
		۰ – ۷۵۰ ولت	۰ تا ۱۵ کیلو ولت	۱۵ تا ۵۰ کیلوولت
A	فاصله مجاز در تمامی جهت ها از سطح آب یا سطح کناره استخر	۶/۹ متر	۷/۵ متر	۸/۰ متر
B	فاصله مجاز در تمامی جهت ها از سکوی تماشاچیان و سکوی پرش	۴/۴ متر	۵/۲ متر	۵/۵ متر
C	حد افقی فاصله مجاز اندازه گیری شده از دیواره داخلی استخر	این فاصله باید به لبه خارجی سازه هائی که در ۲ قسمت A و B نامبرده شد امتداد یابد ولی در هر حال از ۳ متر کمتر نباشد.		

مطابق همین استاندارد، خطوط مخابراتی اعم از تلفن، رادیو و تلویزیون در ارتفاعی کمتر از ۳ متر از سطح استخر نباید نصب شوند.

استاندارد BS در مورد کابلهای مخابراتی، عدم وجود کابل در مناطق A وB را لازم میداند. در صورتی که این امر ممکن نباشد، رعایت حریم ۱/۵ متری بیرون از منطقه A الزامی است.

۴- سیم کشی دفنی

مطابق بند ۶۸۰.۱۰ استاندارد NEC سیمکشی در زیر مخزن استخر یا حریم ۱/۵ متری از دیواره داخلی استخر ممنوع است. تنها استثنا، برقرسانی تجهیزات داخل استخر مثل چراغ روشنائی است.

حداقل عمق دفن در مورد فوق به قرار زیر است:

نحوه نصب	حداقل عمق دفن (میلیمتر)
لوله فلزی صلب	۱۵۰

SAZE118.COM

لوله فلزی نیمه سخت	۱۵۰
داکتهای غیر فلزی مناسب برای دفن مستقیم	۴۵۰

۵- همبندی

هدف همبندی داخل و اطراف استخر اطمینان از این نکته است که گرادیان ولتاژ در محوطه استخر وجود ندارد. با این روش با فرض عدم کارکرد تجهیزات حفاظتی، کلیه نقاط هم پتانسیل بوده و خطر برق گرفتگی وجود نخواهد داشت.

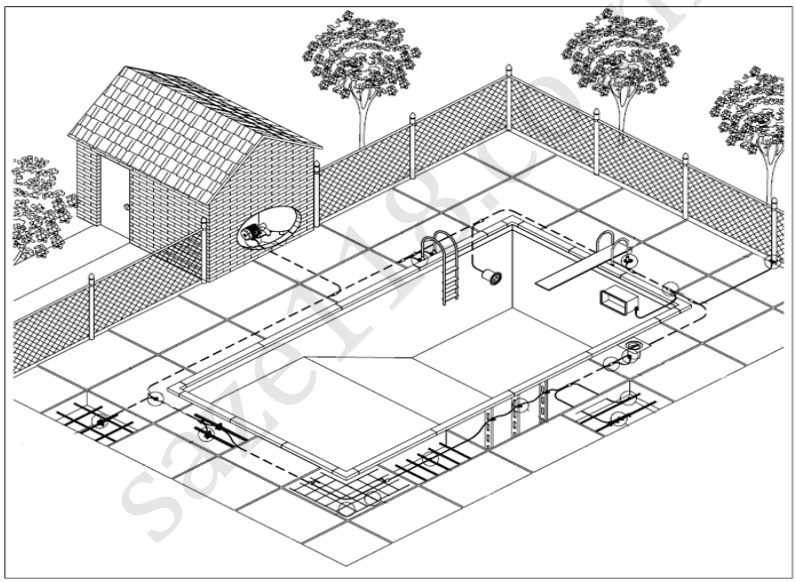
این همبندی موارد زیر را شامل میشود :

کلیه قسمتهای فلزی سازه، بدنه چراغهای زیر آب، بدنه تجهیزات الکتریکی، تجهیزات فلزی، لوله های فلزی، زره کابل، سینی های کابل باید به یکدیگر متصل گردند.

سیم مسی مورد استفاده برای همبندی نباید از ۸ AWG(۱۰ میلیمترمربع) کمتر باشد. این سیم میباید تکرشته بوده ولی عایقدار بودن یا نبودن آن تاثیری ندارد. اتصالات از طریق جوش اگزوترمیک یا بستهای مخصوص باید صورت گیرد.

در تصویر صفحه بعد، همبندی یک استخر فضای آزاد دیده میشود. نقاطی که با دایره مشخص شده اند محل اتصالات هستند.

در مورد استخرهای داخل سالن نیز همین الزامات میباید رعایت گردند.



۶- روشنائی

شدت روشنائی مورد نیاز در استخر و محوطه پیرامونی آن بر حسب لوکس به شرح زیر است :

	IES	EN ۱-۱۲۴۶۴	استاندارد ایران ۱۱۲۰۳
استخر	۵۰۰	۳۰۰	۳۲۳
سکوی تماشاچیان	۱۵۰		
رختکن	۱۵۰	۲۰۰	۳۲۳

چراغهای داخل استخر باید از سیستم SELV (Separated Extra Low Voltage) تغذیه شوند.

لبه بالای چراغهای دیواره استخر حداقل ۴۵ سانتیمتر پائین تر از سطح معمول آب در استخر قرار گیرد. NEC ۶۸۰-۲۳ (A)(۵)

saze118.com

ترانسفورماتورهائی که برای تغذیه چراغهای زیر آب استفاده میشوند باید ایزوله بوده و مدار ثانویه آن زمین نشده باشد. یک مانع (پرده) فلزی زمین شده بین سیم پیچهای اولیه و ثانویه باید وجود داشته باشد. NEC ۶۸۰-۲۳(A)(۲)

در صورت استفاده از لوله فلزی از انواع برنجی یا سایر فلزاتی که دچار زنگ زدگی نمیشوند باید استفاده نمود. NEC ۶۸۰-۲۳ (B)(۲)(a)

کلیه چراغها باید قابلیت باز شدن از محل و انتقال به محیطی خشک را جهت تعمیرات و تعویض لامپ را داشته باشند. NEC ۶۸۰-۲۳ B(۶)

از جعبه تقسیم نباید برای تغذیه چراغ در تاسیسات استخر استفاده نمود. در موقعیتهای خاص فاصله افقی جعبه تقسیم کمتر از ۱/۲ متر از دیوار داخلی استخر نباشد. کف جعبه تقسیم نیز نباید کمتر از ۱۰ سانتیمتر از سطح زمین (یا ۲۰ سانتیمتر از سطح بالای آب) فاصله داشته باشد.NEC ۶۸۰-۲۴-B-۲

در محاسبه سطح مقطع کابل ثانویه ترانسفورماتورهای ۱۲ ولت باید به شدت جریان بالای چراغها در این ولتاژ و افت ناشی از آن توجه نمود. مطابق استاندارد ملی ایران ۱۱۲۰۳چراغهای اضطراری (ایمنی) مناسبی باید در محل استخرهای روبازی که مجوز کار در شب را دارند و یا استخرهای سرپوشیده تعبیه شده باشد. در خصوص استخرهای کوچک و یا خصوصی که در آنها نور طبیعی وجود ندارد نیز باید حداقل یک چراغ اضطراری قابل حمل در اطراف استخر وجود داشته باشد، با این قابلیت که امکان خروج افراد را از استخر فراهم نماید. ۱۶-۲ بند ۱۱و ۱۲

پنجره ها، شیشه ها و لامپهای تعبیه شده در محیط استخر باید به گونه ای طراحی و نصب شده باشند که باعث ایجاد روشنائی زننده یا خیره کننده و یا انعکاس بیش از اندازه نور در سطح آب استخر نشود. استاندارد ایران ۱۱۲۰۳ – ۱۶-۲ بند ۴

۷-موارد دیگر

وجود یک کلید قطع در محدوده استخر جهت قطع تجهیزات استخر مانند موتورها به هنگام تعمیرات و سرویس ضروری است. (روشنائی شامل این موضوع نمیشود.)NEC ۶۸۰.۱۲

نصب یک پریز مجهز به رله نشت جریان در فاصله ۳ تا ۶ متری دیواره داخلی استخر در استخرهای واحدهای مسکونی الزامی است. NEC ۶۸۰.۲۲ (A)

SAZE118.COM

هماهنگی حفاظتهای الکتریکی (Coordination of Protections)

از مهمترین اهداف شبکه های توزیع،ا شناسائی و جداسازی منطقه ای که در معرض خطا واقع شده است، به جای قطع مدار در کل شبکه، تقلیل آثار مخرب یک خطا در مناطق سالم، کاهش خسارت به تجهیزات در محدوده وقوع خطا، تضمین پشتیبانی کافی در صورت عدم کارکرد وسیله حفاظتی در نظر گرفته شده، دستیابی تعادلی منطقی بین قابلیت اعتماد، سادگی و هزینه تجهیزات و تداوم برق رسانی به استفاده کنندگان است. تامین اهداف فوق به طراحی صحیح سامانه حفاظتی شبکه بستگی دارد. یکی از وجوه مهم طراحی حفاظت، هماهنگی تجهیزات آن با یکدیگر است، که در صفحات بعد به آن اجمالا اشاره خواهد شد.

مفهوم هماهنگی

یک سیستم حفاظت خوب باید قادر باشد :

۱ - به هنگام بروز خطا محل دقیق آن را تشخیص داده و از قطع بیمورد قسمتهائی از شبکه که در خطا سهمی ندارند جلوگیری کند.

۲ - تا آنجا که ممکن است به سرعت عمل کرده تا آسیبهای وارد آمده محدود شوند.

شرایط فوق در تضاد با یکدیگر هستند و در صورت اهمیت به یک شرط، دیگری نقش کمتری پیدا میکند. بنابراین راه حل میانه ای باید برگزید.

مقررات ملی ایران در مورد هماهنگی حفاظتها اشاره ای ندارد. استاندارد NEC در موارد زیر وجود حفاظت موضعی را اجباری دانسته است:

۱ - در تاسیسات درمانی حفاظت اتصال زمین

۲ - در مدار آسانسورها وقتی بیش از یک آسانسور با یک فیدر تغذیه میشود.

۳ - در سیستمهای برق اضطراری

در طراحیهای سیستمهای توزیع در کشور ما فرض میشود با یک سایز بالاتربردن آمپراژ وسیله حفاظتی سمت تغذیه نسبت به سمت بار مشکل حل میشود. توضیحات بعدی نشان میدهد این عمل تا چه اندازه نادرست است.

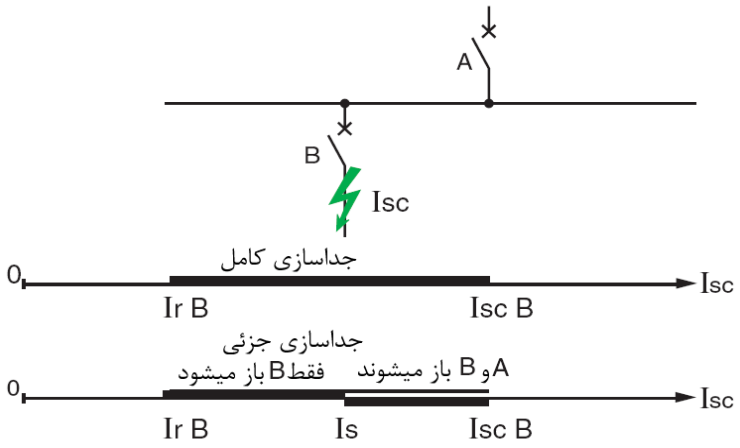
پیش از ادامه بحث باید با چند تعریف پایه ای آشنا شویم :

جداسازی کامل Total Selectivity (Discrimination)

هماهنگی بین دو حفاظت سری بطوریکه در صورت بروز خطا در نقطه ای از شبکه تنها حفاظت بلافاصله بالادست آن قطع میشود و حفاظت بالادست به کار خود ادامه می دهد. البته جریان اتصال کوتاه نباید از میزان قابل تحمل حفاظت اول تجاوز کند.

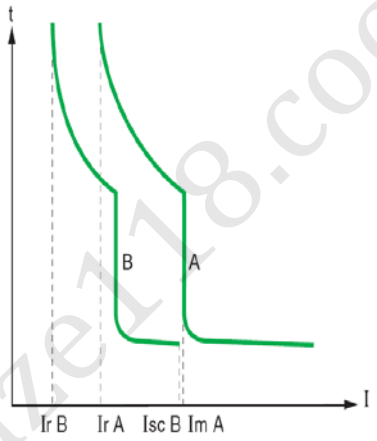
جداسازی جزئی Partial Selectivity (Discrimination)

هماهنگی بین دو حفاظت سری بطوریکه در صورتی جریان اتصال کوتاه در نقطه خطا تا حد معینی باشد (در شکل زیر Is) نزدیکترین کلید به محل خطا قطع خواهد کرد، ولی در صورت تجاوز از این حد، هر دو حفاظت عمل خواهند نمود.

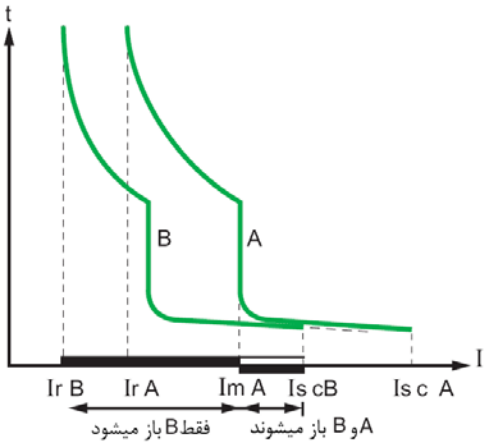


مسلم است که جداسازی کامل وضعیت مطلوب تری نسبت به حالت جزئی می باشد. ولی تامین آن در همه شرایط ممکن نیست که بعدا به آن پرداخته میشود.

منحنی های قطع نیز این دو وضعیت را نشان می دهند :



جداسازی کامل -حداکثر جریان اتصال کوتاهی که کلید پائین دست میتواند تحمل کنند IscB است. هر جریانی کمتر از این میزان، باعث عمل ابتدا کلید B میشود.



جداسازی جزئی- جریان اتصال کوتاه نمیتواند از IscB بیشتر باشد و الا کلید B تحمل نخواهد کرد. حد جداسازی جزئی Imاست. در جریانهای کمتر از آن، ابتدا کلید B و در بیشتر از آن هر دو باهم عمل خواهند کرد.

جداسازی انتخابی (Overcurrent Trip Selectivity)

هماهنگی دو یا چند وسیله حفاظتی به صورتی که در صورت وجود جریان خطائی در محدوده مشخصی تنها وسیله انتخاب شده عمل می کند و بقیه به کار خود ادامه می دهند.

حفاظت پشتیبان (Back-up Protection)

هماهنگی بین دو حفاظت به صورتی که وسیله بالادست تامین حفاظت در برابر جریان خطا را به تنهائی یا با کمک وسیله پائین دست به عهده میگیرد.

اضافه بار (Overload Current) – میزان جریانی است که از جریان نامی یک حفاظت تجاوز می کند ولی از ۴ تا ۱۰ برابر جریان نامی بیشتر نیست.

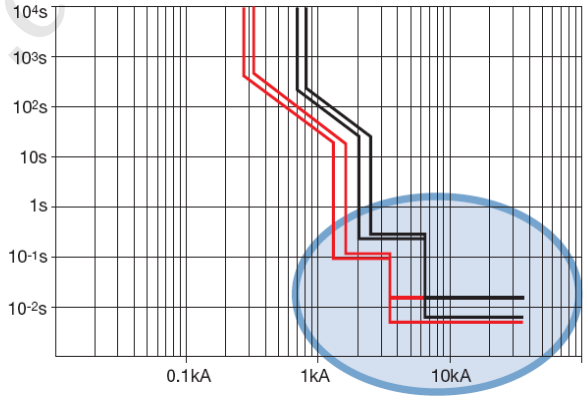
جریان اتصال کوتاه (Short-Circuit Current) جریانهای خطای بالاتر از ۱۰-۴ برابر جریان نامی.

اضافه جریان (OverCurrent) – اضافه جریان به هر دو عریف بالا اطلاق میشود.

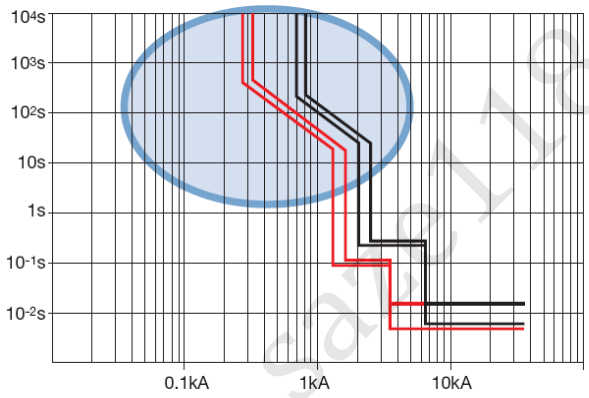
در منحنی های جریان زمان تجهیزات حفاظتی دو منطقه قابل تشخیص هستند.

منطقه اضافه بار(Overload) که از جریان نامی وسیله حفاظتی آغاز میشود و تا ۱۰-۴ برابر جریان نامی، بسته به نوع کلید ادامه دارد.

منطقه اتصال کوتاه (Short-Circuit Zone) که جریانهای بالاتر از محدوده فوق را شامل میشود.

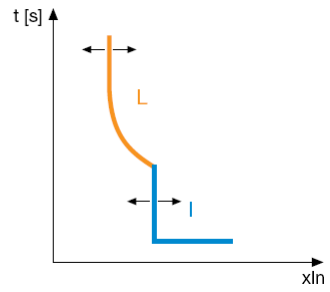


منطقه اتصال کوتاه

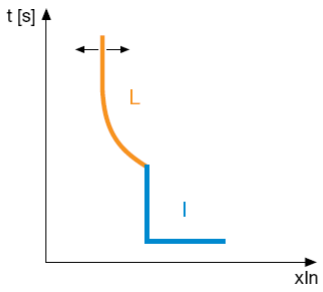


منطقه اضافه بار

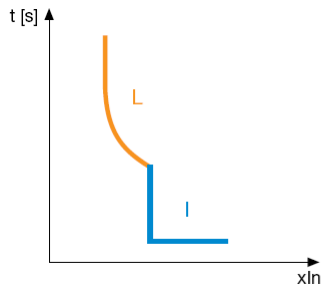
کلیدهای اتوماتیک از نظر تنظیم محدوده های عملکرد به ۳ دسته تقسیم میشوند:



قابلیت تنظیم محدوده عملکرد اضافه بر و اتصال کوتاه



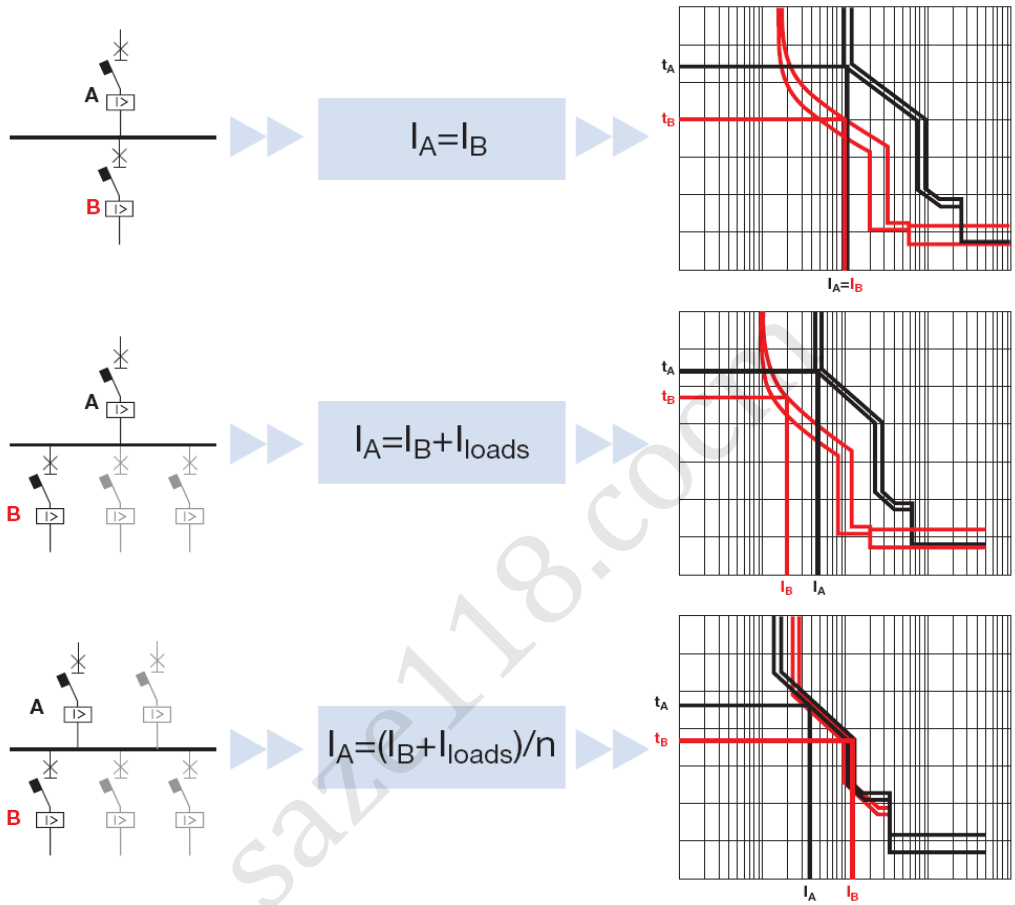
قابلیت تنظیم محدوده عملکرد اضافه بار



غیر قابل تنظیم

SAZE118.COM

اگر دو کلید بدون هیچ مدار دیگری، متوالی هم قرار داشته باشند، IA=IB خواهد بود. اگر در سمت بار علاوه بر کلید مورد نظر کلیدهای دیگری وجود داشته باشد، IA=IB+Iloads. در این رابطه Iloads مجموع جریانهائی است که در حالت کار عادی شبکه توسط همه بارها به غیر از مدار B که در آن اتصالی رخ داده است مصرف میشود. در حالت سوم علاوه بر مدارات متعدد در سمت بار کلیدهائی در تغذیه نیز داریم. تعریف Iloads همانند بالا است. n تعداد مدارات موازی با مدار اصلی در سمت تغذیه است. اینها جریانهای واقعی به هنگام بروز خطا شناخته میشوند. شکل زیر وضعیت را بهتر نشان می دهد :



جداول حفاظت موضعی

رعایت قواعد جداسازی (حفاظت موضعی) به کمک منحنی های جریان-زمان امری وقت گیر و مشکل است. باید به گونه ای این منحنی ها به ترتیب روی یکدیگر قرار گیرند که همپوشانی با هم نداشته باشند. البته در پاره ای موارد صرف عدم همپوشانی منحنی ها کافی نیست و حاشیه ایمنی زمانی نیز باید وجود داشته باشد. سازندگان تجهیزات حفاظتی اعم از کلید اتوماتیک، فیوز و کلید مینیاتوری جداولی ارائه می دهند که در آنها مشخص میشود کدام وسایل حفاظتی با یکدیگر جداسازی کامل یا جزئی ایجاد می کنند و در کدام موارد هیچگونه جداسازی بین حفاظتها ممکن نیست.

کلید مینیاتوری با فیوز

نمونه ای از جداول جداسازی فیوز با کلید مینیاتوری دیده میشود. مقادیر عددی داخل جدول مقدار جریان اتصال کوتاهی را نشان میدهد که بالاتر از آن جداسازی کامل رخ نمی دهد. بنابراین با مقادیر اتصال کوتاه پائین تر از مقادیر جدول ابتدا کلید پائین دست و سپس بالادست قطع مینماید.

SAZE118.COM

تعاریف مشخصه های قطع کلیدهای مینیاتوری مطابق با IEC ۶۰۸۹۸ چنین است:

مشخصه	قطع اتصال کوتاه
B	۵-۳ برابر جریان نامی
C	۱۰-۵ برابر جریان نامی
D	۲۰-۱۰ برابر جریان نامی
K	۱۴-۱۰ برابر جریان نامی
Z	۳/۶-۲/۴ بربر جریان نامی
MA	۱۴-۱۲ برابر جریان نامی

		جریان نامی فیوز از نوع gL I_n (A)											
		6	10	16	20	25	35	50	63	80	100	125	160
جریان نامی کلید مینیاتوری از نوع B I_n (A)	1	0.1	0.25	1.1	4.5	6	6	6	6	6	6	6	6
	2		0.25	0.5	0.75	2.5	4.5	6	6	6	6	6	6
	4				0.5	1.4	2.6	5.0	6	6	6	6	6
	6				0.5	1.2	2.2	3.8	5.5	7.5	10	10	10
	10					0.8	1.3	2.3	4.0	5.8	8.8	10	10
	16						1.3	1.8	3.0	4.2	8.5	10	10
	20						1.1	1.6	2.5	3.5	6.5	10	10
	25							1.4	2.4	3.1	5.8	10	10
	32							1.3	2.0	2.8	5.0	7.0	10
	40								1.8	2.5	4.0	6	6
	50									2.3	3.5	6	6
	63										3.2	4.5	4.5

		جریان نامی فیوز از نوع gL I_n (A)											
		6	10	16	20	25	35	50	63	80	100	125	160
جریان نامی کلید مینیاتوری از نوع C I_n (A)	1	0.1	0.25	0.8	4.2	6	6	6	6	6	6	6	6
	2		0.2	0.4	0.75	2.2	4.2	6	6	6	6	6	6
	4			0.3	0.5	1.1	2.0	4.1	6	6	6	6	6
	6					0.5	1.6	2.8	5.0	7.0	10	10	10
	10						1.3	2.0	3.8	5.2	10	10	10
	16							1.5	2.8	4.0	7.8	10	10
	20								2.2	3.1	5.0	7.0	10
	25									2.5	4.5	7.0	10
	32									2.4	4.0	6.8	10
	40										3.0	4.8	6
	50											4.8	6
	63												4.5

saze118.com

SAZE118.COM

کلید مینیاتوری با کلید مینیاتوری

جدول زیر هماهنگی کلیدهای مینیاتوری یک تولیدکننده را نشان میدهد. مسلم است نتایج حاصله فقط در مورد نوع خاص تعریف شده صدق می کند. علامت T نشاندهنده Total Selectivity یا جداسازی کامل است. بدین معنا که در هر جریان اتصال کوتاهی که در حد تحمل کلیدها باشد، کلید سمت بار زودتر از کلید سمت تغذیه عمل می کند. اعداد ذکر شده حداکثر جریان اتصال کوتاهی را نشان میدهد که حفاظت موضعی برقرار خواهد بود. بالاتر از آن جریان هر دو کلید با هم عمل می کنند.

کلید مینیاتوری سمت بار	مشخصه کلید	I_{cu} [kA]	I_n [A]	کلید مینیاتوری سمت تغذیه											
				C			D		B						
				15					50						
				80	100	125	80	100	16	20	25	32	40	50	63
	B-C	4.5	2	T	T	T	T	T	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
			4	T	T	T	T	T		0.06	0.15	0.25	0.3	0.4	0.5
			6	T	T	T	T	T			0.075	0.2	0.25	0.3	0.4
			10	4	T	T	T	T				0.15	0.2	0.25	0.3
			16	2.5	3.5	3.5	4	T							0.3
			20	1.5	2.5	2.5	3	T							0.3
			25	0.5	0.5	1.5	2	4							0.3
			32	0.5	0.5	0.5	1.5	3.5							
			40	0.5	0.5	0.5	1.5	3.5							
	B-C	6	2	T	T	T	T	T	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
			4	5	T	T	T	T			0.15	0.25	0.3	0.4	0.5
			6	4.5	5	T	5.5	T				0.2	0.25	0.3	0.4
			10	4	4.5	5	5	5				0.15	0.2	0.25	0.3
			16	2.5	3.5	3.5	4	4.5							0.3
			20	1.5	2.5	2.5	3	4.5							0.3
			25	0.5	0.5	1.5	2	4							0.3
			32	0.5	0.5	0.5	1.5	3.5							
			40	0.5	0.5	0.5	1.5	3.5							
	B-C	10	2	6	8	9	7	8	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
			4	5	6	7.5	6	7			0.15	0.25	0.3	0.4	0.5
			6	4.5	5	6	5.5	6				0.2	0.25	0.3	0.4
			10	4	4.5	5	5	5				0.15	0.2	0.25	0.3
			16	2.5	3.5	3.5	4	4.5							0.3
			20	1.5	2.5	2.5	3	4.5							0.3
			25	0.5	0.5	1.5	2	4							0.3
			32	0.5	0.5	0.5	1.5	3.5							
			40	0.5	0.5	0.5	1.5	3.5							

کلید مینیاتوری با کلید اتوماتیک

کلید مینیاتوری سمت بار	مشخصه	I_{cu} [kA]	I_n [A]	کلید اتوماتیک سمت تغذیه																	
				نوع اول												نوع دوم					
			I_u [A]	160												160					
			I_n [A]	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160*	160	16	20	25	32	40	50
	C	4.5	≤4	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	C		6	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	C		10			3	3	3	T	T	T	T	T	T	T		3*	3	3	3	T
	C		16					3	T	T	T	T	T	T	T				3*	3	T
	C		20						3	T	T	T	T	T	T				3*		3
	C		25							T	T	T	T	T	T						3*
	C		32								T	T	T	T	T						3*
	C		40									T	T	T	T						
	B-C	6	≤4	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	B-C		6	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	B-C		10			3	3	3	4.5	T	T	T	T	T	T		3*	3	3	3	4.5
	B-C		16					3	4.5	5	T	T	T	T	T				3*	3	4.5
	B-C		20						3	5	T	T	T	T	T				3*		3
	B-C		25							5	T	T	T	T	T						3*
	B-C		32								T	T	T	T	T						3*
	B-C		40									T	T	T	T						
	B-C	10	≤4	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	B-C		6	6	6	6	6	6	6	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	B-C		10			3	3	3	4.5	7.5	8.5	T	T	T	T		3*	3	3	3	4.5
	B-C		16					3	4.5	5	7.5	T	T	T	T				3*	3	4.5
	B-C		20						3	5	6	T	T	T	T				3*		3
	B-C		25							5	6	T	T	T	T						3*
	B-C		32								6	7.5	T	T	T						3*
	B-C		40									7.5	T	T	T						
	B-C	10	≤4	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	B-C		6	6	6	6	6	6	6	12	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	B-C		10			3	3	3	4.5	7.5	8.5	T	T	T	T		3*	3	3	3	4.5
	B-C		16					3	4.5	5	7.5	T	T	T	T				3*	3	4.5
	B-C		20						3	5	6	T	T	T	T				3*		3
	B-C		25							5	6	T	T	T	T						3*
	B-C		32								6	7.5	T	T	T						3*
	B-C		40									7.5	T	T	T						

SAZE118.COM

توضیحات جدول همانند جدول جداسازی دو کلید مینیاتوری است.

کلید اتوماتیک با کلید اتوماتیک

جدول تولیدات یکی از سازندگان :

کلید اتوماتیک سمت بار			کلید اتوماتیک سمت تغذیه																		
	I_u [A]		160	160					250			250									
		I_n [A]	160	160	25	63	100	160	160	200	250	20	25	32	50	80	100	125	160	200	250
	160	16	3	3		3	3	3	3	4	5				10**	10	10	10	10	10	10
		20	3	3		3	3	3	3	4	5				10**	10	10	10	10	10	10
		25	3	3		3	3	3	3	4	5				10**	10	10	10	10	10	10
		32	3	3			3	3	3	4	5					10*	10	10	10	10	10
		40	3	3			3	3	3	4	5					10*	10	10	10	10	10
		50	3	3			3	3	3	4	5						10*	10	10	10	10
		63	3	3				3	3	4	5							10*	10	10	10
		80						3		4	5								10	10	10
		100									5								10*	10	10
		125																		10*	10
		160																			
		25	3	3		3	3	3	3	4	5				10**	10	10	10	10	10	10
		32	3	3			3	3	3	4	5					10*	10	10	10	10	10
		40	3	3			3	3	3	4	5					10*	10	10	10	10	10
		50	3	3			3	3	3	4	5						10*	10	10	10	10
		63	3	3				3	3	4	5							10*	10	10	10
		80						3		4	5								10	10	10
		100									5								10*	10	10
		125																		10*	10
		160																			
		32	3	3			3	3	3	4	5					10*	10	10	10	10	10
		40	3	3			3	3	3	4	5					10*	10	10	10	10	10
		50	3	3			3	3	3	4	5						10*	10	10	10	10
		63	3	3				3	3	4	5							10*	10	10	10
		80						3		4	5								10	10	10
		100									5								10*	10	10
		125																		10*	10
		160																			

فیوز با فیوز

جداسازی کامل بین دو فیوز از نوع یکسان (فرضا هر دو gL یا هر دو gG)که به صورت سری قرار گرفته اند در صورتی تامین میشود که جریان فیوز بالادست حداقل ۱/۶ برابر فیوز پائین دست باشد. بعضی از مراجع نسبت ۲ به یک را لازم دانسته اند.

saze118.com

SAZE118.COM

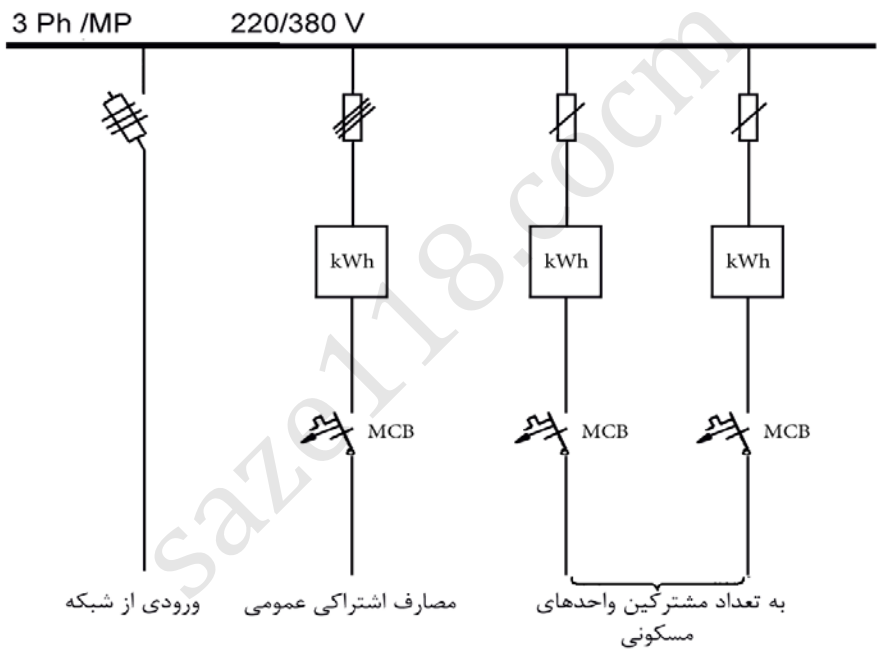
تابلوی کنتور

در هر دو سطح ولتاژ ضعیف و قوی مطابق مقررات وزارت نیرو امکان نصب تجهیزات اندازه گیری (کنتور) وجود دارد، که سعی میشود باختصار در مورد آنها بحث شود.

مراجع اصلی در این قسمت جلد اول استاندارد انشعابات شبکه های توزیع، منتشر شده توسط امور برق وزارت نیرو (منبع شماره ۱) و دستورالعمل طراحی شبکه توزیع، انتشار یافته توسط شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ (منبع شماره ۲) می باشند.

تابلوهای کنتور فشار ضعیف

شمای کلی یک تابلوی کنتور با مصارف مشاع زیر ۳۰ کیلووات مطابق مقررات وزارت نیرو به شکل زیر است (منبع شماره ۱ – بند ۶-۲-۱) :



برای مصارف عمومی زیر ۳۰ کیلووات (۵۰ آمپر) تنها یک کنتور اکتیو ۳ فاز که به صورت پرایمر که بدون ترانس جریان قرار داده شده است در نظر گرفته میشود.

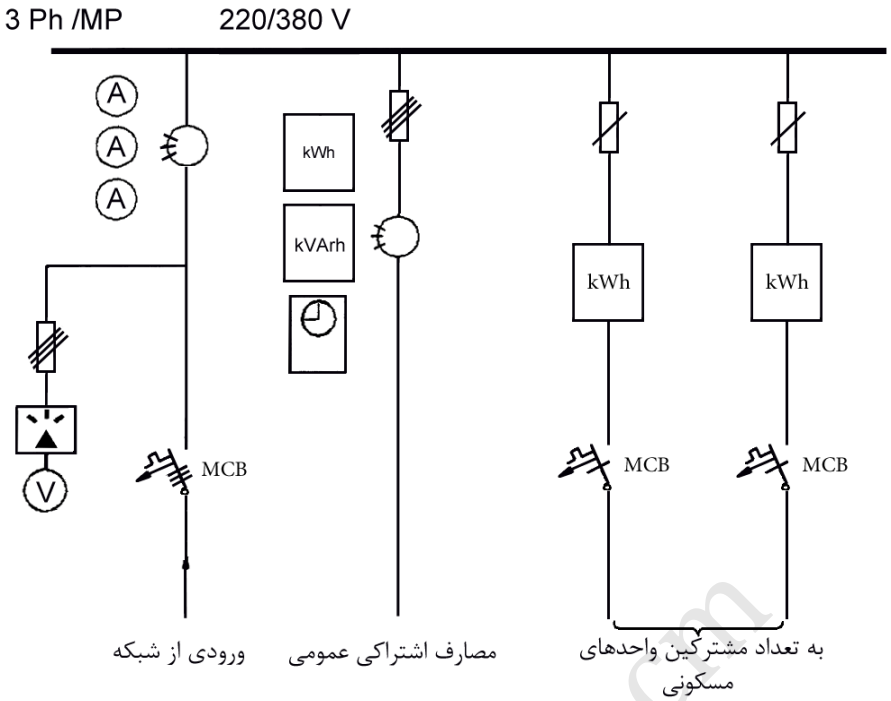
کنتورهای استاندارد وزارت نیرو در این محدوده که اصطلاحا انشعابات آمپری نامیده میشود عبارتند از :

تکفاز : ۱۵ آمپر (فقط برای مصارف روستا) – ۲۵ آمپر و ۳۲ آمپر

سه فاز : ۱۵ آمپر، ۲۵ آمپر و ۳۲ آمپر

وضعیت در مصارف عمومی ۳۰ کیلووات و بالاتر از آن که انشعابات دیماندی نامیده میشود متفاوت است. ۲ کنتور اکتیو و راکتیو ۵ آمپر از طریق ترانس جریان وظیفه اندازه گیری توان را بعهده دارند.

SAZE118.COM



وزارت نیرو، ترانس جریانهای با آمپراژهای زیر را استاندارد نموده است :

جریان (آمپر)	۵۰	۷۵	۱۰۰	۱۵۰	۱۸۰	۲۵۰	۳۰۰	۴۰۰
بار (کیلووات)	۳۰	۴۵	۶۰	۹۰	۱۲۰	۱۵۰	۱۸۰	۲۴۰

مشخص است در صورت نیاز به ترانس جریانی فرضا ۲۰۰ آمپری، باید از ترانس ۱۸۰ یا ۲۵۰ آمپر استفاده نمود.

برای مشترکین بیش از ۳ رشته انشعاب، مرجع ۱ توصیه کرده است که تابلوی کنتور از ۳ قسمت تشکیل شده باشد :
قسمت ورودی شامل شینه اصلی و فیوز ورودی، فیوز برای هر کنتورکه این قسمت از تابلو قفل و پلمپ شده و در اختیار شرکت برق قرار دارد.
قسمت نصب کنتور. باید کنتورها در این قسمت بدون نیاز به باز کردن در قابل رویت باشند. این قسمت نیز پلمپ میشود.
قسمت خروجی که محل نصب کلیدهای مینیاتوری بعد از کنتور است و در اختیار مشترک می باشد.
در دستورالعمل مشترک سازمان نظام مهندسی کشور، شرکت توانیر و وزارت راه و شهرسازی بند ۶-۳-۱ تابلوهای با بیش از ۱۲ کنتور به صورت ایستاده باید ساخته شوند.

تعداد کنتورهای موجود در یک تابلوی کنتور از ضابطه خاصی مطابق با بند ۶-۲ مرجع شماره ۲ جداول ۴ و ۵ تبعیت می کند :

نوع تابلو	حداکثر تعداد کنتور	نوع تابلو	حداکثر تعداد کنتور
A	یک کنتور مشاع ۳ فاز، ۳۴ کنتور ۲۵ یا ۳۲ آمپر	E	یک کنتور مشاع ۳ فاز، ۱۴ کنتور ۲۵ یا ۳۲ آمپر تکفاز

SAZE118.COM

	تکفاز		
B	یک کنتور مشاع ۳ فاز، ۲۸ کنتور ۲۵ یا ۳۲ آمپر تکفاز	F	یک کنتور مشاع ۳ فاز، ۱۰ کنتور ۲۵ یا ۳۲ آمپر تکفاز
C	یک کنتور مشاع ۳ فاز، ۲۲ کنتور ۲۵ یا ۳۲ آمپر تکفاز	G	یک کنتور مشاع ۳ فاز، ۷ کنتور ۲۵ یا ۳۲ آمپر تکفاز
D	یک کنتور مشاع ۳ فاز، ۱۸ کنتور ۲۵ یا ۳۲ آمپر تکفاز	H	یک کنتور مشاع ۳ فاز، ۴ کنتور ۲۵ یا ۳۲ آمپر تکفاز

تجهیزات الکتریکی تابلوهای کنتور

در هر ۲ طرح نشانداده شده فوق برای قبل از کنتورها اعم از ۳ فاز یا تکفاز ، فیوز برای حفاظت بکار رفته است. اجباری بودن این نکته در بند ۴-۲-۱ مرجع شماره ۱ تصریح شده است. عملا این موضوع در طرحهای مورد تائید شرکتهای برق منطقه ای رعایت نمی گردد و از کلیدهای مینیاتوری بدین منظور استفاده میشود. در این طرحها کلید مینیاتوری با یک اندازه بالاتر از جریان کنتور از نوع کندکار بکار می رود.

برای کلیدهای بعد از کنتور نیر مرجع شماره ۱در همان بند ملاحظاتی دارد :

از کلیدهای مینیاتوری دوقطبی با آمپراژ معادل کنتور پس از کنتور استفاده شود. این کلید، قطع هر دو سیم فاز و نول را بر عهده دارد. رله حرارتی بر روی فاز نصب شده و نول فاقد هر نوع رله و وسیله قطع کننده ای می باشد. در هنگام قطع، ابتدا فاز جدا شده و بعد نول و در هنگام وصل ابتدا نول وصل و بعد از فاصله کوتاه زمانی فاز وصل می گردد.

ضرایب همزمانی برای محاسبه کلید ورودی تابلوی کنتور به شرح زیر است (مرجع شماره ۲ –بند ۶-۱) :

کنتورهای مسکونی : ۰/۵

کنتورهای تجاری : ۰/۷

کنتور مشاع (مسکونی و تجاری) : ۱

برای شرایط خاص میتوان ضرایب کنتورهای مسکونی و تجاری را بیشتر در نظر گرفت.

محل نصب کنتور

در مجتمع های مسکونی کنتورهای مربوط به یک بلوک آپارتمان داخل همان بلوک نصب میگردد. محل نصب کنتورها بایستی در طبقه همکف و نزدیک در ورودی اصلی ساختمان نصب شود.

در مجتمع های تجاری به ۲ طریقه نصب در داخل واحد تجاری و یا به صورت مجتمع ممکن است. در صورت بکارگیری تابلوی مجتمع محل نصب آن ترجیحا در طبقه همکف و نزدیک در ورودی اصلی ساختمان است.

نصب تابلوی کنتور در مجاورت موتورخانه، لوله های آب گرم و سایر تاسیسات گرمازا مجاز نیست.

فاصله مجاز از تاسیسات شرکت گاز باید رعایت گردد. در این مورد مبحث ۱۷ مقررات ملی ساختمان مطابق بند ۱۷-۳-۱-۴ ج حداقل فاصله ۵۰ سانتیمتر کنتور برق از کنتور گاز را اجباری می داند. در دستورالعمل مشترک سازمان نظام مهندسی کشور، شرکت توانیر و وزارت مسکن و شهرسازی وقت بند ۶-۳-۳ حداقل فاصله کنتورهای گاز و برق ۱۳۰ سانتیمتر قید شده است.

مطابق ضوابط مذکور در همین بند حداقل ۱/ ۵ متر در جلوی تابلوی کنتور باید فضا وجود داشته باشد.

در انتخاب محل تابلوی کنتور باید دقت شود که در معرض برخورد با وسائط نقلیه و یا ضربه قرار نگیرد.

حداقل ارتفاع نصب تابلوی کنتور از زمین ۱۷۰ و حداکثر ۲۵۰ آن سانتیمتر است. (مرجع ش ۱ بند ۶-۲-۷) دستورالعمل نظارت منتشر شده از سوی سازمان نظام مهندسی کشور، شرکت توانیر و وزارت مسکن و شهرسازی وقت در بند ۶-۳-۲ در این زمینه ملاحظاتی این چنین دارد:

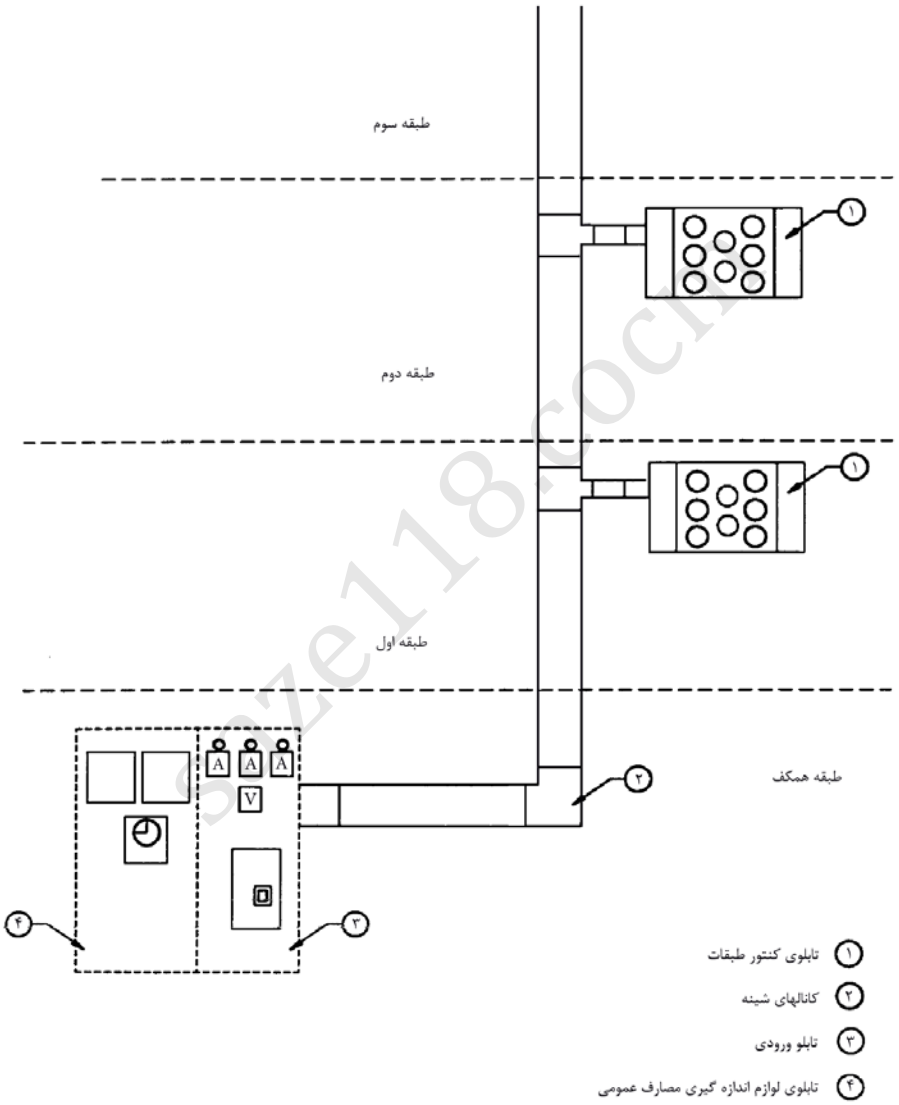
SAZE118.COM

اولویت اول : آکس تابلو در ارتفاع ۱۷۰ سانتیمتر از کف تمام شده باشد.

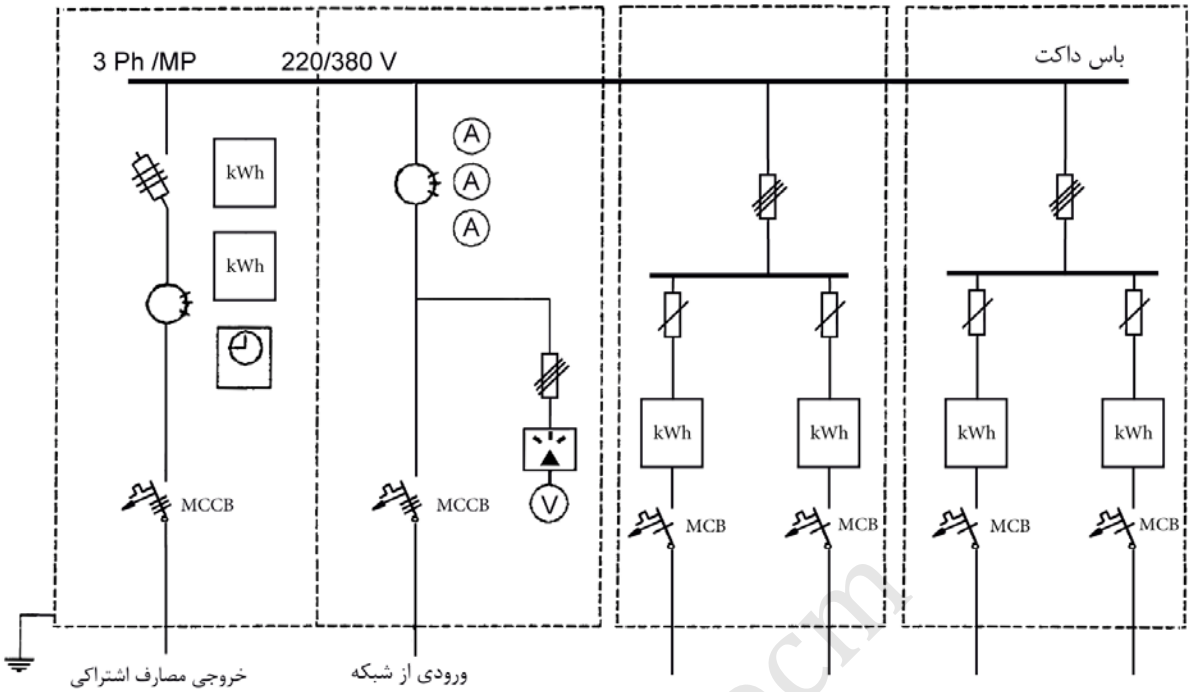
اولویت دوم : در صورت امکان پذیر نبودن اولویت اول، حداکثر ارتفاع نمراتور بالاترین کنتور از ۲۲۰ سانتیمتر بالاتر و نمراتور پائین ترین کنتور از ۸۰ سانتیمتر پائین تر نباشد.

استفاده از باسداکت

نصب کنتور در طبقات مجتمع های با بیش از ۱۰ طبقه ارتفاع با استفاده از باسداکت به منظور تغذیه مشترک تابلوهای کنتور ممکن است، به شرط آنکه تعداد کنتور نصب شده در هر تابلو حداقل ۸ عدد باشد.



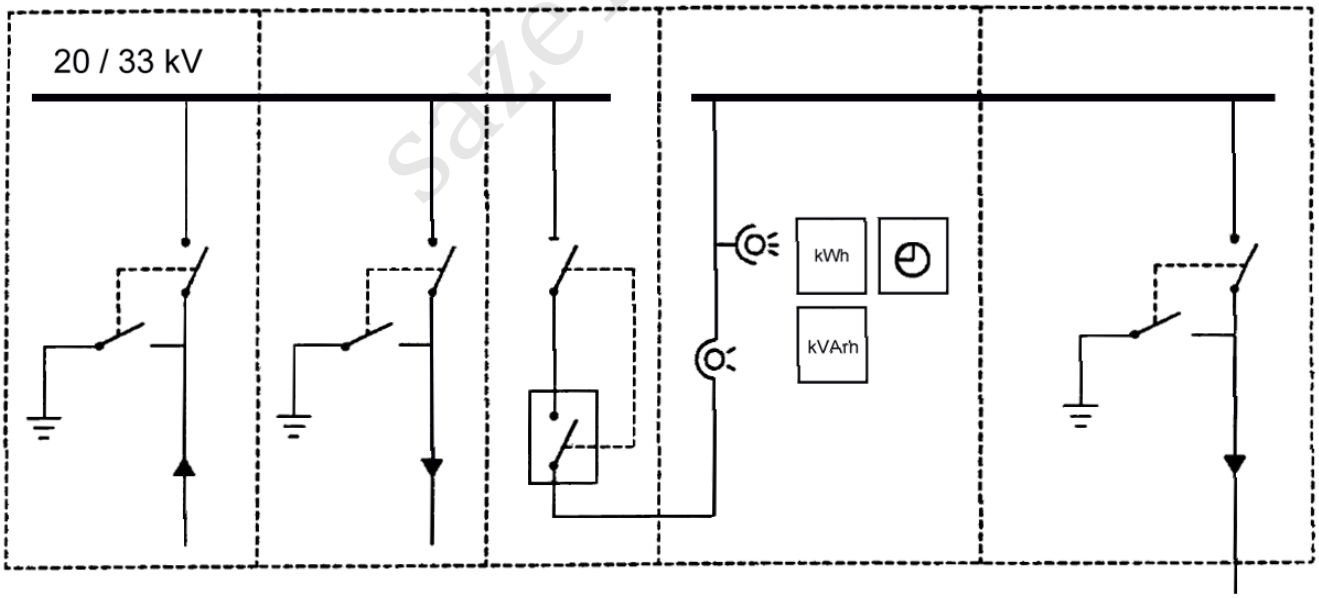
یک دستگاه تابلو پلمپ شده در طبقه همکف و قبل از شینه ها قرار می گیرد. در این تابلو کلید اتوماتیک و لوازم اندازه گیری قرار دارد. تابلو مصارف مشاع در مجاورت این تابلو خواهد بود. ارتباط این تابلو با تابلوهای کنتور با باسداکت صورت میگیرد. حداکثر افت ولتاژ مجاز در باسداکت ۱/۵ درصد است. در فاصله طبقات، کانال هدایت کننده باسداکت، باید بوسیله مواد عایق نسوز پوشانده شود.



کنتور در تابلوهای فشار قوی

تجهیزات کنتور در این تابلوها در سطح ولتاژ ۱۰۰ ولت تغذیه میشوند و طبیعتا به ترانس ولتاژ برای تطبیق نیاز خواهند داشت. (مرجع شماره ۱-بند ۹-۱-۱-۳)

بطور نمونه شمای تکخطی یک پست پاساژ (پستی که فقط کلیدخانه است. در آن ترانسفورماتور قدرت وجود ندارد و لوازم اندازه‌گیری مشترک ولتاژ اولیه در آن نصب می‌شود.) دیده میشود.



در پستهای اختصاصی (پستی که در آن ترانسفورماتور اختصاصی و لوازم اندازه‌گیری مشترک نصب می گردد.) و عمومی (پستی که علاوه بر لوازم اندازه‌گیری مشترک، ترانسفورماتور عمومی شرکت نیز در آن نصب می‌شود) و عمومی-اختصاصی نیز روال به همین صورت است.

saze118.com

مطابق آئین نامه تکمیلی تعرفه های برق (۴-۶۵-۱) حداکثر قدرت قابل تحویل در فشار ضعیف به یک متقاضی ۲۵۰ کیلووات است. و تنها در صورت موافقت شرکت برق منطقه ای با ملاحضاتی میتوان در توانهای بالاتر، ولتاژ فشار ضعیف را تحویل داد. در انشعابات آمپری (زیر ۳۰ کیلو وات) سطح ولتاژ حتما فشار ضعیف خواهد بود.

saze118.cocm

SAZE118.COM

انتخاب ترانسفورماتور

در این قسمت سعی میشود نحوه انتخاب ترانسفورماتور، اطلاعات موردنیاز و مشخصات اتاق آن در محدوده ترانسفورماتورهای توزیع ۲۰ کیلوولت به ۴۰۰ ولت و در حدی که برای مهندسین دست اندرکار تاسیسات برق ساختمان ضروری است شرح داده شود.

انواع ترانسفورماتور

ترانسفورماتورها از نظر ساختمان و روش خنکسازی به ۲ دسته خشک و روغنی تقسیم بندی میشوند. ترانسفورماتورهای خشک حرارت کمتری تولید می کنند و در قدرتهای پائین مورد استفاده قرار میگیرند. ترانسهای روغنی به علت خاصیت عایقی خوب روغن در توانهای بالا نیز مورد استفاده قرار میگیرند. این ترانسها نیز به انواع کنسرواتوری و هرمتیک تقسیم میشوند. ترانسهای روغنی هرمتیک کاملا بسته بوده هیچ دم و بازدمی با هوا ندارند. این نوع ترانسها در شرایط بد محیطی مثل سکوهای نفتی استفاده میشود.

ترانسهای روغنی کنسرواتوری از نظر روش خنکسازی به ۴ دسته تقسیم میشوند :

ONAN (Oil Natural Air Natural) روغن و هوا به صورت طبیعی جریان دارند.

ONAF (Oil Natural Air Forced) هوا از طریق دمنده (فن) و روغن به صورت طبیعی جریان دارد.

OFAF (Oil Forced Air Forced) روغن تحت فشار از طریق پمپ و هوا از طریق دمنده جهت خنک کردن ترانسفورماتور بکار میرود.

OFAN (Oil Forced Air Natural) روغن تحت فشار از طریق پمپ و هوا به صورت طبیعی جهت خنک کردن ترانسفورماتور بکار میرود.

در مصارف عادی عمدتا ترانسفورماتورهای ONAN بکار میرود.

ضریب بهره برداری

پس از مشخص شدن میزان باری که ترانسفورماتور باید تغذیه نماید و اعمال ضرایب همزمانی و قدرت به آن، عامل مهم دیگری که در انتخاب قدرت ترانسفورماتور نقش دارد ضریب بهره برداری آن است. ضریب بهره برداری تابعی از نحوه کاربری ترانس، دمای هوای خنک کننده ترانس، نحوه خنک کنندگی و ارتفاع منطقه نصب آن است. منظور از نحوه کاربری ترانسفورماتور، میزان زمانی است که ترانسفورماتور به صورت بار کامل و بار کم در مدار قرار میگیرد. جدول زیر نمونه ای از جداولی است که برای یک نمونه ترانسفورماتور تهیه شده است :

1	2	3	4	5	6	7	8
	کار دائم	کار مدت طولانی		کار متوسط		کار کوتاه مدت	
دمای هوای خنک کننده	۲۴ ساعت بار سنگین	۱۶ ساعت بار سنگین	۸ ساعت باقیمانده بار سبک	۸ ساعت بار سنگین	۱۶ ساعت بار سبک	۳ ساعت بار سنگین	۲۱ ساعت باقیمانده بار سبک
درجه سانتیگراد							
0	120	125	105	130	105	150	105
5	115	120	100	125	100	145	100
10	110	115	94	120	94	140	94
15	105	110	88	115	88	135	88
20	100	105	82	110	82	130	82
25	94	100	76	105	76	125	76
30	88	94	70	100	70	120	70
35	82	88	64	94	64	115	64
40	76	82	57	88	57	110	57
45	70	76	49	82	49	105	49
50	64	70	40	76	40	100	40

فرضا اگر بار متصله به ترانسفورماتوری از نوع بالا ۵۰۰ کیلووات در ضریب قدرت ۰/۸ باشد. با فرض ضریب همزمانی ۰/۷، درجه حرارت ۴۰ درجه سانتیگراد و رژیم کار ۲۴ ساعته با بار دائم، قدرت مورد نیاز ترانسفورماتور به قرار زیر خواهد بود :

مطابق جدول فوق ضریب بهره برداری ۰/۷۶ است.

$(۵۰۰ \times ۰/۷) : (۰/۸ \times ۰/۷۶) = ۵۷۵/۶ \text{ kVA}$

SAZE118.COM

عامل ارتفاع از سطح دریا نیز در این ضریب دخالت دارد. در ارتفاعهای بالای ۱۰۰۰ متر بازا هر ۱۰۰ متر، ۰/۳درصد از قدرت نامی ترانس کاسته خواهد شد.

شرکت توزیع نیروی برق تهران برای پستهای عادی (غیر کمپکت) از جداول زیر بدین منظور استفاده می نماید.

تعداد و ظرفیت نامی ترانسفورماتور روغنی n x kVA	قدرت قابل تحویل kVA
۱ X ۶۳۰	۵۰۴
۱ X ۸۰۰	۶۳۱
۱ X ۱۰۰۰	۷۶۶
۱ X ۱۲۵۰	۹۴۱
۱ X ۱۶۰۰	۱۱۹۳

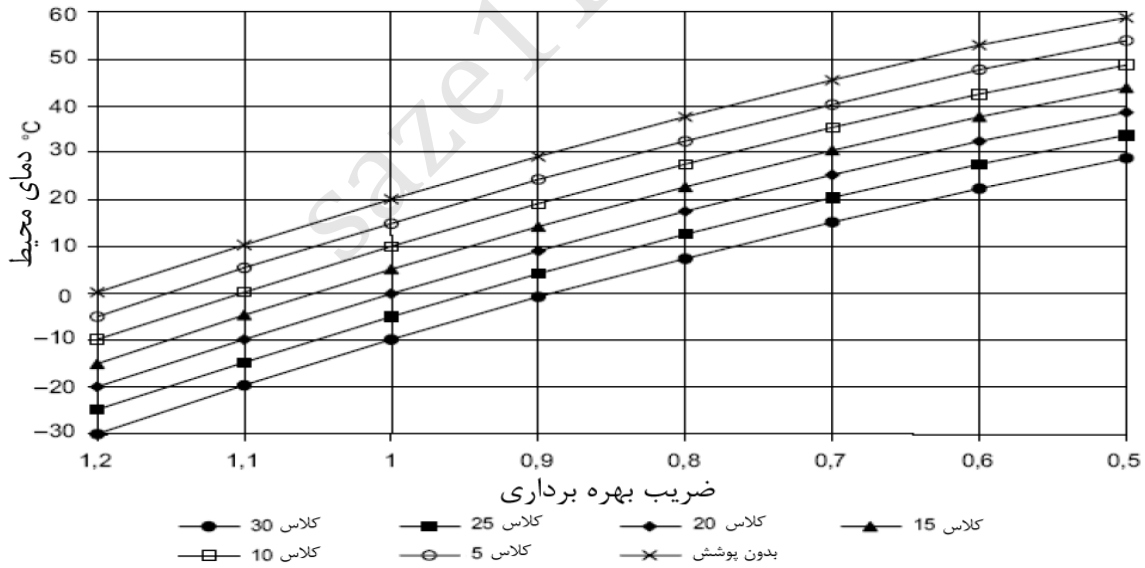
بارگذاری مجاز پست استاندارد ۱ ترانسه در دمای ۴۰ درجه و ارتفاع ۱۴۰۰ تا ۱۶۰۰ متر

تعداد و ظرفیت نامی ترانسفورماتور روغنی n x kVA	قدرت قابل تحویل kVA
۲ X ۶۳۰	۹۳۱
۲ X ۸۰۰	۱۱۶۴
۲ X ۱۰۰۰	۱۴۰۷
۲ X ۱۲۵۰	۱۷۰۷
۲ X ۱۶۰۰	۲۱۶۵

بارگذاری مجاز پست استاندارد ۲ ترانسه در دمای ۴۰ درجه و ارتفاع ۱۴۰۰ تا ۱۶۰۰ متر

در پستهای کمپکت وضعیت متفاوت است. هر پست کمپکت با "کلاس حرارتی" متمایز میشود. کلاس حرارتی میانگین تفاوت درجه حرارت روغن ترانس و نقاط دیگر ترانس (۱۰ تا ۱۵ نقطه) در حالت داخل پست کمپاکت (دارای کیوسک) و خارج پست کمپکت (بدون کیوسک) است.

برای تعیین ضریب بهره برداری ترانس روغنی در پستهای کمپاکت از منحنی زیر استفاده می کنیم :

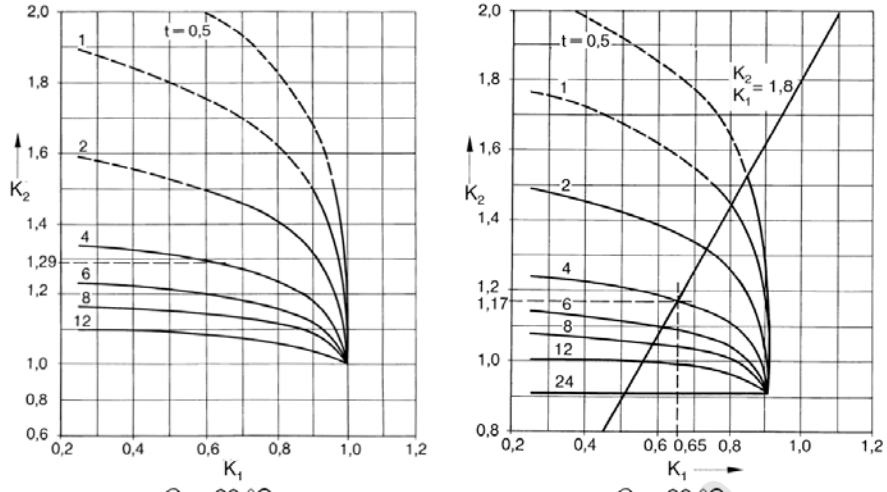


یکی از خطوط کلاس حرارتی پست را انتخاب می کنیم. . میانگین دمای محیط بر روی محور عمودی انتخاب می گردد. محل برخورد خط کلاس حرارتی و دمای محیط، ضریب بهره برداری ترانسفورماتور است.

اضافه بار ترانسفورماتور

ترانسفورماتورها را برای مدت محدودی میتوان بیشتر از توان نامی زیر بار قرار داد. برای ترانسهائی که با روغن خنک میشوند از نوع ONAN و ONAF منحنی های زیر وجود دارد.

همانطور که دیده میشود میزان باری که بر ترانسفورماتور در حالت عادی و قبل از اضافه بار قرار دارد در میزان و مدت زمان اضافه بار قابل تحمل ترانسفورماتور اثر می گذارد.



K_1 نسبت بار عادی (اولیه) به بار نامی

K_2 میزان اضافه بار مجاز نسبت به بار نامی

t مدت زمان اضافه بار مجاز به ساعت

Θ_a دمای هوای خنک کننده به درجه سانتیگراد

قابلیت اضافه بار ترانسهای خشک را میتوان از جدول زیر بدست آورد :

درصد بار گرفته شده به صورت دائم قبل از اضافه بار	درصد اضافه بار نسبت به بار نامی برای مدت زمان قید شده				
	۱۰ دقیقه	۲۰ دقیقه	۳۰ دقیقه	۴۰ دقیقه	۵۰ دقیقه
۵۰	۶۰	۳۰	۲۰	۱۵	۱۲
۷۵	۵۵	۲۳	۱۵	۱۱	۹
۹۰	۴۵	۱۶	۱۰		۵

بهره برداری پائین تر از بار نامی

بهره برداری از ترانسفورماتور زیر بار نامی باعث افزایش هارمونیکها و تلفات ترانس میشود.

گروه ترانسفورماتور

ترانسفورماتورها از نظر نوع سیم پیچی اولیه و ثانویه به ۶ دسته کلی تقسیم میشوند :

- اتصال ستاره ستاره Yy
- اتصال ستاره مثلث Yd
- اتصال ستاره زیگزاگ Dz
- اتصال مثلث مثلث Dd
- اتصال مثلث ستاره Dy
- اتصال ستاره ستاره با پیچک متعادل کننده Yy(dt)

توضیح کافی در مورد این تعاریف را میتوان در کتب مختص این موضوع مانند کتابهای ماشینهای الکتریکی جستجو کرد.

SAZE118.COM

نکته دیگری که در گروه بندی ترانسفورماتورها اثر میگذارد اختلاف فاز بین ولتاژ اولیه و ثانویه است. این اختلاف فاز مضربی از ۳۰ درجه است و در نمایش گروه ترانس همان مضرب نشان داده میشود. فرضا ترانسفورماتوری با گروه Yd۵ اتصال سمت فشارقوی ستاره، سمت فشار ضعیف مثلث و اختلاف فاز اولیه و ثانویه ۱۵۰ درجه میباشد.

روشن است که هر یک از ۶ دسته نامبرده شده بالا میتوانند ۱۲ گروه از نظر اختلاف فاز داشته باشند که ۷۲ نوع ترانسفورماتور را نتیجه میدهد، ولی ۱۲ نوع ترانسفورماتور کاربرد بیشتری دارند :

Dd0, Yy0, Dz0, Dy5, Yd5, Yz5, Dd6, Yy6, Dz6, Dy11, Yd11, Yz11

مشخصه های الکتریکی ترانسفورماتور

پارامترهای زیادی ویژگیهای الکتریکی ترانسفورماتور را نشان میدهد. از این میان امپدانس اتصال کوتاه ترانسفورماتور از اهمیت بیشتری برخوردار است و هم در محاسبات اتصال کوتاه و هم در امکان موازی کردن ترانسفورماتورها کاربرد دارد.

جدول زیر این مشخصه به همراه مولفه اهمی آن را برای ترانسفورماتورهای معمول روشن مینماید :

ولتاژ امپدانس Uk=6%						ولتاژ ثانویه 400V						
۲٫۱۰	۲٫۸۹	۱٫۷۵	۱٫۶۴	۱٫۴۷	۱٫۴۲	۱٫۳۰	۱٫۲۴	۱٫۱۵	۱٫۱۰	۱٫۰۳	افت ولتاژ اهمی Ur %	DIN 42500
۲٫۵۰	۲٫۲۷	۲٫۱۵	۲٫۰۰	۱٫۹۴	۱٫۸۰	۱٫۶۴	۱٫۵۶	۱٫۵۰	۱٫۴۳	۱٫۳۳		DIN 42503
نوع همبندی Yzn5						نوع همبندی Dyn5						
۵۰	۷۵	۱۰۰	۱۲۵	۱۶۰	۲۰۰	۲۵۰	۳۱۵	۴۰۰	۵۰۰	۶۳۰	توان اسمی ترانسفورماتور kVA	
نوع همبندی Dyn5												
۱٫۷۸	۱٫۷۱	۱٫۶۱	۱٫۵۶	۱٫۴۸	۱٫۳۸	۱٫۳۵	۱٫۳۱	۱٫۲۴	افت ولتاژ اهمی Ur %			DIN 42511
ولتاژ امپدانس Uk=6%						ولتاژ ثانویه 400V						

موازی کردن ترانسفورماتورها

برای کار موازی ترانسفورماتورها شرایط زیر باید مراعات گردد :

۱ - برابری ولتاژ نامی اولیه و ثانویه ترانسفورماتورها

۲ - هم گروه بودن ترانسفورماتورها

۳ - برابری امپدانس اتصال کوتاه ترانسها

تجربه نشان داده است که اگر نسبت تبدیل ترانسفورماتورهای موازی کاملا با هم برابر نباشد عمل موازی کردن آنها مختل نمی شود، به شرط آنکه درصد تفاوت نسبت تبدیل از ۰/۰۵ تجاوز نکند.

اگر امپدانس اتصال کوتاه ترانسفورماتورهای موازی برابر و قدرت نامی آنها مختلف باشد، بار کل به نسبت قدرت نامی ترانسفورماتورها تقسیم خواهد شد.

کافی است مقاومت اتصال کوتاه ترانسفورماتورها را بر حسب اهم پیدا نمود. میزان جریان کلی مجموعه ترانسها مشخص است. آنگاه میتوان جریانی که از هر ترانس عبور می کند با نسبت مقاومت هر ترانس به مجموعه مقاومتها بدست آورد.

فرمولی نیز برای بدست آوردن جواب بدون محاسبات فوق وجود دارد. (فرضا برای ۳ ترانس داریم) :

N tot= N1+ N2 +N3 مجموع باری که از مجموعه ترانسفورماتورها عبور می کند.

N total (nom) = N1 (nom) + N2 (nom) + N3 (nom) مجموع قدرت نامی ترانسها

N1= (N tot : N total (nom)) x N1 (nom)
N2= (N tot : N total (nom)) x N2 (nom)
N3= (N tot : N total (nom)) x N3 (nom)

اگر قدرت نامی ترانسها برابر ولی امپدانس اتصال کوتاه آنها متفاوت باشد میتوان از این فرمول استفاده نمود :

uk= N total (nom) : ((N1 (nom) : uk1) + (N2 (nom) : uk2) + (N3 (nom) : uk3))

N۱= (N tot (nom) : n) x (uk : uk۱)
N۲= (N tot (nom) : n) x (uk : uk۲)
N۳= (N tot (nom) : n) x (uk : uk۳)

n تعداد ترانسهای موازی است.

اگر هم قدرت نامی ترانسها و هم امپدانس اتصال کوتاه ترانسفورماتورها متفاوت باشند، فرمول زیر جوابگو است :

N۱ = (N tot : N total (nom)) x N1 (nom) x (uk : uk۱)
N۲ = (N tot : N total (nom)) x N2 (nom) x (uk : uk۲)
N۳ = (N tot : N total (nom)) x N3 (nom) x (uk : uk۳)

بنابراین هر چه قدرت نامی یک ترانس بیشتر بوده و امپدانس اتصال کوتاه آن کمتر باشد بار بیشتری از آن عبور می کند.
به عنوان مثال ۳ ترانسفورماتور با مشخصات زیر به صورت موازی کار می کنند. نحوه تقسیم بار در صورتیکه بار کامل ۲۰۰۰ kVA باشد، چگونه است ؟

ترانس ۱: uk1=8% N1 (nom) = 10000 kVA
ترانس۲: uk2=10% N2 (nom) = 8000 kVA
ترانس ۳ : uk3=6% N3 (nom) = 5000 kVA

داریم :

uk = ۲۳۰۰۰ : ((۱۰۰۰۰ : ۸)+(۸۰۰۰ : ۱۰)+(۵۰۰۰ : ۶)) = ۸٪

بار ترانس ۱ : N۱=(۲۰۰۰۰: ۲۳۰۰۰)x۱۰۰۰۰x(۸ : ۸) = ۸۷۰۰ kVA بار
ترانس ۲ : N۲=(۲۰۰۰۰: ۲۳۰۰۰)x۸۰۰۰x(۸ : ۱۰) = ۵۵۸۰ kVA بار ترانس ۳
: N۳=(۲۰۰۰۰: ۲۳۰۰۰)x۵۰۰۰x (۸ : ۶) = ۵۷۲۰ kVA

همانطور که دیده میشود ترانسفورماتور سوم اضافه بار پیدا میکند.

حفاظت موضعی بین حفاظتهای سمت اولیه و ثانویه ترانسفورماتور

مطابق مقررات وزارت نیرو نصب ترانسفورماتورهای تا ۳۱۵ کیلوولت آمپر بر روی تیر هوائی بوده و حفاظت سمت فشار قوی با کات اوت فیوز انجام خواهد شد. ترانسفورماتورهای ۴۰۰ کیلوولت آمپری به صورت زمینی نصب شده و با سکسیونر قابل قطع بار و فیوز حفاظت میشود.
با فرض ولتاژ اولیه ۲۰ کیلو ولت و ثانویه ۴۰۰ ولت از جدول زیر میتوان برای انتخاب فیوز در سمت فشار قوی و کلید اتوماتیک یا فیوز فشار ضعیف ترانسفورماتور استفاده نمود :

SAZE118.COM

جریان نامی فیوز در سمت فشار قوی بدون حفاظت موضعی با فشار ضعیف	جریان نامی فیوز در سمت فشار قوی با فرض حفاظت موضعی (جداسازی)										ترانسفورماتور		
	اگر سمت فشار ضعیف کلید اتوماتیک باشد								اگر سمت فشار ضعیف فیوز باشد				
جریان نامی فیوز فشار قوی (حداقل جریان) (A)	کلید اتوماتیک فشار ضعیف (kA)	فیوز فشار قوی (A)	کلید اتوماتیک فشار ضعیف (kA)	فیوز فشار قوی (A)	کلید اتوماتیک فشار ضعیف (kA)	فیوز فشار قوی (A)	کلید اتوماتیک فشار ضعیف (kA)	فیوز فشار قوی (A)	فیوز فشار ضعیف (A)	فیوز فشار قوی (A)	جریان ثانویه (A)	جریان اولیه (A)	قدرت نامی (kVA)
۶/۳		–		–		–	۱/۲	۱۰	۸۰	۶/۳	۷۲	۱/۴	۵۰
۱۰		–		–		–	۱/۴۵	۱۰	۱۲۵	۱۰	۱۰۸	۲/۲	۷۵
۱۰		–		–		–	۱/۹	۱۶	۱۶۰	۱۶	۱۴۴	۲/۹	۱۰۰
۱۶		–		–	۱/۸	۱۶	۲/۵	۲۵	۲۰۰	۱۶	۱۸۱	۳/۶	۱۲۵
۱۶		–		–	۱/۸	۱۶	۲/۵	۲۵	۲۵۰	۱۶	۲۳۱	۴/۷	۱۶۰
۱۶		–	۱/۸	۱۶	۲/۸	۲۵	۳/۵	۴۰	۳۱۵	۲۵	۲۸۸	۵/۸	۲۰۰
۱۶		–	۱/۸	۱۶	۲/۸	۲۵	۳/۵	۴۰	۴۰۰	۴۰	۳۶۰	۷/۳	۲۵۰
۱۶	۱/۸	۱۶	۲/۸	۲۵	۳/۶	۴۰	۵/۵	۶۳	۵۰۰	۴۰	۴۵۵	۹/۲	۳۱۵
۲۵		–	۲/۸	۲۵	۳/۶	۴۰	۵/۵	۶۳	۶۳۰	۶۳	۵۷۸	۱۱/۶	۴۰۰
۲۵		–	۳/۸	۴۰	۶	۶۳		–	۸۰۰	۶۳	۷۲۲	۱۴/۵	۵۰۰
۲۵		–	۳/۸	۴۰	۶	۶۳		–	۱۰۰۰	–	۹۱۰	۱۸/۲	۶۳۰
۴۰		–		–	۶/۵	۶۳		–	–	–	۱۱۵۶	۲۳/۱	۸۰۰
۴۰		–		–	۶/۵	۶۳		–	–	–	۱۴۴۴	۲۸/۹	۱۰۰۰
۶۳		–		–	۶/۵	۶۳		–	–	–	۱۸۰۵	۳۶/۱	۱۲۵۰
۶۳		–		–	۶/۵	۶۳		–	–	–	۲۳۱۲	۴۶/۲	۱۶۰۰

از جدول زیر برای انتخاب تجهیزات الکتریکی ترانسفورماتور میتوان استفاده نمود.

سیستم فشارضعیف ۲۳۰/۴۰۰ ولت (دمای محیط ۴۵ درجه سانتیگراد)							سیستم فشارقوی ۲۰ کیلوولت						
ابعاد شینه رنگ آمیزی شده mm	حداقل مقطع کابل mm۲	آمپرمتر A	ترانس جریان A	رله حرارتی قابل تنظیم A	کلید اتوماتیک A	جریان نامی فشار ضعیف A	کابل فشار قوی mm۲	ترانس جریان A	رله دژنکتور A	فیوز سکسیونر A	جریان نامی فشار قوی A	اندازه ترانس kVA
۲۰X۳	۳X۳۵/۱۶	۰-۹۰	۷۵/۵	۷۰-۱۰۰	۱۰۰	۷۳	۳(۱X۱۲۰)	۵/۵		۱۰	۱.۴	۵۰
۲۰X۵	۳X۵۰/۲۵	۰-۱۲۰	۱۰۰/۵	۸۰-۱۲۰	۱۶۰	۱۰۸	۳(۱X۱۲۰)	۵/۵		۱۶	۲.۲	۷۵

SAZE118.COM

۲۰X۵	۳X۹۵/۵۰	۰-۱۸۰	۱۵۰/۵	۱۱۰-۱۶۰	۱۶۰	۱۴۴	۳(۱X۱۲۰)	۵/۵		۱۶	۲.۹	۱۰۰
۲۰X۱۰	۳X۱۲۰/۷۰	۰-۳۰۰	۲۵۰/۵	۱۷۰-۲۵۰	۲۵۰	۲۳۰	۳(۱X۱۲۰)	۵/۵		۳۵	۴.۷	۱۶۰
۴۰X۱۰	۳X۱۵۰/۷۰	۰-۳۶۰	۳۰۰/۵	۲۲۰-۴۰۰	۴۰۰	۲۹۰	۳(۱X۱۲۰)	۱۰/۵		۴۰	۵.۸	۲۰۰
۴۰X۱۰	۳X۲۴۰/۱۲۰	۰-۴۸۰	۴۰۰/۵	۳۰۰-۴۰۰	۴۰۰	۳۶۰	۳(۱X۱۲۰)	۱۰/۵		۴۰	۷.۳	۲۵۰
۲(۳۰X۱۰)	۳(۱X۳۰۰)+(۱X۱ ۷(۱X۱۸۵) یا (۵۰	۰-۶۰۰	۵۰۰/۵	۳۵۰-۶۳۰	۶۳۰	۴۵۶	۳(۱X۱۲۰)	۱۰/۵		۶۳	۸.۲	۳۱۵
۲(۳۰X۱۰)	۷(۱X۱۵۰)	۰-۷۲۰	۶۰۰/۵	۳۵۰-۶۳۰	۶۳۰	۵۸۰	۳(۱X۱۲۰)	۱۵/۵		۶۳	۱۱.۶	۴۰۰
۲(۵۰X۱۰)	۷(۱X۲۴۰)	۰-۹۰۰	۷۵۰/۵	۵۸۰-۸۰۰	۸۰۰	۷۲۵	۳(۱X۱۲۰)	۱۵/۵	۲۰-۶۰	۶۳	۱۴.۵	۵۰۰
۲(۶۰X۱۰)	یا(۱X۱۸۵)۱۱ ۷(۱X۳۰۰)	۰-۱۲۰۰	۱۰۰۰/۵	۵۲۰-۱۰۰۰	۱۰۰۰	۹۱۵	۳(۱X۱۲۰)	۲۰/۵	۲۵-۶۰		۱۸.۲	۶۳۰
۲(۸۰X۱۰)	۱۱(۱X۲۴۰)	۰-۱۵۰۰	۱۲۵۰/۵	۷۰۰-۱۲۵۰	۱۲۵۰	۱۱۶۰	۳(۱X۱۲۰)	۲۵/۵	۴۰-۶۰		۲۳.۱	۸۰۰
۲(۱۰۰X۱۰)	۱۴(۱X۲۴۰) یا۱۱(۱X۳۰۰)	۰-۱۸۰۰	۱۵۰۰/۵	۹۰۰-۱۶۰۰	۱۶۰۰	۱۴۴۰	۳(۱X۱۲۰)	۳۰/۵	۴۰-۸۰		۲۸.۹	۱۰۰۰
۳(۱۰۰X۱۰)	۱۷(۱X۲۴۰) یا۱۴(۱X۳۰۰)	۰-۲۴۰۰	۲۰۰۰/۵	۱۲۰۰- ۲۰۰۰	۲۰۰۰	۱۸۰۵	۳(۱X۱۲۰)	۵۰/۵	۵۰- ۱۰۰		۳۶.۱	۱۲۵۰
۳(۱۲۰X۱۰)	با شینه	۰-۳۶۰۰	۳۰۰۰/۵	۱۸۰۰- ۳۰۰۰	۳۰۰۰	۲۳۱۲	۳(۱X۱۲۰)	۵۰/۵	۸۰- ۱۲۰		۴۶.۲	۱۶۰۰

اتاق ترانسفورماتور

مطابق مفاد بند ۱۳-۴-۲-۳-۱ محل اتاق ترانسفورماتور باید در طبقه همکف قرار گیرد و یکی از جبهه های آن مشرف به فضای آزاد باشد. در برابر این جبهه تا فاصله ۵ متری نباید هیچگونه ساختمان یا مانع دیگری که تهویه اتاق و داخل و خارج کردن ترانسفورماتور را با اشکال روبرو کند وجود داشته باشد. در اصلی اتاق ترانس باید در این جبهه قرار داشته، نقل و انتقال ترانسفورماتور به سادگی انجام پذیر باشد. به همین علت ترجیح دارد وسیله نقلیه و جرثقیل بتوانند به این جبهه آمد و رفت کنند.

اتاقهائی که به عللی در طبقات زیرزمین ساخته میشوند، اگر حداقل ۵ متر فضای آزاد در جلوی آنها وجود داشته باشد مانند اتاقی در طبقه همکف به حساب می آیند.

چنانچه ساختمان از نوعی باشد که نصب پست ترانسفورماتور در طبقات یا بام اجتناب ناپذیر شود، ضمن مراعات کلیه مقررات مربوط به تهویه اتاق و فواصل مجاز و درها و غیره، باید از ترانسفورماتورهای خشک استفاده کرد. در این صورت مراعات و اجرای جزئیات مربوط به حائل آتش منتفی خواهد بود.

در صورت امکان جبهه مشرف به فضای آزاد اتاق ترانس باید در جهتی باشد که تابش آفتاب به آن حداقل باشد. (رو به شمال)

جبهه مشرف به فضای آزاد میتواند ضلع عرضی یا طولی اتاق باشد.

مبحث ۱۳ مقررات ملی ابعاد اتاق ترانسفورماتور را با تهویه طبیعی برای ۳ محدوده اندازه ترانسفورماتور روغنی کنسرواتوری ارائه داده است:

اندازه اتاق ترانسفورماتور	طول (متر)	عرض (متر)	ارتفاع (متر)	در اتاق		حجم مخزن روغن (متر مکعب)	حداقل سطح مقطع کانال هوا (متر مربع)	
				عرض (متر)	ارتفاع (متر)		خروجی So	ورودی Si

SAZE118.COM

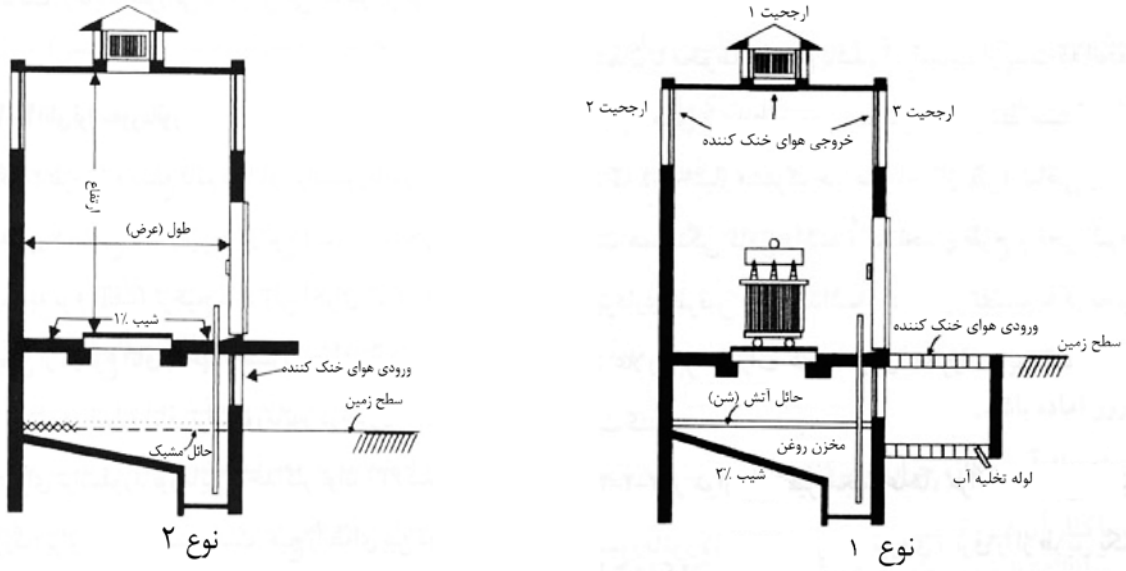
تا ۶۳۰ kVA	۴	۳	۴/۷	۱/۵	۴	۰/۷	۱/۲۵	So:۱/۱
بزرگتر از ۶۳۰ kVA تا ۱۰۰۰ kVA	۴/۳	۳/۲	۴/۷	۱/۵	۴	۱	۲	
بزرگتر از ۱۰۰۰ kVA تا ۱۶۰۰ kVA	۴/۵	۳/۵	۵/۳	۲	۴/۳	۲	۲/۵	

مطابق مقررات ملی ساختمان میتوان فاصله دیوار تا ترانس را تا ۸۰ سانتیمتر کاهش داد. (۱۳-۴-۲-۳-۲-الف) . استاندارد انشعابات شبکه های توزیع، وزارت نیرو این مقدار را تا ۵۰ سانتیمتر تقلیل داده است. (ص ۵۴) با توجه به آنکه مهمترین عامل در تهویه اتاق ترانس، ارتفاع آن می باشد، مقادیر ارتفاع ذکر شده بالا را نمیتوان کاست. در جدول زیر ابعاد ترانسفورماتورهای یکی از سازندگان داخلی دیده میشود :

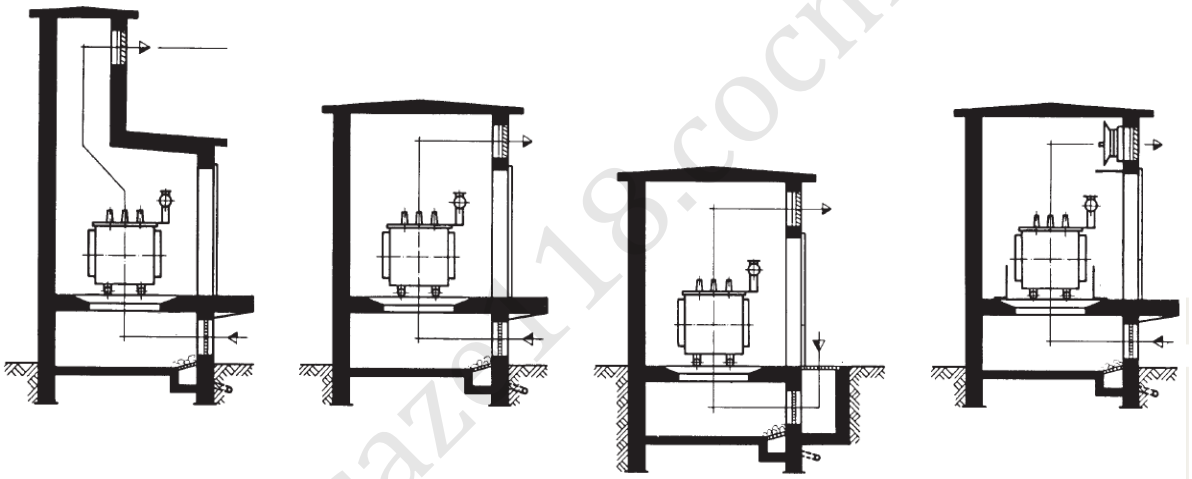
ظرفیت ترانسفورماتور (KVA)	ترانسفورماتور روغنی (mm)				ترانسفورماتور هرمتیک تمام روغنی (mm)				ترانسفورماتور خشک (mm)			
	طول	عرض	ارتفاع	وزن(kg)	طول	عرض	ارتفاع	وزن(kg)	طول	عرض	ارتفاع	وزن(kg)
۲۵	۸۵۰	۶۹۰	۱۲۰۰	۳۵۰	۸۰۴	۷۲۸	۱۳۳۸	۴۷۳	—	—	—	—
۵۰	۸۵۰	۶۹۰	۱۳۵۰	۴۶۰	۸۳۴	۷۳۸	۱۳۶۸	۵۰۰	—	—	—	—
۱۰۰	۹۶۰	۶۹۰	۱۵۲۰	۶۰۰	۱۲۰۸	۶۹۰	۱۵۶۰	۶۴۳	—	—	—	—
۱۶۰	—	—	—	—	—	—	—	—	۱۲۵۰	۶۰۰	۱۱۳۷	۸۰۰
۲۰۰	۱۰۹۸	۷۲۰	۱۶۵۰	۸۶۰	۱۱۹۶	۷۶۴	۱۵۷۸	۹۰۴	۱۳۰۰	۶۰۰	۱۱۸۷	۹۰۰
۲۵۰	۱۴۰۶	۸۱۶	۱۶۰۰	۱۰۱۰	—	—	—	—	۱۳۰۰	۶۰۰	۱۲۳۲	۱۰۲۰
۳۱۵	۱۶۱۵	۹۷۸	۱۶۳۰	۱۲۱۰	۱۳۳۲	۸۴۰	۱۵۸۰	۱۱۷۷	۱۴۰۰	۷۵۰	۱۳۸۷	۱۱۸۰
۴۰۰	۱۷۱۵	۹۸۰	۱۷۵۰	۱۴۹۰	۱۵۶۲	۹۵۶	۱۶۲۲	۱۴۵۷	۱۴۰۰	۷۵۰	۱۴۰۲	۱۳۶۰
۵۰۰	۱۷۲۳	۱۰۴۴	۱۸۶۰	۱۷۰۰	۱۵۹۲	۹۷۲	۱۷۳۲	۱۷۴۸	۱۴۵۰	۷۵۰	۱۴۸۳	۱۵۵۰
۶۳۰	۱۷۹۰	۱۰۸۵	۱۹۱۰	۲۰۳۰	۱۶۹۲	۹۸۶	۱۸۰۲	۱۹۸۱	۱۵۰۰	۸۵۰	۱۵۷۰	۱۸۶۰
۸۰۰	۱۸۶۵	۱۱۳۳	۲۱۱۰	۲۴۴۰	۱۷۴۲	۱۰۶۲	۱۹۱۲	۲۳۷۲	۱۶۰۰	۸۵۰	۱۷۴۰	۲۱۵۰
۱۰۰۰	۱۹۵۵	۱۱۵۵	۲۲۸۰	۳۰۰۰	۱۷۹۲	۱۰۷۲	۲۲۶۶	۲۹۲۳	۱۶۵۰	۱۰۰	۱۸۲۸	۲۶۳۰
۱۲۵۰	۲۱۰۰	۱۲۷۰	۲۳۹۰	۳۸۰۰	۲۰۹۲	۱۱۷۲	۲۲۷۶	۳۷۱۱	۱۷۵۰	۱۰۰۰	۲۰۰۸	۳۰۵۰
۱۶۰۰	۲۳۰۰	۱۳۵۰	۲۴۵۰	۴۶۰۰	۲۳۹۲	۱۱۶۲	۲۳۱۶	۴۵۰۱	۱۸۵۰	۱۰۰۰	۲۱۷۰	۳۹۵۰
۲۰۰۰	۲۴۵۰	۱۳۷۰	۲۵۵۰	۵۵۰۰	—	—	—	—	۱۹۵۰	۱۳۱۰	۲۲۱۲	۴۵۵۰
۲۵۰۰	—	—	—	—	—	—	—	—	۲۰۵۰	۱۳۱۰	۲۳۶۷	۵۵۰۰
۳۱۵۰	—	—	—	—	—	—	—	—	۲۳۰۰	۱۳۱۰	۲۶۰۰	۶۶۰۰

دو طرح برای اتاق ترانسفورماتور در مبحث ۱۳ مقررات ملی پیشنهاد شده است :

SAZE118.COM



در شکلهای زیر نیز انواع دیگری از طرح اتاق ترانس دیده میشود.



در طرحهای فوق در زیر ترانس، فضائی برای روغن در صورت نشت یا سوراخ شدن ترانس وجود دارد. این فضا برای جلوگیری از حریق با صفحه ای مشبک ضد زنگ که روی آن به ضخامت حداقل ۲۰ سانتیمتر شن یا سنگ گرانیت ریخته شده است پوشانده میشود تا مانع سرایت آتش احتمالی باشد. همانطور که دیده میشود، لوله ای برای اتصال به پمپ و تخلیه روغن پیش بینی میگردد.

ابعاد حوضچه روغن باید حداقل برابر ابعاد خارجی بزرگترین ترانسفورماتوری باشد که در اتاق ممکن است نصب شود و عمق آن متناسب با ظرفیت روغن ترانس خواهد بود. لبه دورادور حوضچه باید با نبشی محافظت شود.

بر روی حوضچه ۲ ریل برای استقرار چرخهای کوچکترین و بزرگترین ترانس قابل استفاده در اتاق پیش بینی و نصب شود.

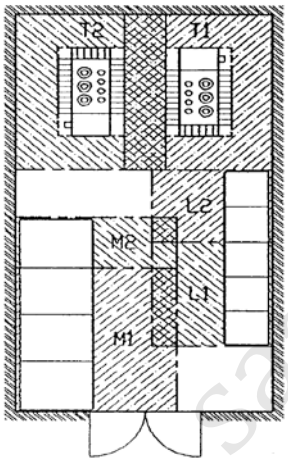
مطابق مقررات ملی ایران مبحث ۱۳ بند ۱۳-۴-۲-۳-۳ اتاق ترانسفورماتور باید دارای خصوصیات زیر باشد :

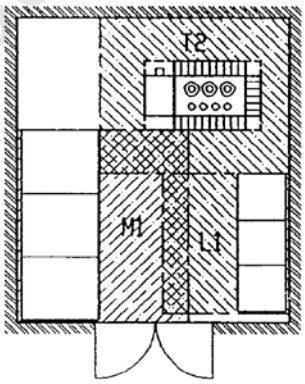
- اتاق باید فاقد رطوبت و ضد سرایت حریق باشد.
- دیوارهای اتاق باید گردگیر نباشند.
- سقف اتاق فاقد هر نوع نازک کاری باشد.
- در اتاق نباید هیچ نوع پله یا شیب تند وجود داشته باشد.
- ریلهای ناقل ترانس باید دارای زهوار هادی چرخ باشد.
- چاله روغن باید دارای سطح شیبدار باشد.
- حداقل حجم مخزن باید با حجم روغن بزرگترین ترانسی که ممکن است در اتاق نصب شود برابر باشد.

SAZE118.COM

- ارتفاع کف اتاق باید حداقل ۲۰ سانتیمتر از سطح احتمالی سیلابروهای منطقه بالاتر باشد.
- دریچه های ورودی و خرجی هوای خنک کننده باید مجهز به شبکه های جلوگیری کننده از داخل شدن پرنده و حیوانات و آب باران به داخل اتاق باشد.
- کانالها یا لوله های حامل کابلها باید مانع جریان هوای خنک کننده نباشد.
- روی دیوارهای طرفین اتاق باید نگهدارهای مناسبی برای کابلهای وصل شونده به ترانس پیش بینی گردد.
- در ورودی اتاق باید آهنی باشد و به سمت خارج باز شود.
- برای جلوگیری از تعرق، گرمکن برقی مجهز به ترموستات باید در اتاق نصب گردد.
- در داخل اتاق و جداره دیوارها، سقف و کف اتاق نباید لوله آب و گاز نصب شود.
- پنجره و در ورودی دیگری به غیر از در اصلی نباید در اتاق وجود داشته باشد.
- در اتاق باید آهنی و به سمت خارج باز شود.

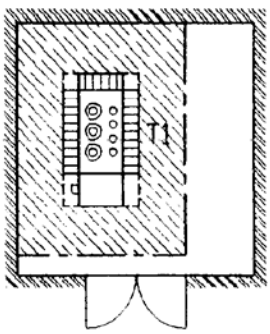
اتاقهای ترانسفورماتور در استانداردهای وزارت نیرو عموما با تابلوهای فشار قوی و ضعیف در یک اتاق قرار دارند. (استاندارد اجرای پستهای توزیع زمینی ۲۰ کیلوولت، منتشر شده توسط شرکت توانیر) عدم امکان بیرون آوردن سریع ترانسفورماتور به هنگام آتش سوزی، سرایت آتش از یک قسمت به سایر قسمتها، عدم تهویه مناسب ترانس از مشکلات این طرحهاست. جانمائی پستهای تکی و دوتائی یک طبقه را میتوان اینجا دید.





قسمتهای هاشور خورده حریم هر کدام از تجهیزات را نشان می دهد. L۱و L۲ تابلوهای فشار ضعیف،M۱ وM۲ تابلوهای ۲۰ کیلوولت و T۱ و T۲ نشاندهنده ترانسفورماتورها هستند.

مطابق استانداردهای وزارت نیرو در پستهای ۲ طبقه که ترانسفورماتور در طبقه همکف قرار دارد، وضعیت به گونه بهتری است :



SAZE118.COM

انتخاب الکتروموتور

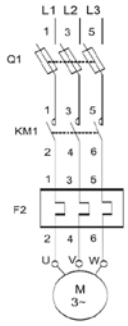
در این بخش سعی میشود، پاره ای اطلاعات اولیه و کاربردی در مورد الکتروموتورهای آسنکرون که بیشترین کاربرد را در مصارف غیر صنعتی دارند، بدون پرداختن به مسائل نظری ارائه شود.

انواع راه اندازی موتورهای سنکرون سه فاز

هنگامی که الکتروموتوری روشن میشود، جریان زیادی دریافت مینماید که اگر شبکه به حد کافی قوی نباشد، افتی در ولتاژ پدید می آورد که بر سایر مصرف کننده ها نیز اثر می گذارد. به منظور جلوگیری از این مشکل روشهائی برای راه اندازی موتورهای آسنکرون وجود دارد که به مهمترین آنها اشاره میشود :

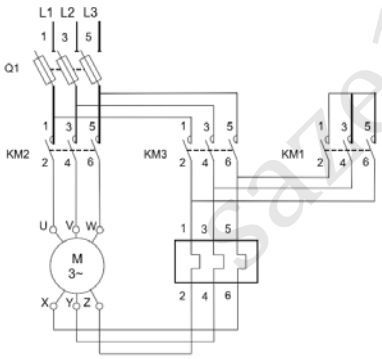
راه اندازی مستقیم

- ساده ترین روش راه اندازی که سیم پیچ های استاتور مستقیما به شبکه متصل میشوند. جریان راه اندازی در این روش بالا است که مشکلات زیادی ایجاد می نماید.



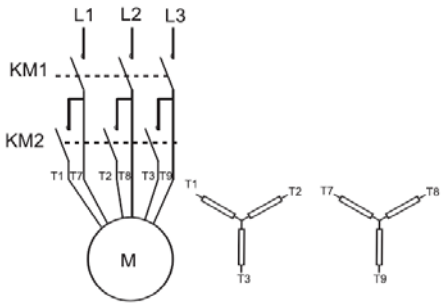
راه اندازی ستاره مثلث

با فرض دسترسی به هر دو سر سیم پیچهای استاتور، در هنگام شروع راه اندازی سیم پیچهای استاتور به صورت ستاره قرار گرفته که باعث میشود جریان راه اندازی یک سوم جریان نامی گردد. هنگامی که گشتاور بار و موتور به توازن برسند، سرعت پایدار میشود، آنگاه سیم پیچها به حالت عادی (مثلث) برگشته و موتور مشخصه های اصلی خود را می یابد.



تفکیک سیم پیچ

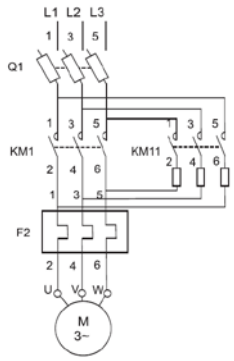
این روش بیشتر در آمریکای شمالی متداول است. در این روش سیم پیچ هر فاز استاتور به ۲ سیم پیچ موازی تبدیل میشود. به هنگام راه اندازی یک سری از سیم پیچها وارد مدار میشوند. در واقع نیمی از موتور با ولتاژ نامی به کار می افتد. پس از مدت زمان راه اندازی سیم پیچ دوم نیز به شبکه متصل میشود. موتور در این روش حتی برای مدت زمان کوتاهی نیز (بر خلاف روش ستاره مثلث) از مدار خارج نمیشود.



راه اندازی با مقاومت

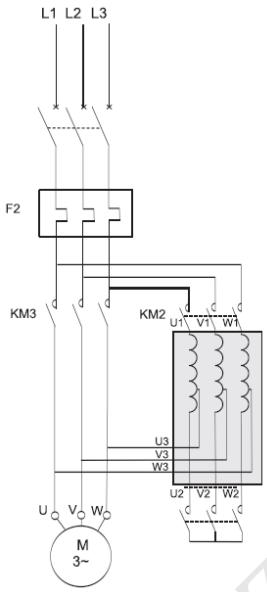
SAZE118.COM

در این روش مقاومتی سر راه سیم پیچ استاتور قرار دارد، بنابراین ولتاژ اعمالی به موتور کاهش می یابد. با پایدارشدن سرعت، مقاومتها از مدار خارج شده و موتور به شرایط نامی بر میگردد.



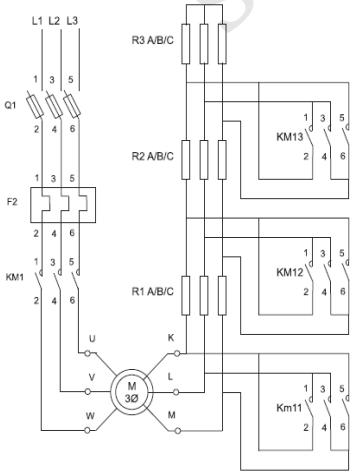
راه اندازی با اتوترانسفورماتور

اتوترانس در مرحله اول آرایش ستاره می گیرد و موتور با ولتاژ کم به کار می افتد. میزان ولتاژ اعمالی بستگی به (tap) اتوترانس دارد. پس از متعادل شدن سرعت، اتصال ستاره قبل از اعمال ولتاژ کامل باز میشود. مقداری از سیم پیچ که به شبکه متصل شده به عنوان اندوکتانس سری با موتور عمل می کند. این مرحله تنها کسری از ثانیه طول می کشد. سپس قسمتی از اتوترانس که به صورت سری با موتور قرار داشته اتصال کوتاه میشود و اتوترانس از مدار خارج میشود. موتور با ولتاژ نامی به کار خود ادامه میدهد.



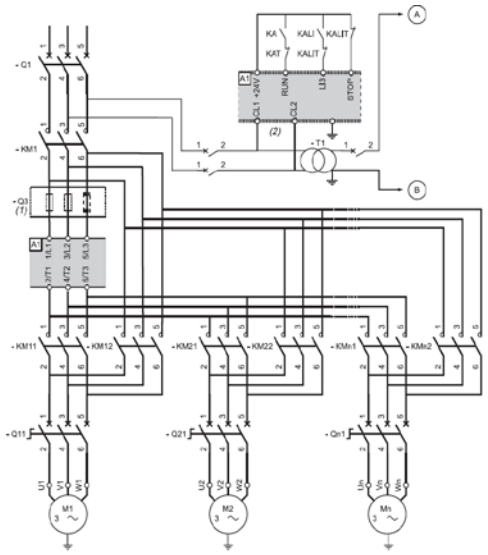
راه اندازی موتورهای جاروبک دار

موتور جاروبک دار در حالی که سیم پیچهای روتور آن اتصال کوتاه شده است، به صورت مستقیم (DOL) نمیتواند به راه بیفتد. مقاومتهای راه اندازی باید در مدار روتور قرارگرفته و بتدریج پس از رسیدن به سرعت نامی اتصال کوتاه شوند.

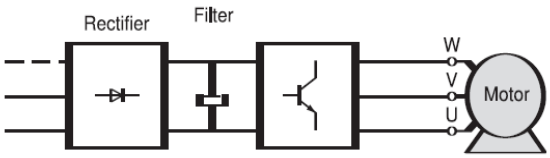


راه اندازی نرم

SAZE118.COM



این روش مناسبترین طریقه برای راه اندازی و توقف موتور است که بوسیله آن گشتاور راه اندازی را میتوان تنظیم نمود و جریان راه اندازی نیز محدود می گردد.
تنوع در این تجهیزات بسیار زیاد است. اساس آن بر تغییرات تدریجی ولتاژ توسط تجهیزات نیمه هادی است.



راه اندازی با مبدل فرکانس
کاربرد اصلی این روش برای کنترل و تنظیم سرعت است و راه اندازی هدف ثانوی آن محسوب میشود.
برای راه اندازی بارهای با اینرسی زیاد و بارهای سنگین در حالتی که شبکه ظرفیت اتصال کوتاه پائینی دارد بیشترین تناسب را دارد.

	مستقیم	ستاره مثلث	تفکیک سیم پیچ	بوسیله مقاومت	اتوترانسفورماتور	موتورهای جاروبک دار	راه انداز نرم	مبدل فرکانس
نوع موتور	استاندارد	استاندارد	۶ سیم پیچه	استاندارد	استاندارد	ویژه	استاندارد	استاندارد
هزینه	+	++	++	+++	+++	+++	+++	++++
جریان راه اندازی	۵ تا ۱۰ برابر جریان نامی	۲ تا ۳ برابر جریان نامی	۲ برابر جریان نامی	تقریبا ۴/۵ برابر جریان نامی	۱/۷ تا ۴ برابر جریان نامی	تقریبا ۲ برابر جریان نامی	۴ تا ۵ برابر جریان نامی	جریان نامی
افت ولتاژ در راه اندازی	زیاد	زیاد به هنگام تغییر از ستاره به مثلث	کم	کم	کم	کم	کم	کم
میزان هارمونیک	زیاد	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	کم	زیاد	زیاد
ضریب قدرت در راه اندازی	کم	کم	متوسط	متوسط	کم	متوسط	کم	زیاد
تعداد استارتهای ممکن	محدود	۲ تا ۳ برابر میزان راه اندازی مستقیم	۳ تا ۴ برابر میزان راه اندازی مستقیم	۳ تا ۴ برابر میزان راه اندازی مستقیم	۳ تا ۴ برابر میزان راه اندازی مستقیم	۲ تا ۳ برابر میزان راه اندازی مستقیم	محدود	زیاد

SAZE118.COM

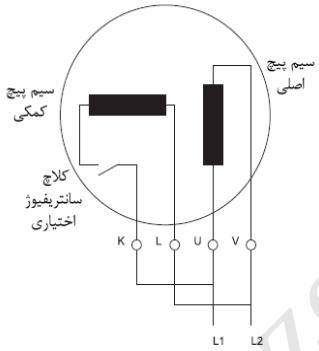
گشتاور راه اندازی	تقریبا ۲/۵ برابر گشتاور نامی	۰/۲ تا ۰/۵ برابر گشتاور نامی	۲ برابر گشتاور نامی	گشتاور نامی	تقریبا نصف گشتاور نامی	تقریبا ۲ برابر گشتاور نامی	تقریبا نصف گشتاور نامی	۱/۵ تا ۲ برابر گشتاور نامی
تنش حرارتی	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	زیاد	متوسط	متوسط	متوسط	کم
شوک مکانیکی	خیلی زیاد	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	کم	متوسط	کم
نوع بار مناسب	همه انواع		گشتاور صعودی	پمپها و فنها	پمپها و فنها	همه انواع	پمپها و فنها	همه انواع
مناسب برای بارهای با اینرسی زیاد	بلی	خیر	خیر	خیر	خیر	بلی	خیر	بلی

انواع راه اندازی موتورهای سنکرون تک فاز

در موتورهای القائی تکفاز بخودی خود امکان راه اندازی وجود ندارد. روشهای معمول راه اندازی این الکتروماتورها عبارتند از :

راه اندازی با سیم پیچ کمکی

در این نوع موتور، استاتور ۲ سیم پیچ دارد که ۹۰ درجه اختلاف فاز دارند. هنگام وصل شدن مدار، جریانی از سیم پیچ اصلی عبور کرده و جریان ضعیف تری در سیم پیچ کمکی برقرار میشود که ۲ با یکدیگر ۹۰ درجه اختلاف فاز دارند. میدانهائی که از این جریان بوجود می آید، میدان دواری ایجاد می کنند که موتور را براه می اندازد. بعد از اینکه موتور به ۸۰ درصد سرعت نامی رسید، میتوان سیم پیچ کمکی را به کمک کلاچ سانتریفیوژ به هنگامی که سرعت زیاد میشود از مدار خارج نمود.



راه اندازی با سیم پیچ کمکی و مقاومت

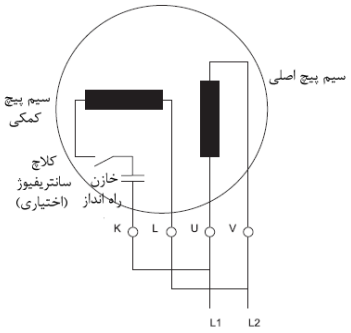
این روش نیز همانند روش فوق است ولی مقاومتی به صورت سری با سیم پیچ کمکی قرار میگیرد. بدین ترتیب امپدانس آن افزایش یافته و اختلاف فاز ۲ جریان اضافه میشود

راه اندازی با سیم پیچ کمکی و اندوکتانس

همانند روش فوق بوده ولی به جای مقاومت از اندوکتانس استفاده میشود که اختلاف فاز بیشتری ایجاد می نماید که گشتاور بزرگتری را نتیجه می دهد.

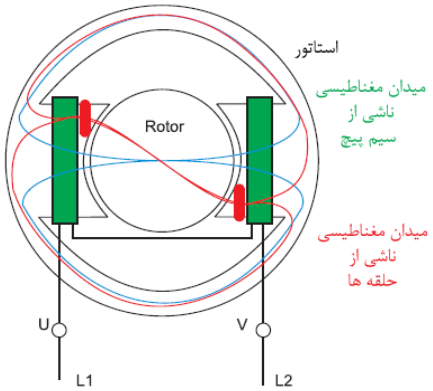
راه اندازی با سیم پیچ کمکی و خازن

SAZE118.COM



این روش معمولترین طریقه راه اندازی الکتروموتور است. خازن در مدار سیم پیچ کمکی قرار دارد. خازن باعث اختلاف فازی میشود که جهت آن بر عکس موارد بالا خواهد بود.
در این روش، گشتاور راه اندازی به ۳ برابر گشتاور راه اندازی می رسد.

راه اندازی با موتور قطب شکافدار (Shaded Pole)



این روش در موتورهای کم قدرت (حدود ۱۰۰ وات) بکار میرود. قطبها دارای شکافی هستند که حلقه ای در اطراف آنها اتصال کوتاه شده است. جریان القائی در این حلقه در میدان مغناطیسی دوار اعوجاجی ایجاد می کند که باعث راه اندازی موتور میشود. بازده در این روش کم، ولی در این محدوده قدرت کافی است.

تجهیزات تابلوئی

تاثیر درجه حرارت محیط و ارتفاع از سطح دریا

با افزایش درجه حرارت و ارتفاع نصب از سطح دریا بازده الکتروموتور کاهش میابد. جداول زیر میزان این تاثیر را نشان میدهد :

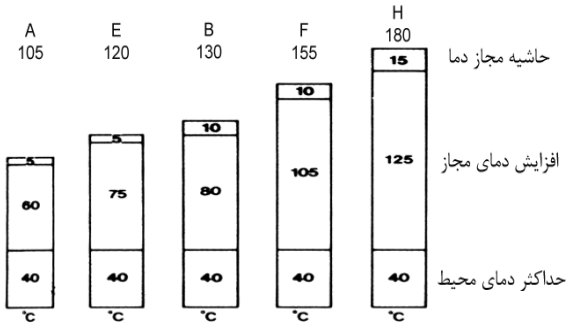
درجه حرارت محیط	۴۰	۴۵	۵۰	۵۵	۶۰	۷۰
درصد توان نسبت به میزان نامی	۱۰۰	۹۶/۵	۹۳	۹۰	۸۶/۵	۷۹

ارتفاع از سطح دریا	۱۰۰۰	۱۵۰۰	۲۰۰۰	۲۵۰۰	۳۰۰۰	۳۵۰۰	۴۰۰۰
درصد توان نسبت به میزان نامی	۱۰۰	۹۷	۹۴/۵	۹۲	۸۹	۸۶/۵	۸۳/۵

کلاس عایقی

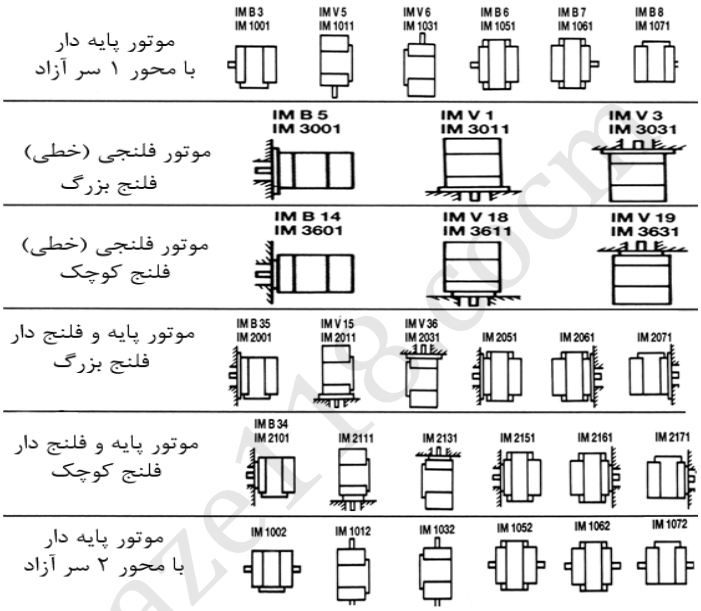
حداکثر دمای قابل تحمل سیم پیچ الکتروموتور با کلاس عایقی آن نشان داده میشود. بر اساس استانداردد IEC ۸۵ پنج کلاس (طبقه) تعریف شده اند که شکل زیر نشاندهنده معنی هر کدام است. در زیر حرف نشاندهنده هر کلاس حداکثر درجه حرارت مجاز مشخص شده است :

SAZE118.COM



کد نصب موتور

نوع قرارگرفتن الکتروموتور به هنگام نصب و مونتاژ نیز با علائمی تعریف میشود که شکل زیر معنای بعضی از متداولترین آنها را نشان میدهد :



راکتانس فوق گذرا

به هنگام اتصال کوتاه، الکتروموتورها در کسری از ثانیه به صورت ژنراتور کار می کنند و جریان اتصال کوتاه را بالا می برند. در محاسبات دقیق اتصال کوتاه، راکتانس فوق گذرای الکتروموتورها مورد نیاز می باشد که در جدول زیر مقادیر تقریبی آن را میتوان دید.

نوع موتور	راکتانس فوق گذرا (درصد)
القائی – ۶۰۰ ولت و کمتر	۲۸
سنکرون – ۶۰۰ ولت و کمتر	۲۱
القائی – بالای ۶۰۰ ولت	۲۰
سنکرون – بالای ۶۰۰ ولت	۱۵

SAZE118.COM

اطلاعاتی درباره کابل

راهنمای کدگذاری کابل بر اساس استاندارد VDE و DIN (قدیم)

نامگذاری کابلهای قدرت

بر طبق DIN VDE 0271/0276

□□□□□□ □□ x □□□

مشخصه نامگذاری
- **N** مطابق استاندارد DIN VDE
- **(N)** مشابه استاندارد DIN VDE

جنس هادی
- **A** هادی آلومینیومی
- **-** هادی مسی

مواد عایق
- **Y** پی وی سی
- **2X** پلی اتیلن تقویت شده
- کاغذ اشباع شده در روغن

هادی هم مرکز (شیلد)
- **C** هادی مسی هم مرکز
- **CW** هادی مسی هم مرکز موجی شکل
- **CE** هادی مسی هم مرکز روی هر رشته کابل
- **S** شیلدی از سیمهای مسی
- **SE** شیلدی از سیمهای مسی روی هر رشته کابل
- **H** لایه های هادی
- **(F)** شیلد ضد آب طولی

زره
- **B** زره با نوار فولادی
- **F** زره از سیمهای فولادی گالوانیزه تخت
- **G** نوار فولادی گالوانیزه مارپیچ
- **R** زره از سیمهای فولادی گرد گالوانیزه

جنس روکش
- **A** روکش از جنس مواد رشته ای
- **K** روکش سربی
- **KL** روکش آلومینیومی
- **Y** پی وی سی
- **2Y** پلی اتیلن

هادی حفاظتی
- **I** با هادی حفاظتی
- **O** بدون هادی حفاظتی

تعداد رشته ها

سطح مقطع هادی به mm^2

نوع هادی
- **r ...** هادی دایره ای شکل
- **s ...** هادی قطاعی شکل
- **o ...** هادی بیضی شکل
- **e ...** هادی دایره ای شکل تک رشته
- **..m** هادی چندرشته (افشان)
- **..h** هادی دایره ای توخالی
- **/ V** هادی فشرده

ولتاژ نامی
- 0,6/1 kV
- 3,6/6 kV
- 6,0/10 kV
- 12/20 kV
- 18/30 kV

saze118.com

SAZE118.COM

راهنمای کدگذاری کابل بر اساس استاندارد VDE و DIN(جدید)

نامگذاری کابلهای هماهنگ شده

بر طبق DIN VDE 0281/DIN VDE 0282/DIN VDE 0292

H | 05 | V | | V5 | | — | F | 25 | G | 0,75

مشخصه نامگذاری

A	استانداردهای ملی مجاز
H	استانداردهای هماهنگ شده

ولتاژ نامی

01	100 V
03	300/300 V
05	300/500 V
07	450/750 V

جنس عایق

B	اتیلن - پروپیلن - رابر (EPR)
C	اتیلن - وینیل استات - کوپلیمر (EVA)
N2	کلروپرین رابر برای کابلهای جوشکاری (CR)
R	لاستیک طبیعی و / یا مصنوعی (NR و / یا SR)
S	لاستیک سیلیکونی (SiR)
V	پلی وینیل کلراید (PVC)
V2	پلی وینیل کلراید مقاوم دربرابر حرارت (PVC)
V3	پلی وینیل کلراید دمای کم (PVC)
V4	پلی وینیل کلراید تقویت شده (PVC)
Z	پلی اتیلن تقویت شده (PE)

عناصر اضافی

C	شیلد
Q4	روکش اضافی پلی آمید روی هادی (PA)
T	لایه اضافه الیاف بافته شده روی مجموعه رشته های کابل
T6	لایه اضافه الیاف بافته شده روی رشته های مجزای کابل

جنس مواد عایقی

B	لاستیک اتیلن - پروپیلن (EPR)
J	الیاف بافته شیشه ای
N	لاستیک کلروپرین (CR)
N2	لاستیک کلروپرین برای کابلهای جوشکاری (CR)
N4	لاستیک کلروپرین مقاوم در برابر حرارت (CR)
Q	پلی اوریتان (PUR)
R	لاستیک طبیعی و / یا مصنوعی (NR و / یا SR)
T	الیاف بهم بافته
T2	الیاف بهم بافته با مواد دیر آتش گیر
V	پلی وینیل کلراید (PVC)
V2	پلی وینیل کلراید مقاوم در برابر آتش (PVC)
V3	پلی وینیل کلراید دمای کم (PVC)
V4	پلی وینیل کلراید تقویت شده (PVC)
V5	پلی وینیل کلراید مقاوم در برابر مواد نفتی (PVC)

ویژگیهای خاص

D3	سیم نگاهدارنده
D5	هسته مرکزی (بدون عنصر نگاهدارنده)
FM	رشته کابلهای مخابراتی تجمیع شده در کابلهای برق
H	کابل تخت قابل جداشدن (کابل دوقلو)
H2	کابل تخت غیر قابل جداشدن (کابل روکش دار ۳ رشته)
H6	کابل تخت غیرقابل جدا شدن (دارای چندین روکش)
H7	روکش عایق ۲ لایه
H8	کابلهای مارپیچی

نوع هادی

D	افشان نرم برای کابلهای جوشکاری
E	افشان خیلی نرم برای کابلهای جوشکاری
F	افشان نرم برای کابلهای قابل انعطاف
H	افشان خیلی نرم برای کابلهای قابل انعطاف
K	افشان نرم برای کابلهای جهت نصب ثابت
R	چند سیمه گرد، کلاس ۲
U	تک سیمه گرد کلاس ۱
Y	سیم لاکی DIN 47104

تعداد رشته ها

هادی زمین

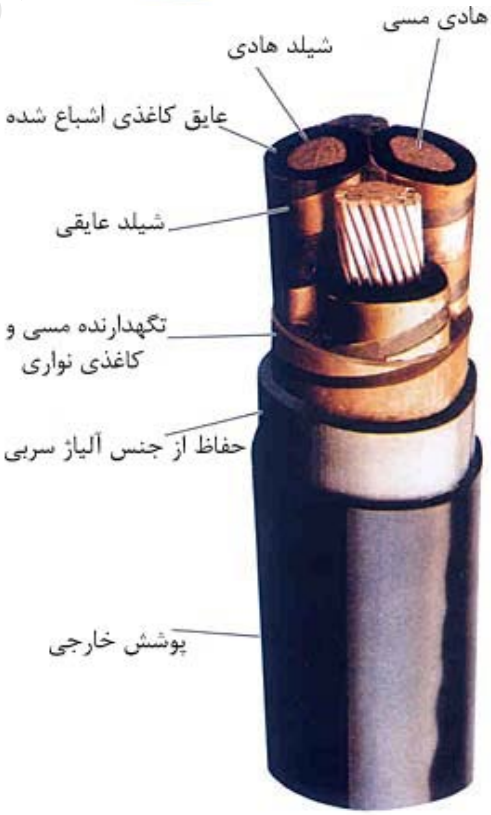
G	با رشته زمین
X	بدون رشته زمین

سطح مقطع نامی هادی به mm^2

saze118.com

SAZE118.COM

نمونه هائی جهت تعاریف اجزا کابل



SAZE118.COM

اندازه لوله مناسب برای عبور سیم و کابل

مطابق مقررات ملی ایران مبحث ۱۳ بندهای ۱۳-۶-۲-۱ و ۱۳-۶-۲-۳ نسبت قطر داخلی لوله به قطر دسته سیمها، یا قطر کابل حداقل برابر ۱/۳ باید باشد.

قطر خارجی کابلهای NYY را میتوان از جدول زیر استخراج نمود :

سطح مقطع mm²	mm kg/km	سطح مقطع mm²	mm kg/km	سطح مقطع mm²	mm kg/km
3 × 70 (35)	34 2 910	3 × 1.5 (1.5)	13 240	1 × 25	13 380
3 × 95 (16)	35 3 320	3 × 2.5 (2.5)	14 290	1 × 35 (16)	14 470
3 × 95 (50)	38 3 900	3 × 4 (4)	15 390	1 × 50 (16)	15 630
3 × 120 (16)	39 4 070	3 × 6 (6)	17 480	1 × 70 (16)	17 840
3 × 120 (16)	39 4 070	3 × 10	18 650	1 × 95 (16)	19 1 110
3 × 120 (70)	42 4 900	3 × 16	21 870	1 × 120 (16)	21 1 350
3 × 150 (25)	42 4 950	3 × 25 (16)	24 1 320	1 × 150 (25)	23 1 650
3 × 150 (70)	46 4 750	3 × 35 (16)	25 1 325	1 × 185 (25)	24 2 010
3 × 185 (95)	52 7 350	3 × 50 (16)	28 1 780	1 × 240 (25)	27 2 570
3 × 240 (120)	57 10 000	3 × 50 (25)	31 2 140	1 × 300 (25)	30 3 250
		3 × 70 (16)	31 2 480	1 × 400 (35)	33 4 030
				1 × 500 (35)	37 5 120

4 mm² mm kg/km	2.5 mm² mm kg/km	1.5 mm² mm kg/km	تعداد رشته	سطح مقطع mm²	mm kg/km	سطح مقطع mm²	mm kg/km
18 600	16 450	15 300	× 7	5 × 1.5	14 300	4 × 1.5	13 250
– –	20 640	17 450	× 10	5 × 2.5	15 400	4 × 2.5	14 300
24 1 000	20 700	18 500	× 12	5 × 4	17 500	4 × 4	16 400
– –	22 810	18 550	× 14	5 × 6	18 600	4 × 6	17 520
– –	21 720	18 500	× 16	5 × 10	20 850	4 × 10 (10)	19 720
– –	22 820	19 600	× 19	5 × 16	24 1 300	4 × 16 (16)	22 1 060
– –	– –	20 600	× 21			4 × 25 (16)	27 1 690
– –	26 1 040	22 700	× 24			4 × 35 (16)	27 1 800
– –	28 1 260	23 850	× 30			4 × 50 (25)	31 2 350
– –	31 1 690	27 1 100	× 40			4 × 70 (35)	34 3 250
						4 × 95 (50)	39 4 350
						4 × 120 (70)	42 5 400
						4 × 150 (70)	47 6 700

SAZE118.COM

در پاره ای مقررات داخلی یا خارجی جداولی برای تعداد مجاز کابل و سیم داخل لوله وجود دارد. در این میان میتوان به جدول ۱-۲ نشریه ۱۱۰ معاونت راهبردی ریاست جمهور که از ۴۹۰۲۰ **DIN** اقتباس شده است اشاره کرد :

تعداد هادی	۲		۳		۴		۵		۶	
سطح مقطع هادی	لوله	فولادی بدون عایق و یا پلاستیکی سخت	لوله	فولادی بدون عایق و یا پلاستیکی سخت	لوله	فولادی بدون عایق و یا پلاستیکی سخت	لوله	فولادی بدون عایق و یا پلاستیکی سخت	لوله	فولادی بدون عایق و یا پلاستیکی سخت
mm۲	pg	قطرmm	pg	قطرmm	pg	قطرmm	pg	قطرmm	pg	قطرmm
۱ ت و چ	۱۱	۱۶/۴	۱۱	۱۶/۴	۱۱	۱۶/۴	۱۱	۱۶/۴	۱۱	۱۶/۴
۱/۵ ت و چ	۱۱	۱۶/۴	۱۱	۱۶/۴	۱۱	۱۶/۴	۱۳/۵	۱۸	۱۳/۵	۱۸
۲/۵ ت و چ	۱۱	۱۶/۴	۱۱	۱۶/۴	۱۳/۵	۱۸	۱۳/۵	۱۸	۱۶	۱۹/۹
۴ ت و چ	۱۱	۱۶/۴	۱۳/۵	۱۸	۱۶	۱۹/۹	۲۱	۲۵/۵	۲۱	۲۵/۵
۶ ت و چ	۱۳/۵	۱۸	۱۶	۱۹/۹	۲۱	۲۵/۵	۲۱	۲۵/۵	۲۹	۳۴/۲
۱۰ ت و چ	۱۶	۱۹/۹	۲۱	۲۵/۵	۲۹	۳۴/۲	۲۹	۳۴/۲	۲۹	۳۴/۲
۱۶ ت	۲۱	۲۵/۵	۲۹	۳۴/۲	۲۹	۳۴/۲	۳۶	۴۴	۳۶	۴۴
۱۶ چ	۲۱	۲۵/۵	۲۹	۳۴/۲	۲۹	۳۴/۲	۳۶	۴۴	۳۶	۴۴
۲۵ ت	۲۹	۳۴/۲	۲۹	۳۴/۲	۳۶	۴۴	۴۲	۵۱	۴۲	۵۱
۲۵ چ	۲۹	۳۴/۲	۲۹	۳۴/۲	۳۶	۴۴	۴۲	۵۱	۴۲	۵۱
۳۵ چ	۲۹	۳۴/۲	۳۶	۴۴	۳۶	۴۴	۴۲	۵۱	۴۸	۵۵/۸
۵۰ چ	۳۶	۴۴	۴۲	۵۱	۴۲	۵۵/۸				
۷۰ چ	۳۶	۴۴	۴۲	۵۱	۴۲	۵۵/۸				
۹۵ چ	۴۲	۵۱	۴۸	۵۵/۸						
۱۲۰ چ	۴۸	۵۵/۸								
۱۵۰ چ	۴۸	۵۵/۸								

منظور از ت تک رشته و از چ چندرشته است

کد لوله	قطر خارجی (mm)	قطر داخلی (mm)
Pg ۹	۱۵/۲	۱۳/۲
Pg ۱۱	۱۸/۶	۱۶/۴
Pg ۱۳/۵	۲۰/۴	۱۸
Pg ۱۶	۲۲/۵	۱۹/۹
Pg ۲۱	۲۸/۳	۲۵/۵
Pg ۲۹	۳۷	۳۴/۲
Pg ۳۶	۴۷	۴۴
Pg ۴۲	۵۴	۵۱

SAZE118.COM

واقعیت این است که میزان نسبت سطح اشغال کابل یا سیم به سطح لوله به عوامل مختلفی بستگی دارد. فرضا ۵ رشته کابل تک یا چندرشته با سطح مقطعی مساوی یک کابل تک یا چند رشته وضعیت یکسانی ندارند. طول لوله نیز در این میان نقش مهمی دارد. جدول زیر حداکثر سطح اشغال لوله را با توجه به دخالت معیارهای مختلف نشان می دهد:

حداکثر طول لوله	3 m	6 m	9 m	12 m	20 m	25 m	30 m	35 m
لوله فولادی / پی وی سی روکار، یک کابل								
D_{Ri} = 18–44 mm	0.7	0.7	0.5	0.5	–	–	–	–
≥ 45 mm	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.04	–
لوله فولادی / پی وی سی روکار، چند کابل								
D_{Ri} = 18–44 mm	0.6	0.5	0.4	0.3	–	–	–	–
≥ 45 mm	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	–	–
لوله فولادی / پی وی سی توکار، یک کابل								
D_{Ri} = 18–44 mm	0.4/0.3	0.4/0.3	0.3/0.2	0.3/0.2	–	–	–	–
≥ 45 mm	0.2/0.2	0.2/0.2	0.2/0.2	0.2/0.2	–	–	–	–
۲ زانویی / ۱ زانویی								
لوله فولادی / پی وی سی توکار، چند کابل								
D_{Ri} = 18–44 mm	0.4/0.3	0.4/0.3	0.3/0.2	0.3/0.2	–	–	–	–
≥ 45 mm	0.2/0.2	0.2/0.2	0.2/0.2	0.2/0.2	–	–	–	–
۲ زانویی / ۱ زانویی								
لوله بتنی / پی وی سی در خاک یا بتن، یک کابل								
D_{Ri} ≤ 50 mm	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	–	–	–
> 50 mm	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
لوله بتنی / پی وی سی در خاک یا بتن، چند کابل								
D_{Ri} ≤ 50 mm	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	–	–	–
> 50 mm	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3

D_{Ri} = قطر داخلی لوله (mm)

در بعضی از مدارک فنی با سطح مقاطع سیم و کابل با استاندارد آمریکائی (American Wiring Gauge) برخورد می کنیم که سطح مقطع معادل آن را در جدول زیر می بینیم :

کد استاندارد آمریکایی (AWG)	سطح مقطع معادل (mm^2)	کد استاندارد آمریکایی (AWG)	سطح مقطع معادل (mm^2)
0000	107.16	12	3.31
000	84.97	13	2.63
00	67.40	14	2.08
0	53.46	15	1.65
1	42.39	16	1.31
2	33.61	17	1.04
3	26.65	18	0.82
4	21.14	19	0.65
5	16.76	20	0.52
6	13.29	21	0.41
7	10.55	22	0.33
8	8.36	23	0.26
9	6.63	24	0.20
10	5.26	25	0.16
11	4.17	26	0.13

SAZE118.COM

نامگذاری کابلهای تلفن

نوع کابل

A	کابل هوای آزاد	**IE**	کابل برای تاسیسات الکترونیک صنعتی
AB	کابل هوای آزاد با نیاز به حفاظت در برابر صاعقه	**IE-H**	کابل برای تاسیسات الکترونیک صنعتی بدون هالوژن
AJ	کابل هوای آزاد با نیاز به حفاظت در برابر نویز		
G	کابل برای استفاده در معدن	**S**	کابل برای تابلو
I	کابل داخل تاسیسات	**T**	کابل توزیع
		YV/Li...	سیم جامپر / هوک

عایق

P	کاغذ خشک	**3Y**	استایروفلکس
Y	پی وی سی	**5Y**	PTFE
2Y	پلی اتیلن	**6Y**	FEP
02Y	پلی اتیلن به شکل فوم	**7Y**	ETFE
02YS	عایق پوستی		

شیلد

C	شیلد سیمهای مسی بافته شده	**(ms)**	نوار فولادی مغناطیسی
D	شیلد مسی مارپیچ	**(St)**	فویل فلزی پوشیده شده با پلاستیک
F	پرنمودن هسته کابل با ژله	**(Z)**	سیم فولادی با کشش بالا بافته شده
(K)	نوار مسی با لایه داخلی PE		
(L)	نوار آلومینیومی		

جنس غلاف

L	آلومینیوم صاف	**M**	غلاف سربی
(L)2Y	آلومینیوم پوشیده شده با کو پلیمر	**Mz**	غلاف آلیاژ سربی
LD	غلاف آلومینیومی چین خورده	**W**	غلاف فولادی چین خورده

پوشش محافظ

Y	پوشش PVC	**2Y**	پوشش PE
Yv	پوشش حفاظتی PVC تقویت شده	**2Yv**	پوشش حفاظتی PE تقویت شده
Yw	پوشش PVC مقاوم دربرابر حرارت	**E**	آمیزه با نوار پلاستیکی داخل
Yu	پوشش PVC مقاوم در برابر شعله (غیر قابل اشتعال)	**C**	پوشش محافظ از کنف و آمیزه

تعداد رشته ها

.. x1x	تک رشته	**.. x4x**	چهار رشته
.. x2x	زوج (دو رشته)	**.. x5x**	پنج رشته
.. x3x	۳ رشته		

قطر هادی به mm

نوع رشته ها

F	چهارتائی در کابلهای راه آهن با مدار مستقل که هادی مدار دیگری نیز محسوب میشود	**St V**	چهارتائی برای انتقال در f = 550 kHz
S	تک رشته در کابل سیگنال راه آهن	**St VI**	چهارتائی برای انتقال در f = 17 MHz
StO	چهار رشته عمومی	**DM**	چهارتائی Dieselhorst-Martin
St	چهارتائی برای مسافتهای طولانی با مدار مستقل که هادی مدار دیگر نیز محسوب میشود	**TF**	چهارتائی کریر
		P	زوج نابیده
St I	چهارتائی بدون مدار مستقل	**PiMF**	زوج در فویل فلزی
St II	چهارتائی مانند St III ولی با عدم توازن خازنی زیاد	**ViMF**	چهارتائی در فویل فلزی
St III	چهارتائی برای خط اشتراک شهری	**BdiMF**	تکی در فویل فلزی
St IV	چهارتائی برای انتقال در f = 120 kHz	**Kx**	کابل کواکسیال

آرایش رشته ها

Lg	مفتول هم مرکز به صورت لایه ای
Bd	مفتول واحد

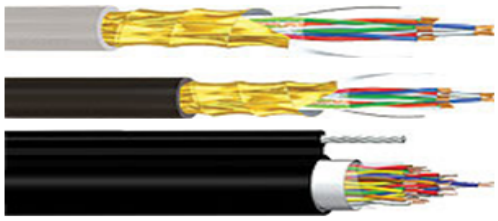
سیم محافظ

A	لایه سیمهای آلومینیومی برای حفاظت القائی	**2B 0,5**	۲ لایه نوار فولادی با ضخامت 0,5 mm
b	زره	**D**	لایه سیمهای مسی برای حفاظت القائی
B	زره از نوار فولادی برای حفاظت القائی	**(T)**	سیمهای فولادی برای کابلهای هوائی
1B 0,3	۱ لایه نوار فولادی با ضخامت 0,3 mm		

saze118.com

SAZE118.COM

معمولترین کابلهای مخابراتی مورد استفاده در ایران عبارتند از :

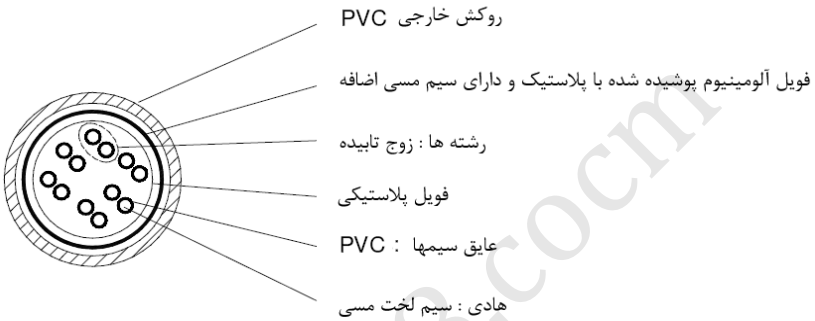


کابل های تلفنی داخل ساختمان — Indoor Telephone Cables JY(St)Y

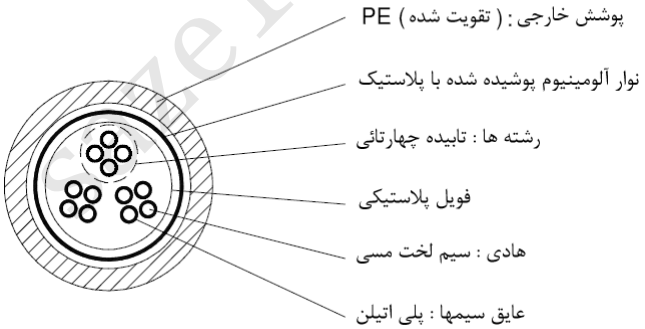
کابل های تلفنی خارج ساختمان — Outdoor Unfilled Telephone Cables A2Y(St) 2Y

کابل های هوایی خودنگهدار — Self Supporting Aerial Cables A2Y (L)2Y-T

ساختمان کابل ...J-Y(ST)Y بر اساس DIN VDE 0815



ساختمان کابل ... A2Y(L)2Y بر اساس DIN VDE 0816



مشخصات الکتریکی کابلهای مخابراتی

قطر هادی (mm)	۰/۶	۰/۸
مقاومت حلقه در ۲۰ °C به Ω/km	۱۳۰	۷۳/۲
تضعیف در ۸۰۰ هرتز به dB/km	۱/۷۴	۱/۱۳

بعضی از مشخصات کابل **JY (ST) Y** که برای داخل ساختمان بکار میرود را در جدول زیر میتوان دید :

SAZE118.COM

تعداد زوج	mm	ضخامت دیواره پوسته خارجی mm	قطر خارجی mm	وزن kg/km
2	2 x 0.6	1 0	5.0	37
4		1.0	6.4	53
6		1.0	7.4	74
10		1.0	8.6	102
16		1.2	10.6	158
20		1.2	10.9	176
24		1.2	11.7	205
30		1.2	13.2	260
40		1.2	14.7	330
50		1.4	16.1	400
60		1.4	17.4	470
80		1.6	20.4	668
100		1.6	22.2	805

تعداد زوج	mm	ضخامت دیواره پوسته خارجی mm	قطر خارجی mm	وزن kg/km
2	2 x 0.8	1.0	6.4	58
4		1.0	8.7	91
6		1.2	10.4	134
10		1.2	12.8	198
16		1.2	15.1	294
20		1.2	16.5	349
24		1.4	18.2	424
30		1.4	20.0	512
40		1.4	22.5	657
50		1.6	25.3	826
60		1.6	27.3	968
80		1.8	31.3	1285
100		2.0	34.9	1597

کد رنگ ۲۵ زوجی

۵ زوج		سیم اول	سیم دوم در زوج			
اول	۱ تا ۵	سفید	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم
دوم	۶ تا ۱۰	قرمز	آبی	نارنجی	سبز	قهوه ای	خاکستری
سوم	۱۱ تا ۱۵	سیاه	آبی	نارنجی	سبز	قهوه ای	خاکستری
چهارم	۱۶ تا ۲۰	زرد	آبی	نارنجی	سبز	قهوه ای	خاکستری
پنجم	۲۱ تا ۲۵	بنفش	آبی	نارنجی	سبز	قهوه ای	خاکستری

برای زوجهای ۲۶ تا ۵۰ همین کدها تکرار میشود، ولی کل ۲۵ زوج در یک نوار با توجه به کد رنگ سیم اول پیچیده میشوند: ۲۵ زوج اول دارای نوار سفید، ۲۵ زوج دوم نوار قرمز، ۲۵ زوج سوم، نوار سیاه، ۲۵ زوج چهارم، نوار زرد، ۲۵ زوج پنجم نوار بنفش

SAZE118.COM

سامانه اعلام حریق

مبنای راهنمای طراحی اعلام حریق، استاندارد BS ۵۸۳۹-Part ۱ است. مطابق این استاندارد ساختمانها از نظر اهمیت حفاظت در برابر آتش به ترتیب زیر رده بندی میشوند.

شناسه	نوع	کاربرد
M	حفاظت جان	ساختمانهای اداری کوچک با راههای فرار مشخص و ساکنینی که ساختمان را به خوبی می شناسند.
L۱	حفاظت جان	منزل مسکونی، هتل یا ساختمانی که خطراتی از نظر سازه ویا دسترسی داشته باشد.
L۲	حفاظت جان	مجتمع اداری بزرگ یا ساختمانی به سبک قدیم که راهروهای زیاد و اتاقهای کوچک دارد.
L۳	حفاظت جان	ساختمان اداری با اندازه متوسط، فروشگاه بزرگ یا کارخانه که افراد زیادی حضور دارند ولی راههای فرار به راحتی در دسترسند.
P۱	حفاظت اموال	مجتمع اداری بزرگ که در آن خطر آتش سوزی بالا باشد.
P۲	حفاظت اموال	ساختمانهای ویژه یا قدیمی که خطر آتش سوزی می تواند بالا باشد.

برای سیستمهای تعریف شده فوق از روشهای ذیل برای اعلام حریق باید استفاده نمود.

شناسه	نوع حفاظت
M	شستی اعلام حریق
L۱	ترکیبی از شستی و آشکارساز که آشکارساز در کلیه مناطق نصب میگردد.
L۲	ترکیبی از شستی و آشکارساز که آشکارساز تنها در مسیرهای فرار و مناطق با خطر بالا نصب میشود.
L۳	ترکیبی از شستی و آشکارساز که آشکارساز تنها در مسیرهای فرار نصب میشود.
P۱	ترکیبی از شستی و آشکارساز که آشکارساز در کلیه مناطق نصب میگردد.
P۲	ترکیبی از شستی و آشکارساز که آشکارساز در مسیرهای فرار و مناطق با خطر بالا نصب میشود.

آشکارسازهای حریق

مهمترین انواع آشکارساز عبارتند از : حرارتی، دودی، اشعه ای و شعله.

در آشکارساز حرارتی با افزایش انرژی حرارتی ناشی از آتش، دمای عنصر حساس به حرارت افزایش میابد و باعث عملکرد آن میشود.

دو نوع آشکارساز حرارتی وجود دارد :

حرارت ثابت و حساس به سرعت افزایش درجه حرارت (Rate of Rise)

حرارت ثابت- معمول ترین انواع آشکارسازهای حرارتی شمرده میشود. اساس کار آن بر ذوب شدن ماده ای جامد در اثر رسیدن به درجه حرارت مشخص (معمولا ۵۸ درجه سانتیگراد)، اتصالی برقرار می گردد. این نوع آشکارساز نیازی به باتری ندارد.

آشکارسازهای Rate of Rise به افزایش سریع (معمولا ۶۷ به ۸۳ درجه سانتیگراد در عرض یک دقیقه) عکس العمل نشان می دهد. ساختمان آن از دو عنصر حساس به حرارت (ترموکوپل یا ترمیستور) تشکیل شده است. یک ترموکوپل (یا ترمیستور) حرارتی که به علت آتش به دتکتور از طریق تشعشع یا همرفتی منتقل شده است را حس می کند و عنصر دوم به دمای محیط پاسخ می دهد. آشکارساز هنگامی که درجه حرارت عنصر اول نسبت به دوم افزایش می یابد، عمل مینماید.

این آشکارسازها به آتشهائی که به کندی گسترش می یابند پاسخ مناسبی نمی دهند. برای حل این مشکل آشکارساز های ترکیبی دمای ثابت و سرعت افزایش درجه حرارت به بازار آمده اند.

آشکارسازهای دودی نیز دو نوع هستند : نوری و یونیزاسیون

آشکارساز نوری (Photoelectric) دارای یک فرستنده و یک گیرنده مادون قرمز هستند که در داخل محفظه آشکارساز قرار دارند. موقعیت این دو در یک راستا نمی باشد و بنابراین در حالت عادی نوری از فرستنده به گیرنده نمی رسد. با ورود ذرات دود، نور منحرف شده و امکان انعکاس نور فراهم می گردد. بنابراین گیرنده نور را حس کرده و آژیر به صدا در می آید.

در آشکارساز یونیزاسیون مقدار کمی ماده رادیواکتیو (Americium ۲۴۱) وجود دارد که بین دو صفحه باردار قرار می گیرند. وجود ماده رادیواکتیو باعث یونیزه شدن هوا شده و در نتیجه جریانی بین دو صفحه برقرار می گیرد. وقتی دود وارد محفظه داخلی آشکارساز می گردد، شدت جریان کاهش یافته و آژیر فعال میشود.

استفاده از آشکارسازهای یونیزاسیون هم اکنون در سه ایالت آمریکا و چند کشور اروپائی مانند هلند و فرانسه به علت خطرات زیست محیطی ممنوع شده است. (در فرانسه استفاده از این آشکارسازها تنها در اماکن مسکونی غیر مجاز شمرده میشود.)

آشکارسازهای نوری در مقایسه با انواع یونیزاسیون به آتش های آرام (بدون شعله با دود کم) عکس العمل بهتری نشان می دهند و علیرغم قیمت بالاتر مقبولیت بیشتری یافته اند. البته این نوع آشکارسازها پیغام خطای زیادتری نیز ایجاد می کنند.

دتکتور اشعه ای (Beam Detector)

از یک فرستنده و یک گیرنده تشکیل شده اند که بر روی دو دیوار متقابل نصب میشوند. فرستنده، اشعه مادون قرمزی به سمت گیرنده گسیل می دارد. اگر چیزی مانع اشعه شود آژیر فعال می گردد. این نوع آشکارساز در سالنهای با ارتفاع بالا کاربرد .

دتکتور شعله (Flame Detector)

در متداولترین انواع این آشکارساز از حسگر نوری برای تشخیص شعله استفاده میشود. حسگرهای نوری میتوانند ماورا بنفش، مادون قرمز، ترکیبی ماورا بنفش و مادون قرمز باشند. مهمترین مورد استفاده این نوع آشکارساز در اماکن قابل انفجار است.

۶ معیار در انتخاب آشکارساز موثر است.

	دودی	حرارتی	شعله	اشعه ای
معیار اول : ارتفاع				
h<7	✓	✓	✓	✓
7<h<9	✓	✗	✓	✓
9<h<12	✓	✗	✓	✓
12<h<25	✗	✗	✓	✓
معیار دوم : درجه حرارت				
انجماد	✗	✓	✓	✓
درجه حرارت بالای ۳۸ درجه	✗	✓	✓	✓
معیار سوم : جریان هوا				
سرعت بیشتر از ۱/۵ m/s	✗	✓	✓	✓
معیار چهارم : رطوبت				

SAZE118.COM

اماکن مرطوب	✗	✓	✓	✓
معیار پنجم : دود و گرد و غبار				
محیط آلوده به دود، غبار و گاز	✗	✓	✓	✓
معیار ششم: اشعه نورانی				
وجود قوس الکتریکی	✓	✓	✗	✓

به منظور انتخاب نوع آشکارساز میتوان از جدول زیر استفاده نمود. توجه به این نکته ضروری است که به علت استفاده از مواد رادیواکتیو در دتکتورهای یونیزاسیون، استفاده از آنها در بعضی از نقاط جهان ممنوع شده است :

مکان	دودی	
	نوری	یونیزاسیون
راهرو	✓	✓
پلکان	✓	✓
چاه آسانسور و داکتها	✓	
اتاق اداری، کنفرانس، سالن اجتماعات، انتظار	✓	○
لابی، اتاق کنفرانس، سالن اجتماعات	✓	○
اتاق خواب، هتل، اتاق غذاخوری	✓	○
فروشگاه	✓	✓
انبار، بارانداز	✓	○
مدرسه	✓	✓
کتابخانه	○	✓
سالن ورزش	✓	✓
درمانگاه، اتاق بستری، اتاق عمل	✓	✓
آزمایشگاه، رادیولوژی	✓	✗
مرکز کامپیوتر، مرکز تلفن	✓	○
رختکن	✓	○
اتاق برق	✓	○
کارگاه و کارخانه	✓	✓
پمپخانه	✓	○
اتاق هواساز	✓	○

SAZE118.COM

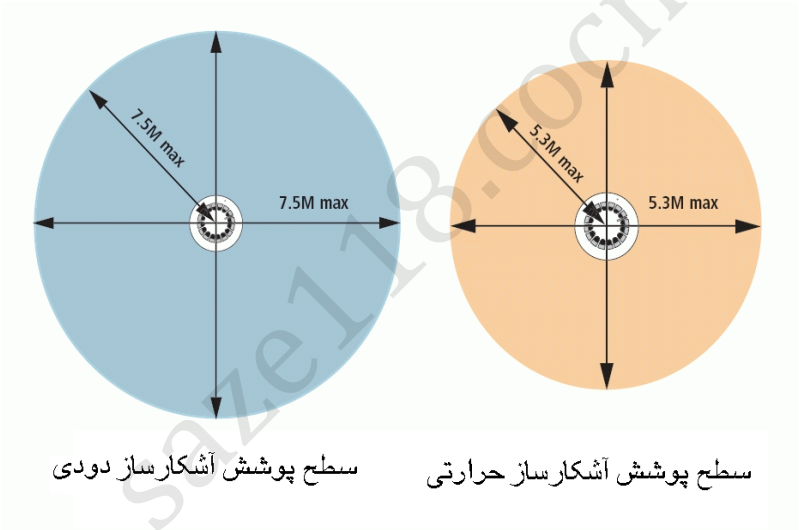
مکان	حرارتی	
	ثابت	Rate of Rise
موتورخانه	✓	✗
دیزلخانه	✗	✓
مخازن سوخت	✓	✗
آشپزخانه	✓	✗
پارکینگ	✗	✓

✓ مناسب

✗ نامناسب

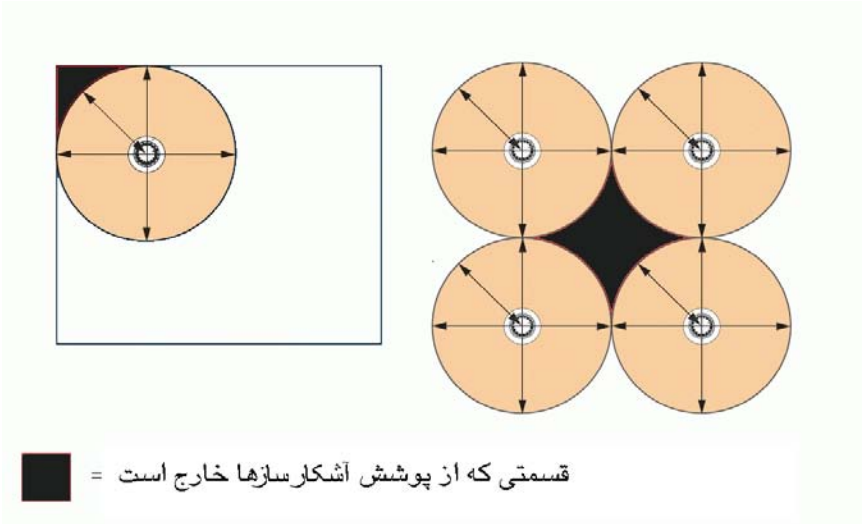
○ مناسب ولی بهترین انتخاب نیست.

سطح پوشش آشکارسازهای حرارتی و دودی را از نمودارهای زیر می توان بدست آورد



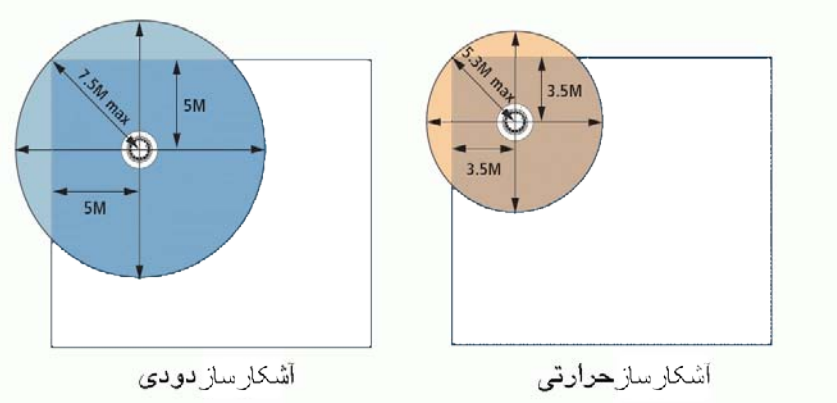
سطح پوشش آشکارساز دودی — سطح پوشش آشکارساز حرارتی

مناطق پوشش آشکارسازها باید همپوشانی داشته باشد در غیر این صورت قسمتهائی فاقد پوشش باقی میماند.



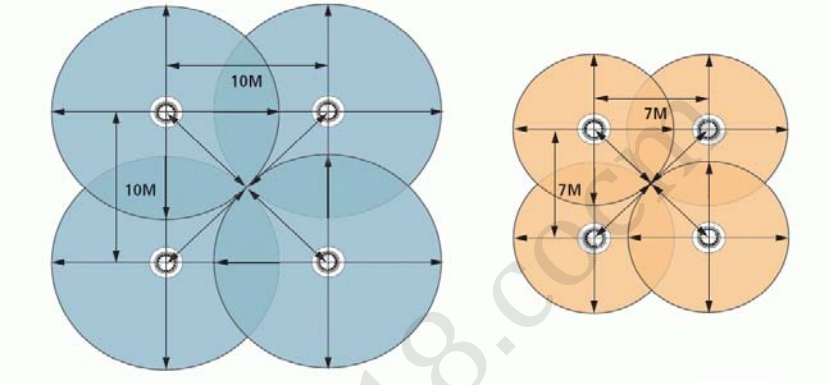
با توجه به شکل های زیر حداکثر فواصل مجاز آشکارسازها تا دیوار را میتوان بدست آورد.

SAZE118.COM



آشکارساز دودی — آشکارساز حرارتی

فواصل مجاز آشکارسازها با یکدیگر به ترتیب زیر است.



آشکارسازهای دودی — آشکارسازهای حرارتی

فواصل آشکارسازهای دودی در راهروها بر اساس اوراق فنی یکی از سازندگان به شرح زیر است :

عرض راهرو	شعاع مجاز پوشش آشکارساز	حداکثر فاصله مجاز بین آشکارسازها
۱/۲	۹/۴	۱۸/۷۶
۱/۶	۹/۲	۱۸/۳۳
۲/۰	۹/۰	۱۷/۸۹
۲/۴	۸/۸	۱۷/۴۴
۲/۸	۸/۶	۱۶/۹۷
۳/۲	۸/۴	۱۶/۴۹
۳/۶	۸/۲	۱۶/۰۰
۴/۰	۸/۰	۱۵/۴۹
۴/۴	۷/۸	۱۴/۹۷
۴/۸	۷/۸	۱۴/۴۲

SAZE118.COM

۵ یا بیشتر	۷/۵ یا کمتر	۱۴/۱۴ یا کمتر

فواصل آشکارسازهای حرارتی در راهروها بر اساس اسناد فنی یکی از سازندگان

عرض راهرو	شعاع مجاز پوشش آشکارساز	حداکثر فاصله مجاز بین آشکارسازها
۱/۲	۷/۲	۱۴/۳۵
۱/۶	۷/۰	۱۳/۹۱
۲/۰	۶/۸	۱۳/۴۵
۲/۴	۶/۶	۱۲/۹۸
۲/۸	۶/۴	۱۲/۴۹
۳/۲	۶/۲	۱۱/۹۸
۳/۶	۶/۰	۱۱/۴۵
۴/۰	۵/۸	۱۰/۸۹
۴/۴	۵/۶	۱۰/۳۰
۴/۸	۵/۴	۹/۶۷
۵ یا بیشتر	۵/۳ کمتر	۹/۳۵

نصب آشکارسازهای اشعه ای

مطابق BS۵۸۳۹-۱ حداکثر فاصله فرستنده و گیرنده آشکارساز شعله ای ۱۰۰ متر است. استوانه ای با شعاع ۷/۵ متر و ارتفاع ۱۰۰ متر (به صورت افقی) در پوشش این آشکارساز قرار می گیرد.

ملاحظات نصب آشکارسازها

- در جلوی آسانسور ، پلکان و هر داکت دیگر در هر طبقه در شعاع ۱/۵ متری آن باید آشکارساز دودی کار گذاشته شود.
- در هر یک از پاگردهای پلکان باید یک آشکارساز نصب نمود. وجود آشکارساز در داکت آسانسور، موتورخانه آن و کریدورها ضروری است.
- حداقل فاصله آشکارساز از دیوار ۵۰ سانتیمتر است.
- آشکارسازها نباید نزدیکتر از ۲ برابر ارتفاع چراغ یا هر مانعی در سقف که کمتر از ۲۵ سانتیمتر ارتفاع دارد نصب شوند. برای موانع بلندتر از ۲۵ سانتیمتر ولی کمتر از ۱۰ درصد ارتفاع اتاق، این فاصله به ۵۰ سانتیمتر میرسد.
- اگر در سقف مانعی با ارتفاعی بیش از ۱۰ درصد ارتفاع اتاق وجود داشته باشد آن را در حکم دیواری که فضا را به ۲ اتاق مجزا تبدیل می کند باید در نظر گرفت.
- اگر فاصله بالاترین نقطه پارتیشن یا قفسه تا سقف از ۳۰ سانتیمتر بیشتر باشد، تاثیری در محل آشکارسازها ندارد. ولی در پارتیشن های بلندتر آشکارساز حداقل باید حریم ۵۰ سانتیمتری با لبه بالائی قفسه یا پارتیشن داشته باشد.
- داخل سقفهای کاذب با ارتفاع بالاتر از ۸۰ سانتیمتر باید آشکارساز دودی نصب نمود.
- آشکارسازها حداقل ۱ متر با دریچه های هوا باید فاصله داشته باشند.

تاثیر ارتفاع در انتخاب نوع آشکارساز

SAZE118.COM

- آشکارساز حرارتی از نوع درجه ۱ بر اساس BS ۵۴۴۵-۵ حداکثر در ارتفاع ۹ متری، انواع درجه ۲ حداکثر در ارتفاع ۷/۵ متری و درجه ۳ در ارتفاع حداکثر ۶ متری می توانند نصب شوند.
- آشکارسازهای دودی تا ارتفاع ۱۰/۵ متری قابل نصب هستند.
- آشکارسازهای حرارتی دمای بالا تا ارتفاع ۶ متری میتوانند نصب شوند.
- آشکارسازهای دودی از نوع اشعه نوری را میتوان تا ارتفاع ۲۵ متری نصب نمود.

شستی های اعلام حریق

- محل شستیها باید به نحوی قرار گیرد که شخص مجبور به طی مسیری بیش از ۴۵ متر برای رسیدن به آنها نباشد.
- در هر طبقه در مجاورت پلکان شستی باید قرار گیرد.
- در تمامی مسیرهای منتهی به هوای آزاد و خروج باید شستی پیش بینی شود.
- در مجاورت تجهیزات اطفا حریق باید شستی در نظر گرفت.

شستی ها در ارتفاع ۱/۴ متری و در محلهائی که روشنائی به اندازه کافی باشد باید نصب گردند.

اجبار سیستم اعلام حریق

مقررات ملی ساختمان ایران وجود سامانه اعلام حریق در کلیه ساختمانها بجز ابنیه مسکونی با کمتر از ۵ طبقه از کف زمین را اجباری می داند. (۱۳-۸-۰-۷)

انواع سیستمهای اعلام حریق

دو نوع عمده سیستمهای اعلام حریق ۱- متداول (Conventional) و ۲- آدرس پذیر است، که نوع دوم خود در انواع دیجیتال و آنالوگ تولید میشود.

در انواع متداول تعدادی آشکارساز و شستی در یک منطقه قرارگرفته و در صورت عمل هر یک از این عناصر در تابلوی اعلام حریق نشانه ای مبنی بر بروز حریق در آن منطقه فعال میشود

در سیستم آدرس پذیر آنالوگ، آشکارسازها و شستی ها در حلقه هائی که هر کدام میتواند چندین منطقه را پوشش دهد قرار می گیرند. هر کدام از این عناصر دارای آدرس خاص خود بوده و محل دقیق حریق به این ترتیب مشخص میشود. هر آشکارساز جریانی متناسب با عنصر اندازه گیری شده را به تابلو ارسال میدارد و در آنجا با مقدار تنظیم شده مقایسه میشود و در صورت تجاوز از آن آژیر به صدا در می آید.

سیستم آدرس پذیر دیجیتال در اصول مانند سیستم آنالوگ بوده، ولی تداخلهای الکتریکی اثر کمتری در بروز آلارم خطا ایجاد مینمایند. تشخیص حریق در هر آشکارساز با مقدار از پیش تعیین شده اختصاصی آن آشکارساز انجام میشود.

عمده سیستمهای آدرس پذیر مورد استفاده انواع آنالوگ می باشند.

در سیستمهای متداول، مدار آشکارساز و شستی از آژیر مجزا است. در سیستمهای آدرس پذیر بسته به نوع آن، در بعضی آژیر در همان حلقه آشکارسازها و شستیها و در بعضی در حلقه جداگانه قرار می گیرد.

با کمک Control Module یکه همانند یک دتکتور در مدار حلقه سیستم آدرس پذیر قرار میگیرد میتوان یک منطقه مانند سیستمهای متداول را به حلقه اضافه نمود.

منطقه بندی

SAZE118.COM

در تعیین یک منطقه اعلام حریق در سیستم متداول باید نکات زیر را در نظر گرفت:

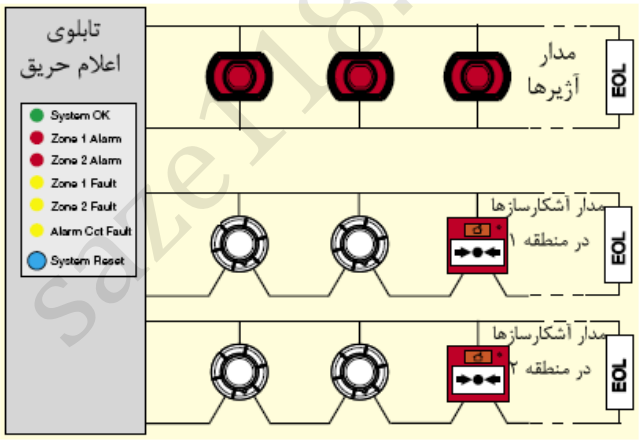
- اگر کل زیر بنای ساختمان بیش از ۳۰۰ متر مربع باشد، آنگاه هر طبقه را باید منطقه ای مجزا در نظر گرفت. در ابنیه کوچکتر، کل ساختمان با وجود تعدد طبقات یک منطقه محسوب میگردد.
- مساحت یک منطقه اعلام حریق نباید از ۲۰۰۰ مترمربع تجاوز نماید.
- حداکثر مسافتی که شخص در جستجوی حریق میباید طی کند، از ۶۰ متر بیشتر نباشد.
- پلکان، شفت آسانسور یا سایر شفتهای عمودی باید به صورت یک یا چند منطقه اعلام حریق در نظر گرفته شوند.
- تعداد دتکتور یا شستی که در هر منطقه قرار میگیرد محدودیتی دارد که بستگی به مشخصات سازنده دارد. هیچ استانداردی تعداد مشخصی را عنوان نکرده است. تعداد آژیر هر مدار نیز شرایط مشابهی دارد.

تابلوی اعلام حریق

- تابلوی اعلام حریق باید در محلی که توسط ماموران آتشنشانی به سادگی دیده شود قرار گیرد. بهترین محل، مجاور در ورودی ساختمان است.
- در ساختمانهای بزرگ، تابلوی ثانویه (تکرارکننده) را در نگهبانی یا ورودی دوم ساختمان باید قرار داد.
- برای تابلوی اعلام حریق باید یک مدار مجزا در تابلوی برق در نظر گرفت.

مداربندی سیستم متعارف

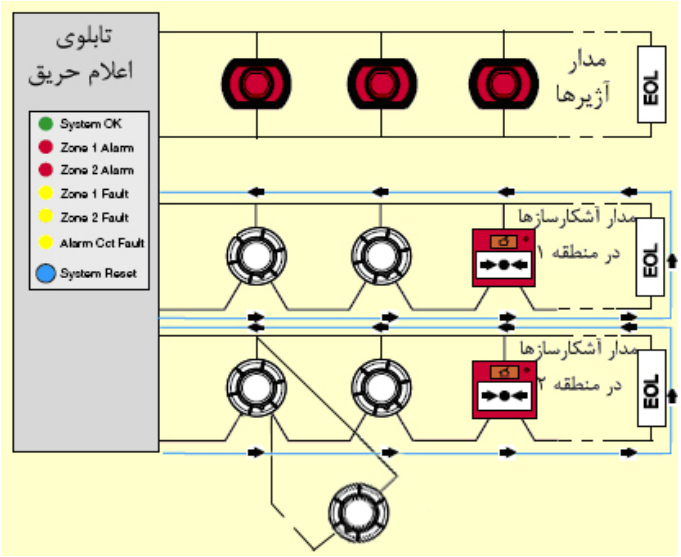
در سیستمهای متعارف، کابل کشی آشکارسازها با ۲ سیم صورت می گیرد. مگر آنکه کابل شیلددار باشد.



تاثیر انشعاب

وجود مقاومت انتهائی باعث میشود در مدار هر منطقه همواره جریان ضعیفی عبور کند. در صورت قطع مدار این جریان قطع شده و تابلو اشکال را اعلام می کند.

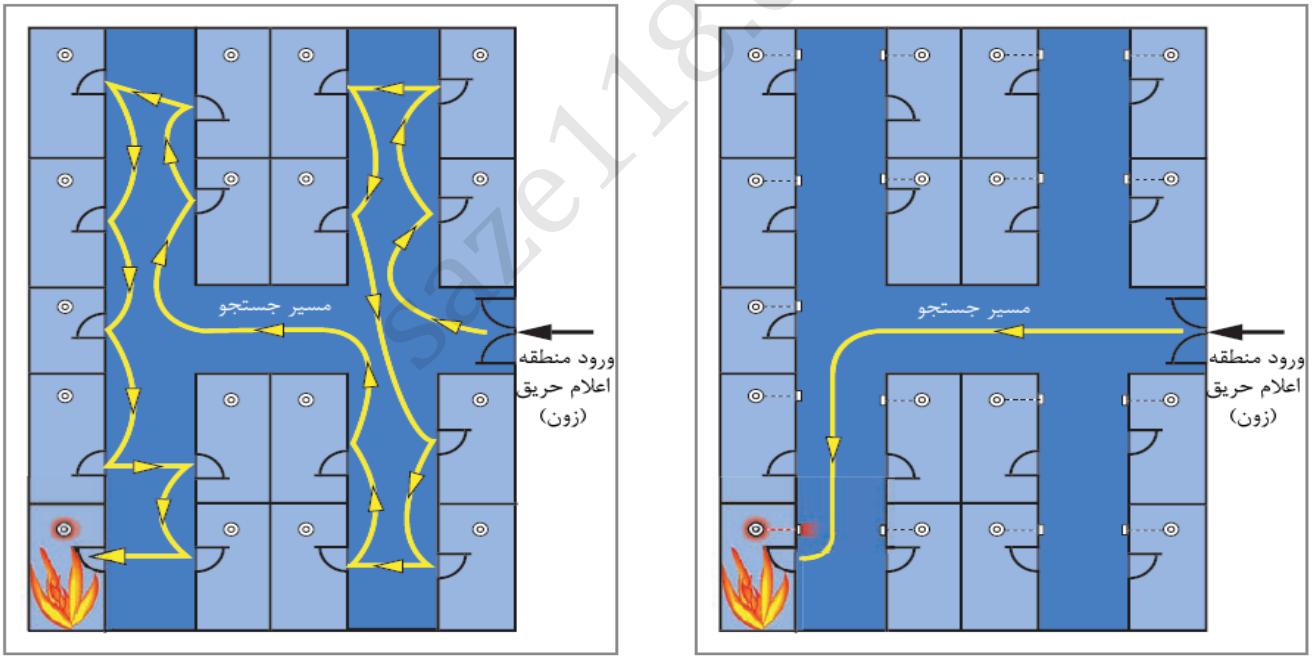
حال در صورت گرفتن انشعاب از میانه مدار برای دتکتور یا شستی این فرآیند به هم میخورد :



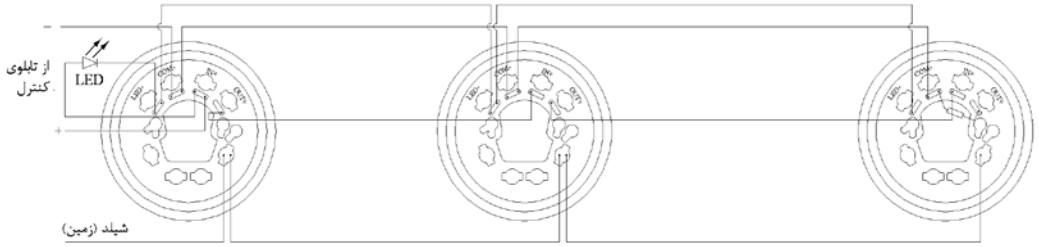
مشخص است که در صورت قطع مدار انشعابی همچنان از مدار اصلی جریان عبور می کند و تابلو از قطع جریان دتکتور آگاه نمیشود.

تفکیک یک منطقه اصلی به مناطق فرعی به کمک چراغ اندیکاتور

در صورتی که برای تفکیک یک منطقه اعلام حریق به چند ناحیه فرعی از چراغ LED استفاده شود، عناصر هر ناحیه با یک سیم اضافه به هم متصل خواهند شد. مزیت استفاده از چراغ LED برای هر فضای دربسته را در دو حالت شکل زیر میتوان دید :



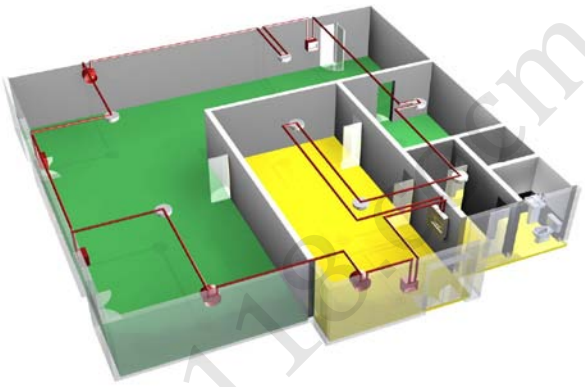
مداربندی ۳ آشکارساز که در یک فضا (فرضا یک واحد یا یک اتاق) قرار دارند را میتوان در شکل زیر دید :



۳ آشکارساز با چراغ مشترک

مداربندی سیستم آدرس پذیر

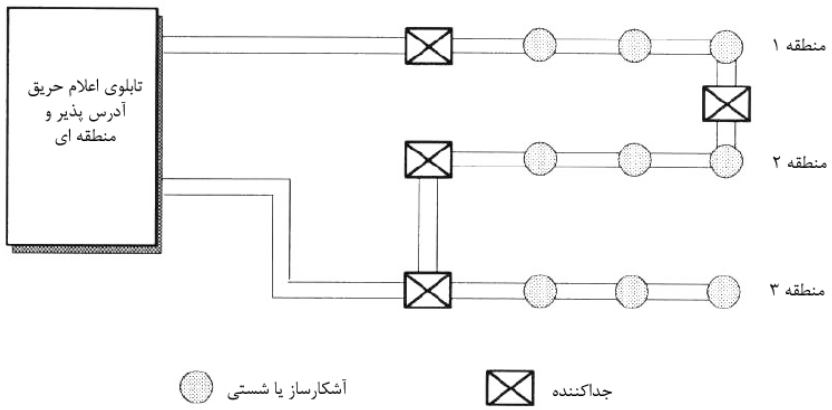
در این روش کلیه دتکتورها و آلارمها به صورت یک حلقه همانطور که شکل زیر نشان می دهد به هم متصل میشوند. هر عنصر دارای آدرسی است که در صورت فعال شدن، مشخصه آن در تابلو فعال میشود. تعداد عناصری که در یک حلقه قرار می گیرند بسیار بیشتر از یک منطقه در روش متعارف است ولی میزان دقیق آن به مشخصات سازنده بستگی دارد.



دو خطا در آن واحد در یک سیستم آدرس پذیر نباید حفاظت منطقه ای بزرگتر از ۱۰۰۰۰ متر مربع را مختل نماید. برای رفع این مشکل از جداکننده (Isolator) باید استفاده شود.

بعضی از سازندگان سیستمهای آدرس پذیر این امکان را فراهم می کنند که تعدادی از دتکتور ها و شستی ها حکم یک منطقه را پیدا کنند. بدین منظور از یک جداکننده برای هر تعداد از آشکارسازهائی که در یک منطقه قرار میگیرند استفاده میشود.

SAZE118.COM



علیرغم مشترک بودن مدار دتکتورها، شستی ها و آژیرها در سیستم آدرس پذیر، بعضی از سازندگان این سیستمها مدار آژیرها را جدا مینمایند.

نوع سیم و کابل مورد استفاده

استفاده از کابلهای مقاوم در برابر آتش مطابق با استاندارد BS ۵۸۳۹ اجباری است. استفاده از لوله فلزی در استانداردی الزامی شناخته نشده است. مبحث ۱۳ مقررات ملی ساختمانی ایران حداقل سطح مقطع سیمهای قابل استفاده در سیستم اعلام حریق را ۱/۵ میلیمتر مربع اعلام نموده است. در مورد آژیرهای پرقدرت محاسبات افت ولتاژ برای تعیین سطح مقطع سیم ضروری است.

آژیر یا زنگ اعلام حریق

- حداقل ۲ مدار زنگ یا آژیر اعلام حریق باید وجود داشته باشد تا در صورت از کار افتادن یکی از این دو، دیگری به کار خود ادامه دهد.
- حداقل فشار صوتی در اماکنی که امکان خوابیدن اشخاص در آن وجود دارد ۷۵ dB است.
- برای آشنائی با محاسبه فواصل آژیرهای صوتی به بخش سامانه صوتی در همین جزوه مراجعه شود.
- هر در معمولی dB20 و هر در ضد آتش ۳۰dB افت ایجاد می کنند.
- حداقل فشار صوتی آژیر باید ۶۵dB یا ۵dB بالاتر از نویز زمینه باشد.

تاثیر شیب سقف در فواصل آشکارسازها

در صورتی که ارتفاع بالاترین نقطه از کوتاهترین نقطه سقف کمتر از ۱۵۰ میلیمتر در مورد آشکارسازهای حرارتی و ۶۰۰ میلیمتر در آشکارسازهای دودی باشد، تغییری در فواصل آشکارسازها نباید داده شود. اگر از این مقادیر تجاوز شد، در قله سقف باید دتکتور نصب گردد و فاصله آشکارسازهای مجاور ۱٪ به ازا هر ۱ درجه زاویه سقف میتواند افزایش یابد.

آلارم اشتباه

علیرغم طراحی تجهیزات اعلام حریق به گونه ای که آلارم اشتباه در آنها رخ ندهد، با این وجود چنین خطاهائی اتفاق می افتد. بعضی از دلایل بروز آن عبارتند از :

- خطاهای برقی و مکانیکی ناشی از ارتعاش، خوردگی
- گرما، شعله یا دود ایجاد شده بر اثر آشپزی
- دود اگزوز ماشیین
- باد شدید و جابجائی سریع هوای ناشی از آن

SAZE118.COM

- جریان گذرای الکتریکی و تداخل رادیوئی
- نشستن گرد و غبار داخل آشکارساز
- عملکرد اتفاقی بدون دلیل مشخص

اینترلاکهای مورد نیاز :

در صورت وقوع آتشسوزی در هر منطقه، به محض شروع اعلام خبر کلیه هواسازها و دمنده های هوا به غیر از دمنده های فشار مثبت پلکان از کار باز ایستاده و از رسیدن هوای تازه به منطقه آتش جلوگیری کند، بوستر پمپهای آتشنشانی و فنهای تخلیه دود به کار افتند.

در (درب) آسانسور نباید در هیچ طبقه به غیر از طبقه ورودی یا طبقه از پیش تعیین شده باز شود. آسانسورها باید به این طبقه منتقل شوند و قابلیت کنترل به صورت دستی (کلید آتشنشان) را داشته باشد. (بند ۱۵-۲-۸-۶ مبحث ۱۵).

saze118.cocm

SAZE118.COM

سامانه آنتن مرکزی

مطابق بند ۱۳-۸-۰- ۷ مبحث ۱۳ مقررات ملی ساختمان، آنتن مرکزی برای ساختمانهای مسکونی ۵ طبقه و بیشتر اجباری است.

شدت سیگنال نسبت به سیگنال مرجع بر حسب دسیبل اندازه گیری میشود. سیگنال مرجع بسته به مورد 1mV یا ۱µV است.

dB شدت بر حسب = 20 log V/V0 V_0= 1mV یا V_0= ۱µV

شدت سیگنال بسته به میزان سیگنال مرجع dBmV یا dBµV نامیده میشود.

در سامانه های آنتن مرکزی این مقادیر باید مورد توجه قرار گیرد:

شدت کمتر از میزان مطلوب	۱- تا ۵- dBmV
محدوده سیگنال مورد قبول	۱ تا ۶ dBmV
محدوده مطلوب	۷ تا ۱۹ dBmV
حداکثر سیگنال مورد قبول	۲۰ dBmV

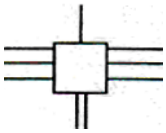
همانطور که سیگنال مطلوب میزان حداقلی دارد، مقدار سیگنال بالاتر از حد مشخص شده نیز در تصویر اخلال ایجاد می کند. توصیه میشود میزان حداقل سیگنال با حداکثر آن بیش از ۱۰ dB تفاوت نداشته باشد.

سیگنال دریافتی از آنتن پس از تقویت در تقویت کننده (آمپلی فایر) از طریق اجزا سامانه آنتن مرکزی به گیرنده تلویزیون منتقل میشود. هر یک از اجزا سامانه، سیگنال ورودی را تا میزان معینی تضعیف می نماید. واضح است که تضعیف سیگنال در فرکانسهای مختلف مقادیر متفاوتی خواهد بود. محدوده فرکانسهای کانالهای معمول تلویزیونی به شرح زیر است:

باند	محدوده کانال	محدوده فرکانسی (مگاهرتز)	پهنای باند هر کانال (مگاهرتز)
VHF I	۴-۲	۶۸-۴۷	۷
VHF III	۱۲-۵	۲۳۰-۱۷۴	۷
UHF IV	۳۷-۲۱	۶۰۶-۴۷۰	۸
UHF V	۶۹-۳۸	۸۶۲-۶۰۶	۸

از مهمترین اجزا سامانه آنتن مرکزی به موارد زیر میتوان اشاره کرد:

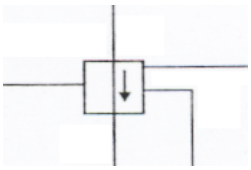
تقسیم کننده انشعابی (Splitter)



وظیفه تقسیم سیگنال اصلی به چند انشعاب را بر عهده دارد. هر شاخه تقسیم کننده نسبت به سیگنال ورودی به مقدار مشخصی ضعیفتر است و این میزان برای کلیه شاخه ها یکسان است. در جدول زیر میزان تضعیف تقسم کننده های انشعابی یکی از سازندگان داخلی در فرکانس ۶۵ تا ۷۵۰ مگاهرتز که محدوده باندهای VHFIو UHF را می پوشاند، فهرست شده است:

SAZE118.COM

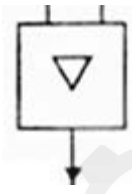
تعداد شاخه	۲	۳	۴	۶	۸	۱۰	۱۲	۱۴	۱۶
افت سیگنال ورودی به خروجی	۳/۵ تا ۴ dB	۵ تا ۶ dB	۶/۵ تا ۷/۵ dB	۸ تا ۱۰/۵ dB	۱۰ تا ۱۲/۵ dB	۱۲ تا ۱۴ dB	۱۲ تا ۱۴ dB	۱۵ تا ۱۷ dB	۱۵ تا ۱۷ dB
میزان جداسازی خروجی با خروجی	۳۰ تا ۳۵ dB	۲۸ تا ۳۰ dB	۲۸ تا ۳۲ dB	۲۶ تا ۲۹ dB	۲۶ تا ۳۵ dB	۲۲ تا ۲۵ dB	۲۱ تا ۲۴ dB	۲۱ تا ۲۴ dB	۲۱ تا ۲۴ dB



تقسیم کننده های عبوری (Tap-Off)

وظیفه تقسیم سیگنال اصلی به چند انشعاب با افت یکسان به همراه یک خروجی با افت کم که تقریبا شدتی مساوی ورودی را دارا است به عهده دارد. در جدول زیر، افت انواع مختلف تقسیم کننده های عبوری یکی از سازندگان داخلی نشان داده شده است. هر یک از انواع چند راهه در ۵ مدل مختلف عرضه شده است. محدوده فرکانس مورد بررسی ۶۵ تا ۷۵۰ مگاهرتز است.

تعداد شاخه	۱					۲					۳					۴				
افت سیگنال ورودی به شاخه های فرعی خروجی	۸ dB	۱۲ dB	۱۶ dB	۲۰ dB	۲۴ dB	۸ dB	۱۲ dB	۱۶ dB	۲۰ dB	۲۴ dB	۸ dB	۱۲ dB	۱۶ dB	۲۰ dB	۲۴ dB	۸ dB	۱۲ dB	۱۶ dB	۲۰ dB	۲۴ dB
افت سیگنال ورودی به شاخه اصلی خروجی	۱/۸ تا ۲/۲ dB	۱/۳ تا ۱/۵ dB	۰/۷ تا ۰/۹ dB	۰/۵ تا ۰/۷ dB	۰/۶ تا ۰/۷ dB	۳/۸ تا ۴/۵ dB	۲.۱ تا ۲/۴ dB	۱/۵ تا ۱/۷ dB	۰/۸ تا ۱/۰ dB	۰/۸ تا ۱/۰ dB	۳/۴ تا ۴/۳ dB	۳/۳ تا ۳/۸ dB	۱/۴ تا ۱/۸ dB	۰/۹ تا ۱/۲ dB	۰/۹ تا ۱/۰ dB	۳/۴ تا ۴/۰ dB	۳/۴ تا ۳/۸ dB	۱/۴ تا ۱/۸ dB	۰/۹ تا ۱/۲ dB	۰/۹ تا ۱/۰ dB
میزان جداسازی خروجی با خروجی	۲۶ تا ۳۰ dB	۲۶ تا ۳۰ dB	۲۸ تا ۳۰ dB	۲۸ تا ۳۰ dB	۲۸ تا ۳۰ dB	۲۸ تا ۳۰ dB	۲۸ تا ۳۰ dB	۲۵ تا ۳۰ dB	۲۸ تا ۳۰ dB	۲۸ تا ۳۰ dB	۲۵ تا ۳۰ dB	۲۵ تا ۳۰ dB	۲۸ تا ۳۰ dB	۳۰ dB	۳۰ dB	۲۵ تا ۳۰ dB	۲۵ تا ۳۰ dB	۲۶ تا ۳۰ dB	۲۸ تا ۳۰ dB	۲۸ تا ۳۴ dB

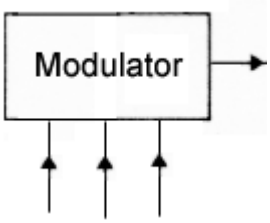


تقویت کننده

SAZE118.COM

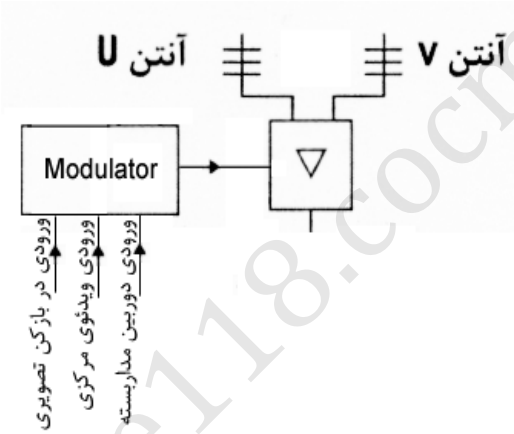
انتخاب میزان قدرت تقویت کننده به عوامل زیر بستگی دارد :

- سطح سیگنال در منطقه نصب
- -حداکثر افت تا دورترین مصرف کننده
- شدت سیگنال در نزدیکترین مصرف کننده



مدولاتور

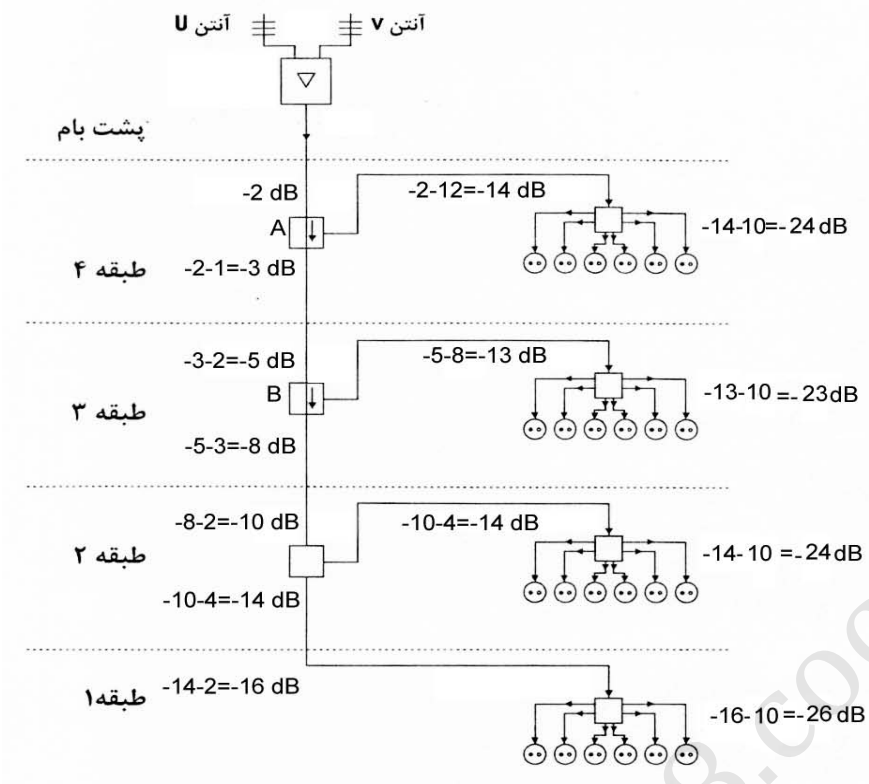
به کمک مدولاتور میتوان سیگنالهائی به غیر از ورودیهای آنتن را به کلیه گیرنده ها منتقل نمود . تصویر دوربینهای مداربسته ، دربازکن یا ویدئوی مرکزی از جمله این موارد است.



به دو مثال زیر توجه شود. در مثال ۱ از Tap-Off و در مثال ۲ از Splitter استفاده شده است استفاده از Tap-Off نسبت به Splitter به دو علت ترجیح دارد : ۱- استفاده از انواع مختلف Tap-Off با افتهای متفاوت، ترکیب یکنواختری ایجاد می کند. ۲- تعداد کابل کمتری در رایزر مورد احتیاج خواهد بود.

SAZE118.COM

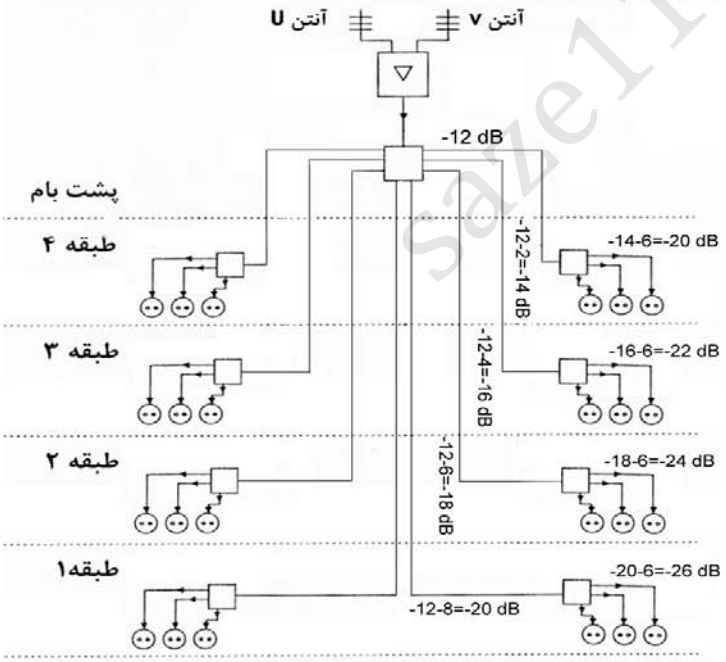
مثال ۱



A تپاف با افت انشعابی ۸dB و افت عبوری ۱ dB
B تپاف با افت انشعابی ۱۲dB و افت عبوری ۲ dB
اسپلیتر ۲راهه با افت ۴ dB
اسپلیتر ۶راهه با افت ۱۰ dB
افت کابل در هر طبقه ۲dB

در سیستم فوق محدوده افتهای سامانه بین ۲۳ تا ۲۶ دسیبل متغیر است.

مثال ۲



اسپلیتر ۸ راهه با افت انشعابی ۱۲ dB
اسپلیتر ۳ راهه با افت انشعابی ۶ dB
افت کابل در هر طبقه ۲dB

در این ترکیب، از رایزر تعداد کابل بیشتری عبور می کند. و ضمنا بین حداقل و حداکثر افتها تفاوت بیشتری وجود دارد.

SAZE118.COM

سامانه صوتی

نصب بلندگو برای پوشش صوتی یک مکان ترکیبی از ملاحظات معماری و الکتریکی است. مشخصه آکوستیکی مکان از عوامل معماری است که در طراحی سامانه صوتی موثر است. اتاقی که دارای دیوارهای سخت با قابلیت پائین جذب صوتی دارد مشکل طنین (Reverbation) ایجاد می نماید که وضوح صوت را از بین می برد.

در توضیحات زیر از پرداختن به ملاحضات معماری صرفنظر شده و تنها از نقطه نظر نیازهای الکتریکی به مسئله نگاه شده است.

مراحل طراحی سامانه صوتی به شرح زیر است :

۱ - تعیین شدت صوتی صدای پس زمینه (نویز محیط)

۲ - محاسبه شدت صوتی مورد نیاز

۳ - انتخاب بلندگو و آرایش آن

۴ - تعیین حداکثر افت در دورترین فاصله

۵ - محاسبه توان موردنیاز بلندگو

محاسبات صوتی با عملیات لگاریتمی با واحد دسیبل انجام میشود. فشار صوتی تابعی از دو عامل توان و فاصله است :

(مجذور نسبت فاصله به فاصله مبنا) : (نسبت توان به توان مبنا) لگاریتم۱۰x = فشار صوتی بر حسب دسیبل

۱۰ x log ((P/P0) / (d/d0)^۲)

=۱۰ log (P/P0) - 20log (d/d0)

به طور معمول، در فرمول فوق توان، نسبت توان به توان مبنای ۱ وات و فاصله، نسبت فاصله به فاصله مبنای ۱ متر است. به همین دلیل، مشخصه قدرت صوتی یک بلندگو در فاصله ۱ متری با توان ورودی ۱ وات مشخص میگردد.

بنابراین اگر فشار صوتی یک بلندگوی ۳ واتی در فاصله ۱ متری و با توان ورودی ۱ وات، ۹۲ دسیبل باشد، فشار صوتی همین بلندگو با حداکثر توان ممکن در فاصله ۱ متری به ترتیب زیر به دست می آید :

۱۰ log (۳/۱) = ۱۰ log ۳ = ۴/۷۷ dB

این مقدار به فشار صوتی مشخصه بلندگو اضافه میشود:

۹۲ + ۴/۷۷ =۹۶/۷۷ dB

برای یافتن فشار صوتی این بلندگو با ورودی ۳ وات ولی در فاصله ۱۰ متری به ترتیب زیر عمل می نمائیم :

۲۰ log (۱۰/۱)= ۲۰ dB

این مقدار از فشار صوتی بلندگو در ۱ متری کاسته میشود :

۹۷-۲۰= ۷۷ dB

اگر نقطه ای تحت پوشش ۲ بلندگو باشد، آنگاه باید در فرمول فوق ۲P را قرار می دهیم :

۱۰ log (۲p/۱)= ۱۰log ۲ + ۱۰ log P= ۳ + ۱۰ log P

بنابراین ۳ دسیبل نسبت به حالتی که تنها یک بلندگو این پوشش را به عهده داشت افزایش توان داریم.

بدیهی است با فرض ۳ بلندگو

۱۰ log (۳p/۱)= ۱۰log ۳ + ۱۰ log P= ۴/۸ + ۱۰ log P

۴/۸دسیبل به توان افزوده میشود.

SAZE118.COM

اولین گام در طراحی تعیین سطح صدای پس زمینه یا مزاحم است. بدین منظور از جدول زیر میتوان استفاده نمود :

منبع صدا	سطح فشار صوتی (بر حسب dB)
نزدیک موتور جت	۱۲۰
بوق خودرو ، آژیر	۱۱۰
داخل قطار	۱۰۰
کارگاه ماشینکاری	۹۰
تقاطع جاده ها، چاپخانه	۸۰
فروشگاه، اداره پر سر و صدا	۷۰
رستوران، لابی هتل، اداره، منطقه مسکونی شهری	۶۰
سینما	۵۰
منطقه مسکونی حومه شهر، بیمارستان، هتل	۴۰
استودیوی پخش	۳۰
تکان برگ درختان در نسیم	۲۰
نجوا	۱۰
کمترین حد شنوائی	۰

پس از این مرحله، میتوان شدت صوتی مورد نیاز محیط را مشخص نمود :

فشار صوتی مورد نیاز = میزان صدای مزاحم محیط + مقدار افزایش + ضریب افزایشی اوج

مقدار افزایش به طور متوسط بین ۶ تا ۱۰ دسیبل انتخاب میشود و ضریب افزایشی اوج برای مورد استفاده سامانه صوتی متفاوت است :

ضریب افزایشی اوج برای پخش موسیقی = ۲۰dB

ضریب افزایشی اوج برای سخنرانی یا سامانه فراخوان = ۱۰dB

فرضا برای فراخوان صوتی در محیطی اداری، با فرض ۶۰dB نویز محیطی، فشار صوتی مورد نیاز بدین ترتیب محاسبه می گردد :

۶۰ + (۶ تا ۱۰) + ۱۰ = ۸۰ تا ۷۶ dB

که میتوان مقدار متوسط ۷۸ dB را اختیار نمود.

گامهای بعدی با مثال زیر شرح داده میشوند:

فرض میکنیم میخواهیم اتاقی با طول ۲۰ متر را توسط بلندگوی ستونی ۱۰واتی که درفاصله ۱ متری با ورودی ۱ وات ۹۰ دسیبل فشار صوتی ایجاد می نماید پوشش دهیم زاویه پوشش بلندگو به گونه ای است که تمام نقاط اتاق را می پوشاند. فشار صوتی مزاحم یا پس زمینه ۶۰ dB فرض میشود . امکان آن را بررسی میکنیم.

برای سیستم فراخوان، فشار صوتی مورد نیاز :

۶۰ + (۶ تا ۱۰) + ۱۰ = ۸۰ تا ۷۶ dB # ۷۸ dB

SAZE118.COM

سالن ۲۰ متر طول دارد بنابراین حداکثر افت فشار ۲۰ log (۲۰)=۲۰x ۱/۳۰ = ۲۶ dB خواهد بود. پس میزان فشاری که این بلندگو باید تامین کند : ۷۸+۲۶ = ۱۰۴ dB است.

حال باید دید آیا این بلندگو این توان را می تواند تامین کند :

فشار صوتی با ۱ وات ورودی : ۹۰ دسی بل.

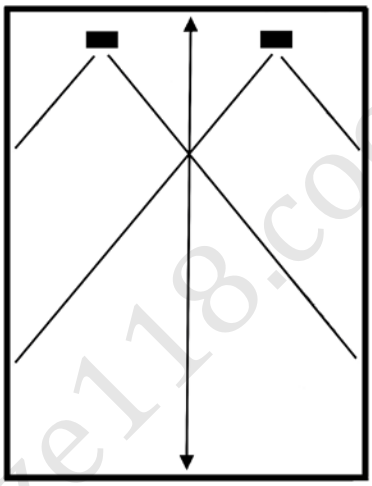
مابه التفاوت فشار صوتی مورد نیاز = ۱۰۴-۹۰=۱۴ dB

اگر این ۱۴ دسیبل را بخواهیم با افزایش توان تامین کنیم، مقدار توان به وات خواهد بود :

۱۴ =۱۰ log P پس P=۱۰^ ¼ یا P=۲۵/۱W می باشد. که از میزان تحمل بلندگو بسیار بیشتر است. برای رفع این مشکل ۲ راه حل موجود است : ۱- افزایش تعداد بلندگو با همین مشخصات ۲- انتخاب بلندگوی دیگر با قدرت بیشتر :

همانطور که پیش از این گفته شد با ۲ برابر کردن بلندگوها ۳ دسی بل به فشار تامینی اضافه خواهد شد. این بار با ۹۳ دسیبل توان خروجی، امکان تامین فشار مورد بررسی قرار میگیرد : ۱۰۴-۹۳=۱۱ dB

۱۱=۱۰log P بنابراین P=۱۰^۱/۱ = ۱۲/۶ W که باز در محدوده توان قابل تامین بلندگو نیست.



با اضافه کردن یک بلندگوی دیگر (وجود ۳ بلندگو) خواهیم داشت : ۱۰ log (۳P)=۱۰log۳ + ۱۰ log P = ۴/۷۷+۱۰logP

۱۰۴-(۹۰+۴/۷۷)=۹/۲۳ dB=۱۰logP

P=۱۰^۰/۹۳۳=۸/۵۷ W که بلندگوی ۱۰ واتی از عهده تامین آن بر می آید.

در صورت استفاده از تنها یک بلندگو با توان بالاتر توزیع صوت از یکنواختی کمتری برخوردار خواهد بود.

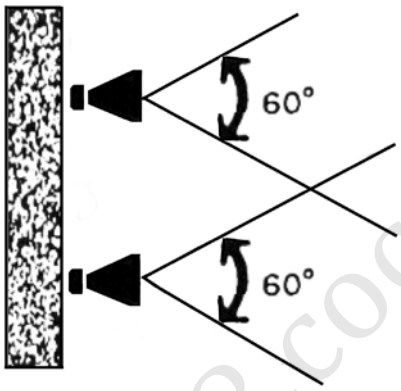
انواع آرایش بلندگو

۱ - متمرکز

در روش متمرکز کلیه بلندگوها تنها در یک جهت روی دیوار نصب می شوند. مزیت این آرایش هزینه پائین آن است. ولی به علت انعکاس صوت، وضوح صدا کم است..

SAZE118.COM

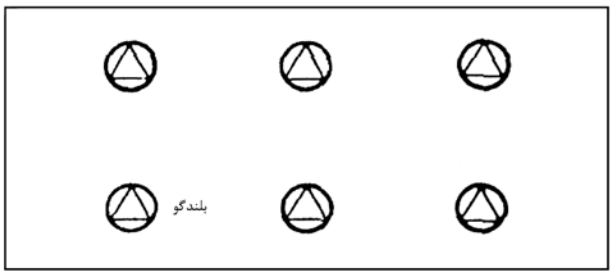
در اتاقهای کنفرانس ، ورزشگاهها و کلاسهای درس و دفاتر میتوان از این روش استفاده نمود. نصب بلندگو روبروی یکدیگر وضوح صدا را کاهش می دهد .



۲ - پراکنده

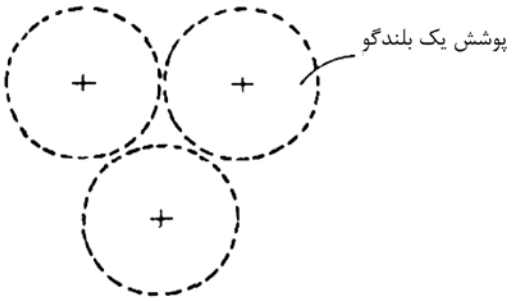
بلندگوهای سقفی در این روش برای پخش موسیقی به صورت پس زمینه به خاطر یکنواختی صدا به کار میروند. در اماکنی که انعکاس صدا مشکل ایجاد می کند از این طریقه میتوان استفاده نمود. کاربرد این روش در رستورانها، فروشگاهها و ادارات که ارتفاع سقف کم است می باشد.

در راهروها ، لابیها، ایستگاههای قطار و فرودگاهها از این طریقه استفاده می شود.



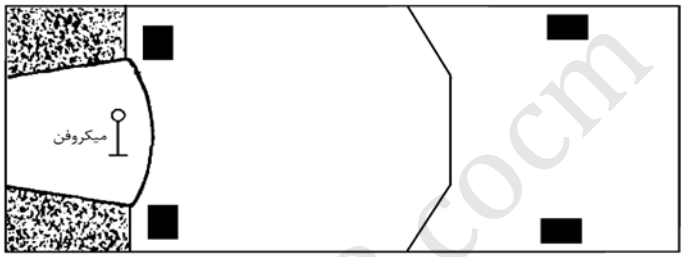
توصیه می شود برای حصول پوشش صوتی یکنواخت و عدم تداخل، بلندگوها را به صورت یک در میان (زیگزاگ) آرایش داد.

SAZE118.COM



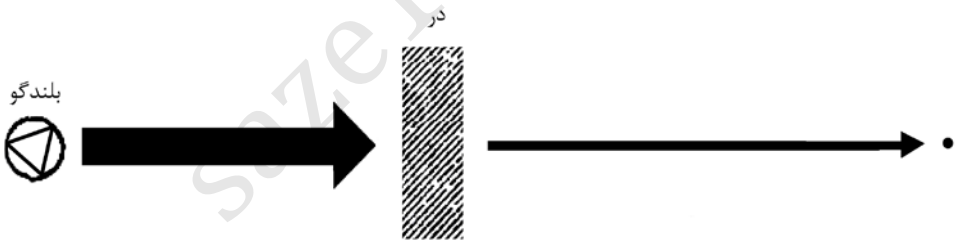
۳ - ترکیبی

ترکیبی از بلندگوهای متمرکز برای رسیدن به فشار صوتی موردنظر و تعدادی بلندگوی پراکنده در نقاطی که سطح صدا کمتر از میزان مورد نیاز است این روش را نتیجه می دهد. در سالنهای اجتماعات و آمفی تئاترها این طریقه کاربرد دارد.



عایق صدا

در محاسبات افت فشار صوتی، موانع میباید در نظر گرفته شود.



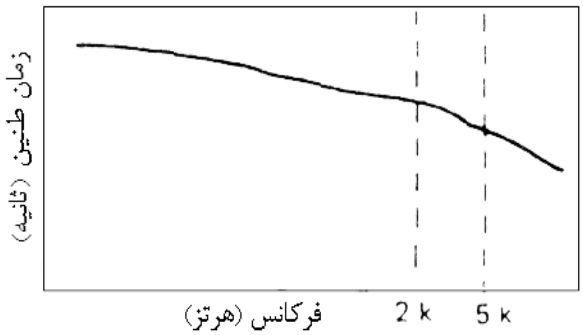
در محاسبات بر حسب دسیبل میزان افت مانع صوتی با افت حاصل از فاصله جمع میشود. از جدول زیر به عنوان راهنما میتوان استفاده نمود :

شیشه(ضخامت ۳ میلیمتر)	افت تقریبی ۱۰ دسیبل
در چوبی (ضخامت ۹ میلیمتر)	افت تقریبی ۲۵ دسیبل
بلوک بتنی (ضخامت ۱۰۰ میلیمتر)	افت تقریبی ۴۵ دسیبل
بتن (ضخامت ۱۰۰ میلیمتر)	افت تقریبی ۵۰ دسیبل

مشخصه فرکانسی

SAZE118.COM

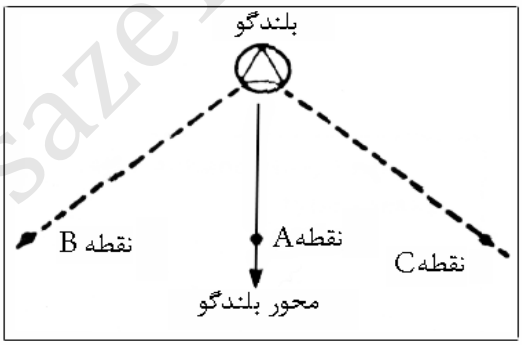
گوش انسان به صداهائی در محدوده فرکانس ۲۰۰۰ تا ۶۰۰۰ هرتز حساس است. هر اتاق یا ساختمانی مشخصه فرکانسی خود را دارد، که به معنای منحنی زمان طنین در برابر صداهای با فرکانس مختلف است.



معمولا در ورزشگاهها و آمفی تئاترها، سازه و پوشش سطوح به گونه ایست که که صداهای بم به سختی جذب شده و بنابراین پژواک یافته و شدت بیشتری میابند، که این مسئله باعث عدم وضوح صدا میشود. به عبارت دیگر زمان طنین اتاق فوق در این فرکانسها پائین است چنین مشکلی را بوسیله Graphic Equalizer میتوان برطرف نمود. این دستگاه شدت صوت را در فرکانسهای مختلف به مقادیر متفاوتی تغییر می دهد.

سوی انتشار

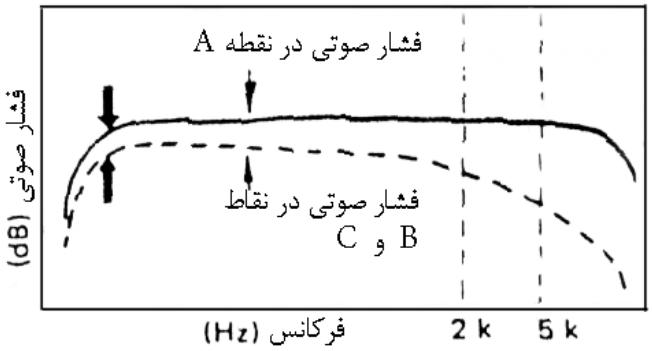
اگر برای بلندگو محوری فرضی مانند شکل زیر در نظر بگیریم، نقاط مختلفی در اطراف این محور با فاصله های متفاوت وجود دارند که باید کیفیت یکسانی از نظر صوتی با روی محور داشته باشند.



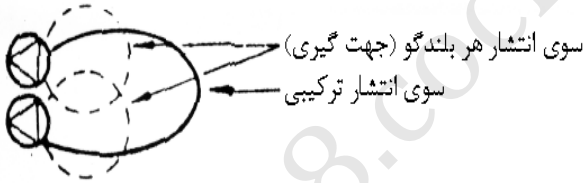
این نکته به علت تفاوت در انتشار صداهای زیر و بم محقق نمی شود. اصوات بم در فواصل دور انتشار بهتری داشته و کمتر افت می کنند ولی صداهای زیر تاثیر بیشتری می پذیرند.

اگر فواصل نقاط B , C نسبت به A زیاد باشند (فرضا یک سالن اجتماعات یا ورزشگاه) به وضعیت زیر می رسیم :

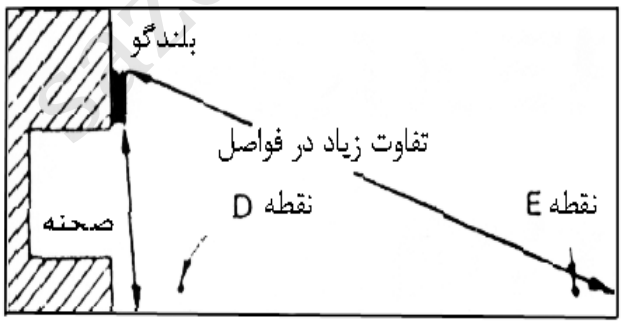
SAZE118.COM



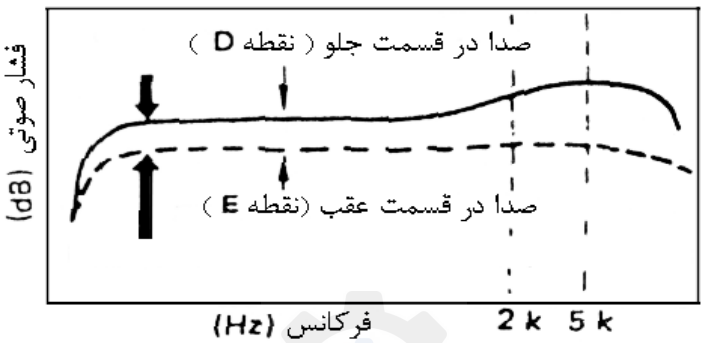
همانطور که دیده میشود، وصعیت در فرکانسهای بالا مطلوب نیست. این مشکل را می توان به کمک بلندگوئی با پاسخ تخت Flat Power Response حل نمود. از این بلندگوها باید در سالنهای اجتماع و ورزشگاهها استفاده کرد. در این نوع، اصوات زیر تقویت می شوند.
بلندگوههای معمولی به غیر از انواع شیپوری در محدوده اصوات بم جهت دار نیستند. اما اگر دو بلندگوی معمولی را به صورت عمودی روی یکدیگر قرار داد شدت صوتی آنها جهت دار می شود.



اگر از بلندگوهای جهت دار فرضا در ورزشگاه که تفاوت زیادی بین فاصله شنوندگان وجود دارد استفاده شود، شدت صوتی در نقاط مختلف یکنواخت نخواهد بود. زیرا تقویت امواج صوتی در این آرایش فقط در اصوات بم صورت می گیرد.



با اضافه کردن یک بلندگوی شیپوری که اختصاصا برای تقویت امواج زیر طراحی شده است این مشکل حل میشود.



SAZE118.COM

همانطور که مشهود است، در این حالت تفاوت فشار صوتی در تمام فرکانسها کم و تقریبا یکسان است.

فضاهای بیرونی

طریقه محاسبات مانند پوشش صوتی داخلی است :

بلندگوئی ۱۰ واتی با ۱ وات ورودی در ۱ متری ۱۰۴ dB فشار صوتی ایجاد می کند. اگر ۷۶ dB فشار مطلوب باشد.

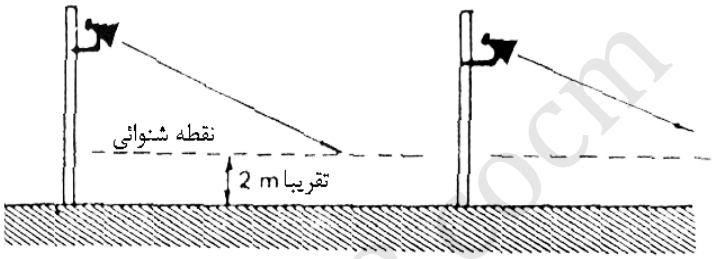
فشار اضافه در ۱ متری ۲۸ dB=۷۶-۱۰۴ اضافه فشار با ۱۰ وات توان ۱۰ log P = ۱۰ log ۱۰=۱۰ dB

کل فشار اضافه در ۱ متری ۳۸ dB=۱۰+۲۸ این فشار تا مسافت زیر را پوشش می دهد :

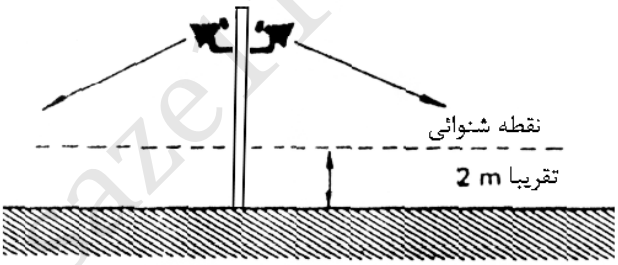
۲۰ log d = ۳۸ dB یا d=- ۷۹/۴ m # ۸۰ m

آرایشهای مناسب

خیابانها



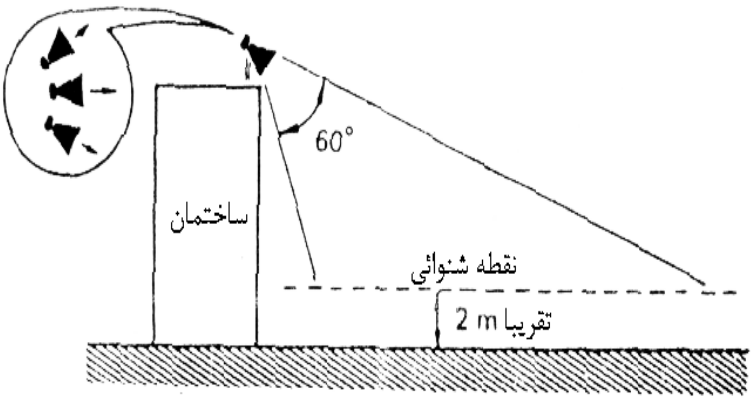
تیرها با فاصله کم



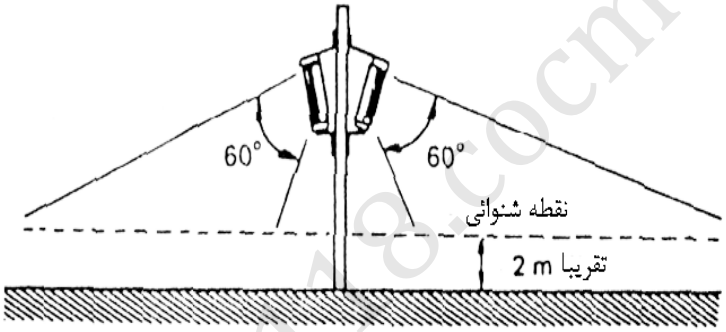
تیرها با فاصله زیاد

میادین ورزشی و بازارها

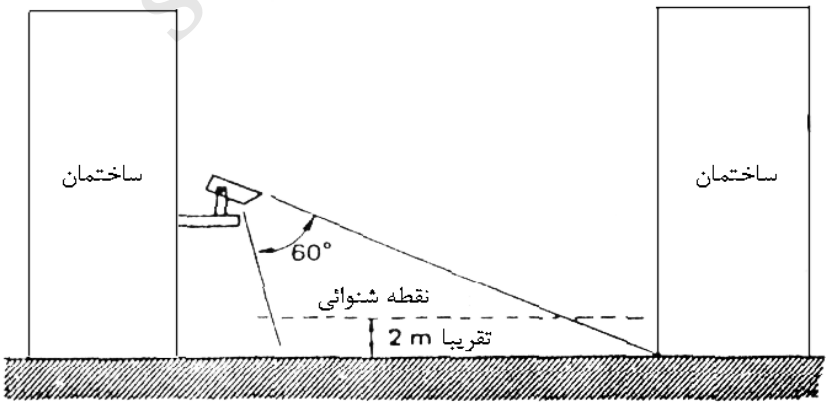
SAZE118.COM



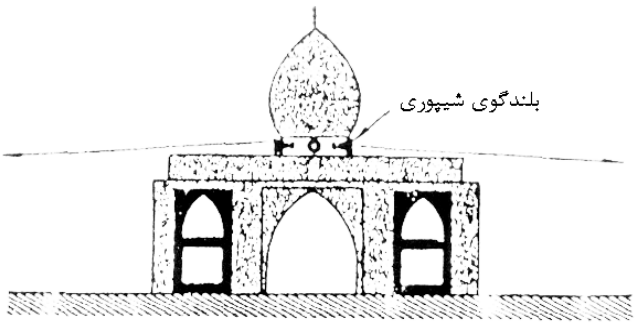
پارکها



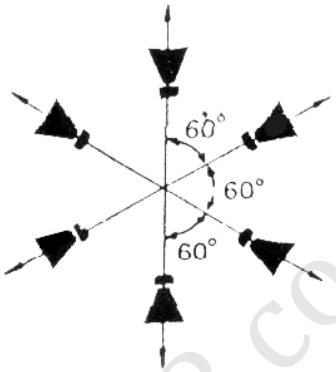
کارخانه ها



مساجد



بلندگوهای ۳۰ تا ۵۰ وات برای این منظور مناسب هستند.



در محاسبات برای فضاهای بیرونی با پوشش وسیع، ملاحظاتی مانند اثرات باد، تفاوت درجه حرارت، اختلاف ارتفاع و نویز باعث میشوند که توان بلندگو بالاتر از آنچه محاسبات نشان میدهد انتخاب گردد.

یکی از روشهای افزایش فشار صوتی، نصب چند بلندگو به صورت عمودی روی یکدیگر است.

مشخصات بلندگو

مشخصات بلندگوهای سازندگان مختلف و مدلهای گوناگون متفاوت است. در جدول زیر مشخصات بعضی از تولیدکنندگان داخلی آمده است:

نوع بلندگو	فشار صوتی (۱ w, ۱m)	توان خروجی rms	محدوده فرکانس
سقفی	۹۱ dB	۵ W	۱۰۰-۲۰۰ Hz
سقفی	۹۴-۹۷ dB	۳/۵ W	۶۰-۱۶۰۰۰ Hz
سقفی	۹۲ dB	۵ W	۱۰۰-۱۰۰۰۰ Hz
ستونی	۹۱ dB	۱۰,۲۰,۳۰ W	۱۰۰-۱۲۰۰۰ Hz
ستونی	۹۶ dB	۱۰,۲۰,۳۰,۴۰ W	۵۰-۲۰۰۰۰ Hz
ستونی	۹۰-۹۴ dB	۲۰,۳۰,۴۰,۵۰ W	۱۰۰-۱۶۰۰۰ Hz
ستونی	۹۲ dB	۱۰, ۲۰, ۳۰ W	۲۰۰-۱۱۰۰۰ Hz
شیپوری	۱۱۵-۱۱۷ dB	۱۵,۲۵,۳۵,۵۰ W	۳۵۰-۷۵۰۰ Hz

SAZE118.COM

شیپوری	۹۲ dB	۷/۵, ۱۰ W	۳۰۰-۷۰۰۰ Hz
شیپوری	۱۰۴ dB	۱۰ W	۳۰۰-۷۰۰۰ Hz

محدوده فرکانسی هر بلندگو میتواند کیفیت پخش صوت را تعیین کند. بلندگوئی با محدوده کوچکتر کیفیت پخش پائین تری خواهد داشت و برای بعضی مصارف مانند پخش موسیقی مناسب نخواهد بود. بلندگوهای شیپوری از این جمله اند.

saze118.cocm

SAZE118.COM

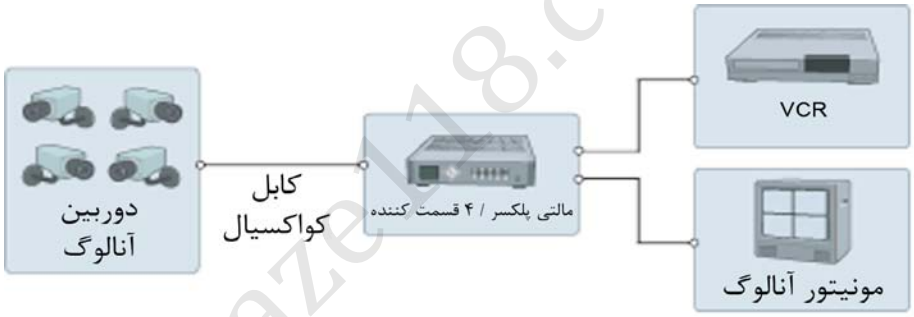
دوربینهای مداربسته

با پیشرفت فناوری هزینه سیستمهای دوربین مداربسته به مقدار قابل توجهی کاهش پیدا کرده و اجرای آن مقرون بصرفه گردیده است. طیف وسیع تجهیزات موجود، انتخاب بهینه سیستم را دچار مشکل ساخته است. گزینش بین سیستمهای آنالوگ و IP-Based نیز به چالشی برای مهندسان طراح تبدیل شده است. سعی میشود در صفحات آتی این موارد با تکیه بر نیازهای مهندس طراح تاسیسات الکتریکی ساختمان مورد بحث قرار گیرد.

کاملا آنالوگ	سیستمهای آنالوگ مجهز به VCR
	سیستمهای آنالوگ مجهز به DVR
ترکیب آنالوگ و دیجیتال	سیستمهای آنالوگ مجهز به DVR شبکه ای
	سیستمهای ویدئوی شبکه ای مجهز به سرور ویدئو
کاملا دیجیتال	سیستمهای ویدئوی شبکه ای مجهز به دوربینهای شبکه ای

سیستمهای آنالوگ مجهز به VCR (Video Cassette Recorder)

این سیستم دارای دوربینهای آنالوگ است که با کابل کواکسیال به یک دستگاه ضبط ویدئوی نواری (VCR)متصل میشود.



VCR همان دستگاههای ویدئوی نواری قدیمی است که تصویر بدون فشرده سازی در آن ضبط میشود. تنها راه حل افزایش مدت زمان ضبط، پائین آوردن تعداد تصویر در ثانیه است. میتوان با کمک دستگاه "۴ قسمت کننده (Quad) یا استفاده از مالتی پلکسر تصاویر چند دوربین را ضبط نمود. هر دوربین علاوه بر کابل کواکسیال نیاز به کابل برق برای تغذیه دارد. در بعضی موارد از کابل RG۵۹ دوقلو که از دو کابل کواکسیال و برق به هم چسبیده تشکیل شده است استفاده میشود.

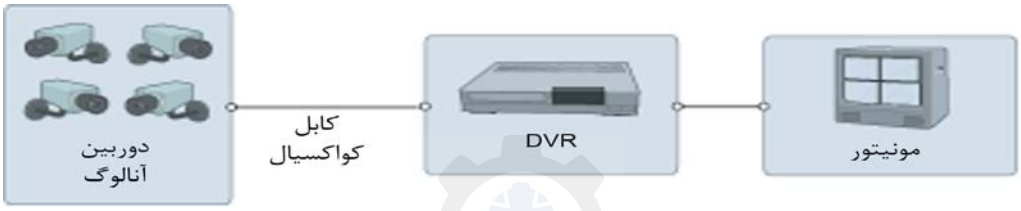
از مهمترین اشکالات این روش به موارد زیر میتوان اشاره نمود :

نوارهای ویدئو حجم زیادی اشغال مینمایند.

به هنگام کپی از روی نوارها کیفیت تصویر کاهش میابد.

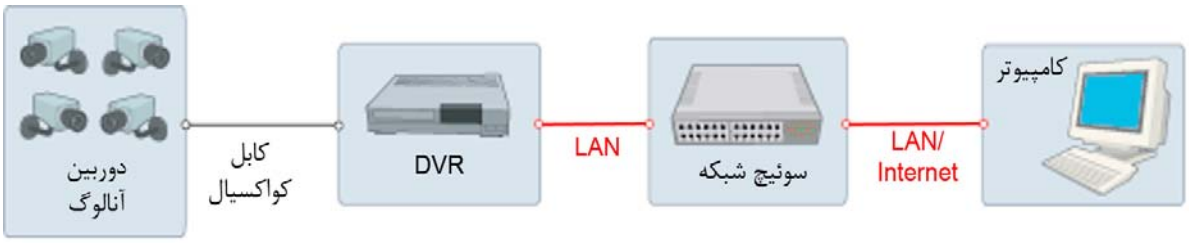
جستجوی تصویر مورد نظر به سختی عملی است.

سیستمهای آنالوگ مجهز به DVR (Digital Video Recorder)



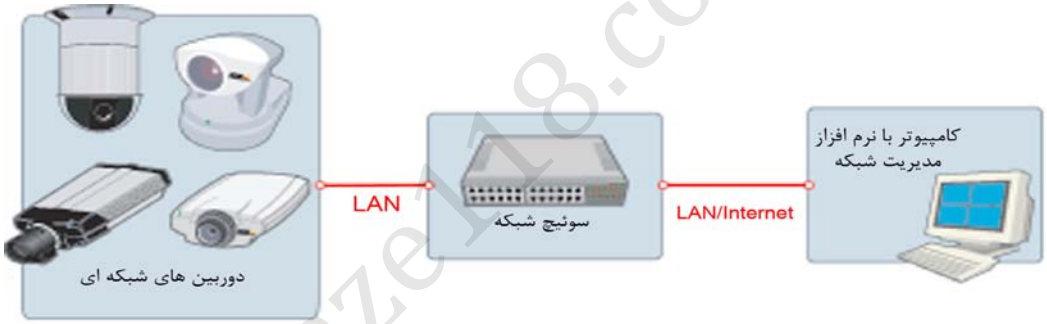
این سیستم همانند روش اول است با این تفاوت که به جای دستگاه ویدئوی نواری از یک هارد دیسک برای ضبط استفاده می نماید که مدت زمان بیشتری را پوشش می دهد. DVR علاوه بر ضبط بر هارد دیسک، تصاویر آنالوگ را به دیجیتال تبدیل نموده و امکان دریافت چندین ورودی را نیز دارد. بنابراین نیازی به مالتی پلکسر جداگانه نیز نخواهد بود. مدت زمان طولانی ضبط و کیفیت بالای تصویر از مزایای این روش محسوب میشود.

سیستمهای آنالوگ مجهز به Network DVR



این روش نمونه ای از سیستم ترکیبی آنالوگ و دیجیتال است که در آن تصاویر دیجیتال شده در DVR از طریق شبکه با کامپیوتر قابل مشاهده خواهد بود. امکان راهبری و نظارت از راه دور مهمترین مزیت این روش است.

سیستم IP-Based



دوربین های شبکه ای یا IP-Based در واقع ترکیبی از دوربین و کامپیوتر در یک واحد هستند.

در سیستم شبکه ای (IP-based) هر دوربین تصویری آنالوگ را دریافت کرده و آنرا داخل دوربین به دیجیتال تبدیل می کند. بعضی از پردازشها مثل فشرده سازی و ردیابی حرکت در دوربین انجام میشود. سپس سیگنال ویدئوی دیجیتال از طریق شبکه اترنت به کمک کابلهای زوج تابیده UTP (از Cat۵ به بالا) انتقال میابد. معمولا تغذیه دوربین با آداپتورهای PoE (Power over Ethernet) صورت میگیرد. در بعضی موارد دوربین مستقیما به برق شهر وصل میشود. با کمک یک splitter این امکان وجود دارد که در سیستمهای دارای دوربین با قابلیت PoE دوربین فاقد این توانائی را نیز بکار برد. کابلهای UTP از هر دوربین مستقلا به سوئیچ شبکه اتصال می یابد. همانند تجهیزات هر شبکه دیگر باید به هر دوربین یک IP اختصاص داد.

برای نمایش و ضبط تصاویر نیاز به نرم افزار مخصوصی است که روی PC باید نصب شود. این نرم افزار باید از سازنده دوربینها تامین شود که قیمت تجهیزات را بالا می برد.

سیگنال دوربین را میتوان همانند روش آنالوگ از طریق اینترنت ارسال و پخش نمود. هر دوربین IP و سیگنال پخش مخصوص خود را دارد و آن را میتوان مستقلا مشاهده نمود که باعث کاهش شدید پهنای باند میشود.

مزایای این روش عبارتند از :

استفاده از دوربینهای با وضوح بالا

عدم نیاز به کابل برق جداگانه و امکان کار بی سیم

امکان فرمانهای مختلف به دوربین

SAZE118.COM

مقایسه سیستمهای آنالوگ و مبتنی بر IP

کدام روش اقتصادی تر است ؟

در حال حاضر استفاده از دوربینهای آنالوگ اقتصادی ترین روش است، ولی در آینده ممکن است سیستم IP-based مقرون به صرفه تر باشد. در روش شبکه ای به DVR احتیاجی نیست، ولی یک کامپیوتر با ظرفیت ذخیره بالا مورد نیاز خواهد بود که قیمت آن کمتر از DVR نیست. هزینه کابل کشی در روش شبکه ای مقداری کمتر است ولی هزینه سوئیچ و آداپتورهای PoE را باید در نظر گرفت.

هر دوربین بطور مجزا پهنای باند قابل ملاحظه ای را اشغال می کند که در شبکه ای با تعداد زیادی دوربین رقم بالائی را شامل میشود. اگر بستر شبکه در مکانی فراهم است، استفاده از دوربینهای IPدار مشکل کمتری دارد ولی پهنای باندی که شبکه نیاز دارد نیز در هزینه سیستم موثر است.

کیفیت کدام روش بالاتر است ؟

در هر دو سیستم تجهیزات خوب و بد وجود دارد. دوربینهای شبکه ای از نظر کیفیت تصویر، برتری محسوسی نسبت به آنالوگ دارند. در دوربینهای آنالوگ حداکثر وضوح به ۰/۴ مگاپیکسل میرسد در حالی که این رقم در دوربینهای شبکه ای به ۳ مگا پیکسل میرسد. بنابراین در محلهائی که وضوح تصویر باید بالا باشد، استفاده از دوربینهای IP-based لزوم پیدا می کند.

ارتباط بدون سیم در دوربینهای شبکه ای مشکلات کمتری نسبت به آنالوگ دارد.

کدام روش نصب و راه اندازی ساده تری دارد ؟

نصب کابل کواکسیال از کابل شبکه مشکل تر است. همچنین در دوربینهای آنالوگ نیاز به سیمکشی مجزا برای تغذیه برق دوربین وجود دارد که در بعضی از دوربینهای روش شبکه ای به آن نیازی نیست.

راه اندازی دوربینهای شبکه ای از آنالوگ مشکل تر است. در سیستم شبکه ای به هر دوربین باید یک آدرس IP اختصاص داد و پورتها را در مسیریاب (Router) باز نمود. برای نظارت از طریق اینترنت، استفاده از DVR در روش آنالوگ ساده تر است.

در اتصال بیسیم دوربینها وضعیت چگونه است ؟

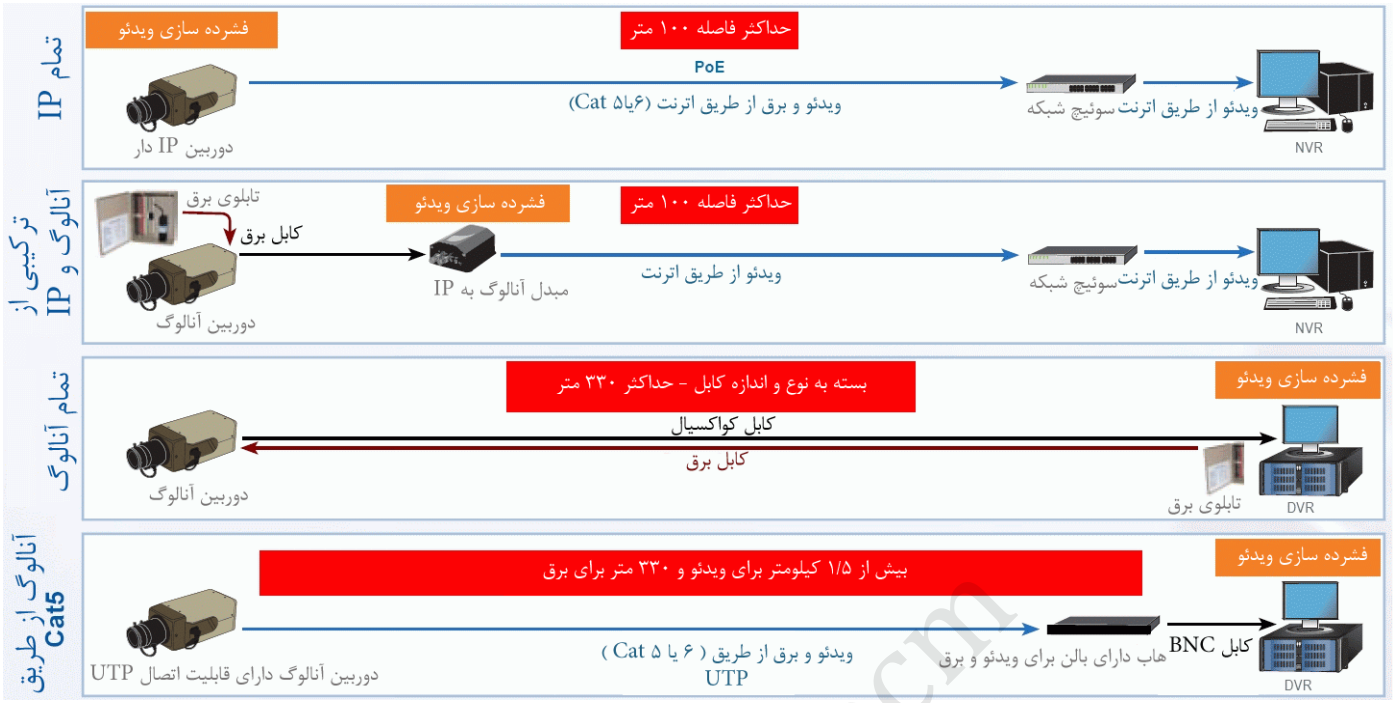
در سیستمهای بیسیم آنالوگ مشکلاتی مانند تداخل امواج باعث میشوند که به خوبی کار نکند. همینطور امکان دریافت غیرمجاز سیگنال بیشتر است. در سیستم IP-based هر دوی این مشکلات بمراتب کمتر است.

در چه حالتی روش IP-based مناسبتر است ؟

در تاسیسات بزرگ این روش بهتر جوابگو است، بخصوص اگر شبکه ای با پهنای بالای باند از پیش موجود باشد. بعضی از طراحان در سیستمهای بزرگ نیز استفاده از روش آنالوگ با DVRهای متعدد را توصیه می کنند.

مزیت عمده روش آنالوگ در قیمت پائین آن است. همچنین در روش IP-based اختلال در شبکه باعث فقدان تصویر میشود. در حالی که چنین امری در سیستمهای آنالوگ بندرت پیش می آید. همچنین نیاز به دقت و وضوح بالای تصویر، به این سیستم برتری می دهد.

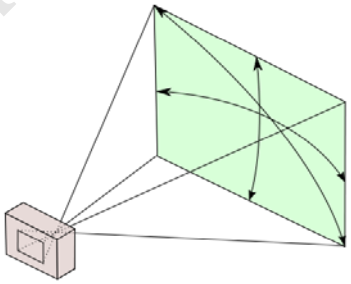
روشهای ترکیبی آنالوگ و شبکه که شاید نتیجه بهتری دهند در شکل زیر دیده میشود :



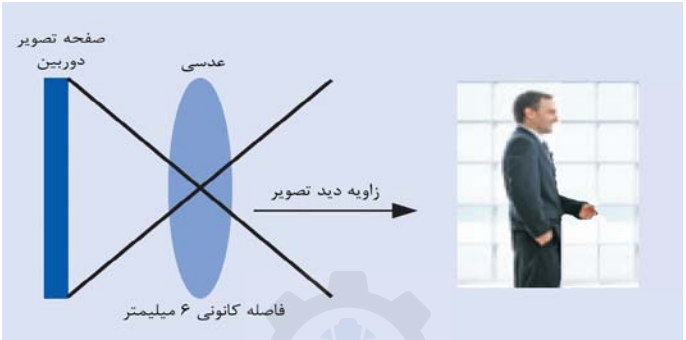
در یکی از این روشها با کمک balun میتوان سیگنال آنالوگ را از طریق کابل UTP به مسافتهای طولانی ارسال نمود.
Balun به منظور تزویج سیگنالهای ویدئو بر روی کابلهای زوج تابیده به جای کابلهای کواکسیال بکار میرود.

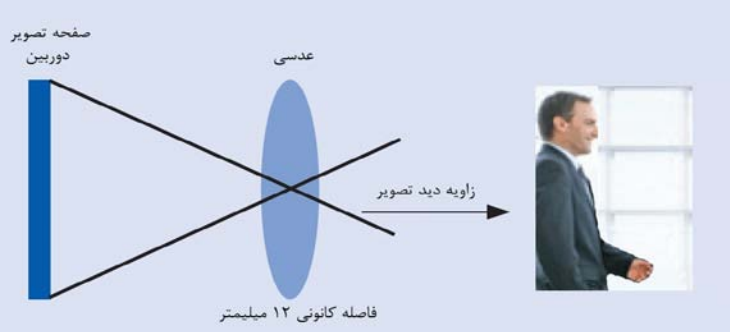
تجهیزات اصلی سامانه دوربینهای مداربسته عبارتند از :
دوربین، عدسی، کابل (رسانه ارتباطی) ، تجهیزات ضبط و نظارت، روشنائی

تعاریف
زاویه دید- مقدار زاویه که از یک صحنه بر دوربین تصویر میشود که میتواند افقی، عمودی یا قطری باشد.



فاصله کانونی – فاصله نقطه تمرکز اشعه تا مرکز عدسی است. هر چه فاصله کانونی بیشتر باشد، زاویه دید تنگ تر است و بالعکس.





انواع عدسی از نظر فاصله کانونی

عدسیهای با فاصله کانونی ثابت - این عدسیها از نظر قیمت مقرون به صرفه بوده و ساده ترین انواع عدسی شمرده میشوند.

عدسیهای با فاصله کانونی متغیر - فاصله کانونی این عدسیها به هنگام نصب به صورت دستی تنظیم میشود. هربار که فاصله کانونی تغییر می کند، وضوح تصویر (Focus) باید دوباره تنظیم شود.

عدسیهای زوم – فاصله کانونی این عدسیها نیز متغیر است ولی با تغییر آن هر بار وضوح تصویر نیاز به تنظیم مجدد ندارد. بزرگنمائی در این عدسیها زیاد و در نتیجه زاویه دید کوچک است. برای تنظیم آن کنترل دستی یا موتوری وجود دارد.

دریچه دیافراگم

کیفیت تصویر بستگی به میزان نوری دارد که از طریق عدسی به دوربین وارد میشود. تنظیم نور با Lens Iris (دیافراگم) صورت میگیرد. شکل زیر ۲ تنظیم مختلف دیافراگم (آیریس) را نشان می دهد.

انواع دیافراگم

دیافراگم ثابت - در ساده ترین انواع دوربین بکار میرود.

عدسی با دیافراگم دستی - در محلهائی که سطح روشنائی ثابت است، دیافراگم عدسی به هنگام نصب تنظیم میشود.

عدسی با دیافراگم اتوماتیک Auto Iris - این عدسی در فضاهای بیرونی که سطح روشنائی تغییرات زیادی دارد کاربرد پیدا می کند.

زمان نوردهی

زمان نوردهی تابعی از سرعت شاتر دوربین است. در محیطهای با نورکم زمان نوردهی باید بالاتر بوده و در نتیجه سرعت شاتر بالاتر است.

عمق میدان

فاصله ای است که تصاویر در آن محدوده واضح بنظر می رسند. عمق میدان زیاد باعث میشود تقریبا همه چیز در دید بوده و تاری تصویر نداشته باشیم.

SAZE118.COM

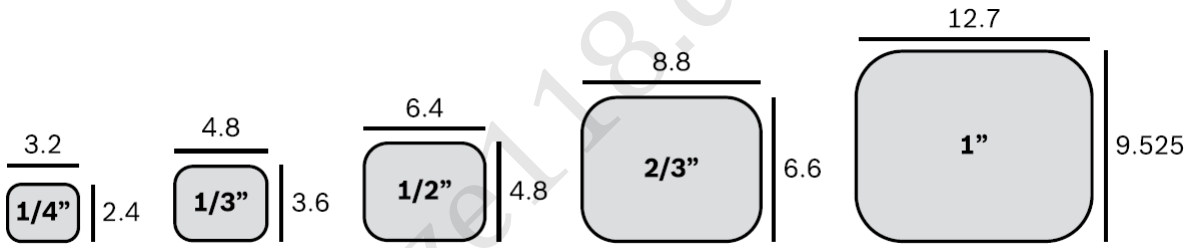
عوامل زیر در عمق میدان اثر می گذارند :

- فاصله کانونی - هر چه فاصله کانونی بیشتر باشد زاویه دید محدودتر و عمق میدان کمتر خواهد بود.
- عدد f – هر چه عدد f کوچکتر باشد (دریچه دیافراگم بزرگتر باشد)، عمق میدان کمتر خواهد بود.
- فاصله دوربین تا موضوع تصویربرداری – هر چه فاصله دوربین تا موضوع کمتر باشد

سنسور تصویر

میکروپروسسوری است که تصویر ایجاد شده بر روی قسمت حساس آن را به سیگنال دیجیتال تبدیل می کند. فن آوریهای مختلفی در این زمینه وجود دارد. دو نوع از معروفترین آنها CCD و CMOS است . سنسورهای CMOS نسبت به انواع CCD قیمت نازلتر و کاربرد بیشتری دارند. در بعضی از درجات وضوح (مگاپیکسل) بعضی انواع بر بعضی دیگر رجحان دارند.

اندازه تصویر بر روی سنسور بر زاویه دید اثر می گذارد. سنسورها ها بر اساس اندازه قطر صفحه حساس به نور خود شناخته میشوند.



حساسیت به نور

حساسیت به نور یک دوربین به سنسور تصویر و عدسی دوربین بستگی دارد. این کمیت را با لوکس می سنجند و نشاندهنده حداقل شدت روشنائی است که دوربین در آن تصویر قابل قبولی ایجاد می کند.

سازندگان مختلف دوربین تعاریف یکسانی برای تصویر قابل قبول ندارند و بنابراین مقایسه این ویژگی دوربینها با یکدیگر کار صحیحی نیست.

برای رفع مشکل تصویربرداری در محیطهای کم نور از روشهای زیر میتوان کمک گرفت :

عدسی Aspherical- دارای ساختار نوری خاصی بوده و در مکانهای با روشنائی کم حساسیت مناسبی ایجاد می کند.

عدسی روز و شب با اشعه مادون قرمز- این عدسی برای نظارت در شب به کمک اشعه مادون قرمز بکار می رود.

شاتر اتوماتیک-کنترل شاتر اتوماتیک با تنظیم کیفیت نور قابلیت جدیدی به دوربین اضافه مینماید. در دوربینهای ساده سرعت شاتر ۱/۵۰ یا ۱/۶۰ ثانیه است. در تکنولوژی دیجیتال این مقدار میتواند به ۱/۱۰۰۰۰۰ ثانیه برسد. در نتیجه از تصویرهای تاریکتر، بیشتر نمونه برداری شده و تصویر بهتری نتیجه شود.

تعیین فاصله دوربینها

در واقع برای فاصله بین دوربینها محدودیتی وجود ندارد ولی باید در فاصله های مختلف، عدسیهائی با مشخصات لازم را به کار گرفت.

برای تعیین مشخصات عدسی نرم افزارهای متعددی وجود دارد، ولی با فرمول ساده ای میتوان یکی از مهمترین ویژگیهای عدسی که فاصله کانونی آن است را بدست آورد :

$$(D \times w)/W=L$$

SAZE118.COM

d حداکثر مسافتی که دوربین باید رصد کند
W عرض منطقه ای که باید رصد شود
w عرض سطح تصویر بر روی حسگر تصویر
L فاصله کانونی عدسی

مثال
دوربینی با سنسور ۱/۳ اینچ، برای آنکه تصویری واضح از سطحی به عرض ۵ متر که ۲۰ متر با دوربین فاصله دارد داشته باشد، به چه عدسیی احتیاج دارد ؟
از شکل بالا عرض صفحه تصویر را پیدا می کنیم که ۴۸ میلیمتر است. پس
۲۰ x ۴۸ / ۵ = ۱۹.۲ فاصله کانونی مورد نظر ۱۹.۲ میلیمتر است.

زاویه دید
با کمک فاصله کانونی بدست آمده و جدول زیر بطور تقریبی میتوان زاویه دید افقی را بدست آورد :

زوایای افقی تقریبی دید			
فاصله کانونی	1/3"	1/2"	2/3"
۲.۰mm	-	-	-
۲.۸mm	۸۶	-	-
۴.۰mm	۶۷	۷۷	-
۴.۸mm	۵۷	۶۷	۸۳
۶.۰mm	۴۸	۵۶	۷۰
۸.۰mm	۳۶	۴۴	۵۶
۱۲mm	۲۵	۳۰	۳۹
۱۶mm	۱۷	۲۳	۳۰
۲۵mm	۱۲	۱۵	۱۸
۵۰mm	۶	۷	۱۰

در مثال ذکر شده زاویه دید افقی حدود ۱۲ درجه خواهد بود.

انواع دوربین از نظر نوع تصویر برداری
دوربینهای سیاه و سفید
مزیت این دوربینها قابلیت کار در نور کم است. این دوربینها را میتوان به همراه دوربینهای مادون قرمز بکاربرد.

SAZE118.COM

دوربینهای رنگی

نیاز به نور بیشتری نسبت به دوربینهای سیاه و سفید دارند، ولی در تشخیص اشیا و افراد مناسبتر هستند.

دوربینهای رنگی-سیاه و سفید

این دوربینها در روز و روشنائی زیاد به صورت رنگی و در نور کم به حالت سیاه و سفید عمل می کنند. در این دوربینها از فیلتر مادون قرمز استفاده میشود. در نور زیاد فیلتر مادون قرمز برداشته شده و تصویر رنگی خواهد بود. این عمل به صورت خودکار انجام میشود.

انواع دوربین از نظر محفظه

دوربینهای حباب دار (گنبدی) Dome

در موارد زیر بهترین انتخاب هستند :

- دوربین در دسترس افراد قرار دارد.
- مایل نیستیم ناظر تشخیص دهد که دوربین از وی تصویربرداری می کند.
- نصب بر روی سقف

دوربینهای جعبه ای Box

موارد استفاده :

- نصب بر روی دیوار
- شرایط نوری مناسب است.
- از عدسیهای بزرگ برای فواصل طویل استفاده میشود که در دوربینهای دیگر امکان نصب ندارند.

دوربینهای گلوله ای Bullet

در موارد زیر بهترین انتخاب هستند :

- وجود دوربین غیرمحسوس بوده ولی کاملا پنهان نباشد.
- دوربین در دسترس اشخاص نیست.
- نور مناسب است.

کیفیت تصویر در این دوربینها بالا نیست.

دوربینهای مخفی Covert

میتواند در یک ساعت دیواری، کلاهک آبفشان یا دتکتور اعلام حریق نصب شود.

saze118.com

SAZE118.COM

دوربینهای خاص

دوربینهای تمام جهت و زوم Pan Tilt Zoom (PTZ)

موارد کاربرد :

- در صورتی که کنترل کامل دوربین در حول ۲ محور مورد نظر بوده و تنظیم دستی ممکن نیست.
- رویت چندین زاویه دید با یک دوربین مد نظر باشد.
- وقتی پوشش فضای وسیعی مد نظر باشد.

این دوربینها بین ۵ تا ۱۰ برابر دوربینهای معمولی قیمت دارند.

دوربینهای مادون قرمز Infra Red

کاربرد :

در شرایط بد نور شب به شرط آنکه دوربین در دسترس افراد قرار نداشته باشد.

این دوربینها دارای LED هائی هستند که نور مادون قرمز را فراهم می کنند. به صورت کاملا سرانگشتی و غیر دقیق هر LED تا ۱ فوت فاصله را پوشش میدهد. البته این محاسبه به علت قدرتهای متفاوت LED دقیق نیست.

دوربینهای بیسیم Wireless

فاصله ای که این دوربین میتواند از تجهیزات مرکزی فاصله بگیرد به قدرت فرستنده و گیرنده آن بستگی دارد. بطور معمول روی فواصل زیر ۳۰ متر میتوان حساب نمود. این دوربینها به انشعاب برق نیاز دارند.

محل نصب دوربینها

انتخاب محل نصب دوربین بستگی به نوع کاربری، حفظ حریم خصوصی اشخاص و نیازهای کارفرما دارد، ولی در بسیاری از موارد میتوان نصب دوربین در این اماکن را توصیه نمود :

- پارکینگها
- نقاط منتهی به پلکانها و آسانسور
- انبارها
- نقاط ورود و خروج
- نقاط کور از دید کارکنان
- راهروها
- هر نقطه حساس دیگر

saze118.com

SAZE118.COM

شبکه کامپیوتر

شبکه کامپیوتر از الزامات ساختمانهای اداری محسوب شده و در منازل مسکونی نیز بتدریج جای خود را باز می کند. هر چند که استفاده از امواج بیسیم نیز در ارتباطات شبکه ممکن میباشد، ولی عمدتا از کابل بدین منظور استفاده میشود. در این قسمت سعی میشود، حداقل اطلاعاتی که مهندس تاسیسات برق ساختمان جهت سیستم کابل کشی شبکه کامپیوتر بدان احتیاج دارد ارائه شود.

توپولوژی

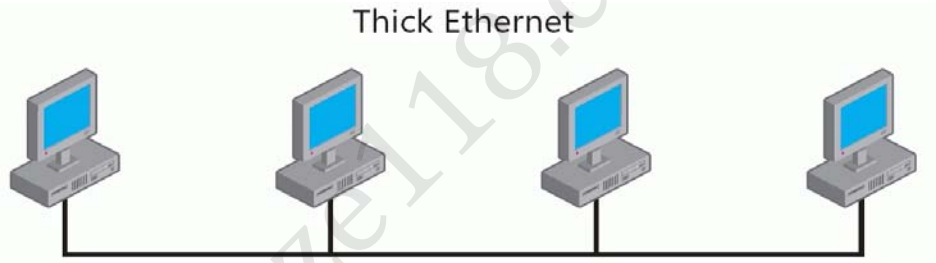
الگوی هندسی استفاده شده جهت اتصال کامپوترها را توپولوژی می گویند. عوامل مختلفی مانند توپولوژی شبکه، نوع فناوری، امکانات نصب و میزان بودجه در انتخاب نوع شبکه نقش دارند. پنج توپولوژی مشهور برای ایجاد شبکه های کامپیوتری عبارتند از : ۱- باس ۲- ستاره ۳- رینگ ۴- مش ۵- مختلط

توپولوژی باس

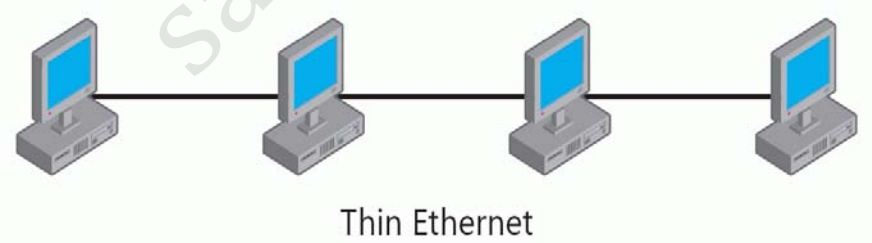
در این روش که امروزه کمتر بکار میرود، کلیه کامپیوترها به یک خط متصل شده اند. کابل مورد استفاده در این روش، کواکسیال است. در این توپولوژی از دو نوع کابل کشی استفاده میشود :

۱- Thick Ethernet ۲- Thin Ethernet

در روش اترنت ضخیم، از یک کابل کواکسیال سراسری استفاده شده و کامپیوترها از طریق کابلهای کواکسیال کوچکتری به خط اصلی متصل میشوند.



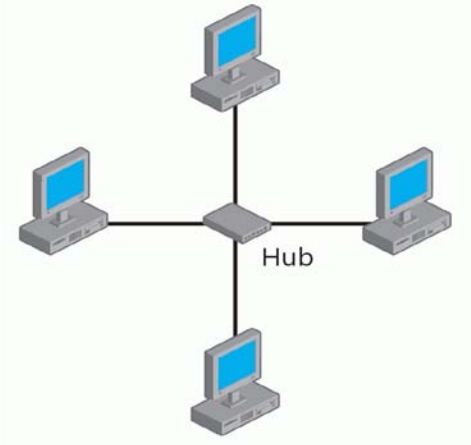
در روش اترنت باریک، از کابل کواکسیال با ضخامت کمتری استفاده شده وکامپیوترها از طریق این کابل مستقیما به هم وصل میشوند.



وقتی یک کامپیوتر شروع به ارسال داده می کند، سیگنالها در هر دو جهت کابل جریان میابند. این شبکه دو انتهای آزاد دارد که باید توسط Terminator مسدود شوند. ترمیناتور از مقاومتی تشکیل شده که از انعکاس موج ارسالی و تداخل با سیگنالهای جدید جلوگیری میکند. مهمترین ایراد این روش آن است که یک ترمیناتور یا کانکتور معیوب ویا قطع کابل، باعث اختلال درکارکرد شبکه میگردد. در واقع سیگنالها تنها تا نقطه معیوب انتشار داشته و از آن به بعد متوقف میشوند. از طرف دیگر با قطع شبکه، در قسمت فعال، یک انتهای بدون ترمیناتور وجود داشته که باعث انعکاس سیگنال و تداخل در امواج ارسالی میشود.

توپولوژی ستاره

در این نوع شبکه کلیه کامپیوترها با کابلی مجزا به یک دستگاه مرکزی که میتواند، ... ,Hub, Switch, Router باشد متصل میشوند.



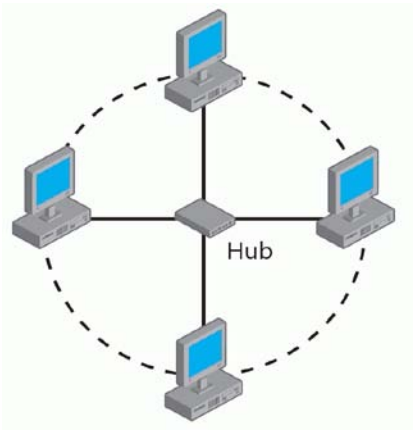
اکثر شبکه های LAN و پروتکلهای دیگر از توپولوژی ستاره استفاده می کنند. انواع کابلهای فیبرنوری و زوج تابیده در این روش کاربرد دارند.

مهمترین مزیت این روش آن است که هر کامپیوتر مسیر اختصاصی خود را تا ایستگاه مرکزی داشته که قابلیت اعتماد بیشتری به سیستم میدهد، زیرا با قطع هر کابل، تنها کامپیوتر متصل به آن از شبکه جدا میشود. البته این روش معایبی هم دارد، از جمله در صورت وجود اشکال در دستگاه مرکزی، کل سامانه از کار می افتد.

توپولوژی حلقوی (Ring)

این توپولوژی مانند باس بوده با این تفاوت که دو انتهای باس به هم متصل شده اند. این روش بر خلاف اترنت که در توپولوژیهای قبلی کاربرد داشت، برای روش Token Ring به کار میرود.

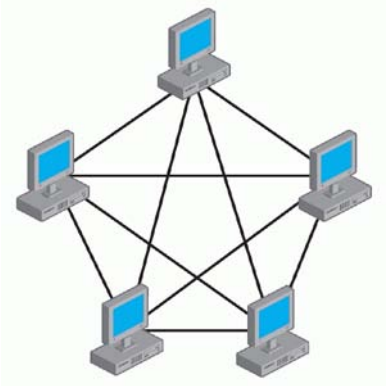
در توپولوژی رینگ از نظر کابل کشی و ظاهر همان روش ستاره به کار رفته است ولی شبکه از نظر منطقی رینگ است. در واقع نوع خاصی از هاب (Multistation Access Unit) سیگنال دریافتی از یک کامپیوتر را فقط به کامپیوتر بعدی منتقل می کند و متوالیا با برگشت سیگنال از آن کامپیوتر این عمل را تا دریافت داده توسط همه کامپیوترها ادامه میدهد.



توپولوژی مش (Mesh)

این روش کاربرد چندانی ندارد، ولی در تئوری بدان پرداخته میشود. همانطور که شکل زیر نشان میدهد هر کامپیوتر با یک خط اختصاصی به کلیه کامپیوترهای دیگر متصل است. البته برای ایجاد چنین شبکه ای هر کامپیوتر باید اینترفیس جداگانه ای برای اتصال به سایر

کامپیوترهای شبکه داشته باشد. بدین ترتیب برای شبکه ای با ۵ (Node) یا گره، هر کامپیوتر ۴ اینترفیس نیاز داشته و شبکه از ۱۰ قطعه کابل تشکیل خواهد یافت. به همین ترتیب، مشی با ۱۰ گره به ۴۵ قطعه کابل نیاز دارد.



البته می توان در قسمتهای مختلف شبکه ترکیبی از این توپولوژیها را بکار برد که به توپولوژی هایبرید (Hybrid) معروف است.

انواع شبکه

۱-شبکه محلی اترنت (Ethernet LANs)

یکی از متداول ترین شبکه های مورد استفاده است. نرخ ارسال داده در این نوع شبکه بین ۱۰ تا ۱۰۰۰ Mbps میتواند باشد. هر دستگاه موجود در اترنت یک آدرس دودوئی منحصربفرد دارد. و قبل از آنکه به داده ارسالی توجه کند، منتظر دیدن آدرس خود میشود. بنابراین وقتی دستگاهی داده ای را برای دیگری ارسال می کند، کلیه دستگاهها به آن گوش می کنند. اترنت دارای سخت افزار مخصوصی است که توسط آن وقتی دو یا چند دستگاه سعی در ارسال داده بطور همزمان دارند، شناسائی میشوند. در این حالت کلیه دستگاههای در حال ارسال داده متوقف شده و قبل از ارسال مجدد داده، برای مدت زمانی منتظر میمانند.

اترنت داده ها را به صورت Frame (قاب) ارسال می کنند. قاب متشکل از داده اصلی و اطلاعات دیگری مشتمل بر آدرس مبدا و مقصد، نوع فیلد، مقدمه، الگوی شروع قاب و ترتیب چک شدن قاب است. طول بخش داده بین ۴۶ تا ۱۵۰۰ بایت محدود شده و این باعث میشود که طول قاب نیز محدود باشد.

۲-شبکه محلی حلقه-نشانه (Token-Ring)

این شبکه ها به اندازه شبکه های اترنت رایج نیستند ولی مزایای خاص خود را دارند. نرخ تصادم بالائی که در شبکه های اترنت اتفاق می افتد در شبکه های Token-Ring وجود ندارد.

عملکرد شبکه به این صورت است که یک نشانه (Token) بین گره های موجود در حلقه به گردش در میاید. وقتی گره ای نشانه را دریافت میکند، در صورتی که داده ای برای ارسال نداشته باشد، همان را برای گره بعدی ارسال می نماید. ولی اگر گره ای داده ای جهت ارسال داشته باشد، نشانه را نگه داشته و قاب داده خود را بجای آن ارسال مینماید. قاب داده های Token-Ring همانند قابهای اترنت دارای آدرسهای مبدا و مقصد هستند. هر گره ای که قاب را دریافت میکند، آدرس مقصد را با آدرس خود چک میکند. اگر یکی باشند، گره داده را حفظ می کند قاب را برای بعدی ارسال میدارد. اگر آدرسها یکی نباشند، قاب داده را برای گره بعدی می فرستد. وقتی گره ای قابی را که خود مبدا آن است مجددا دریافت می کند (یعنی قاب یکبار حلقه را بطور کامل طی نموده است) مجددا نشانه اولیه را ارسال می کند. در هر لحظه تنها قاب یک گره می تواند در حلقه گردش نماید. سایر گره هائی که می خواهند قابهای خود را ارسال نمایند باید تا زمانی که نشانه را دریافت نکرده اند منتظر بمانند. مقدار داده ای که میتواند در یک مدت زمان ارسال گردد کاهش میابد ولی تصادم ها کاهش میابد.

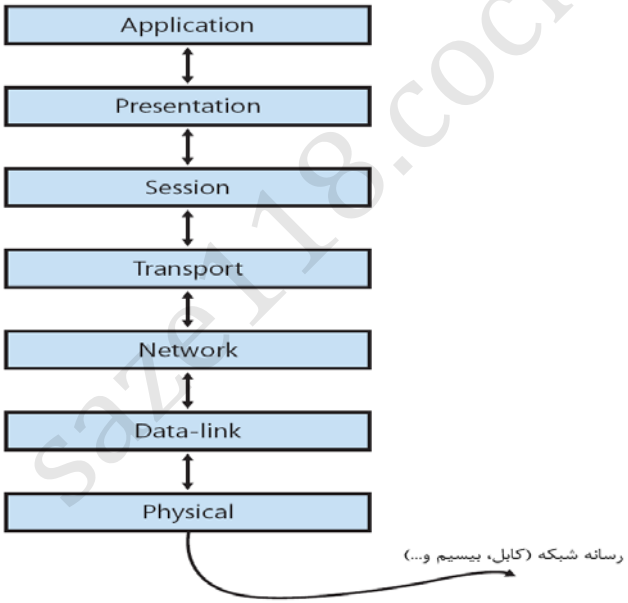
SAZE118.COM

مدل OSI

مدل OSI (Open System Interconnection) مدل مرجعی است که برای ایجاد ارتباط مطمئن بین دو گره، ۷ لایه را تعریف می کند و در واقع راهنمائی برای ایجاد استانداردها در ارتباطات شبکه میباشد.در انواع مختلف شبکه های کامپیوتری ممکن است تمام این ۷ لایه مورد نیاز نباشد. فرضا اترنت تنها از ۲ لایه اول استفاده می کند.

این ۷ لایه عبارتند از :

لایه فیزیکی (Physical Layer)
لایه پیوند داده (Data-Link Layer)
لایه شبکه (Network Layer)
لایه انتقال (Transport Layer)
لایه جلسه (Session Layer)
لایه نمایش (Presentation Layer)
لایه کاربرد (Application Layer)



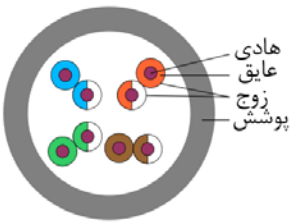
استاندارد کابل

عمده ترین استانداردهای موجود برای کابلهای شبکه، ANSI/TIA/EIA-T568-B و IEC 11801 هستند. کابلهای زیر از مطرح ترین کابلهای مورد استفاده در کابل کشی محسوب می شوند :

UTP-Unshielded Twisted-Pair	کابل زوج تابیده بدون شیلد
STP-Shielded Twisted Pair	کابل زوج تابیده شیلددار (شیلد بافته شده)
S-STP- Shielded Shielded Twisted Pair	کابل زوج تابیده شیلددار هم برای هر زوج و هم برای کل کابل
FTP –Foiled Twisted Pair	کابل زوج تابیده فویل دار
Multimode Optical Fiber	فیبر نوری چندحالته
Singlemode Optical Fiber	فیبر نوری تک حالته

جدول زیر نامگذاری جدید و قدیم کابلهای زوج تابیده را بر اساس استاندارد ISO/IEC ۱۱۸۰۱ نشان می دهد.

نام قدیم	نام جدید	حفاظ الکترومغناطیسی تمام کابل	حفاظ الکترومغناطیسی زوج کابل
UTP	U/UTP	ندارد	ندارد
STP	U/FTP	ندارد	فویل
FTP	F/UTP	فویل	ندارد
S-STP	S/FTP	شیلد بافته شده	فویل
S-FTP	SF/UTP	فویل، شیلد بافته شده	ندارد
SFTP		فویل	شیلد



کابل زوج تابیده بدون شیلد UTP

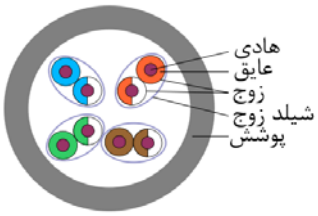
این نوع کابل معمول ترین کابل بکاررفته در شبکه های LAN با توپولوژی ستاره است. تابیده بودن سیمها از تزاحم سیگنالهای هر زوج با زوج سیمهای مجاور جلوگیری می کند. به این پدیده crosstalk می گویند. وجود ۸ سیم مستقل کابل را نسبت به کابلهای کواکسیال منعطف تر ساخته و نصب آنها نیز آسانتر است. به همین دلایل این کابلها جایگزین کابلهای کواکسیال شده اند. اتصالات موردنیاز این کابلها عمدتا کانکتورهای RJ۴۵ است.

کابلهای UTP رده بندیهای مختلفی دارند که به Category موسوم است. این رده بندیها فرکانسهائی که هر نوع کابل قادر به پشتیبانی هستند را روشن میکند.

رده بندی (category)	فرکانس	کاربرد
۱		خطوط تلفن، سیستمهای آلارم، برای انتقال داده نامناسب است.
۲	تا ۱ MHz	شبکه های تلفن، مینی کامپیوتر و ترمینالهای کامپیوترهای Main Frame
۳	تا ۱۶ MHz	شبکه های تلفن، شبکه ۱۰۰ Token Ring-4Mbps, Base-T4 Fast Ethernet, 10Base-T Ethernet
۴	تا ۲۰ MHz	شبکه های Token Ring 16 Mbps
۵	تا۱۰۰MHz	۱۰۰ Base-Tx Fast Ethernet, Asynchronous

۵e	تا ۱۰۰MHz	۱۰۰۰ Base-T (Gigabit Ethernet) Transfer Mode (ATM)
۶	تا ۲۵۰MHz	۱۰۰۰ Base-T (Gigabit Ethernet)
۷	تا ۶۰۰MHz	

در استاندارد Gigabit Ethernet کابلهای UTP در اندازه های حداکثر ۱۰۰ متری قابل اجرا خواهد بود.
در اکثر شبکه های Ethernet تنها از ۲ جفت از مجموع ۴ جفت سیمهای کابل UTP استفاده میشود. یک جفت برای انتقال داده و دیگری برای دریافت. این بدان معنا نیست که بتوان از ۲ جفت سیم بلا استفاده برای کاربردهای دیگر مثل تلفن استفاده نمود. چنین کاربردی منجر به بالارفتن نویز و کاهش سرعت انتقال داده می گردد.
کابلهای UTP در ۲ نوع افشان و تک رشته تولید میشوند. کابلهای تک رشته قابلیت انعطاف کمتری داشته، ارزانتر بوده، تضعیف کمتری دارند و با ابزارهای معمول به کانکتور وصل میشوند و در مسیرهای طولانی کاربرد دارند. کابلهای افشان عمدتا در Patch Cord ها (کابلهای رابط کامپیوتر و سوکت شبکه) که قابلیت انعطاف زیادی نیاز دارند به کار میروند.
در موقع طراحی شبکه ها علاوه بر رده بندی کابل کلیه اجزا شبکه از قبیل کانکتورها، سوکتها و پچ پانلها باید در همان رده قرار داشته باشند.



کابل زوج تابیده شیلددار STP

کابلهای STP همانند UTP هستند ولی تنها ۲ جفت سیم دارند. یک شیلد نیز این کابلها را در بر میگیرد. مورد استفاده این کابلها در تاسیساتی است که کابلهای شبکه باید در مجاورت تجهیزات برق قرار گیرند.
دو نوع مهم مورد استفاده از این کابلها ۱A و ۶A است. نوع اول در مسیرهای طولانی و نوع دوم در پچ کوردها کاربرد دارد.

کابل زوج تابیده فویلدار FTP
کابلهای FTP همانند STP هستند ولی به جای شیلد متشکل از سیم های بافته شده از فویل آلومینیومی استفاده شده است. این کابلها در برابر تداخل الکترومغناطیسی مقاومت کمتری از کابلهای STP دارد.

کابل فیبر نوری
در کابلهای فیبر نوری به جای انتقال سیگنال بوسیله ولتاژ الکتریکی بر روی هادیهای مسی، پالسهای نوری از طریق رشته های شیشه ای یا پلاستیکی منتقل میشوند. این کابلها کاملا در برابر میدانهای الکترومغناطیسی مقاومت دارند. همچنین تضعیف سیگنال در این کابلها بمراتب کمتر از کابلهای مسی است. فرضا در کابلهای مسی بعد از ۱۰۰ تا ۵۰۰ متر سیگنال غیر قابل استفاده خواهد بود، ولی در بعضی ازکابلهای فیبرنوری انتقال داده تا ۱۲۰ کیلومتر بدون تضعیف محسوس ممکن است.

دو نوع کابل فیبر نوری وجود دارد : ۱- Singlemode تک حالته ۲-Multimode چندحالته
در کابلهای تک حالته به طور معمول قطر رشته (الیاف) ۸/۳ میکرون است. مجموع رشته های الیاف و پوشش منعکس کننده دور آنها ۱۲۵ میکرون است.

SAZE118.COM

این ابعاد در مورد کابل چندحالته ۶۲/۵ و ۱۲۵ میکرون است.
در کابلهای تک حالته از یک لیزر تک موج به عنوان منبع نور استفاده میشود، در نتیجه میتواند سیگنالها را تا فواصل بسیار دور انتقال دهد.
این نوع کابل در تاسیسات خارج ساختمان مثل خطوط تلفن و شبکه های تلویزیون کابلی کاربرد دارند. و در عوض در شبکه های LAN مورد استفاده چندانی ندارند. دو مشکلی که مانع این استفاده میشوند قیمت بالا و شعاع خمش زیاد این کابلها در مقایسه با انواع Multimode است.
کابلهای چندحالته از چشمه نورLED به جای لیزر استفاده می کنند. این کابلها قابلیت انتشار سیگنال تا مسافتهای طولانی همانند کابلهای تک حالته را ندارد ولی در خمها هدایت موج آسانتر صورت میگیرد.
در کابلهای فیبرنوری انواعی از کانکتورها مورد استفاده قرار میگیرند:
ST (Straight Tip), SC (Subscriber Connector), Fiber LC (Local Connector), MT-RJ (Mechanical Transfer Registered Jack)

ST و SC کانکتورهای استاندارد کابلهای فیبرنوری هستند. LC و MT-RJ سابقه کمتری دارند.

کابل کواکسیال
از کابلهای کواکسیال در شبکه های کامپیوتری جدید دیگر استفاده نمیشود. دو نوع کابل اینترنت مورد استفاده در شبکه عبارتند از :
RG-۸ که به اترنت ضخیم (Thick Ethernet) هم موسوم است. و RG-۵۸ که بدان اترنت نازک (Thin Ethernet) می گویند.
این دو نوع کابل، ساختمان یکسان داشته، ولی ضخامت آنها متفاوت است. RG-۸ قطر ۰/۴۰۵ اینچ و RG-۵۸ قطر ۰/۱۹۵ اینچ دارد.
هر دوی این کابلها در فناوری باس کاربرد دارند. در این نوع کابل کشی کانکتورهای BNC مورد استفاده قرار میگیرند.

مورد استفاده کابلها در فناوریهای مختلف
جدول زیر خلاصه ای از توپولوژیهای مختلف و مشخصات آنها برای فناوری اترنت را توضیح میدهد :

سرعت (بیت / ثانیه)	کابل	توپولوژی	حداکثر طول قطعه (متر)	تکنولوژی
۱۰M	کواکسیال	باس	۵۰۰	۱۰base۵
۱۰M	کواکسیال	باس	۱۸۵	۱۰base۲
۱۰M	Cat III به بالا	ستاره	۱۰۰	۱۰baseT
۱۰M	فیبر نوری (چند حالته)	ستاره	۲۰۰۰	۱۰baseFL
۱۰۰M	Cat III به بالا	ستاره	۱۰۰	۱۰۰baseT۲
۱۰۰M	Cat III به بالا	ستاره	۱۰۰	۱۰۰baseT۴
۱۰۰M	Cat V	ستاره	۱۰۰	۱۰۰baseTX
۱۰۰M	فیبر نوری (چند حالته)	ستاره	۲۰۰۰ / ۴۱۲	۱۰۰baseFX
۱۰۰۰M	Cat V	ستاره	۱۰۰	۱۰۰۰baseT
۱۰۰۰M	فیبر نوری (چند حالته)	ستاره	۲۷۵	۱۰۰۰baseSX
۱۰۰۰M	فیبر نوری (چند حالته)	ستاره	۵۵۰ / ۳۱۶	۱۰۰۰baseFX
۱۰۰۰M	TWINAX	ستاره	۲۵	۱۰۰۰baseCX

SAZE118.COM

تجهیزات سخت افزاری شبکه

کارت واسط شبکه (NIC)

این کارت ارتباط بین کامپیوتر (یا سایر دستگاههای موجود در شبکه) و اتصال فیزیکی شبکه (کابل، امواج رادیوئی و ...) را فراهم میکند. مسئولیت اعمالی که در لایه فیزیکی انجام میشود به عهده NIC است. برای کلیه NIC ها یک آدرس ۴۸ بیتی منحصر بفرد تولید میشود.

تکرارکننده (Repeater)

تکرارکننده دو قسمت شبکه را به متصل می کند. از آنجا که ازدیاد طول کابل باعث تضعیف سیگنال میباشد، برای تقویت سیگنال و افزایش طول از تکرارکننده استفاده میشود. قانون عمومی اترنت تعداد تکرارکننده های متوالی را به ۴ عدد محدود می کند. تکرارکننده ها در لایه فیزیکی (یک) کار می کنند.

مبدل (Transceiver)

مبدل عملکردی مشابه تکرارکننده دارد با این تفاوت که میتواند بعنوان واسطه بین ۲ نوع کابل (فرضا کابل کواکسیال و کابل فیبرنوری) بکار رود.

هاب (Hub)

هاب یک اتصال اترنت را به چندین اتصال گسترش میدهد. هابها هم برای اتصال کابل UTP و هم کواکسیال بکار میروند. هاب عملکردی شبیه تکرارکننده دارد با این تفاوت که هر داده ای که توسط یک پورت دریافت میشود برای کلیه پورتهای دیگر نیز پخش میگردد. هاب همانند تکرارکننده در لایه یک عمل مینماید.

پل (Bridge)

وقتی اندازه یک شبکه بزرگ میشود، ضروریست که آن را به گروههای کوچکتری از گره ها تقسیم نمود تا ترافیک شبکه مجزا شده و کارائی افزایش یابد. این عمل به کمک پل ها انجام میشود. پل ها، داده های مربوط به یک قسمت را به قسمت دیگر ارسال نمی دارند و تنها بنا به ضرورت داده ها را بین دو قسمت جاری میسازند.

سوئیچ (Switch)

سوئیچها مانند پل ها بوده، ولی عملکرد آنها بهبود یافته است. سوئیچ ها بر خلاف پلها میتوانند چند پورت داشته و داده ها را به چند قسمت مختلف هدایت نمایند. با این کار شبکه به بخش های کوچکتری تقسیم میشوند. سوئیچ داده را ذخیره کرده و قبل از ارسال مجدد، آن را آزمایش می کند. بدین ترتیب داده های معیوب ارسال نمیشوند.

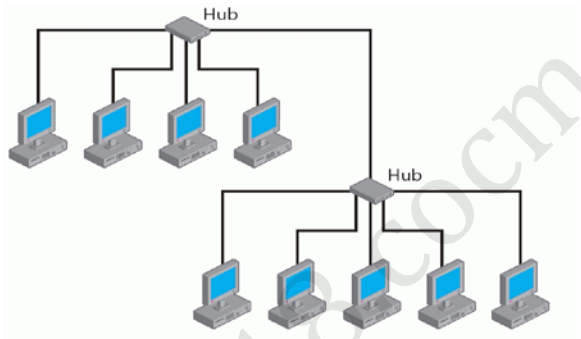
سوئیچها معمولا دارای پورتهای دو سرعته بوده و به صورت خودکار، سرعت هر پورت را تنظیم می کند.

سوئیچهای مدیریت شده (Managed Switch) نیز وجود دارند که کنترل بیشتری روی ترافیک شبکه دارند. سوئیچها بسته به مورد روی لایه ۲ یا ۳ کار می کنند.

مسیریاب (Router)

مسیریابها برای ارتباط دو یا چند شبکه به یکدیگر بکار میروند. مسیریاب با انجام عملی مشابه پل، هر بسته اطلاعاتی را بررسی کرده و تعیین میکند که آیا باید آنرا از یک شبکه به شبکه دیگر بفرستد یا خیر. بر خلاف پل، مسیریاب میتواند شبکه هائی که از توپولوژیها، روشهای آدرس دهی، کابل و یا سرعتهای متفاوتی استفاده می کنند را به هم وصل کند. مسیریابها برای ذخیره اطلاعات مربوط به اتصالات فیزیکی موجود در شبکه، جداول مسیردهی (Routing Tables) را در حافظه خود نگه می دارند. مسیریاب با بررسی هر بسته داده و جدول مسیردهی، در صورت لزوم بسته را به مقصد مورد نظر هدایت می کند. مسیریابها در لایه سوم شبکه کار می کنند.

در صورت پرشدن پورتهای یک هاب یا سوئیچ میتوان از پورت Uplink یک هاب یا سوئیچ برای اتصال به دستگاه بعدی استفاده نمود. البته تعداد هاب یا سوئیچهای متوالی محدودیت دارد.



پچ پنل (Patch Panel)

برای سازماندهی کابل های داخل رک (Rack) از پچ پنل استفاده می کنند . ابتدا کابلهای داخل رک بجای سوکت زدن به داخل پچ پنل وارد میشوند و سپس از طریق پچ کورد به سوئیچ هدایت میشوند که بسیار ساده تر از اتصال مستقیم به سوئیچ از طریق سوکت است. با کمک پچ پنل تغییرات در شبکه به سادگی صورت میگیرد.

ملاحظاتی در مورد نقطه مرکزی

در توپولوژی ستاره که کاربرد زیادی دارد، سعی میشود دستگاه هاب، سوئیچ و... در مرکز شبکه قرار گیرد تا هم حجم کابلکشی کاهش یابد و هم از تراکم کابل در یک مسیر جلوگیری شود.

در انتخاب نقطه مرکزی، میباید درجه حرارت و رطوبت آن نقطه در نظر گرفته شود و ازنصب در محلهای گرم و مرطوب اجتناب گردد.

در محلی که برای نصب تجهیزات مرکزی در نظر گرفته شده است، وجود پریز برق الزامی است.

نکات اجرائی مورد نیاز در طراحی

مطابق ANSI/NECA/BICSI-۵۶۸-۲۰۰۱ به منظور جلوگیری از تداخل امواج الکترومغناطیسی فواصل زیر بین کابلهای شبکه و منابع ایجاد میادین الکترومغناطیسی باید رعایت شود. این منابع عبارتند از : بالاست چراغهای فلورسنت، کابلهای برق و موتورهای الکتریکی

شرایط	حداقل فواصل مجاز		
	<2 kVA	۲-۵ kVA	> ۵kVA
خطوط برق بدون شیلد یا تجهیزات برقی در نزدیکی داکتهای فلزی بدون در یا داکتهای غیر فلزی	۱۲۷ mm	۳۰۵ mm	۶۱۰ mm

خطوط برق بدون شیلد یا تجهیزات برقی در نزدیکی لوله فلزی یا داکت فلزی زمین شده	۶۴ mm	۱۵۲ mm	۳۰۵ mm
خطوط برق داخل لوله فلزی زمین شده در نزدیکی داکت فلزی یا لوله فلزی زمین شده	-	۷۶ mm	۱۵۲ mm
موتورهای الکتریکی و ترانسفورماتورها	-	-	۱۲۲۰ mm

به شعاع خمش کابل توجه شود:

در کابلهای UTP چهار برابر قطر خارجی کابل

در کابلهای STP هشت برابر قطر خارجی کابل

در پچ کوردها شعاع خمش نباید از نیم اینچ کمتر باشد.

حداکثر ۲۵ درصد سینی کابل در مسیرهای افقی میتواند توسط کابل اشغال شود. در مورد داکتهای داخل اتاق این مقدار به ۴۰ درصد می رسد.

لوله مورد استفاده برای هدایت کابلهای شبکه حداقل باید سه چهارم اینچ باشد. برای کابلهای Cat۶ این مقدار به ۱ اینچ می رسد.

نوع کابل		حداکثر تعداد کابل مجاز در لوله			
قطر خارجی (اینچ)		Cat ۵e ۰/۲۴	Cat ۶ (نسل اول) ۰/۲۹	Cat۶ (نسل دوم) ۰/۳۱	Cat ۶a ۰/۳۷
اندازه لوله	نیم اینچ	۰	۰	۰	۰
	سه چهارم اینچ	۳	۲	۲	۱
	یک اینچ	۶	۳	۳	۲
	یک و یک چهارم اینچ	۱۰	۶	۴	۳
	یک و یک دوم اینچ	۱۵	۷	۶	۴
	دو اینچ	۲۰	۱۴	۱۲	۷
	دو و نیم اینچ	۳۰	۱۷	۱۴	۱۲
	سه اینچ	۴۰	۲۰	۲۰	۱۷
	سه و نیم اینچ	-	-	-	۲۲
	چهار اینچ	-	-	-	۳۰

برای یافتن حداکثر تعداد کابل مجاز در داکت کابل از جدول زیر میتوان استفاده نمود :

نوع کابل		Cat ۵e ۰/۱۸۵	Cat ۶ ۰/۲۳۰	Cat ۶a (نسل اول) ۰/۳۳۰	Cat۶a (نسل دوم) ۰/۳۰۰	Cat ۶a (شیلددار) ۰/۲۹۰
قطر خارجی کابل						
ابعاد سینی	۲” X ۶”	۱۱۱	۷۲	۳۵	۴۲	۴۵
	۴” X ۸”	۲۹۸	۱۹۲	۹۳	۱۱۳	۱۲۱
	۶” X ۲۰”	۱۱۱۶	۷۲۲	۳۵۰	۴۲۴	۴۵۴

فاصله ۲ جعبه کشش حداکثر ۳۰ متر و ۲ خم ۹۰ درجه بین آنها میتواند وجود داشته باشد.