شرکت صنعتی الکتریک خراسان

افشارنژاد

افشارنژاد

شرکت صنعتی الکتریک خراسان

افشار نژاد

فهرست

◉ کابلهای نصب ثابت

کابلهای با عایق PVC

کابلهای قدرت	NYM , NYY-J , NYY-O	صفحه شماره : ۱ – ۴
کابلهای کنترل	NYY-J , NYY-O	صفحه شماره : ۵
کابلهای مسلح	NYRY , NYBY	صفحه شماره : ۶ – ۱۰
کابلهای شیلد	NYCY	صفحه شماره : ۱۱ – ۱۳
کابلهای شیلد مسلح	NYCYRY	صفحه شماره : ۱۴ – ۱۶
کابلهای تخت با هادی محافظ		صفحه شماره : ۱۷

کابلهای با عایق XLPE

کابلهای قدرت	N2XY , NA2XY , NA2XBY	صفحه شماره : ۱۸ – ۲۱
کابلهای مسلح	N2XRY , N2XBY	صفحه شماره : ۲۲ – ۲۵
کابلهای بدون هالوژن	N2XH	صفحه شماره : ۲۶ – ۲۷
کابلهای بدون هالوژن مقاوم در برابر آتش		صفحه شماره : ۲۸

◉ کابلهای افشان

کابلهای افشان سبک	NYMHY	صفحه شماره : ۲۹ – ۳۰
کابلهای کنترل افشان	NYSLY , NYSLCY	صفحه شماره : ۳۱ – ۳۴
کابلهای افشان مقاوم در برابر حرارت 105 °C		صفحه شماره : ۳۵
سیمهای تخت بدون روکش		صفحه شماره : ۳۶

◉ سیمها

سیمهای ساختمانی و ارت	NYAF , NYA	صفحه شماره : ۳۷ – ۳۸
سیمهای اتومبیلی	AVSS , PSA	صفحه شماره : ۳۹ – ۴۱
سیمهای سخت هوایی		صفحه شماره : ۴۲

◉ کابلهای تلفنی و ابزار دقیق

کابلهای تلفنی هوایی	JY(st)Y	صفحه شماره : ۴۳ – ۴۴
کابلهای تلفنی زمینی	A2Y(st)2Y	صفحه شماره : ۴۵
کابلهای تلفنی داخلی	J-YY	صفحه شماره : ۴۶
کابلهای ابزار دقیق با عایق و روکش PVC	RE-Y(st)Y	صفحه شماره : ۴۷
کابلهای ابزار دقیق با عایق و روکش PE	RE-2Y(st)2Y	صفحه شماره : ۴۸
سیمهای رانژه	Y , YV	صفحه شماره : ۴۹

◉ کابلهای کواکسیال

صفحه شماره : ۵۰

◉ گرانول

گرانولهای PVC برای مواد عایقی و روکش	صفحه شماره : ۵۱ – ۵۲
مستربچهای PVC	صفحه شماره : ۵۳

◉ اطلاعات فنی

صفحه شماره : ۵۴ – ۸۱

گرانول PVC جهت عایق و روکش برای کابلهای مختلف برقی و تلفنی

- عایق و روکش در کابلهای مختلف برقی و تلفنی برای دامنه های حرارتی 70-90°C مطابق استانداردهای IEC 60502 , IEC 60227 , IEC 60189 و TCI
- تولید گرانولهای PVC بصورت رنگی یا بیرنگ امکان پذیر می باشد.
- انواع گرانول : A , C , D , E , ST1 , ST2 , ST4 , ST5 , KHF , KHTI و KHTS

نوع گرانول PVC	A	C	D	E	ST1	ST2
کاربرد	عایق کابلهای 0.6/1 KV	عایق‌سیمهای نصب‌ثابت تا ولتاژ 450/750 V	عایق‌سیمهای افشان تا ولتاژ 450/750 V	عایق کابلهای مقاوم‌دربرابرحرارت با دمای کاری 90°C	روکش کابلهای 0.6/1 KV	روکش کابلهای 0.6/1 KV با دمای کاری 90°C

اطلاعات فنی / نوع گرانول PVC		No.	Item		Unit	A	C	D	E	ST1	ST2
غیر الکتریکی		1-1	خواص مکانیکی قبل از کهنگی	استحکام کششی	N/mm²	12.5	12.5	10	15	12.5	12.5
				درصد افزایش طول	%	150	125	150	150	150	150
		1-2	خواص مکانیکی بعد از کهنگی	استحکام کششی	N/mm²	12.5	12.5	10	15	12.5	12.5
				درصد تغییرات نسبت به قبل ازکهنگی	%	±25	±20	±20	±25	±25	±25
				درصد افزایش طول	%	150	125	150	150	150	150
				درصد تغییرات نسبت به قبل ازکهنگی	%	±25	±20	±20	±25	±25	±25
		1-3	چگالی		gr/cm³	1.48	1.5	1.5	1.4	1.54	1.54
		1-4	کاهش جرم	در مدت ۷ روز	mg/cm²	–	2	2	2	–	1.5
				در دمای			80° C	80° C	115°C(10days)		100° C
		1-5	سختی		shore A	84	78	72	78	82	82
الکتریکی		2	مقاومت حجمی در 70°C		Ω.cm	10^{10}	10^{10}	10^{10}	10^{10}	–	–
گرمایی		3-1	دمای کارکرد دائمی		°C	70	70	70	90	80	90
		3-2	دمای ذوب		°C	150	145	150	160	160	160

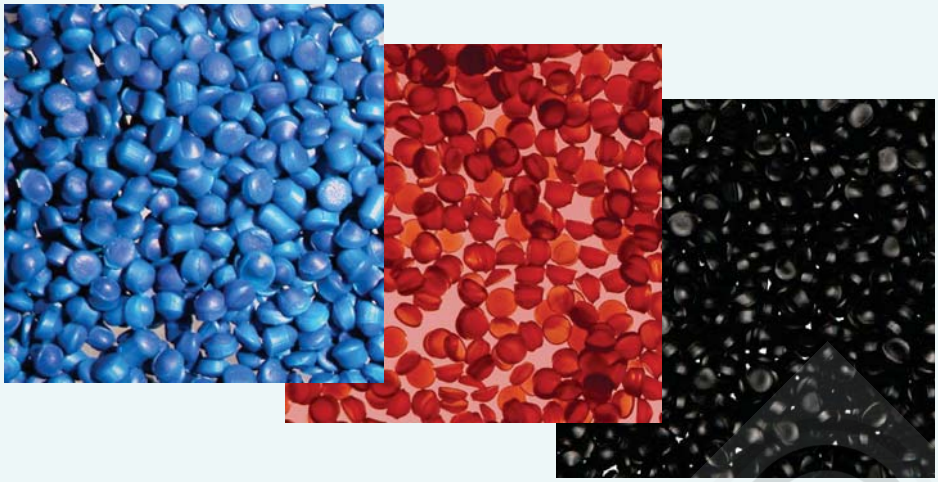
گرانول PVC جهت عایق و روکش برای کابلهای مختلف برقی و تلفنی

- عایق و روکش در کابلهای مختلف برقی و تلفنی برای دامنه های حرارتی 70-90°C مطابق استانداردهای IEC 60502 , IEC 60227 , IEC 60189 و TCI
- تولید گرانولهای PVC بصورت رنگی یا بیرنگ امکان پذیر می باشد.
- انواع گرانول : A , C , D , E , ST1 , ST2 , ST4 , ST5 , KHF , KHTI و KHTS

نوع گرانول PVC	ST4	ST5	KHF	KHTI	KHTS
کاربرد	روکش کابلهای نصب ثابت تا ولتاژ 450/750 V	روکش کابلهای افشان تا ولتاژ 450/750 V	مواد فیلری برای کابلهای چند رشته	عایق کابلهای تلفنی	روکش کابلهای تلفنی

اطلاعات فنی / نوع گرانول PVC					ST4	ST5	KHF	KHTI	KHTS
	No.	Item		Unit					
غیر الکتریکی	1-1	خواص مکانیکی قبل از کهنگی	استحکام کششی	N/mm²	12.5	10	10	15	12.5
			درصد افزایش طول	%	125	150	150	150	150
	1-2	خواص مکانیکی بعد از کهنگی	استحکام کششی	N/mm²	12.5	12.5	–	15	12.5
			درصد تغییرات نسبت به قبل از کهنگی	%	±20	±20	–	±20	±20
			درصد افزایش طول	%	125	125	–	150	150
			درصد تغییرات نسبت به قبل از کهنگی	%	±20	±20	–	±20	±20
	1-3	چگالی		gr/cm³	1.48	1.45	1.65	1.4	1.5
	1-4	کاهش جرم	در مدت ۷ روز در دمای	mg/cm²	2	2	–	–	–
					80° C	80° C			
	1-5	سختی		shore A	80	72	60	82	70
الکتریکی	2	مقاومت حجمی در 70°C		Ω.cm	–	–	–	–	–
گرمایی	3-1	دمای کارکرد دائمی		° C	70	70	70	50	50
	3-2	دمای ذوب		° C	150	145	150	155	160

رنگهای فشرده PVC (مستربچ)



- مستربچ های بر پایه PVC با پیگمنت های مناسب در رنگهای مختلف برای کابلهای مختلف الکتریکی و مخابراتی استفاده می شوند و سازگاری مناسبی با گرانولهای PVC مختلف دارند.
- مستربچ های PVC پراکندگی رنگ مناسبی در سرعت های اکستروژن بالا تا 1000 m/min دارند.
- مستربچ های مشکی که به روکش اضافه می شوند در مقابل اشعه ماوراء بنفش مقاوم می باشند.
- درصد مصرف 1%
- چگالی $1.45\ gr/cm^3$
- سختی (shore A) 80±2
- مقاومت حجمی حداقل $10^{14}\ \Omega.cm$ at $20^\circ C$
- پایداری حرارتی $200^\circ C$,100 دقیقه

ظرفیت تحمل جریان

از آنجاییکه ظرفیت جریان برای یک سطح مقطع مشخص از نقطه نظر افـت ولتـاژ و توزیـع گرما محدود می شود ، لذا انتخاب صحیـح سطح مقطع در شبکه های برقی بسیار حائز اهمیت می باشد .

حداکثر دمـای مجاز هادی با عایق PVC _ 70°C و در هادیهای با عایق XLPE _ 90°C می باشد .

اگردمای محیط 30°C اختلاف داشته باشد برای کابلهایی که در هوا نصب شده اند ظرفیت مجاز جریان آنها باید در ضرایب جدول صفحه بعد ضرب شود .

ضرایب تغییر جریان بر اساس دماهای مختلف محیط

جدول ۱

☑ ضرایب تغییر برای دماهای مختلف محیط

دمای عملکرد مجاز / دمای محیط °C	40°C	60°C	70°C	80°C	85°C	90°C
10	1.73	1.29	1.22	1.18	1.17	1.15
15	1.58	1.22	1.17	1.14	1.13	1.12
20	1.41	1.15	1.12	1.10	1.09	1.08
25	1.22	1.08	1.06	1.05	1.04	1.04
30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
35	0.71	0.91	0.94	0.95	0.95	0.96
40	—	0.82	0.87	0.89	0.90	0.91
45	—	0.71	0.79	0.84	0.85	0.87
50	—	0.58	0.71	0.77	—	0.82
55	—	0.41	0.61	0.71	—	0.76
60	—	—	0.50	0.63	—	0.71
65	—	—	0.35	0.55	—	0.65
70	—	—	—	0.45	—	0.58
75	—	—	—	0.32	—	0.50
80	—	—	—	—	—	0.41
85	—	—	—	—	—	0.29

جدول ۲

☑ ضرایب تغییر برای کابلهای مقاوم در برابر گرما

دمای عملکرد مجاز / دمای محیط °C	80°C	90°C	110°C	135°C	180°C
bis 50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
55	0.91	0.94	1.00	1.00	1.00
60	0.82	0.87	1.00	1.00	1.00
65	0.71	0.79	1.00	1.00	1.00
70	0.58	0.71	1.00	1.00	1.00
75	0.41	0.61	1.00	1.00	1.00
80	—	0.50	1.00	1.00	1.00
85	—	0.35	0.91	1.00	1.00
90	—	—	0.82	1.00	1.00
95	—	—	0.71	1.00	1.00
100	—	—	0.58	0.94	1.00
105	—	—	0.41	0.87	1.00
110	—	—	—	0.79	1.00
115	—	—	—	0.71	1.00
120	—	—	—	0.61	1.00
125	—	—	—	0.50	1.00
130	—	—	—	0.35	1.00
135	—	—	—	—	1.00
140	—	—	—	—	1.00
145	—	—	—	—	1.00
150	—	—	—	—	1.00
155	—	—	—	—	0.91
160	—	—	—	—	0.82
165	—	—	—	—	0.71
170	—	—	—	—	0.58
175	—	—	—	—	0.41

جدول ۳

☑ ضرایب تغییر برای کابلهای چند رشته ، برای سطح مقاطع تا $10\ mm^2$

تعداد رشته های تحت بار	ضرایب تغییر
5	0.75
7	0.65
10	0.55
14	0.50
19	0.45
24	0.40
40	0.35
61	0.30

جدول ۴

☑ ضرایب تغییر برای کابلهای روی قرقره

تعداد لایه های روی قرقره	1	2	3	4	5
ضرایب تغییر	0.80	0.61	0.49	0.42	0.38

Note: For spiral-reeling the conversion factor 0,80.

میزان جریان برای کابلهای
NYY,NAYY,NYCY,NYCWY,NAYCWY 0.6/1 KV

جدول ۵

☑ ظرفیت تحمل جریان برای کابلهایی که در زمین 20° C نصب شده اند (به آمپر)

سطح مقطع نامی mm²	هادی مسی					هادی آلومینیومی				
	NYY			NYCWY		NAYY			NAYCWY	
			*					*		
1.5	30	27	41	31	27	-	-	-	-	-
2.5	39	36	55	40	36	-	-	-	-	-
4	50	47	71	51	47	-	-	-	-	-
6	62	59	90	63	59	-	-	-	-	-
10	83	79	124	84	79	-	-	-	-	-
16	107	102	160	108	102	-	-	-	-	-
25	138	133	208	139	133	106	102	160	108	103
35	164	159	250	166	160	127	123	193	129	123
50	195	188	296	196	190	151	144	230	153	145
70	238	232	365	238	234	185	179	283	187	180
95	286	280	438	281	280	222	215	340	223	216
120	325	318	501	315	319	253	245	389	252	246
150	365	359	563	347	357	284	275	436	280	276
185	413	406	639	385	402	322	313	496	314	313
240	479	473	746	432	463	375	364	578	358	362
300	541	535	848	473	518	425	419	656	397	415
400	614	613	975	521	579	487	484	756	441	474
500	693	687	1125	574	624	558	553	873	489	528
630	777	-	1304	636	-	635	-	1011	539	-
800	859	-	1507	-	-	716	-	1166	-	-
1000	936	-	1715	-	-	796	-	1332	-	-

* نرخ جریان برای سیستمهای با جریانDC

جدول ۶

☑ ظرفیت تحمل جریان برای کابلهایی که در هوای 30° C نصب شده اند (به آمپر)

سطح مقطع نامی mm²	هادی مسی					هادی آلومینیومی				
	NYY			NYCWY		NAYY			NAYCWY	
			*					*		
1.5	21	19.5	27	22	19.5	-	-	-	-	-
2.5	28	25	35	29	26	-	-	-	-	-
4	37	34	47	39	34	-	-	-	-	-
6	47	43	59	49	44	-	-	-	-	-
10	64	59	81	67	60	-	-	-	-	-
16	84	79	107	89	80	-	-	-	-	-
25	114	106	144	119	108	87	82	110	91	83
35	139	129	176	146	132	107	100	135	112	101
50	169	157	214	177	160	131	119	166	137	121
70	213	199	270	221	202	166	152	210	173	155
95	264	246	334	270	249	205	186	259	212	189
120	307	285	389	310	289	239	216	302	247	220
150	352	326	446	350	329	273	246	345	280	249
185	406	374	516	399	377	317	285	401	321	287
240	483	445	618	462	443	378	338	479	374	339
300	557	511	717	519	504	437	400	555	426	401
400	646	597	843	583	577	513	472	653	488	468
500	474	669	994	657	626	600	539	772	556	524
630	858	-	1180	744	-	701	-	915	628	-
800	971	-	1396	-	-	809	-	1080	-	-
1000	1078	-	1620	-	-	916	-	1258	-	-

* نرخ جریان برای سیستمهای با جریانDC

جدول ۷

☑ ضرایب تغییر برای کابلهای چند رشته (5 رشته ≧)

ضرایب تغییر زیر برای کابلهای نصب در زمین یا هوا در داده های جداول فوق استفاده می شوند.

n تعداد رشته های تحت بار	f نصب در زمین	f نصب در هوا
5	0.70	0.75
7	0.60	0.65
10	0.50	0.55
14	0.45	0.50
19	0.40	0.45
24	0.35	0.40
40	0.30	0.35
61	0.25	0.30

میزان جریان برای کابلهای فشار متوسط با عایق XLPE با ولتاژهای 6/10 kv , 12/20 kv , 18/30 kv شامل

N2XSY N2XS2Y N2XS(F)2Y
NA2XSY NA2XS2Y NA2XS(F)2Y

جدول ۸

☑ ظرفیت تحمل جریان برای کابلهایی که در زمین 20° C نصب شده اند (به آمپر)

جنس هادی	هادی مسی						هادی آلومینیومی					
آرایش نصب	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
U_o / U	6/10 kv		12/20 kv		18/30 kv		6/10 kv		12/20 kv		18/30 kv	
سطح مقطع mm^2	نرخ جریان به آمپر (A)											
25	157	179	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	187	212	189	213	-	-	145	165	-	-	-	-
50	220	249	222	250	225	251	171	194	172	195	174	195
70	268	302	271	303	274	304	208	236	210	237	213	238
95	320	359	323	360	327	362	248	281	251	282	254	283
120	363	405	367	407	371	409	283	318	285	319	289	321
150	405	442	409	445	414	449	315	350	319	352	322	354
185	456	493	461	498	466	502	357	394	361	396	364	399
240	526	563	532	568	539	574	413	452	417	455	422	458
300	591	626	599	633	606	640	466	506	471	510	476	514
400	662	675	671	685	680	695	529	558	535	564	541	570
500	744	748	754	760	765	773	602	627	609	634	616	642

* این ضرایب همچنین برای کابلهای ضد نفوذ آب معتبر می باشد .

جدول ۹

☑ ظرفیت تحمل جریان برای کابلهایی که در هوای 30° C نصب شده اند (به آمپر)

جنس هادی	هادی مسی						هادی آلومینیومی					
آرایش نصب	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
U_o / U	6/10 kv		12/20 kv		18/30 kv		6/10 kv		12/20 kv		18/30 kv	
سطح مقطع mm^2	نرخ جریان به آمپر (A)											
25	163	194	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	197	235	200	235	-	-	153	182	-	-	-	-
50	236	282	239	282	241	282	183	219	185	219	187	219
70	294	350	297	351	299	350	228	273	231	273	232	273
95	358	426	361	426	363	425	278	333	280	332	282	331
120	413	491	416	491	418	488	321	384	323	384	325	382
150	468	594	470	549	472	548	364	432	366	432	367	429
185	535	625	538	625	539	624	418	496	420	494	421	492
240	631	731	634	731	635	728	494	583	496	581	496	578
300	722	831	724	830	725	828	568	666	569	663	568	659
400	827	920	829	923	831	922	660	755	660	753	650	750
500	949	1043	953	1045	953	1045	767	868	766	866	764	861

* این ضرایب همچنین برای کابلهای ضد نفوذ آب معتبر می باشد .

فاکتورهای محاسباتی

فاکتورهای محاسبه جریان

۱ - کابلهای نصب شده در زمین

در شرایط کارکردی که نسبت به شرایط نرمال مقاومت گرمایی زمین ، دمای محیط یا تعداد کابلهای نصب شده بصورت موازی اختلاف دارد ، باید ضرایب محاسباتی که در جداول زیر آمده است بکار روند .

ضمنا در مواردیکه کابلهای نصب شده در زمین بطور پیوسته تحت یک بار یکسان قرار دارند باید استحکام جریان آن را در ضریب ۰.۷۵ ضرب کرد . بعبارت دیگر خاک می تواند بصورت گسترده ای خشک شود و عمر کابل بطور قابل ملاحظه ای تحت افزایش مقاومت گرمایشی خاک ، کاهش می یابد .این شرایط را در صورتیکه خشک شدن خاک بر اثر افزایش مقاومت گرمایی زمین و با ضرایب تصحیحی که در جداول پیوست آمده است در نظر گرفته شده است ، نباید لحاظ نمود .

اگر کابل با حفاظ مخصوص و لایه های چسبنده پوشیده شده و اطراف آن بوسیله ماسه به اندازه کافی پر شده است، باید در یک فاکتور ۰.۹ ضرب شود.اگر لایه های چسبنده به اندازه کافی با ماسه احاطه نشده اند و فواصل هوایی موجود می باشد باید در ۰.۸ ضرب شود .

۲ - کابلهایی که در کانال ، تیوپ (لوله) و ... نصب شده اند

از آنجاییکه شرایط خنک کاری در این حالت بسیار فرق می کند ، نرخ مجاز جریان باید در هر مورد ویژه محاسبه گردد .

۳ - کابلهایی که در هوا نصب می شوند

اگر کابلها در هوایی غیر از 30°C یا بصورت گروهی نصب شوند ، ضرایب تصحیح در جداول پیوست باید استفاده شوند .

برای کابلهایی که بر خلاف فرض نصب در هوا بر روی سطوح قرار گرفته اند مقادیر جریانی که در جداول ۵ تا ۹ مشخص شده اند با اعمال ضریب ۰.۹۵ کاهش می یابند ، این مقادیر کاهش یافته در جداول ۱۶ و ۱۷ آمده اند .

با توجه به وابستگی نرخ جریان به مقاومت گرمایی زمین ، اگر مقاومت گرمایی از 100 °C. cm/W انحراف پیدا کند لازم است که مقادیر جریان در فاکتور اصلاحی A (برای سطح مقطع) و فاکتورB (برحسب نوع ولتاژ) که در جداول ۷ تا ۱۰ آمده است ضرب شود .

جدول ۱۰

مقاومت ویژه زمین C.cm/W	70	100	120	150	200	250	300
سطح مقطع نامی mm^2	ضریب A						
تا 25	1.11	1	0.94	0.87	0.78	0.72	0.67
از 35 تا 95	1.13	1	0.93	0.86	0.76	0.70	0.64
از 120 تا 240	1.14	1	0.93	0.85	0.76	0.69	0.63
از 300 تا 500	1.15	1	0.92	0.85	0.75	0.68	0.63
نوع ولتاژ	ضریب B						
کابل سه و چهار رشته ، U=1 kv	1	1	1	1	1	1	1
کابل دو رشته ، U=1 kv	0.98	1	1.01	1.01	1.02	1.02	1.03
کابل تک رشته ، U=1 kv	0.98	1	1.01	1.01	1.02	1.02	1.03
کابل سه رشته با اسکرین مجزا ، 10 kv و U=6 kv	0.97	1	1.01	1.02	1.03	1.04	1.05
کابلهای سه رشته و تک رشته بدون آرمور ، 10 kv و U=1 kv , 6 kv	1.01	1	1.00	0.98	0.97	0.97	0.96

ضرایب تصحیح نرخ جریان مستقل از دمای خاک

جدول ۱۱

دمای محیط	15° C	20° C	25° C	30° C	35° C	40° C
ضرایب تصحیح برای کابلهای						
U = 1 kv و 6 kv	1.05	1.00	0.95	0.89	0.84	0.77
U = 10 kv	1.05	1.00	0.94	0.88	0.82	0.75

ضرایب تصحیح نرخ جریان برای کابلهای تک رشته و d.c. همانند کابلهای چند رشته است
هنگامیکه تعدادی از کابلها در خاک قرار می گیرند .
فاصله بین کابلها تقریبا 7 cm. (ضخامت آجر) می باشد .

جدول ۱۲

تعداد کابلهای قرار گرفته در گودال	2	3	4	5	6	8	10
ضرایب تصحیح برای مقادیر از جدول ۵و۶و۸و۹ معتبر می باشند.	0.85	0.75	0.68	0.64	0.60	0.56	0.53

ضرایب تصحیح نرخ جریان برای کابلهای تک رشته در سیستم سه فاز
هنگامیکه تعدادی از کابلها در خاک قرار می گیرند .

جدول ۱۳

تعداد سیستمهای در گودال	2	3	4
برای سیستمهایی که بغل به بغل با فاصله 7cm در کنار هم قرار گرفته اند . این ضرایب برای مقادیر جدول ۹ معتبر می باشند .	0.82	0.74	0.68
هنگامیکه به صورت دسته ای که بین دسته ها 25cm فاصله می باشد قرار گرفته‌اند . این ضرایب برای مقادیر جدول ۱۰ معتبر می باشند .	0.85	0.77	0.72

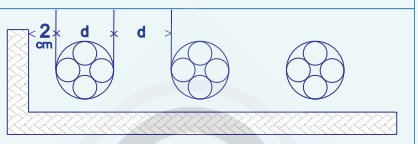
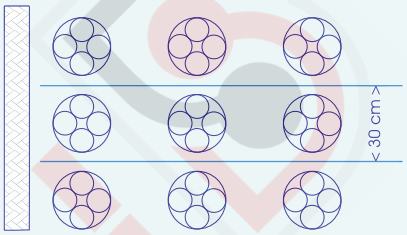
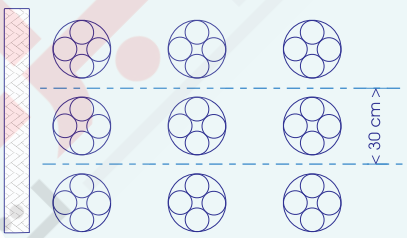
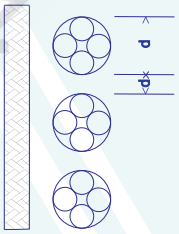
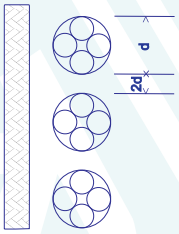
وابستگی نرخ جریان به دمای محیط هنگامیکه کابلها در هوا نصب می شوند .

جدول ۱۴

دمای محیط	25° C	30° C	35° C	40° C
نرخ ولتاژ	ضرایب تصحیح			
U = 1 kv و 6 kv	1.06	1.00	0.94	0.87
U = 10 kv	1.07	1.00	0.93	0.85

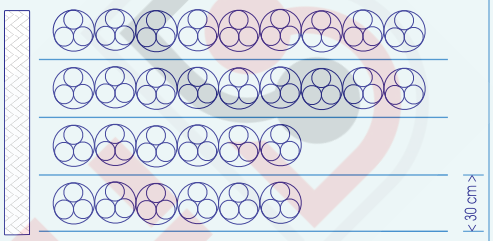
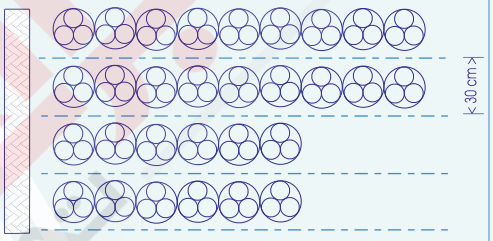
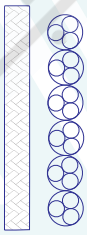
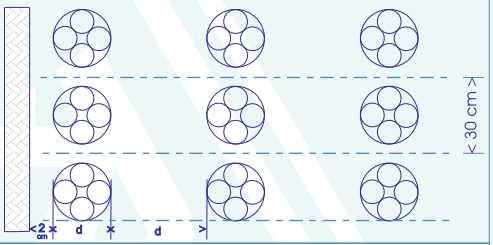
نرخ جریان هنگامیکه تعدادی از کابلهای تک رشته و چند رشته در سیستم های D.C در هوا نصب می شوند .
ضرایب تصحیح برای مقادیر بارگذاری مطابق جداول ۹ و ۸ می باشند .

جدول ۱۵

طرز قرار گرفتن کابلها	کابلها در یک صفحه قرار گرفته اند .(d) قطر کابل ، فاصله از دیوار 2 cm					
تعداد کابلهایی که کنار یکدیگر قرار گرفته اند.	1	2	3	6	9	
کابلهایی که در خاک قرار گرفته اند.	0.95	0.90	0.88	0.85	0.84	
تعداد قفسه ها						
1	0.95	0.90	0.88	0.85	0.84	
2	0.90	0.85	0.83	0.81	0.80	
3	0.88	0.83	0.81	0.79	0.78	
6	0.86	0.81	0.79	0.77	0.76	
کابلها در قفسه قرار گرفته اند (گردش هوا امکان ندارد)						
تعداد بست های دیوار کوب						
1	1.00	0.98	0.96	0.93	0.92	
2	1.00	0.95	0.93	0.90	0.89	
3	1.00	0.94	0.92	0.89	0.88	
6	1.00	0.93	0.90	0.87	0.86	
کابلهایی که بر روی پایه قرار گرفته اند						
تعداد کابلهایی که در بالاسر یکدیگر قرار گرفته اند	1	2	3	6	9	
کابلها بر روی تکیه گاه قرار گرفته و یا روی دیوار ثابت شده اند	1.00	0.93	0.90	0.87	0.86	
* روشی برای قرار گرفتن که در آن نیازی به تصحیح نمی باشد	تعداد کابلهای قرار گرفته کنار هم اختیاری می باشد					

* این اطلاعات فقط هنگامی معتبر می باشد که دمای محیط بطور قابل ملاحظه ای بر اثر افتهای انرژی در کابلها تغییر نکرده باشد .

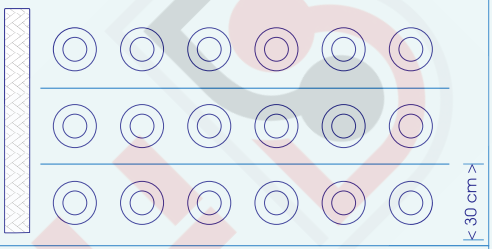
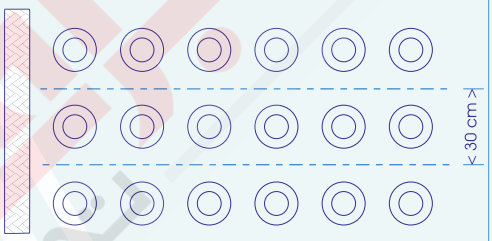
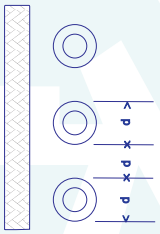
جدول ۱۵(ادامه...)

طرز قرار گرفتن کابلها	کابلها با یکدیگر و با دیوار متقابلا در تماس هستند .					
تعداد کابلهایی که کنار یکدیگر قرار گرفته اند.	1	2	3	6	9	
کابلهایی که در خاک قرار گرفته اند.	0.90	0.84	0.80	0.75	0.73	
تعداد قفسه ها 1 2 3 6 کابلها در قفسه قرار گرفته اند (گردش هوا امکان ندارد)	0.95 0.95 0.95 0.95	0.84 0.80 0.78 0.76	0.80 0.76 0.74 0.72	0.75 0.71 0.70 0.68	0.73 0.69 0.68 0.66	
تعداد بست های دیوار کوب 1 2 3 6 کابلهایی که بر روی پایه قرار گرفته اند	0.95 0.95 0.95 0.95	0.84 0.80 0.78 0.76	0.80 0.76 0.74 0.72	0.75 0.71 0.70 0.68	0.73 0.69 0.68 0.66	
تعداد کابلهایی که در بالاسر یکدیگر قرار گرفته اند کابلها بر روی تکیه گاه قرار گرفته و یا روی دیوار ثابت شده اند	1 0.95	2 0.78	3 0.73	6 0.68	9 0.66	
* روشی برای قرار گرفتن که در آن نیازی به تصحیح نمی باشد	تعداد کابلهای قرار گرفته کنار هم اختیاری می باشد					

* این اطلاعات فقط هنگامی معتبر می باشد که دمای محیط بطور قابل ملاحظه ای بر اثر افتهای انرژی در کابلها تغییر نکرده باشد .

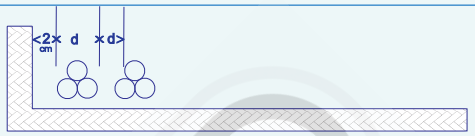
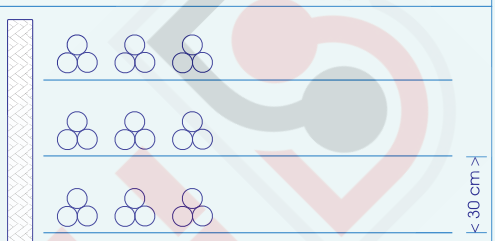
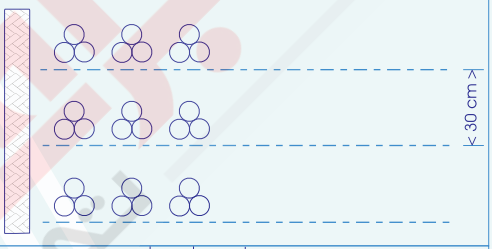
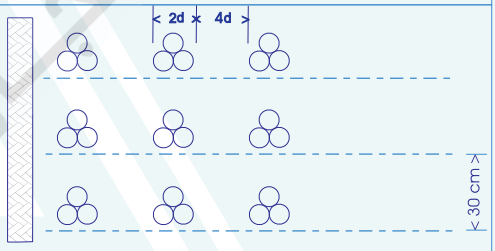
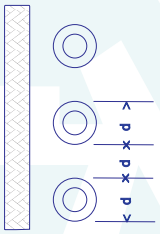
ضرایب تصحیح نرخ جریان هنگامیکه کابلهای تک رشته در سیستم های سه فاز که بطور موازی و در هوا نصب می شوند.
ضرایب تصحیح برای مقادیر بار کابلهای نصب در هوا مطابق جداول ۹ و ۱۰ می باشد .

جدول ۱۶

طرز قرار گرفتن کابلها	کابلها در یک صفحه و به فاصله ۲۰cm از دیوار قرار گرفته اند.			
تعداد کابلهایی که کنار یکدیگر قرار گرفته اند.	1	2	3	
کابلهایی که در خاک قرار گرفته اند.	0.92	0.89	0.88	
تعداد قفسه ها				
1	0.92	0.89	0.88	
2	0.87	0.84	0.83	
کابلها در قفسه قرار گرفته اند (گردش هوا امکان ندارد) 3	0.84	0.82	0.81	
6	0.82	0.80	0.79	
تعداد پشت های دیوار کوب				
1	1.00	0.97	0.96	
2	0.97	0.94	0.93	
کابلهایی که بر روی پایه قرار گرفته اند 3	0.96	0.93	0.92	
6	0.94	0.91	0.90	
تعداد کابلهایی که در بالاسر یکدیگر قرار گرفته اند و نیازی به تصحیح ندارند .	هنگامیکه در یک صفحه مشابه با فواصل افزایش یافته قرار دارند، گرمای تبادل شده کاهش یافته با افت های افزایش یافته در شیلدهای الکتریکی جبران می شود . لذا سایر داده ها نمی توانند مشخص شوند بجز آنهایی که تصحیح برای آنها نیاز می باشد.			
تعداد کابلهایی که در بالاسر یکدیگر قرار گرفته اند	1	2	3	
کابلها بر روی تکیه گاه قرار گرفته و یا روی دیوار ثابت شده اند	0.94	0.91	0.89	

* این اطلاعات فقط هنگامی معتبر می باشد که دمای محیط بطور قابل ملاحظه ای بر اثر افتهای انرژی در کابلها تغییر نکرده باشد .

جدول ۱۶(ادامه...)

طرز قرار گرفتن کابلها	کابلها به صورت دسته های مثلثی و با فاصله ۲۰cm از دیوار قرار گرفته اند.			
تعداد کابلهایی که کنار یکدیگر قرار گرفته اند.	1	2	3	
کابلهایی که در خاک قرار گرفته اند.	0.95	0.90	0.88	
تعداد قفسه ها 1 2 3 6 کابلها در قفسه قرار گرفته اند (گردش هوا امکان ندارد)	 0.95 0.90 0.88 0.86	 0.90 0.85 0.83 0.81	 0.88 0.83 0.81 0.79	
تعداد پست های دیوار کوب 1 2 3 6 کابلهایی که بر روی پایه قرار گرفته اند	 1.00 1.00 1.00 1.00	 0.98 0.95 0.94 0.93	 0.96 0.93 0.92 0.90	
* روشی برای قرار گرفتن که در آن نیازی به تصحیح نمی باشد				
تعداد کابلهایی که در بالاسر یکدیگر قرار گرفته اند کابلها بر روی تکیه گاه قرار گرفته و یا روی دیوار ثابت شده اند	1 0.89	2 0.86	3 0.84	

* این اطلاعات فقط هنگامی معتبر می باشد که دمای محیط بطور قابل ملاحظه ای بر اثر افتهای انرژی در کابلها تغییر نکرده باشد .

مقایسه کابلهای با هادیهای مسی و آلومینیومی

سه مشخصه برای انتخاب صحیح سطح مقطع کابل بسیار مهم می باشد که عبارتند از :

مقاومت الکتریکی ، نرخ جریان مجاز و جریان اتصال کوتاه مجاز

نسبتهای مربوط به این مقادیر الکتریکی برای کابلهای با هادیهای مسی و آلومینیومی در جداول ۲۰ و ۲۱ آمده است .

این جداول برای انتخاب سطح مقطعهای معادل کابلهای مسی و آلومینیومی مفید می باشد .

جدول ۱۷

☑ **کابلهای با ولتاژ 1 kv**

سطح مقطع کابل مسی mm²	سطح مقطع کابل آلومینیومی mm²	نرخ جریان مجاز Al/Cu	جریان مجاز اتصال کوتاه Al/Cu	نسبت مقاومت $\frac{R\ Cu}{R\ Al}$
1	2	3	4	5
4	4	0.78	0.65	0.61
	6	0.98	0.98	0.92
6	6	0.78	0.65	0.61
	10	1.04	1.09	1.02
10	10	0.78	0.65	0.61
	16	1.01	1.04	0.98
16	16	0.78	0.65	0.61
	25	1.00	1.02	0.95
25	25	0.77	0.65	0.61
	35	0.92	0.91	0.85
	50	1.12	1.30	1.22
35	35	0.78	0.65	0.61
	50	0.94	0.94	0.87
	70	1.13	1.32	1.22
50	50	0.79	0.65	0.61
	70	0.95	0.92	0.85
	95	1.16	1.24	1.16
70	70	0.76	0.65	0.61
	95	0.94	0.89	0.83
	120	1.07	1.12	1.05
95	95	0.78	0.65	0.61
	120	0.89	0.82	0.77
	150	1.00	1.03	0.96
120	120	0.78	0.65	0.61
	150	0.87	0.80	0.76
	185	0.98	1.00	0.94
150	150	0.78	0.65	0.61
	185	0.88	0.80	0.75
	240	1.01	1.08	0.98
185	185	0.78	0.65	0.61
	240	0.90	0.85	0.79
	300	1.03	1.05	0.99
240	240	0.78	0.65	0.76
	300	0.88	0.81	0.76
	400	1.01	1.08	1.02

مقایسه کابلهای با هادیهای مسی و آلومینیومی

جدول ۱۸

☑ کابلهای با ولتاژ 10 kv

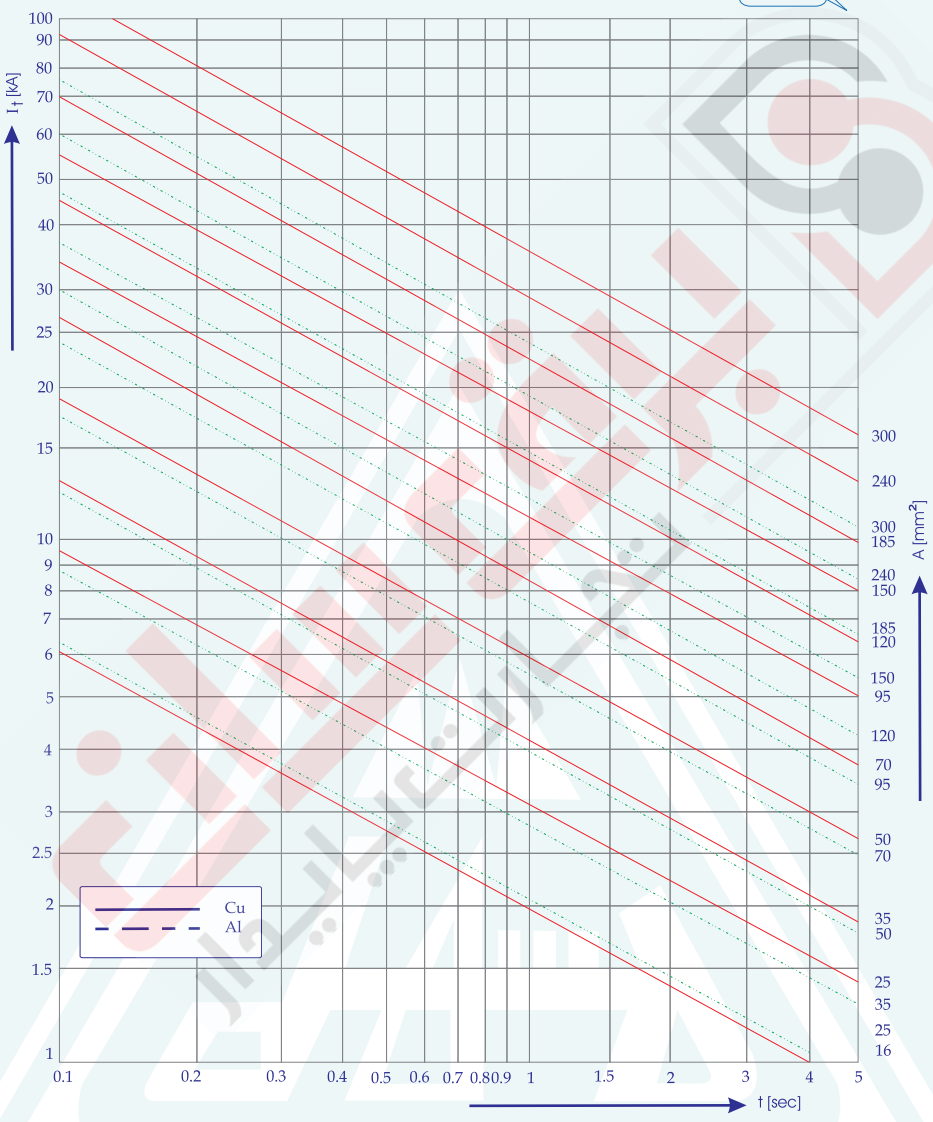
سطح مقطع کابل مسی mm²	سطح مقطع کابل آلومینیومی mm²	نرخ جریان مجاز Al/Cu	جریان مجاز اتصال کوتاه Al/Cu	نسبت مقاومت $\frac{R\ Cu}{R\ Al}$
1	2	3	4	5
10	10	0.78	0.65	0.61
	16	1.00	1.05	0.98
16	16	0.78	0.65	0.61
	25	0.99	1.02	0.95
25	25	0.77	0.65	0.61
	35	0.92	0.91	0.85
35	35	0.76	0.65	0.61
	50	0.90	0.93	0.87
	70	1.10	1.30	1.22
50	50	0.77	0.65	0.61
	70	0.94	0.92	0.85
	95	1.12	1.24	1.16
70	70	0.76	0.65	0.61
	95	0.91	0.89	0.83
	120	1.03	1.11	1.05
95	95	0.78	0.65	0.61
	120	0.88	0.83	0.77
	150	1.00	1.04	0.96
120	120	0.77	0.65	0.61
	150	0.88	0.85	0.76
	185	1.00	1.01	0.94
150	150	0.77	0.65	0.61
	185	0.88	0.81	0.75
	240	0.99	1.05	0.98
185	185	0.79	0.66	0.61
	240	0.89	0.85	0.79
	300	1.00	1.07	0.99
240	240	0.78	0.65	0.61
	300	0.88	0.82	0.76
	400	1.01	1.09	1.02

جریان مجاز اتصال کوتاه

مقاومت عایقی که در مقابل دمای بالای ناشی از اتصال کوتاه در شبکه های الکتریکی ظاهر می شود ،
حد دمای اتصال کوتاه که در آن سایز کابل مشخص می شود را تعیین می کند.
اگرچه مواد PVC دمای هادی را تا 200°C در کسری از ثانیه تحمل می کند ولی به جهت ایمنی ، دمایی که
جهت ولتاژهای ۱ و ۶ و ۱۰ کیلو ولت برای اتصال کوتاه پذیرفته شده است 160°C می باشد .
این دما برای XLPE مقدار 200°C می باشد .

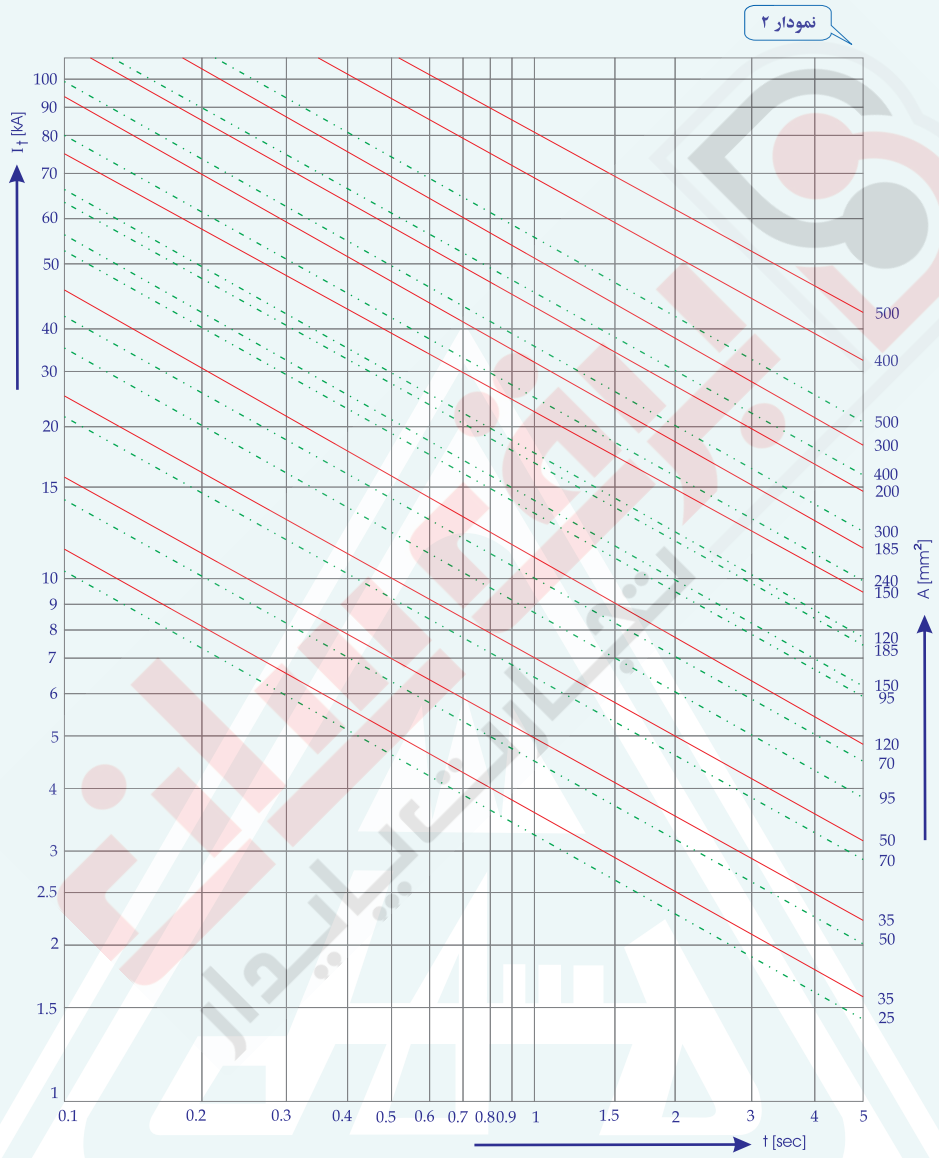
☑ جریان مجاز اتصال کوتاه برای کابلهای با عایق PVC با نرخ ولتاژ 1-10 KV برحسب مقاطع زمانی

نمودار ۱



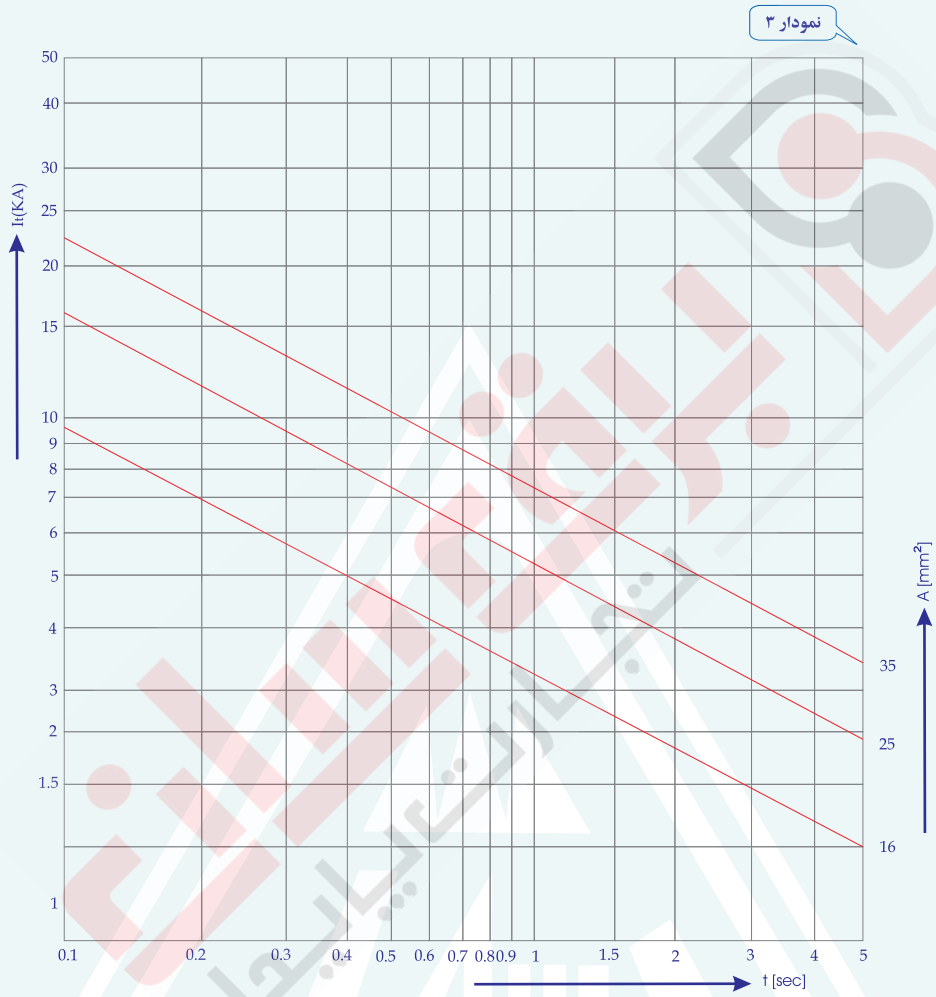
جریان اتصال کوتاه مجاز برای کابلهای با عایق XLPE ولتاژ 1-30 KV

☑ جریان مجاز اتصال کوتاه برای کابلهای با عایق XLPE با نرخ ولتاژ 1-30 KV برحسب مقاطع زمانی



جریان اتصال کوتاه مجاز برای برای سطح مقاطع مختلف اسکرین

☑ جریان مجاز اتصال کوتاه برای سطح مقاطع مختلف اسکرین

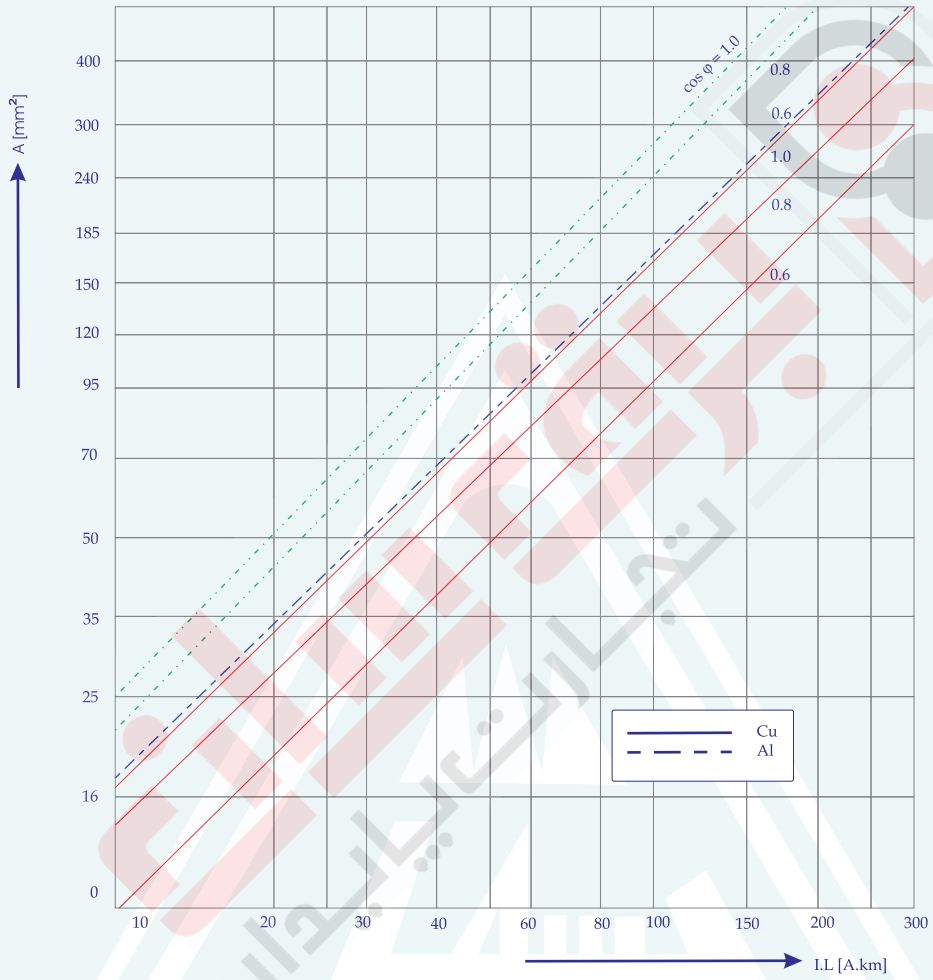


افت ولتاژ

در توزیع انرژی الکتریکی، سطح مقطع کابلهای فشار ضعیف فقط بر اساس ظرفیت جریان مشخص نمی شود بلکه افت ولتاژ نیز باید در نظر گرفته شود . سطح مقطع کابلهای فشار ضعیف می تواند بر اساس رابطه ای از حاصلضرب جریان و طول انتقال کابل (I.L) در افت ولتاژ 5% برای هادیهای مسی و آلومینیومی تعیین شود.

☑ برای کابلهای ۳ فاز فشار ضعیف 220/380 با افت ولتاژ 5%

نمودار ۴



مقایسه کابلهای harmonized
با استانداردهای IEC , DIN VDE و HD

جدول ۱۹

☑ کابلهای با عایق PVC مطابق DIN VDE0281 در مقایسه با IEC و HD

استاندارد مشابه IEC	مطابق HD	ولتاژ نامی V	سطح مقطع نامی mm²	علامت اختصاری قدیم مطابق VDE 0250	علامت اختصاری جدید	مطابق با بخشی از VDE	مشخصات
227 IEC 05	HD 21.3 S3	300/500	0.5 to 1.0	NYFA, NYA	H 05V-U	0281 part 3	کابلهای PVC سیم مفتولی سیم افشان
227 IEC 06				NYFAF,	H 05V-K	0281 part 3	
227 IEC 01	HD 21.3 S3	450/750	1.5 to 10	NYA	H 07V-U	0281 part 3	کابلهای با عایق PVC سیمهای استرند شده سیمهای افشان
227 IEC 01			1.5 to 400	NYA	H 07V-R	0281 part 3	
227 IEC 02			1.5 to 240	NYAF	H 07V-K	0281 part 3	
227 IEC 41	HD 21.5 S3	300/300	0.1	NLYZ	H 03VH-Y	0281 part 5	کابلهای بند تخت افشان
227 IEC 42	HD 21.5 S3	300/300	0.5+0.75	NYZ	H 03VH-H	0281 part 5	کابلهای بند تخت
227 IEC 43	HD 21.5 S3	300/300	0.5+0.75	NYLHY round	H 03VV-F	0281 part 5	کابلهای با روکشPVCو03VV-F گرد تخت
227 IEC 43			0.5+0.75	NYLHY flat	H 03VVH2-F	0281 part 5	
227 IEC 53	HD 21.5 S3	300/500	0.75 to 2.5	NYMHY round	H 05VV-F	0281 part 5	کابلهای با روکشPVCو05VV-F گرد تخت
			1 to 2.5	NYMHY round			
227 IEC 53		300/500	0.75	NYMHY flat	H 05VVH2-F	0281 part 5	
-	-	300/500	0.75 to 1	NYFLY	H 05VVH6-F	0281 part 403	کابلهای تختPVCو05VV-H6 کابلهای تختPVCو07VV-H6
-		450/750	1.5 to 2.5	NYFLY	H 07VVH6-F	0281 part 404	

جدول ۲۰

☑ کابلهای با عایق لاستیکی مطابق DIN VDE0282 در مقایسه با IEC و HD

استاندارد مشابه IEC	مطابق HD	ولتاژ نامی V	سطح مقطع نامی mm²	علامت اختصاری قدیم مطابق VDE 0250	علامت اختصاری جدید	مطابق با بخشی از VDE	مشخصات
-	HD 22.7 S2	450/750	1.5+2.5	N4GA	H 07G-U	0282 part 7	کابلهای مقاوم در برابر گرما با عایق لاستیکیH07G
-			0.5 to 95	N4GAF	H 07G-K	0282 part 7	
245 IEC 03	HD 22.3 S2	300/500	0.5 to 95	N2GAFU	H 05SJ-K	0282 part 601	کابلهای مقاوم در برابر گرما با عایق لاستیک سیلیکونی
245 IEC 51	HD 22.4 S3	300/500	0.75 to 1.5	NSA	H 03RT-F	0282 part 4	سیم انعطاف پذیر بافته شده
245 IEC 53	HD 22.4 S3	300/500	0.75 to 2.5	NLH, NMH	H 05RR-F	0282 part 4	سیم انعطاف پذیر با روکش لاستیکی05RR
245 IEC 57	HD 22.4 S3	300/500	0.75+1	NYMHöu	H 05RN-F	0282 part 4	کابل انعطاف پذیر با روکش پلی کلروپن05RN
245 IEC 57			0.75+1	NYMHöu			
245 IEC 57			0.75	NYMHöu			
245 IEC 65	HD 22.4 S3	450/750	1.5 to 500	NMHöu	H 07RN-F	0282 part 4	کابل انعطاف پذیر با روکش پلی کلروپن07RN
245 IEC 66			1 to 25	NSHöu			
			1 to 300				
			1.5+2.5				
-	-	300/500	0.75	NFLG	H05RT2D5-F	0282 part 807	کابلهای بالابر با عایق لاستیکی و بافت پارچه ای 05RT2D5
-	-	300/500	0.75	NFLGC	H05RND5-F	0282 part 807	کابلهای بالابر با عایق لاستیکی و روکش پلی کلروپن05RND5
-	-	450/750	1	NFLG	H07RT2D5-F	0282 part 808	کابلهای بالابر با عایق لاستیکی و بافت پارچه ای 07RT2D5
-	-	450/750	1	NFLGC	H07RND5-F	0282 part 808	کابلهای بالابر با عایق لاستیکی و روکش پلی کلروپن07RND5

تعاریف مطابق IEC :
IEC 227 : سیمها و کابلهای انعطاف پذیر با عایق PVC با هادیهای گرد و ولتاژ نامی تا بیشتر از 750 V
IEC 245 : سیمها و کابلهای انعطاف پذیر با عایق‌لاستیکی با هادیهای گرد و ولتاژ نامی تا بیشتر از 750 V

رنگ بندی کابلها مطابق استاندارد DIN VDE 0293

جدول ۲۱

☑ **کابلهای چند رشته انعطاف پذیر**

رشته ها بدون هادی محافظ زرد–سبز	رشته ها با هادی محافظ زرد–سبز	تعداد رشته ها
قهوه ای / آبی	---	2
سیاه / آبی / قهوه ای	سبز–زرد / قهوه ای / آبی	3
سیاه / آبی / قهوه ای / سیاه	سبز–زرد / سیاه / آبی / قهوه ای	4
سیاه / آبی / قهوه ای / سیاه / سیاه	سبز–زرد / سیاه / آبی / قهوه ای / سیاه	5
سیاه با شماره های سفید	سبز–زرد / بقیه سیاه با شماره های سفید	6 و بیشتر

جدول ۲۲

☑ **کابلهای چند رشته‌نصب ثابت**

رشته ها بدون هادی محافظ زرد–سبز	رشته ها با هادی محافظ زرد–سبز	تعداد رشته ها
سیاه / آبی	سبز–زرد / سیاه	2
سیاه / آبی / قهوه ای	سبز–زرد / سیاه / آبی	3
سیاه / آبی / قهوه ای / سیاه	سبز–زرد / سیاه / آبی / قهوه ای	4
سیاه / آبی / قهوه ای / سیاه / سیاه	سبز–زرد / سیاه / آبی / قهوه ای / سیاه	5
سیاه با شماره های سفید	سبز–زرد / بقیه سیاه با شماره های سفید	6 و بیشتر

این نوع مطابق با DIN VDE 0100 قسمت 540، جدول ۲ می باشد که تنها برای سیمهای با سطح مقطع 10 mm² و بیشتر و یا Alu 16mm معتبر است.

جدول ۲۳

کابلهای تک رشته

رنگ کابل تک رشته مشکی یا زرد–سبز است.

* This type contains altogether 6 conductors , see DIN VDE 0293 section 5,1

** see DIN VDE 0293 section 5,1

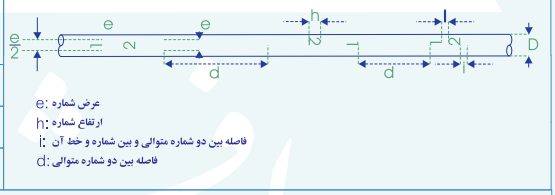
☑ **کابلهای چند رشته با هادی هم مرکز در نصب ثابت**

رنگبندی رشته ها	تعداد رشته ها
سیاه / آبی	2
سیاه / آبی / قهوه ای	3
سیاه / آبی / قهوه ای / سیاه	4
سیاه با شماره های سفید	5
سیاه با شماره های سفید	6 و بیشتر

جدول ۲۴

☑ **مارک رشته ها با شماره گذاری (در جهت محور طولی)**

قطر نامی سیم یا کابل	e * mm	h mm	i mm	d mm
D ≤ 2,4	≥ 0,6	≥ 2,3	ca. 2	≤ 50
2,4 < D ≤ 5,0	≥ 1,2	≥ 3,2	ca. 3	≤ 50
5,0 < D	≥ 1,6	≥ 4,6	ca. 4	≤ 50



* وقتی شماره فقط 1 است کوچکترین عرض نصف ابعاد داده شده در این ستون است .

خازن

جدول ۲۵

☑ **کابلهای با عایق PVC**

سطح مقطع نامی هادی mm²	ولتاژ نامی 3.6/6 KV μF/KM[1]	ولتاژ نامی 6/10 KV μF/KM[1]
25	0.30	0.35
35	0.32	0.33
50	0.32	0.43
70	0.35	0.43
95	0.38	0.50
120	0.43	0.53
150	0.45	0.63
185	0.50	0.70
240	0.55	0.33
300	0.60	0.92

۱) این مقادیر در دمای 20°C معتبر می باشند.

جدول ۲۶

☑ **کابلهای با عایق XLPE**

سطح مقطع نامی هادی mm²	ولتاژ نامی 6/10 KV μF/KM	ولتاژ نامی 8.7/15KV μF/KM	ولتاژ نامی 12/20 KV μF/KM	ولتاژ نامی 18/80 KV μF/KM
35	0.22	0.17	0.16	—
50	0.24	0.19	0.17	0.13
70	0.28	0.22	0.19	0.15
95	0.31	0.24	0.21	0.16
120	0.33	0.26	0.23	0.18
150	0.36	0.28	0.25	0.19
185	0.39	0.31	0.27	0.20
240	0.44	0.34	0.30	0.22
300	0.48	0.37	0.32	0.24
400	0.55	0.42	0.36	0.27
500	0.61	0.46	0.40	0.30

* مقادیر فوق برای کابلهای آرمور تا ۱۰٪ افزایش می یابند.

مقاومت القایی کابلهای با عایق PVC در 50 Hz

جدول ۲۷

سطح مقطع نامی هادی mm²	ولتاژ نامی 0.6/1 KV چند رشته mH/KM	ولتاژ نامی 0.6/1 KV تک رشته mH/KM	ولتاژ نامی 3.6/6 KV سه رشته mH/KM	ولتاژ نامی 3.6/6 KV تک رشته mH/KM2	ولتاژ نامی 6/10 KV سه رشته mH/KM	ولتاژ نامی 6/10 KV تک رشته mH/KM
25	0.082	0.103	0.107	0.137	0.122	0.127
35	0.079	0.098	0.101	0.131	0.116	0.119
50	0.078	0.095	0.097	0.121	0.114	0.113
70	0.075	0.090	0.092	0.117	0.107	0.107
95	0.075	0.088	0.088	0.112	0.103	0.104
120	0.073	0.085	0.085	0.107	0.099	0.100
150	0.073	0.084	0.083	0.105	0.096	0.097
185	0.073	0.084	0.081	0.102	0.093	0.094
240	0.072	0.082	0.078	0.097	0.089	0.093
300	0.072	0.081	0.077	0.095	0.087	0.091
400	—	0.079	—	0.092	—	0.088
500	—	0.079	—	0.089	—	0.085

* مقادیر فوق برای کابلهای آرمور تا ۱۰٪ افزایش می یابند.

مقاومت القایی کابلهای با عایق XLPE و PE در 50 Hz

جدول ۲۸

سطح مقطع نامی هادی mm²	0.6/1 KV تک رشته mH/KM	6/10 KV تک رشته mH/KM	8.7/15 KV تک رشته mH/KM	12/20 KV تک رشته mH/KM	18/30 KV تک رشته mH/KM
35		0.133	0.139	0.144	
50	0.088	0.127	0.132	0.137	0.146
70	0.085	0.119	0.124	0.129	0.137
95	0.082	0.114	0.118	0.123	0.131
120	0.082	0.109	0.114	0.118	0.125
150	0.082	0.106	0.110	0.144	0.121
185	0.082	0.102	0.106	0.110	0.117
240	0.079	0.098	0.102	0.105	0.112
300	—	0.095	0.099	0.102	0.108
400	—	0.091	0.095	0.098	0.103
500	—	0.089	0.092	0.094	0.100

* مقادیر فوق برای کابلهای آرمور تا ۱۰٪ افزایش می یابند.

جدول ۲۹

سطح مقطع نامی هادی mm²	ولتاژ نامی 0.6/1 KV چند رشته mH/KM	ولتاژ نامی 6/10 KV چند رشته mH/KM	ولتاژ نامی 8.7/15 KV چند رشته mH/KM	ولتاژ نامی 12/20 KV چند رشته mH/KM	ولتاژ نامی 18/30 KV چند رشته mH/KM
35	0.075	—	—	—	—
50	0.072	0.110	0.117	0.123	0.135
70	0.072	0.103	0.110	0.115	0.127
95	0.069	0.099	0.105	0.110	0.121
120	0.069	0.095	0.101	0.106	0.116
150	0.069	0.092	0.098	0.102	0.113
185	0.069	0.090	0.095	0.099	0.109
240	0.069	0.087	0.091	0.095	0.104
300	—	0.084	0.089	0.092	0.101

* مقادیر فوق برای کابلهای آرمور تا ۱۰٪ افزایش می یابند.

کد بندی کابلهای قدرت مطابق استاندارد DIN VDE 0271/0276

کد استاندارد :

N مطابق استاندارد DIN VDE

جنس هادی :

A هادی آلومینیومی

– هادی مسی

جنس عایق :

Y پی وی سی PVC

2X پلی اتیلن کراس لینک شده XLPE

هادی هم محور (اسکرین یا حفاظ الکترو استاتیکی) :

C هادی هم محور مسی

CW هادی هم محور مسی موجی شکل

CE هادی هم محور مسی بصورت جداگانه بر روی هر رشته کابل

S اسکرین با سیمهای مسی

SE اسکرین با سیمهای مسی بصورت جداگانه بر روی هر رشته کابل

H لایه های رسانا

(F) اسکرین ضد نفوذ آب بصورت طولی

آرمورینگ (زره) :

B زره با نوار فولادی

F زره با سیمهای تخت فولادی گالوانیزه شده

G زره با نوارهای فولادی با پیچش معکوس

R زره با سیمهای گرد فولادی گالوانیزه شده

جنس روکش :

A روکش خارجی از مواد فیبری

K روکش سربی

KL روکش آلومینیومی

Y روکش پی وی سی PVC

2Y روکش پلی اتیلن PE

هادی محافظ (ارت) :

J با هادی محافظ

O بدون هادی محافظ

تعداد رشته های کابل :

سطح مقطع هادی به میلیمتر مربع (mm2) :

شکل هادی :

r هادی گرد معمولی

s هادی سکتوری (قطاعی)

o هادی بیضوی

e هادی تک مفتولی گرد

m هادی استرند شده

h هادی گرد تو خالی

v هادی کمپکت (فشرده شده)

ولتاژ نامی :

0.6 تا 1 کیلو ولت

3.6 تا 6 کیلو ولت

6 تا 10 کیلو ولت

12تا 20 کیلو ولت

18 تا 30 کیلو ولت

مثال : NA2XS2Y 1x 35 rm/16 6/10 kv

N	A	2X	S		2Y		1	x	35	RM	6/10 kv

کابل تک رشته با عایق XLPE مطابق استاندارد . هادی گرد استرند شده آلومینیومی با سطح مقطع نامی ۳۵ میلیمتر مربع که با اسکرین مسی ۱۶ میلیمتر مربع پوشیده شده است . ولتاژ نامی کابل ۶/۱۰ کیلو ولت میباشد .

کد مشخصه برای کابلهای با استاندارد harmonized

مطابق استاندارد DIN VDE 0281/ DIN VDE 0282/ DIN VDE 0292

کد ساختاری

کد استاندارد

A	استانداردهای ملی مجاز
H	استانداردهای Harmonized

ولتاژ نامی U

01	100 V	05	300/500 V
03	300/300 V	07	450/750 V

جنس مواد عایق

B	(EPR) لاستیک اتیلن - پروپیلن
G	(EVA) کوپلیمر اتیلن - وینیل استات
N2	(CR) لاستیک کلروپرن برای کابلهای جوش
R	(NR a./o. SR) لاستیک طبیعی و یا مصنوعی
S	(SiR) لاستیک سیلیکونی
V	(PVC) پلی وینیل کلراید
V2	(PVC) پلی وینیل کلراید مقاوم در برابر گرما
V3	(PVC) پلی وینیل کلراید کم دما
V4	(PVC) پلی وینیل کلراید کراس لینک شده (با پیوند عرضی)
Z	(PE) پلی اتیلن کراس لینک شده (با پیوند عرضی)

اجزای ساختاری

C	اسکرین
Q4	(PA) غلاف با افزودنی پلی آمید
T	بافت افزودنی بر روی رشته های تابیده شده
T6	بافت افزودنی بر روی هر رشته

جنس مواد روکش / غلاف

B	(EPR) لاستیک اتیلن - پروپیلن	T	بافت
J	بافت پشم شیشه	T2	بافت با مواد دیرگداز
N	(CR) لاستیک کلروپرن	V	(PVC) پلی وینیل کلراید
N2	(CR) لاستیک کلروپرن برای کابلهای جوش	V2	(PVC) پلی وینیل کلراید مقاوم در برابر گرما
N4	(CR) لاستیک کلروپرن مقاوم در برابر گرما	V3	(PVC) پلی وینیل کلراید کم دما
Q	(PUR) پلی اورتان	V4	(PVC) پلی وینیل کلراید کراس لینک شده (با پیوند عرضی)
R	(NR a./o. SR) لاستیک طبیعی و یا مصنوعی	V5	(PVC) پلی وینیل مقاوم در برابر روغن

ترکیب ساختاری ویژه

D3	اجزای از بین بردن تنش (سیم تکیه گاه)	H2	کابل تخت بدون بند (دو رشته روکش شده)
D5	هسته مرکزی (نه عنصر تکیه گاهی)	H6	کابل تخت بدون بند (چند رشته روکش شده)
FM	رشته های مخابراتی که در کابلهای قدرت گنجانده شده اند.	H7	روکش عایقی دولایه
H	کابل تخت بنددار (دو رشته)	H8	کابلهای پیچشی (مارپیچی)

نوع هادی

D	افشان استرند شده برای کابلهای جوش	K	افشان استرند شده برای کابلهای نصب ثابت
E	بسیار افشان استرند شده برای کابلهای جوش	R	چند رشته گرد - کلاس ۲
F	افشان برای کابلهای انعطاف پذیر	U	تک رشته گرد - کلاس ۲
H	بسیار افشان برای کابلهای انعطاف پذیر	Y	سیم تینسلی (آلیاژی از قلع و سرب)

تعداد رشته ها

رشته زمین

G	با سیم زمین
X	بدون سیم زمین

سطح مقطع هادی به mm^2

مثال :

H07V-U 2.5 black (DIN VDE 0281 مطابق استاندارد)

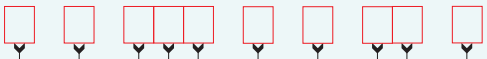
کابل روکش دار تک رشته با عایق PVC و $2.5mm^2$ و ولتاژ نامی 750V

H07RN-F 3G 1.5 (DIN VDE 0282 مطابق استاندارد)

کابل روکش لاستیکی برای بارهای فشار متوسط $3x1.5mm^2$ افشان با سیم ارت زرد-سبز و ولتاژ نامی 750V

Designation code for telephone cables jumper wires and stranded hook-up wires

Construction reference



Basic cable type with additional information

A	outdoor cable
AB	outdoor cable with lightning protection requirements
AJ	outdoor cable with induction protection requirements
G	mining cable
I	installation cable
IE	installation cable for industrial electronic
IE-H	installation cable for industrial electronic, halogen-free
S	switchboard cable
T	distribution cable
YV/Li$_m$	jumper wires/hook-up wires

Insulation

P	dry paper
Y	PVC (polyvinylchloride)
2Y	PE (polyethylene)
02Y	foamed PE (cellular)
02YS	foam-skin insulation
3Y	- Styroflex
5Y	- PTFE
6Y	- FEP
7Y	- ETFE

Screening

C	screen of braided copper wires
D	copper screen, helically stranded
F	filling of cable core with petrol-jelly
(K)	screen of copper tape with PE-inner sheath
(L)	aluminium tape
(ms)	magnetic screen steel tape
(St)	screen of plastic coated metallic foil
(z)	high tensile steel wire braiding

Sheath Material

L	smooth aluminium sheath
(L)2Y	copolymer coated aluminium moisture barrier sheath
LD	corrugated aluminium sheath
M	lead sheath
Mz	lead alloy sheath
W	corrugated steel sheath

Protective coating

Y	PVC sheath
Yv	reinforced protective sheath of PVC
Yw	PVC sheath heat-resistant
Yu	PVC flame resistant (non-flammable)
2Y	PE sheath
2Yv	reinforced protective PE sheath
E	compound with embeded plastic tape
C	protective covering of jute and compound

Number of stranding elements

..x1x	single core
..x2x	pair (double cores)
..x3x	triple
..x4x	quad
..x5x	five-core

Conductor diameter in mm

Type of stranding components

F	star quad with phantom circuit in railway cables
S	signal core in railway signal cable
StO	star quad general
St	star quad with phantom circuit for long distance
St I	star quad without phantom circuit
St II	star quad like St III,but with increased capacitance unbalances
St III	star quad in local (Subscriber) cable
St IV	star quad for transmission of f=120 kHz
St V	star quad for transmission of f=550 kHz
St VI	star quad for transmission of f=17 Mhz
DM	Dieselhorst-Martin quad
TF	carrier frequency star quad
P	twisted pair
PIMF	pair in metal foil
VIMF	quad in metal foil
BdiMF	unit in metal foil
Kx	coaxial cable

Stranding Layout

Lg	layer stranding concentric
Bd	unit stranding

Armouring wire

A	layer of Al-wires for inductive protection
b	armouring
B	armouring of steel band for inductive protection
1B 0.3	1 layer steel tape, thickness 0.3 mm
2B 0.5	2 layers steel tape, thickness 0.5 mm
D	layer of copper wires for inductive protection
(T)	strain bearing of steel wires for aerial cable

Chemical Resistance	Concentration (%)	Temperature up to ... °C	PVC: JZ-500/ 600/ 750, JB, OZ-BL, JZ-HF, PVC-Flach, TRONIC (LiYY), SUPERTRONIC-PVC	PVC: JZ-603, JZ 603-CY, Li-TPC-Y, PAAR-CY-OZ, N05W5-F, CEI 20-22	PVC: NYSLY, NYSLYCY, NLSY, NLSCY, NSY, NSYCY, H05W5-F, H05WC4V5-K	PVC: MULTIFLEX-Plus, LiFY, Trago, Lift-2S, BAUFLEX BUS-cables-PVC, DAT-cables-PVC	PVC: JZ-602, JZ-602-CY, TRONIC-CY,LiYCY, JZ-602 RC, PAAR-TRONIC-CY, SY-JZ, SY-JB, JZ-602 RC-CY	PVC: F-CY-JZ, Y-CY-JZ, JZ-HF-CY,J-Y(St)Y, J-YY, JE-Y(St), S-YY, S-Y(St)Y, TOPFLEX-PVC	PVC: E5UY, LiFY, PVC-Single cores, EDV-PIMF-CY E5Y, LiFDY, TUBEFLEX/-CY	PVC: H 05 V-K, H 07 V-K, H 03 W-F, H 05 W-F	PVC: THERM 120, THERM 105, H05V2-K, H07V2-K	PE: Coaxial-cable (PE), L2-BUS-cable (PE) A-2Y(L)2Y, A-2YF(L)2Y, HELUCOM® ... 2Y	PUR: PUR-JZ, PUR-JZ-HF, TOPFLEX-PUR, ROBOFLEX, SUPERTRONIC-PUR, MULTIFLEX-PUR, TOPSERV®	H: J-H(St)H, Security Cable. E30/E90, HELUCOM®-H JZ-500-HMH/HXMHX, N2XH, H07Z-K, RG-H	Silicone: SiHF, SiHF/GL-P, SiF, SiD, SiFF, SiF/GL, SiD/GL, SiHF-C-Si, FZ-LS, FZ-LSi, N2GMH2G	Neoprene Rubber: Neoprene-Round/Flat, NSHTOU, AIRPORT 400 Hz, H01N2-D/E, H 05/H 07-, A 05/A 07 RN-F	Teflon: FEP-6Y, PTFE-5Y, Compensating cables-FEP
Substance inorganic chemicals																		
Alums	colds.	20	●	●	●	●	●	●	●	●	●		○	◑	○	●	●
Aluminium salts	each	20	●	●	●	●	●	●	●	●	●			◑			●
Ammonia, wat.	10	20	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	○	●	●	●
Ammonium acetate, wat.	each	20	●	●	●	●	●	●	●	●	●				●		●
Ammonium carbonate, wat.	each	20	●	●	●	●	●	●	●	●	●		○			●	●
Ammonium chloride, wat.	each	20	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●			●	●
Barium salts	each	20	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	◑	●	●	●
Boric acid	100	20	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	◑	◑	●	●	●
Calcium chloride, wat.	colds.	20	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	◑	◑		●	●
Calcium chloride, wat.	10-40	20											●				
Calcium nitrate, wat.	colds.	20	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		◑		●	●
Calcium salts, wat.	colds.	20	●	●	●	●	●	●	●	●	●						●
Potassium carbonate, wat.		20	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			●	●	●
Potassium chlorate, wat.	colds.	20	●	●	●	●	●	●	●	●	●	◑		◑		●	●
Potassium chloride, wat.	colds.	20	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○		●		●
Potassium dicromate, wat.		20	●	●	●	●	●	●	●	●	●				●	●	●
Potassium iodie, wat.		20	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		◑	●	●	●
Potassium nitrate, wat.	colds.	20	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	◑	●	●	●
Potassium permanganate,		20	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	●	○			●	●
Potassium sulphate, wat.		20	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	◑	●	●	●
Copper salts	colds.	20	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	◑	●	●	●
Megnesium salts	colds.	20	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	◑	◑			●
Sodium bicarbonate (Natron),wat		20	●	●	●	●	●	●	●	●	●		◑		●	●	●
Sodium bisulphite (Soda), wat.		20	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○		●	●	●
Sodium chloride (Cook spalt), wat.		20	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	◑	●	●	●
Sodium thiosulfat, wat.		20	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	◑		●	●	●
Soda Lye	50	50	●	●	●	●	●	●	●	●	●						●
Nickel salts, wat.	colds.	20	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	◑	●	●	●
Nitrobenzene	100	50	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○				
Phosphoric acid	50	20	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○		◑		●
Mercury	100	20	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Mercury salts	colds.	20	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	◑	●	●	●
Nitric acid	30	20	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●
Hydrochlorid acid	conc.	20	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	●
Sulfur dioxide		20	●	●	●	●	●	●	●	●	●	◑	○		○	○	●
Carbon disulfide		20	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●
Sulfuric acid	50	50	●	●	●	●	●	●	●	●	●						●
Hydrogen sulfide		20	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●				●	●
Sea water		20	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	◑	●	●	●
Silver salts, wat.		20	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	◑	●	●	●
Cleaning fluid lye	2	100	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○		○		
Water (dest.)		20	●	●	●	●	●	●	●	●	●						
Hydrogen peroxide, wat.		20	●	●	●	●	●	●	●	●	●		◑		●	●	●
Zinc salts, wat.		20	●	●	●	●	●	●	●	●	●		○	◑		●	●
Stannous chloride		20	●	●	●	●	●	●	●	●	●			◑	●	●	●

●resistant
◑conditionally resistant
○not resistant
*** for individual case, please verify**

each = reach concentration
colds. = cold saturated
wat. = watery, liquid

The information mentioned in this summary is given to the best of our own knowledge and based upon our long standing experience. But we would like to direct your attention to the fact, that the information is given without obligation. A final judgement can only be made in practice.

Chemical Resistance	Concentration (%)	Temperature up to ... °C	PVC: JZ-500/ 600/ 750, JB, OZ-BL, JZ-HF, PVC-Flach, TRONIC (LiYY), SUPERTRONIC-PVC	PVC: JZ-603, JZ 603-CY, Li-TPC-Y, PAAR-CY-OZ, N05W5-F, CEI 20-22	PVC: NYSLY, NYSLYCY, NLSY, NLSCY, NSY, NSYCY, H05W5-F, H05WC4V5-K	PVC: MULTIFLEX-Plus, LiFY, Trago, Lift-2S, BAUFLEX BUS-cables-PVC, DAT-cables-PVC	PVC: JZ-602, JZ-602-CY, TRONIC-CY, LiYCY, JZ-602 RC, PAAR-TRONIC-CY, SY-JZ, SY-JB, JZ-602 RC-CY	PVC: F-CY-JZ, Y-CY-JZ, JZ-HF-CY, J-Y(St)Y, J-YY, JE-Y(St), S-YY, S-Y(St)Y, TOPFLEX-PVC	PVC: E5UY, LiFY, PVC-Single cores, EDV-PIMF-CY E5Y, LiFDY, TUBEFLEX/-CY	PVC: H 05 V-K, H 07 V-K, H 03 W-F, H 05 W-F	PVC: THERM 120, THERM 105, H05V2-K, H07V2-K	PE: Coaxial-cable (PE), L2-BUS-cable (PE) A-2Y(L)2Y, A-2YF(L)2Y, HELUCOM® ... 2Y	PUR: PUR-JZ, PUR-JZ-HF, TOPFLEX-PUR, ROBOFLEX, SUPERTRONIC-PUR, MULTIFLEX-PUR, TOPSERV®	H: J-H(St)H, Security Cable. E30/E90, HELUCOM®-H JZ-500-HMH/HXMHX, N2XH, H07Z-K, RG-H	Silicone: SiHF, SiHF/GL-P, SiF, SiD, SiFF, SiF/GL, SiD/GL, SiHF-C-Si, FZ-LS, FZ-LSi, N2GMH2G	Neoprene Rubber: Neoprene-Round/Flat, NSHTOU, AIRPORT 400 Hz, H01N2-D/E, H 05/H 07-, A 05/A 07 RN-F	Teflon: FEP-6Y, PTFE-5Y, Compensating cables-FEP
Substance inorganic chemicals																	
Aceton		20	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○		◑		
Ethyl alcohol	100	20	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	◑	○	●	●	●
Ethyl chloride		50	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○		◑		
Ethylene glycol		100	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑		○		●		
Formic acid	30	20	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	○			●	●
Aniline		50	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○				
Petrol		20	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	○	◑	○	●
Benzene		50	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○		○		
Succinic acid, wat.	colds.	20	●	●	●	●	●	●	●	●	●						●
Brake fluid		100	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑		○				
Butane		20	●	●	●	●	●	●	●	●	●				◑		
Butter		50	●	●	●	●	●	●	●	●	●		◑		●		●
Chlorobenze		30	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○		○		
Chloroprene		20	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○		○		
Diethylether		20	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑		●		○		
Diethylprestone		50	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●		●		
Diesel oil			○	○	○	○	○	○	○	○	○		●	○	◑		●
Glacical acetic acid	20	50	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○		●		●
Acetic acid	20		◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑		○			●
Freon		20	○	○	○	○	○	○	○	○	○		◑*		○		
Gear oil		100	●	●	●	●	●	●	●	●	●		◑*		◑		
Glycerin	each	50	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●		●		
Hydraulic oil		20	○	○	○	○	○	○	○	○	○		◑	○	○		●
Isopropyl alcohol	100	20	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	◑		◑	◑	●
Kerosene		20											●				
Lactic acid	10		○	○	○	○	○	○	○	○	○		○		○		●
Machine oil		20	◑	●	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑		◑	○	●	◑	●
Methanol		20	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○		●		
Methyl alcohol	100		◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	●	◑	◑		◑	●
Methylen chloride		20	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○		○		
Mineral oil													◑*				
Motor oil		120	○	●	○	○	○	○	○	○	○		○		●		
Olive oil		50	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●		●		●
Oxal acid	colds.	20	●	●	●	●	●	●	●	●	●	◑		◑		◑	●
Paraffin oil													●				
Vegetable oils			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○		◑	●
Vegetable fats			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○		◑	●
Cutting oil			◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑		●*	○	●	◑	●
Tar acid		20	●	●	●	●	●	●	●	●	●		○				
Carbon tetrachloride	100	20	●	●	●	●	●	●	●	●	●		○		○		
Toluene															○		
Trichloroethene	100	20	●	●	●	●	●	●	●	●	●				●		
Tartaric acid, wat.			●	●	●	●	●	●	●	●	●			◑	●	●	●
Citric acid			●	●	●	●	●	●	●	●	●			◑	●	●	●

●resistant
◑conditionally resistant
○not resistant
*** for individual case, please verify**

each = reach concentration
colds. = cold saturated
wat. = watery, liquid

The information mentioned in this summary is given to the best of our own knowledge and based upon our long standing experience. But we would like to direct your attention to the fact, that the information is given without obligation. A final judgement can only be made in practice.

US-American and British units conversion of usual measuring units

☑ Units for cables and wires

In the US the measurements are mainly used in AWG-numbers (AWG = American Wire Gauge). The AWG numbers conform the british B&S-numbers (B&S= Brown & Sharp).

AWG No.	Cross section mm²	Dia meter mm	Conductor resistance ohm/km
1000 MCM*	507	25.4	0.035
750	380	22.0	0.047
600	304	19.7	0.059
500	254	20.7	0.07
400	203	18.9	0.09
350	178	17.3	0.10
300	152	16.0	0.12
250	127	14.6	0.14
4/0	107.20	11.68	0.18
3/0	85.00	10.40	0.23
2/0	67.50	9.27	0.29
0	53.40	8.25	0.37
1	42.40	7.35	0.47
2	33.60	6.54	0.57
3	26.70	5.83	0.71
4	21.20	5.19	0.91
5	16.80	4.62	1.12
6	13.30	4.11	1.44
7	10.60	3.67	1.78
8	8.366	3.26	2.36
9	6.63	2.91	2.77
10	5.26	2.59	3.64
11	4.15	2.30	4.44
12	3.30	2.05	5.41
13	2.62	1.83	7.02

4/0 is also stated: 0000;1 mil = 0,001 inch = 0,0254 mm
*for bigger cross-section the sizes in MCM (circular mils)

AWG No.	Cross section mm²	Dia meter mm	Conductor resistance ohm/km
14	2.08	1.63	8.79
15	1.65	1.45	11.20
16	1.31	1.29	14.70
17	1.04	1.15	17.80
18	0.8230	1.0240	23.0
19	0.6530	0.9120	28.3
20	0.5190	0.8120	34.5
21	0.4120	0.7230	44.0
22	0.3250	0.6440	54.8
23	0.2590	0.5730	70.1
24	0.2050	0.5110	89.2
25	0.1630	0.4550	111.0
26	0.1280	0.4050	146.0
27	0.1020	0.3610	176.0
28	0.0804	0.3210	232.0
29	0.0646	0.2860	282.0
30	0.0503	0.2550	350.0
31	0.0400	0.2270	446.0
32	0.0320	0.2020	578.0
33	0.0252	0.1800	710.0
34	0.0200	0.1600	899.0
35	0.0161	0.1430	1125.0
36	0.0123	0.1270	1426.0
37	0.0100	0.1130	1800.0
38	0.00795	0.1010	2255.0
39	0.00632	0.0897	2860.0

1 CM = 1 Circ. mil. = 0.0005067 mm^2
1 MCM = 1000 Circ. mils=0.5067 mm^2

☑ General measuring units

Length		1 lb (pound)	= 0.4536 kg	1 in H_2O	= 2.491 mbar
1 mil	= 0.0254 mm	1 stone	= 6.35 kg	1 N/mm^2	= 145 psi
1 in (inch)	= 25.4 mm	1 qu (quarter)	= 12.7 kg		= 10 bar
1 ft (foot)	= 0.3048 m	1 US-cwt		1 kp/mm^2	= 1422 psi
1 yd (yard)	= 0.9144 m	(hundred weight)	= 45.36 kg	1 at	= 736 Torr
1 ch (chain)	= 20.1 m	1 US ton (short ton)	= 0.907t		= 1 kp/cm^2
1 mile (land mile)	= 1.609 km	1 brit ton (long ton)	= 1.016t	1 Torr	= 1 mm Hg
	= 1760 yards	**Force**		1 bar	= 0.1 H Pa
1 mile (nautic mile)	= 1.852 km	1 lb	= 4.448 N	1 pa	= 1 N/m^2
1 mm	= 0.039370 inches	1 brit ton	= 9954 N	**Density**	
1 m	= 39.370079 inches	1 pdl (poundal)	= 0.1383 N	1 lb/cu.ft	= 16.02 kg/m^3
Area		1 kgf	= 9.81 N	1 lb/cu.in.	= 27.68 t/m^3
1 CM (circ.mil)	= 0.507 ·10^{-3} mm^2	1 N	= 1.02 kgf	**Horse power**	
1 MCM	= 0.5067 mm^2	**Velocity**		1 hp·h	= 1.0139 PS·h
1 sq.inch (sq.inch)	= 645.16 mm^2	1 mile/h	= 1.609 km/h		= 2.684·10^6 Joule
1 sq.ft (sq.foot)	= 0.0929 m^2	1 Knoteh	= 1.852 km/h		= 746 W·h
1 square yard	= 0.836 m^2	1 ft/s	= 0.305 m/s	1BTU(brit therm. unit)	= 1055 Joule
1 acre	= 4047 m^2	1 ft/min	= 0.508 ·10^{-3} m/s	**Electrical units**	
1 square mile	= 2.59 km^2	**Radiation absorbed dose**		1 ohm/1000 yd	= 1.0936 Ω/km
Density		1 Gray	= 1 J/kg	1 ohm/1000 ft	= 3.28 Ω/km
1 cu.in. (cubic inch)	= 16.39 cm^3	1 rad	=10^{-2}J/kg=1 CentiGy	1 μF/mile	= 0.62 μF/km
1 cu.ft. (cubic foot)	= 0.0283 m^3		= 0.01 Gy	1 megohm/mile	= 1.61 MΩ/km
1 cu.yd. (cubic yard)	= 0.7646 m^3	1 Centi	= 100 Joule	1 μμf/foot	= 3.28 pF/m
1 gal. (us gallon)	= 3.785 l	1 rad	= cJ/kg=0.01 Gy	1 decibel/mile	= 71.5 mN/m
1 gal. (brit gallon)	= 4.546 l	1 Mrad	= 1·10 ^6 cJ/kg	**Power rate**	
1 US pint	= 0.473 l	**Energy**		1 PS	= 0.736 kW
1 US quart	= 0.946 l	1 kcal	= 1/16 ·10^3 kWh	1 kW	= 1.36 PS
1 US barrel	= 158.81 l	1 kWh	=360 kcal	1 hp	= 0.7457 kW
Temperature		**pressure**		1 kW	= 1.31 hp
F (Fahrenheit)	= (1/8 ·C) + 32°	1 psi (lb/sq.)	=68.95 mbar		
C (Celsius)	= 0.5556 · (F-32°)		= 6.895·10^{-3} Nmm²		
Weight		1 lb/sq.ft	= 0.478 mbar		
1 grain	= 64.8 mg	1 pdl/sq.ft	= 1.489 N/m^2		
1 dram	= 1.77 g	1 in Hg	= 33.86 mbar		
1 oz (ounce)	= 28.35 g	1 ft H_2O	= 29.89 mbar		

Formulas of electrotechnic and electronic

شرکت صنعتی الکتریک خراسان
افشارنژاد

Cross-section for **single wire round**

$q = \frac{D^2 \cdot \pi}{4}$ or $D^2 \cdot 0.7854$

Cross-section for **bunched wire**

$q = \frac{D^2 \cdot \pi}{4} \cdot n$ or $d^2 \cdot 0.7854 \cdot n$

Diameter for **single wires cross-section**

$D = \sqrt{\frac{q \cdot 4}{\pi}}$ or $\sqrt{q \cdot 1.2732}$

Diameter for **bunched wires**

$D = \sqrt{1.34 \cdot n \cdot d}$

q = cross-section (mm^2)
D = conductor diameter (mm)
d = single wire diameter (mm)
n = number of wires

Conductor Resistance

$R = \frac{L}{\kappa \cdot q}$ or $\frac{\rho \cdot L}{q}$

$R_{loop} = \frac{2 \cdot L}{\kappa \cdot q}$ or $\frac{2 \cdot L \rho}{q}$

R = Electrical direct-current resistant (ohm)
R_{loop} = Resistance of a complete circuit
q = cross-section (mm^2 or q mm)
κ (kappa) = conductivity
ρ (Rho) = Specific resistance $\rho = \frac{1}{\kappa}$
L = Conductor Length

Materials	Conductivity $\frac{m}{\Omega \cdot mm^2}$	Spec. resistance $\frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$
Copper	58.00	0.01724
Aluminium	33.00	0.0303
Silver	62.00	0.1613
Iron	7.70	0.1299
Constantan	2.00	0.50

Serial connection

Resistance $R = R_1 + R_2 + R_3 + \ldots + R_n$
Capacitance $\frac{1}{C} + \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \ldots + \frac{1}{C_n}$
Inductance $L = L_1 + L_2 + L_3 + \ldots + L_n$

Parallel connection

Resistance $R = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \ldots + \frac{1}{R_n}$
Capacitance $C = C_1 + C_2 + C_3 + \ldots + C_n$
Inductance $L = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} + \ldots + \frac{1}{L_n}$

Mutual capacity (c)

- coaxial cable $C = \frac{\xi r \cdot 10^3}{18 \cdot \ln \frac{Da}{d}}$ (nF/km)
- parallel core $C = \frac{\xi r \cdot 10^3}{36 \cdot \ln \frac{Da}{d}}$ (nF/km)
- shielded twisted pair

$C_B = \frac{\xi r \cdot 10^3}{36 \ln \frac{2a}{d} \cdot \frac{(Da^2 - a^2)}{(Da^2 + a^2)}}$ (nF / km)

Da = outer diameter over insulation
Ds = diameter over shield
d = diameter of conductor
a = distance-mid to mid of both conductors
ξr = dielectric constant

ohm's Law

The current intensity (I) is proportional to voltage (U) and inversely proportional to resistance (R)

$I = \frac{U}{R}$ $R = \frac{U}{I}$ $U = I \cdot R$

I = current intensity (Amps - A)
R = electrical resistance (Ω)
U = electrical voltage (V)

Conductance

$G = \frac{1}{R}$ $1S = \frac{1}{1\Omega}$ or $1\mu S = \frac{1}{1M\Omega}$

S (Siemens)=reziprocal value of a resistance is used as **conductance**

1 Siemens= 1 / Ohm
G = electrical conductance

Capacitance

- Single core against earth

$C_B = \frac{\xi r \cdot 10^3}{18 \ln \frac{Di}{d}}$ (nF/km or pF/m)

- Unshielded symmetrical twisted pair

$C_B = \frac{\xi r \cdot 10^3}{36 \ln \frac{2a}{d}}$ (nF/km or pF/m)

- Coaxial pair

$C_B = \frac{\xi r \cdot 10^3}{18 \ln \frac{Di}{d}}$ (nF/km or pF/m)

- Shielded symmetrical twistet pair

$C_B = \frac{\xi r \cdot 10^3}{36 \ln \frac{2a}{d} \cdot \frac{(Da^2 - a^2)}{(Da^2 + a^2)}}$ (nF/km or pF/m)

Di = outer diameter over single core (mm)
Da = outer diameter of multicores (mm)
d = conductor diameter (mm)
a = distance between two conductors mid to mid of both conductors

Inductance of parallel cores

at low frequencies

$L = 0.4 \left(\ln \frac{Da}{r} + 0.25\right)$ mH/km

at high frequencies

$L = 0.4 \left(\ln \frac{Da}{r} + 0\right)$ mH/km

Inductance of coaxial cable

at high frequencies

$L = 0.2 \left(\ln \frac{Da}{r} + 0\right)$ mH/km

Da = distance between two conductors mid to mid of both conductors
r = radius of a conductor
ξr = dielectric constant

Impedance (Z)

for coaxial cable $Z = \frac{60}{\sqrt{\xi r}} \cdot \ln \frac{D}{d}$ (Ω)

D = diameter over insulation
d = conductor diameter

for communication cable

at low frequencies $Z = \sqrt{\frac{R}{\omega C}}$ (Ω)·tan φ=1, φ= 45°

at high frequencies $Z = \sqrt{\frac{L}{C}}$ (Ω)

R = Resistance (Ω/km)
L = Inductance (mH/km)
C = Capacitance(nF/km)
ω = 2πf

Wave length $\lambda = \frac{v}{f}$

λ = wave length
v = propagation velocity (velocity of light: 300,000 km/s)
f = frequency

units of attenuation - neper (N), decibel (dB) and Bel (B)

1 Np = 8,686 dB
1 dB = 0,1151 Np = $\frac{1}{10}$Bel
1 Bel = 10dB = 1,1513 Np

Formulas of power engineering

شرکت صنعتی الکتریک خراسان
افشارنژاد

Cross-section

- for direct current and single phase alternative current of known **current**

$$q = \frac{2 \cdot I \cdot L}{\kappa \cdot u} \ (mm^2)$$

for three-phase current

$$q = \frac{1{,}732 \cdot I \cdot \cos\varphi \cdot L}{\kappa \cdot u} \ (mm^2)$$

- for direct current and single phase alternative current of known **power**

$$q = \frac{2 \cdot I \cdot P}{\kappa \cdot u \cdot U} \ (mm^2)$$

for three-phase current

$$q = \frac{I \cdot P}{\kappa \cdot u \cdot U} \ (mm^2)$$

Voltage drop

For low voltage cable network of normal operation, it is advisable of a voltage drop of 3-5%.

On exceptional case, higher values (up to 7%) can be permitted in case of network-extension or in short-circuit.

- for direct current of known **current**

$$u = \frac{2 \cdot I \cdot l}{\kappa \cdot q} \ (V)$$

for single phase alternative current

$$u = \frac{2 \cdot I \cdot \cos\varphi \cdot l}{\kappa \cdot q} \ (V)$$

for three-phase current

$$u = \frac{1.732 \cdot I \cdot \cos\varphi \cdot l}{\kappa \cdot q} \ (V)$$

- for direct current of known **power**

$$u = \frac{2 \cdot I \cdot P}{\kappa \cdot q \cdot U} \ (V)$$

for single phase alternative current

$$u = \frac{2 \cdot I \cdot P}{\kappa \cdot q \cdot U} \ (V)$$

for three-phase current

$$u = \frac{I \cdot P}{\kappa \cdot q \cdot U} \ (V)$$

u = voltage drop (V)
U = operating voltage (V)
P = power (W)
Rw = effective resistance (Ω/km)
L = Inductance (mH/km)
ωL = Inductive resistance (Ω/km) (ω=2·π·f at 50 Hz=314)
q = cross-section (mm^2)
I = working current (A)
l = length of the line (m)
κ (kappa) = electrical conductivity of conductors
κ-Copper = 56
κ-Alu = 33

Nominal voltage

The nominal voltage is to be expressed with two values of alternative current U0/U inV (Volt).

U_0 /U = phase-to-earth voltage

U_0 : Voltage between conductor and earth or metallic covering (shields, armouring, concentric conductor)

U : Voltage between two outer conductors

$U_0 : U/\sqrt{3}$ for three-phase current systems

$U_0 : U/2$ for single-phase and direct current systems

U_0/U_0 : an outer conductor is earth-connected for A.C.- and D.C.- systems

Nominal current

I in (A)

Active current

$I_w = I \cdot \cos\varphi$

Reactive current

$I_0 = I \cdot \sin\varphi$

Apparent power (VA)

$S = U \cdot I$ for single phase current (A.C.)
$S = 1{,}732 \cdot U \cdot I$ for three- phase current

Active power (W)

$P = U \cdot I \cdot \cos\varphi$ for single phase current (A.C.)
$P = 1{,}732 \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi$ for three- phase current
$P = U \cdot I$ for direct current

Reactive power (Var)

$Q = U \cdot I \cdot \sin\varphi$ for single phase current (A.C.)
$Q = 1{,}732 \cdot U \cdot I \cdot \sin\varphi$ for three- phase current
(Voltampere reactive) $Q = P \cdot \tan\varphi$

Phase angle

φ is a phase angle between voltage and current

cos φ =	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
sin φ =	0	0,44	0,6	0,71	0,8	0,87

Insulation resistance

$$R_{iso} = \frac{S_{iso}}{l} \cdot \ln\frac{Da}{d} \cdot 10\text{-}8 \ (M\Omega \cdot km)$$

Specific insulation resistance

$$R_s = \frac{R.\pi.l.10^8}{\ln\frac{Da}{di}}$$

Da = outer diameter over insulation (mm)
d = conductor diameter (mm)
di = inner diameter of insulation (mm)
l = length of the line (m)
Siso = Spec. resistance of insulation materials (Ω · cm)

Mutual capacity (C_B) for single-core, three-core and H-cable

$$C_B = \frac{\xi r \cdot 10^3}{18 \ln\frac{Da}{d}} \ (nF/km)$$

Inductance

Single-phase $0{,}4 \cdot (\ln\frac{Da}{r} + 0{,}25)$ mH/km
three-phase $0{,}2 \cdot (\ln\frac{Da}{r} + 0{,}25)$ mH/km

Da = distance-mid to mid of both conductors
r = radius of conductor (mm)
ξr = dielectric constant
0,25 = factor for low frequency

Earth capacitance

$E_c = 0{,}6 \cdot C_B$

Charging current (only for three-phase current)

ILad = U.2πf.CB.10-6A/km per core at 50 Hz

Charging power

PLad=ILad.U

Leakage and loss factor

$G = \tan\delta . \omega C$ (S)

$\tan\delta = \frac{G}{\omega C}$

$\omega = 2\pi f$

C=Capacity
tanδ=loss factor
S=Siemens= $\frac{1}{1\Omega}$

Dielectric loss

$D_v = U^2 . 2\pi f . CB . \tan . 10\text{-}6$ (W/km)

f	bei 50 Hz	
tanδ	PE/VPE (XLPE)	~0,0005
	EPR	~0,005
	Paper-single core, three-core, H-cable	~0,003
	Oil-filled and pressure cable	~0,003
	PVC cable	~0,05

It should be noted that for the current load of the insulated cables and wires of selected cross-section, the power ratings table is also be considered.

To estimate the voltage drop of insulated wires andcables for heavy (big) cross-sections of single- and three-phase-overhead line, the active resistance as well as the inductive resistance must be considered.

The formula for single-phase (A.C.) :

$$U = 2 \cdot l \cdot I \cdot (Rw \cdot \cos\varphi + \omega L \cdot \sin\varphi) \cdot 10\text{-}3 (V)$$

Three-phase :

$$U = 1{,}732 \cdot l \cdot I \cdot (Rw \cdot \cos\varphi + \omega L \cdot \sin\varphi) \cdot 10\text{-}3 (V)$$

شرکت صنعتی الکتریک خراسان

دفتر تهران : خیابان دکتر شریعتی ، ایستگاه عوارضی ، پلاک ۳۶۹ تلفن : ۷۷۶۰۰۶۹۷ - ۷۷۶۰۳۸۸۶ فاکس : ۷۷۶۰۰۷۵۳