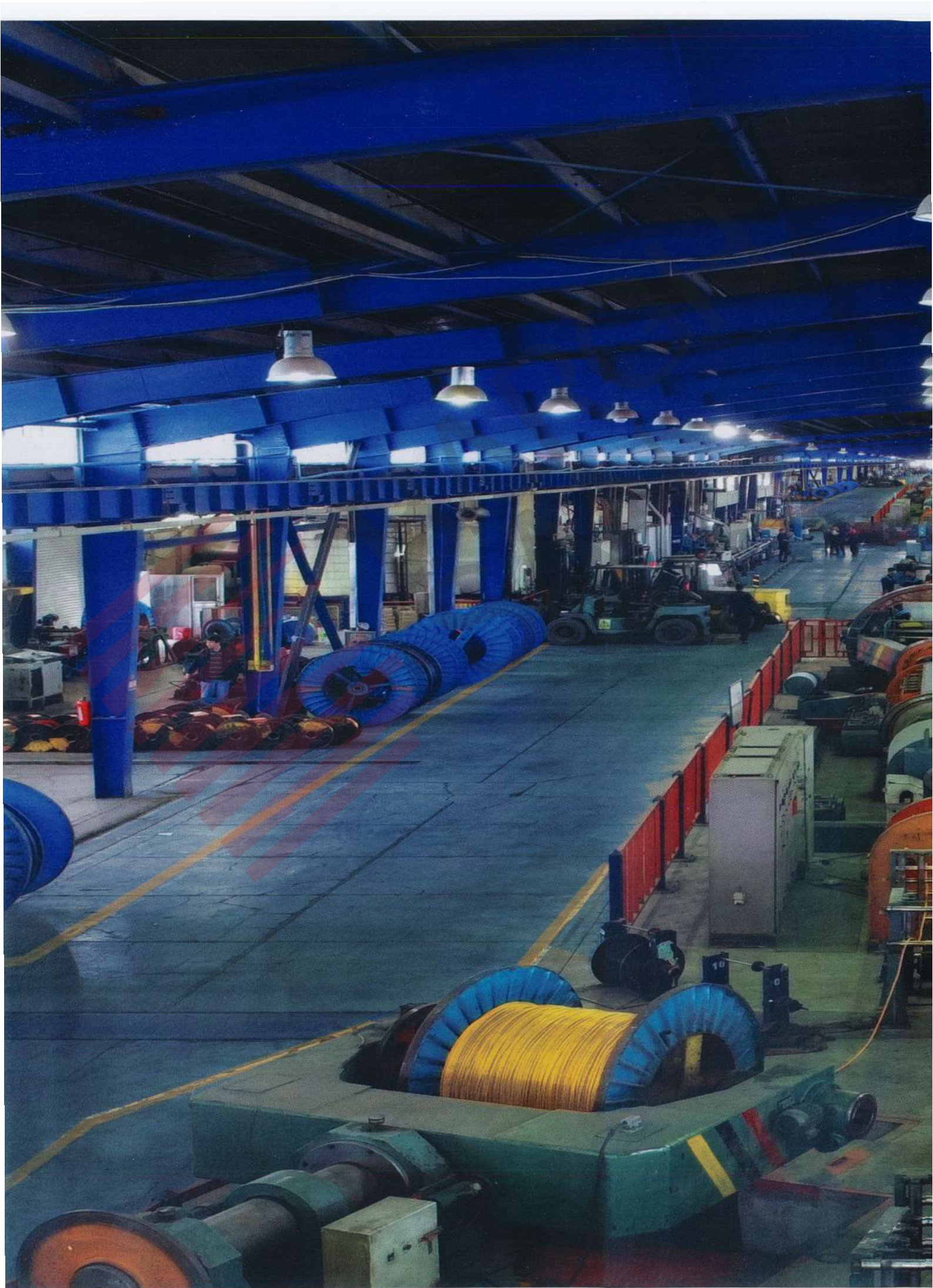






کارخانجات شرکت صنعتی الکتریک خراسان سال ۱۳۴۸



فهرست

◎ کابلهای نصب ثابت

کابلهای با عایق PVC

کابلهای قدرت

کابلهای کنترل

کابلهای مسلح

کابلهای شیلد

کابلهای شیلد مسلح

کابلهای تخت با هادی محافظ

کابلهای با عایق XLPE

کابلهای قدرت

کابلهای مسلح

کابلهای بدون هالوزن

کابلهای بدون هالوزن مقاوم در برابر آتش

◎ کابلهای افشان

کابلهای افشان سبک

کابلهای کنترل افشان

کابلهای افشان مقاوم در برابر حرارت 105 °C

سیمهای تخت بدون روکش

◎ سیمها

سیمهای ساختمانی و ارت

سیمهای اتومبیلی

سیمهای سخت هوایی

◎ کابلهای تلفنی و ابزار دقیق

کابلهای تلفنی هوایی

کابلهای تلفنی زمینی

کابلهای تلفنی داخلی

کابلهای ابزار دقیق با عایق و روکش PVC

کابلهای ابزار دقیق با عایق و روکش PE

سیمهای رانزه

◎ کابلهای تخصصی

کابل های ضد حریق با عایق سیلیکون

کابل های جوش

کابل های سیستم های هوشمند KNX

کابل های شبکه CAT6

کابل های تراول آسانسوری

کابل های کواکسیال

◎ گرانول

گرانول هالوزن فری

گرانولهای PVC برای مواد عایقی و روکش

مسترچهای PVC

◎ اطلاعات فنی

صفحه شماره: ۴-۱

صفحه شماره: ۵

صفحه شماره: ۱۰-۶

صفحه شماره: ۱۳-۱۱

صفحه شماره: ۱۶-۱۴

صفحه شماره: ۱۷

صفحه شماره: ۲۱-۱۸

صفحه شماره: ۲۵-۲۲

صفحه شماره: ۲۷-۲۶

صفحه شماره: ۲۸

صفحه شماره: ۳۰-۲۹

صفحه شماره: ۳۴-۳۱

صفحه شماره: ۳۵

صفحه شماره: ۳۶

صفحه شماره: ۳۸-۳۷

صفحه شماره: ۴۱-۳۹

صفحه شماره: ۴۲

صفحه شماره: ۴۴-۴۳

صفحه شماره: ۴۵

صفحه شماره: ۴۶

صفحه شماره: ۴۷

صفحه شماره: ۴۸

صفحه شماره: ۴۹

صفحه شماره: ۵۰

صفحه شماره: ۵۱

صفحه شماره: ۵۲

صفحه شماره: ۵۴-۵۳

صفحه شماره: ۵۵

صفحه شماره: ۵۶

صفحه شماره: ۵۷

صفحه شماره: ۵۹-۵۸

صفحه شماره: ۶۰

صفحه شماره: ۸۷-۶۱

NYM , NYY-J , NYY-O

NYY-J , NYY-O

NYRY , NYBY

NYCY

NYCYRY

N2XY , NA2XY , NA2XBY

N2XRY , N2XBY

N2XH

NYMHY

NYSLY , NYSLCY

NYAF , NYA

AVSS , PSA

JY(st)Y

A2Y(st)2Y

J-YY

RE-Y(st)Y

RE-2Y(st)2Y

Y , YY



کابل های قدرت ضد حریق با مواد بدون هالوژن و دیرگداز 0.6/1 KV



KHORASAN ELECTRIC IND. CO. 0.6/1 KV Fire resisting (افشار نژاد)

کاربرد:

در اماکن عمومی جهت حفظ جان انسان، هوشیاری آنها و همچنین تأسیسات و اموال مهم که باید در مقابل آتش محافظت شوند استفاده می شوند.
از آن جمله می توان مجموعه های صنعتی، ساختمانهای عمومی، هتل ها، فرودگاه ها، شبکه های ریلی زیرزمینی و بیمارستانها را نام برد.

ساختار کابل:

- Cu / MGT / XLPE / LSHF
- هادی مسی کلاس ۲ مطابق IEC 60228
- نوار میکا
- عایق XLPE
- فیلر: مواد بدون هالوژن
- روکش: مواد بدون هالوژن و دیرگداز

مشخصات فنی:

- کابل قدرت مطابق استاندارد IEC 60502-1, IEC 60331
- دامنه حرارتی در نصب ثابت: -5°C
- حداکثر دمای هادی: +90°C
- حداکثر دمای اتصال کوتاه: +250°C
- ولتاژ نامی: $U_0/U=0.6/1$ KV
- تست ولتاژ: 4KV a.c. 50Hz

تعداد رشته x سطح مقطع نامی mm ²	ضخامت عایق mm	ضخامت روکش mm	میانگین قطر خارجی mm	حداکثر مقاومت هادی در 20 °C (Ω/KM)	جریان مجاز در هوای 30°C (A)	وزن تقریبی kg/km
2 x 1.5 re	0.7	1.8	12.0	12.1	24	205
2 x 2.5 re	0.7	1.8	12.8	7.41	32	242
2 x 4 re	0.7	1.8	13.8	4.61	42	300
2 x 6 re	0.7	1.8	14.7	3.08	53	380
2 x 10 rm	0.7	1.8	17.5	1.83	73	510
2 x 16 rm	0.7	1.8	19.3	1.15	96	670
2 x 25 rm	0.9	1.8	22.7	0.727	130	980
3 x 1.5 re	0.7	1.8	12.6	12.1	24	230
3 x 2.5 re	0.7	1.8	13.5	7.41	32	278
3 x 4 re	0.7	1.8	14.4	4.61	42	347
3 x 6 re	0.7	1.8	15.5	3.08	53	432
3 x 10 rm	0.7	1.8	18.2	1.83	73	625
3 x 16 rm	0.7	1.8	20.3	1.15	96	850
3 x 25 rm	0.9	1.8	24.0	0.727	130	1200
4 x 1.5 re	0.7	1.8	13.3	12.1	24	270
4 x 2.5 re	0.7	1.8	14.4	7.41	32	325
4 x 4 re	0.7	1.8	15.4	4.61	42	415
4 x 6 re	0.7	1.8	16.8	3.08	53	520
4 x 10 rm	0.7	1.8	19.8	1.83	73	770
4 x 16 rm	0.7	1.8	22.1	1.15	96	1020
4 x 25 rm	0.9	1.8	26.2	0.727	130	1560



کابل ضد حریق با عایق سیلیکون



مشخصات فنی:

مطابق استاندارد: BS 7629-1
INSO 22978-1

دامنه حرارتی:

در حالت عادی $+70^{\circ}\text{C}$

به صورت لحظه ای تا $+250^{\circ}\text{C}$

ولتاژ نامی: U0/U 300/500 v

ولتاژ تست: 2KV AC 50 HZ 5min

قابلیت تحمل شعله با دمای 830°C درجه در مدت ۱۲۰ دقیقه

همراه با ضربه مکانیکی و پاشش آب طبق استانداردهای

INSO 3082-1, IEC 60331-2

ساختار کابل:

CU/SIR/CU/HFFR

هادی مسی کلاس ۱ یا ۲ مطابق IEC ۶۰۲۲۸

عایق: SIR لاستیک سیلیکون سرامیک

روکش: هالوزن فری مقاوم به شعله

HFFR

کاربرد:

کابل های ضد حریق برای استفاده سیستم های

ضد حریق، نقاط دمای بالا و حساس و جلوگیری

از انتشار شعله در زمان آتش سوزی و عملکرد

صحیح در شرایط آتش سوزی می باشد.

تعداد رشته x سطح مقطع نامی mm^2	ضخامت عایق mm	ضخامت روکش mm	میانکین قطر خارجی mm	حداکثر مقاومت هادی در 20°C (Ω/KM)	جریان مجاز در هوای 30°C (A)
2 x 1.5 re	0.7	0.9	8.5	12.1	24
2 x 1.5 rm	0.7	0.9	8.5	12.1	24
3 x 1.5 re	0.7	0.9	9.5	12.1	24
3 x 1.5 rm	0.7	0.9	9.5	12.1	24



گرانول هالوژن فری



ترکیبات هالوژن فری مقاوم به انتشار شعله بر پایه پلی اولفین ها مطابق با استاندارد های VDE 0207 و BS 7655 و IEC 60502 تولید می شوند. این محصولات عاری از عناصر هالوژنه بوده و لذا در اثر قرار گرفتن در معرض آتش از خود گازهای سمی منتشر نمی کنند. از سوی دیگر یکی از موارد با اهمیت در مواجهه با شرایط آتش سوزی عدم انتشار دود است. در این مواد میزان انتشار دود ناچیز داشته و اصطلاحاً Low Smoke می باشند. ویژگی مهم دیگر این محصول مقاوم بودن در برابر انتشار شعله است. این ویژگی سبب می گردد در صورت وقوع آتش سوزی، شعله های آتش در طول کابل تولید شده با این مواد انتقال نیابد. این محصولات بصورت بی رنگ و یا خودرنگ مطابق سفارش قابل عرضه می باشند.

نوع	شاخص اکسیژن (%)	چگالی gr/cm ³	شاخص جریان مذاب gr/10min	سختی ShoreD	ازدیاد طول در پارگی (%)	استحکام کششی Mpa	توضیحات	کد محصول
HM2, HM5 LTS-ST8	34	1/49	6	50	180	13	کاربری عمومی (۷۰ درجه)	Hf211
HM2, HM5 LTS-ST8	34	1/49	6	50	180	13	کاربری عمومی (۷۰ درجه) آنتی UV	Hf211-UV
HM2, HM2 LTS-ST8	35	1/5	3/5	50	180	13	کاربری عمومی (۸۰ درجه)	Hf417
HM2, HM2 LTS-ST8	35	1/5	3/5	50	180	13	کاربری عمومی (۸۰ درجه) آنتی UV	Hf417-UV
-	37	1/7	10	52	150	9	بدینگ	Hf0108
-	40	1/9	10	50	100	6	فیلر	Hf0109



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



- عایق و روکش در کابل‌های مختلف برقی و تلفنی برای دامنه‌های حرارتی $70-90^{\circ}\text{C}$ مطابق استانداردهای IEC 60189 , IEC 60227 , IEC 60502 و TCI
- تولید گرانول‌های PVC بصورت رنگی یا بیرنگ امکان پذیر می باشد.
- انواع گرانول: A , C , D , E , ST1 , ST2 , ST4 , ST5 , KHF , KHT1 و KHTS

نوع گرانول PVC	A	C	D	E	ST1	ST2
کاربرد	عایق کابل‌های 0.6/1 KV	عایق سیم‌های نصب ثابت تا ولتاژ 450/750 V	عایق سیم‌های افشان تا ولتاژ 450/750 V	عایق کابل‌های مقاوم در برابر حرارت 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		A	C	D	E	ST1	ST2
ردیف	No.	Item	Unit							
	خواص مکانیکی	1-1	خواص مکانیکی قبل از کهنگی	استحکام کششی	N/mm ²	12.5	12.5	10	15	12.5
			درصد افزایش طول	%	150	125	150	150	150	150
1-2		خواص مکانیکی بعد از کهنگی	استحکام کششی	N/mm ²	12.5	12.5	10	15	12.5	12.5
			درصد تغییرات نسبت به قبل از کهنگی	%	±25	±20	±20	±25	±25	±25
			درصد افزایش طول	%	150	125	150	150	150	150
		درصد تغییرات نسبت به قبل از کهنگی	%	±25	±20	±20	±25	±25	±25	
1-3	چگالی	gr/cm ³	1.48	1.5	1.5	1.4	1.54	1.54		
1-4	کاهش جرم	در مدت ۷ روز	mg/cm ²	—	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		
2	مقاومت حجمی در 70°C		Ω.cm	10 ¹⁰	10 ¹⁰	10 ¹⁰	10 ¹⁰	—	—	
3-1	دمای کارکرد دائمی	° C	70	70	70	90	80	90		
		° C	150	145	150	160	160	160		
3-2	دمای ذوب		° C	150	145	150	160	160	160	



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



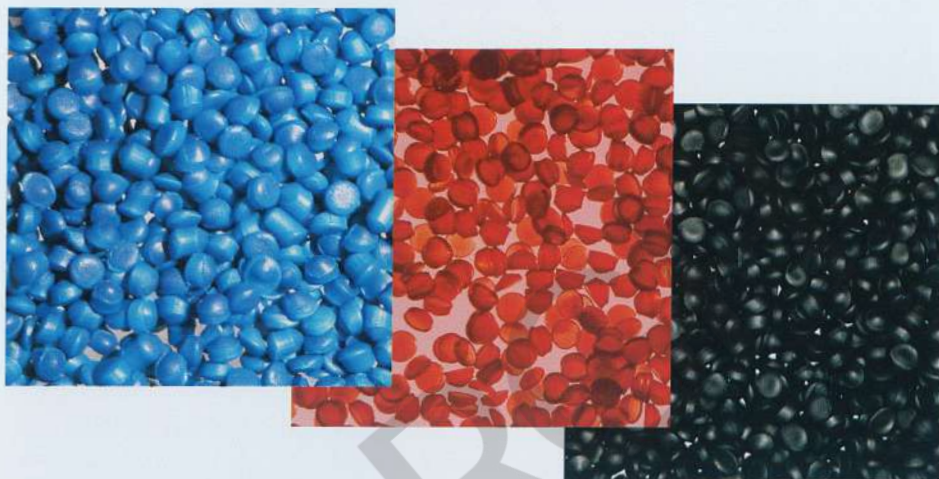
- عایق و روکش در کابل‌های مختلف برقی و تلفنی برای دامنه های حرارتی $70-90^{\circ}\text{C}$ مطابق استانداردهای IEC 60502 , IEC 60227 , IEC 60189 و TCI
- تولید گرانول‌های PVC بصورت رنگی یا پیرنگ امکان پذیر می باشد.
- انواع گرانول: KHTS , KHTI , KHF , ST5 , ST4 , ST2 , ST1 , E , D , C , A

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
خواص مکانیکی	No.	Item	Unit						
	1-1	خواص مکانیکی قبل از کهنگی	استحکام کششی	N/mm ²	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/mm ²	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/cm ³	1.48	1.45	1.65	1.4	1.5	
	1-4	کاهش جرم	در مدت ۷ روز	mg/cm ²	2	2	—	—	—
			در دمای	80° C	80° C	—	—	—	
1-5	سختی	shore A	80	72	60	82	70		
خواص حرارتی	2	مقاومت حجمی در 70°C	Ω.cm	—	—	—	—	—	
خواص شیمیایی	3-1	دمای کارکرد دائمی	° C	70	70	70	50	50	
	3-2	دمای ذوب	° C	150	145	150	155	160	



رنگهای فشرده PVC (مستر بیچ)



- مستر بیچ های پر پایه PVC با پیگمنت های مناسب در رنگهای مختلف برای کابل های مختلف الکتریکی و مخبراتی استفاده می شوند و سازگاری مناسبی با گرانول های PVC مختلف دارند.
- مستر بیچ های PVC پراکندگی رنگ مناسبی در سرعت های اکستروژن بالا تا 1000 m/min دارند.
- مستر بیچ های مشکی که به روکش اضافه می شوند در مقابل اشعه ماوراء بنفش مقاوم می باشند.
- درصد مصرف 1%
- چگالی 1.45 gr/cm³
- سختی (shore A) 80±2
- مقاومت حجمی حداقل 10¹⁴ Ω.cm at 20°C
- پایداری حرارتی دقیقه 100, 200°C



ضرایب تغییر جریان بر اساس دماهای مختلف محیط

جدول ۲

✓ ضرایب تغییر برای کابل‌های مقاوم در برابر گرما					
دمای عملکرد مجاز	80°C	90°C	110°C	135°C	180°C
دمای محیط °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 ۱

✓ ضرایب تغییر برای دماهای مختلف محیط						
دمای عملکرد مجاز	40°C	60°C	70°C	80°C	85°C	90°C
دمای محیط °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 ۳

✓ ضرایب تغییر برای کابل‌های چند رشته، برای سطح مقاطع تا 10 mm ²	
تعداد رشته‌های 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 لایه‌های 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.



افشار تراد

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.

ضمناً 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 گرمایی 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 خشک 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 فاکتور B (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
ضریب A							
سطح مقطع نامی mm ²							
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
ضریب B							
نوع ولتاژ							
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، U=6 kv و 10 kv	0.97	1	1.01	1.02	1.03	1.04	1.05
کابلهای سه رشته و تک رشته بدون آرمور، U=1 kv, 6 kv و 10 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
برای کابلهای	ضرایب تصحیح					
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 تقریباً 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 شماره ۹ 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 بعل به بعل 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 گرفته اند. 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 و تلفات	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



جدول ۱۵ (ادامه...)

طرز قرار گرفتن کابلها	کابلها با یکدیگر و با دیوار متقابلا در تماس هستند.					
	1	2	3	6	9	
تعداد کابلهایی که کنار یکدیگر قرار گرفته اند.						
کابلهایی که در خاک قرار گرفته اند.	0.90	0.84	0.80	0.75	0.73	
تعداد قفسه ها						
1	0.95	0.84	0.80	0.75	0.73	
2	0.95	0.80	0.76	0.71	0.69	
3	0.95	0.78	0.74	0.70	0.68	
6	0.95	0.76	0.72	0.68	0.66	
کابلها در قفسه قرار گرفته اند (گردش هوا امکان ندارد)						
تعداد بست های دیوار کوب						
1	0.95	0.84	0.80	0.75	0.73	
2	0.95	0.80	0.76	0.71	0.69	
3	0.95	0.78	0.74	0.70	0.68	
6	0.95	0.76	0.72	0.68	0.66	
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	0.95	0.78	0.73	0.68	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.



مقایسه کابلها 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 مقطعی معادل کابلهای مسی و آلومینیومی مفید می باشد .

جدول ۱۷

کابلهای با ولتاژ 1 kv

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



مقایسه کابلها با هادیهای مسی و آلومینیومی

جدول ۱۸

کابلهای با ولتاژ 10 kv

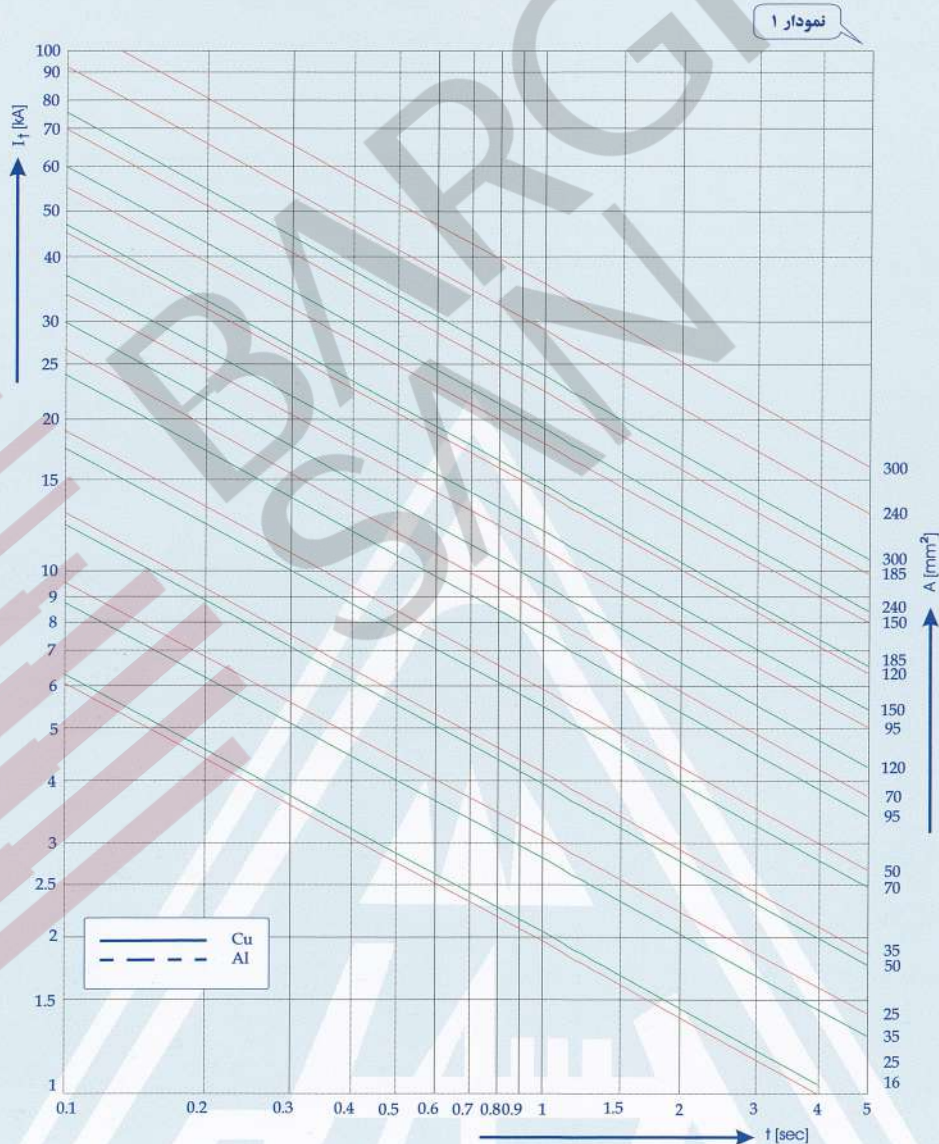
نسبت مقاومت $\frac{R_{Cu}}{R_{Al}}$	جریان مجاز اتصال کوتاه Al/Cu	نرخ جریان مجاز Al/Cu	سطح مقطع کابل آلومینیومی mm ²	سطح مقطع کابل مسی mm ²
5	4	3	2	1
0.61	0.65	0.78	10	10
0.98	1.05	1.00	16	10
0.61	0.65	0.78	16	16
0.95	1.02	0.99	25	16
0.61	0.65	0.77	25	25
0.85	0.91	0.92	35	25
0.61	0.65	0.76	35	35
0.87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



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 سائز 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 ، دمای 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



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

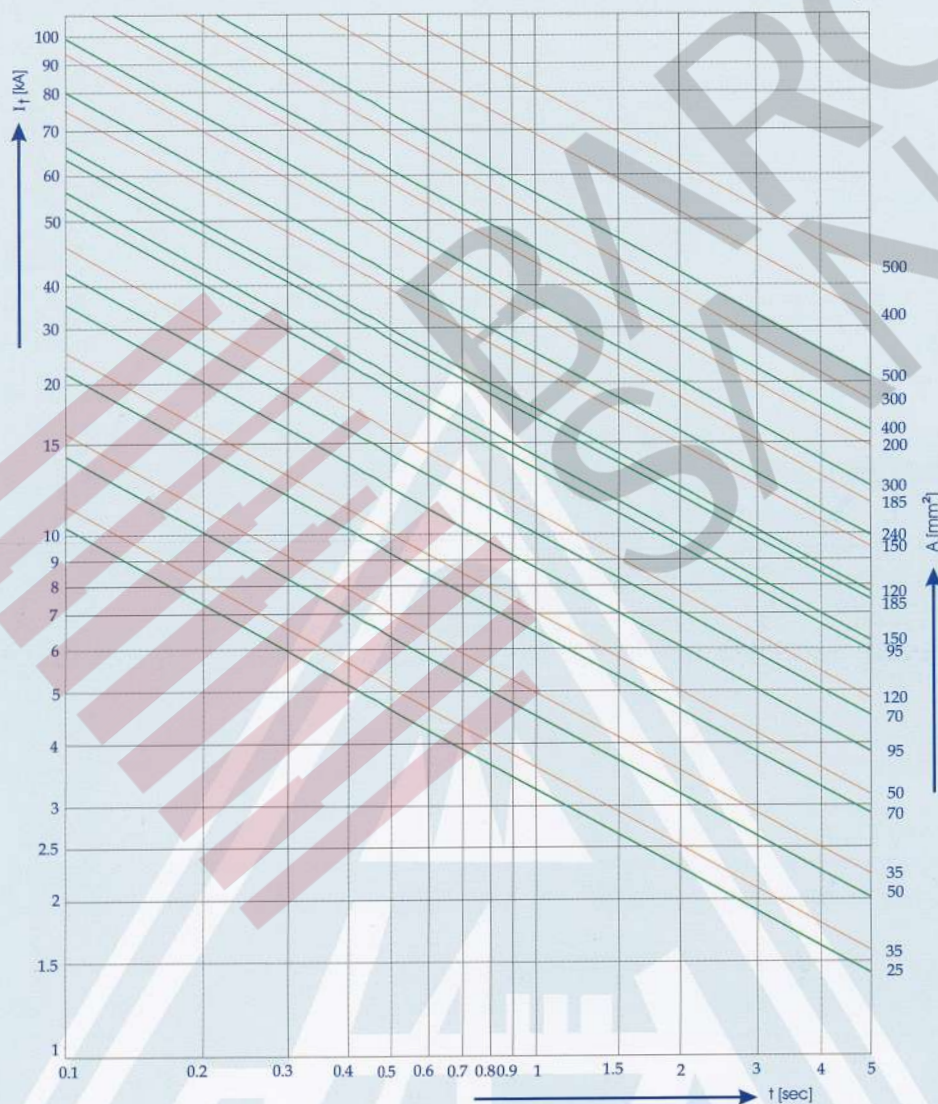
شرکت صنعتی الکتریک خراسان



افشارشاد

✓ جریان مجاز اتصال کوتاه برای کابلهای با عایق XLPE با نرخ ولتاژ 1-30 KV بر حسب مقاطع زمانی

نمودار ۲



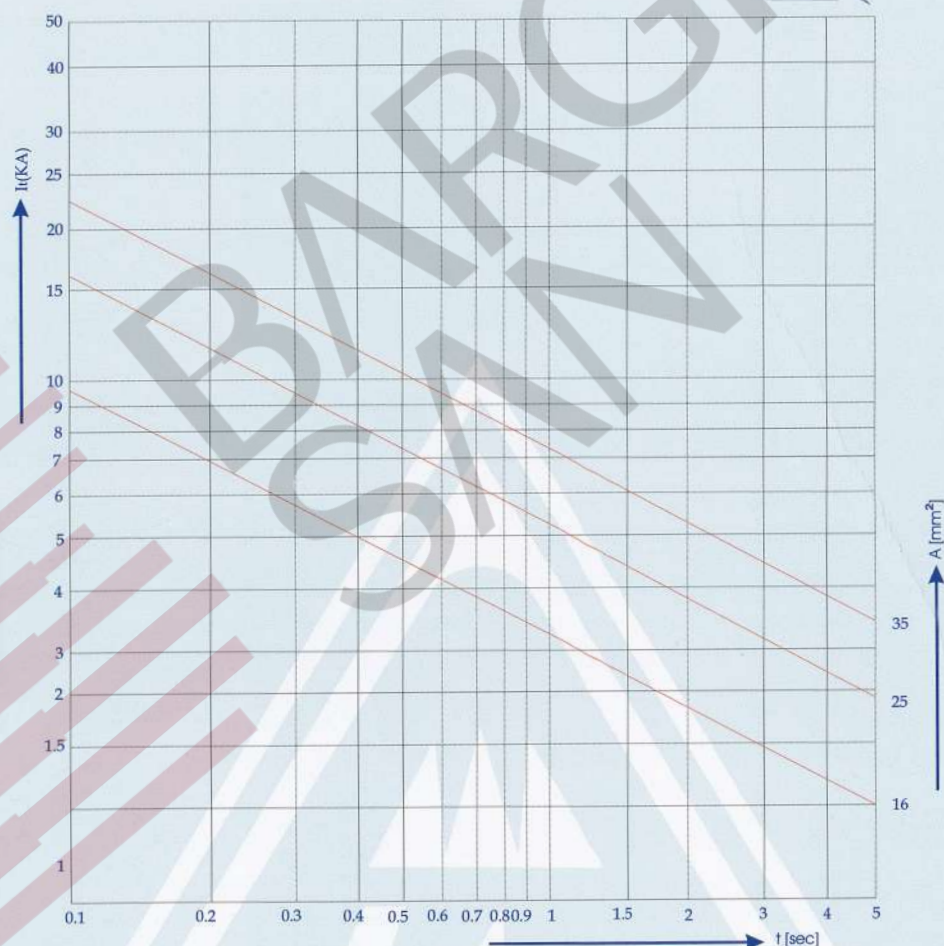
افشارشاد



جریان اتصال کوتاه مجاز برای سطح مقاطع مختلف اسکرین

جریان مجاز اتصال کوتاه برای سطح مقاطع مختلف اسکرین

نمودار ۳

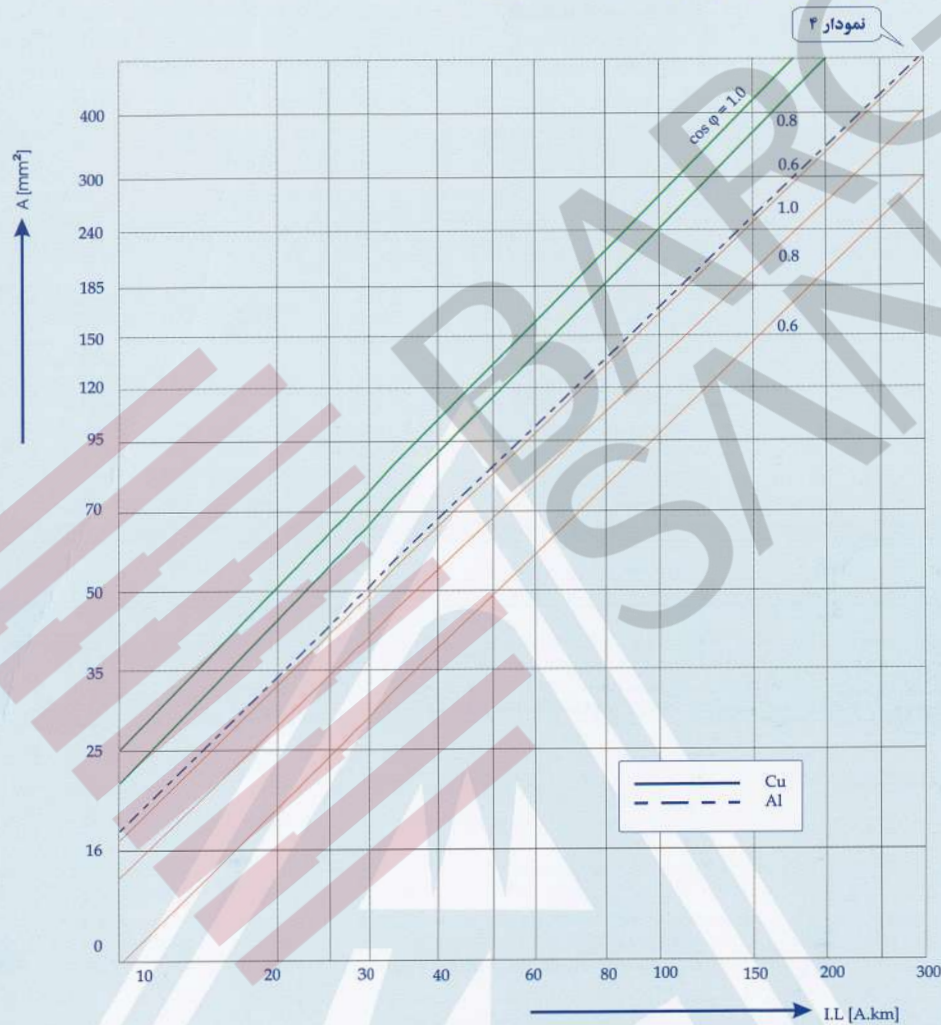




افت ولتاژ

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 3 فاز فشار ضعیف 220/380 با افت ولتاژ 5%





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								
مشخصات	مطابق با بخشی از VDE	علامت اختصاری جدید	علامت اختصاری قدیم مطابق VDE 0250	سطح مقطع نامی mm ²	ولتاژ نامی V	مطابق HD	استاندارد مشابه IEC	
کابل‌های PVC سیم مفتولی سیم افشان	0281 part 3	H 05V-U	NYFA, NYA	0.5 to 1.0	300/500	HD 21.3 S3	227 IEC 05	
	0281 part 3	H 05V-K	NYFAF,				227 IEC 06	
کابل‌های با عایق PVC سیم‌های استرند شده سیم‌های افشان	0281 part 3	H 07V-U	NYA	1.5 to 10	450/750	HD 21.3 S3	227 IEC 01	
	0281 part 3	H 07V-R	NYA	1.5 to 400			227 IEC 01	
	0281 part 3	H 07V-K	NYAF	1.5 to 240			227 IEC 02	
کابل‌های بند تخت افشان	0281 part 5	H 03VH-Y	NLYZ	0.1	300/300	HD 21.5 S3	227 IEC 41	
کابل‌های بند تخت	0281 part 5	H 03VH-H	NYZ	0.5+0.75	300/300	HD 21.5 S3	227 IEC 42	
کابل‌های با روکش PVC و 03VV-F گرد تخت	0281 part 5	H 03VV-F	NYLHY round	0.5+0.75	300/300	HD 21.5 S3	227 IEC 43	
	0281 part 5	H 03VVH2-F	NYLHY flat	0.5+0.75			227 IEC 43	
کابل‌های با روکش PVC و 05VV-F گرد تخت	0281 part 5	H 05VV-F	NYMHY round	0.75 to 2.5	300/500	HD 21.5 S3	227 IEC 53	
	0281 part 5	H 05VVH2-F	NYMHY round	1 to 2.5	300/500		227 IEC 53	
			NYMHY flat	0.75				
کابل‌های تخت PVC و 05VV-H6 کابل‌های تخت PVC و 07VV-H6	0281 part 403	H 05VVH6-F	NYFLY	0.75 to 1	300/500	-	-	
	0281 part 404	H 07VVH6-F	NYFLY	1.5 to 2.5	450/750		-	

جدول ۲۰

☑ کابل‌های با عایق لاستیکی مطابق DIN VDE0282 در مقایسه با IEC و HD							
مشخصات	مطابق با بخشی از VDE	علامت اختصاری جدید	علامت اختصاری قدیم مطابق VDE 0250	سطح مقطع نامی mm ²	ولتاژ نامی V	مطابق HD	استاندارد مشابه IEC
کابل‌های مقاوم در برابر گرما با عایق لاستیکی H07C	0282 part 7	H 07G-U	N4GA	1.5+2.5	450/750	HD 22.7 S2	-
	0282 part 7	H 07G-K	N4GAF	0.5 to 95			-
کابل‌های مقاوم در برابر گرما با عایق لاستیک سیلیکونی	0282 part 601	H 05SJ-K	N2GAFU	0.5 to 95	300/500	HD 22.3 S2	245 IEC 03
سیم انعطاف پذیر بافته شده	0282 part 4	H 03RT-F	NSA	0.75 to 1.5	300/500	HD 22.4 S3	245 IEC 51
سیم انعطاف پذیر با روکش لاستیکی 05RR	0282 part 4	H 05RR-F	NLH, NMH	0.75 to 2.5	300/500	HD 22.4 S3	245 IEC 53
کابل انعطاف پذیر با روکش پلی کلروپرن 05RN	0282 part 4	H 05RN-F	NYMHou	0.75+1	300/500	HD 22.4 S3	245 IEC 57
			NYMHou	0.75+1			245 IEC 57
			NYMHou	0.75			245 IEC 57
کابل انعطاف پذیر با روکش پلی کلروپرن 07RN	0282 part 4	H 07RN-F	NMHou NSHou	1.5 to 500	450/750	HD 22.4 S3	245 IEC 65
				1 to 25			245 IEC 66
				1 to 300			
				1.5+2.5			
کابل‌های بالابر با عایق لاستیکی و بافت پارچه ای 05RT2D5	0282 part 807	H05RT2D5-F	NFLG	0.75	300/500	-	-
کابل‌های بالابر با عایق لاستیکی و روکش پلی کلروپرن 05RND5	0282 part 807	H05RND5-F	NFLGC	0.75	300/500	-	-
کابل‌های بالابر با عایق لاستیکی و بافت پارچه ای 07RT2D5 کابل‌های بالابر با عایق لاستیکی و روکش پلی کلروپرن 07RND5	0282 part 808	H07RT2D5-F	NFLG	1	450/750	-	-
	0282 part 808	H07RND5-F	NFLGC	1	450/750	-	-

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 عایق لاستیکی با هادی‌های گرد و ولتاژ نامی تا بیشتر از 750 V



DIN VDE 0293 رنگ بندی کابلها مطابق استاندارد

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 رشته نصب 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 mm^2 و بیشتر و یا 16 mm^2 معتبر است.

جدول ۲۳

کابلهای تک رشته

رنگ کابل تک رشته مشکی یا زرد-سبز است.

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

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

** see DIN VDE 0293 section 5,1

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
$D \leq 2,4$	$\geq 0,6$	$\geq 2,3$	ca. 2	≤ 50
$2,4 < D \leq 5,0$	$\geq 1,2$	$\geq 3,2$	ca. 3	≤ 50
$5,0 < D$	$\geq 1,6$	$\geq 4,6$	ca. 4	≤ 50

* وقتی شماره فقط ۱ است کوچکترین عرض نصف ابعاد داده شده در این ستون است.

عرض شماره: e
ارتفاع شماره: h
فاصله بین دو شماره متوالی و بین شماره و جلد آن: i
فاصله بین دو شماره متوالی: d





جدول ۲۵

کابلهای با عایق PVC		
ولتاژ نامی 6/10 KV $\mu F/KM^1$	ولتاژ نامی 3.6/6 KV $\mu F/KM^1$	سطح مقطع نامی هادی mm^2
0.35	0.30	25
0.33	0.32	35
0.43	0.32	50
0.43	0.35	70
0.50	0.38	95
0.53	0.43	120
0.63	0.45	150
0.70	0.50	185
0.33	0.55	240
0.92	0.60	300

(۱) این مقادیر در دمای ۲۰°C معتبر می باشند.

جدول ۲۶

کابلهای با عایق XLPE				
ولتاژ نامی 18/80 KV $\mu F/KM$	ولتاژ نامی 12/20 KV $\mu F/KM$	ولتاژ نامی 8.7/15KV $\mu F/KM$	ولتاژ نامی 6/10 KV $\mu F/KM$	سطح مقطع نامی هادی mm^2
—	0.16	0.17	0.22	35
0.13	0.17	0.19	0.24	50
0.15	0.19	0.22	0.28	70
0.16	0.21	0.24	0.31	95
0.18	0.23	0.26	0.33	120
0.19	0.25	0.28	0.36	150
0.20	0.27	0.31	0.39	185
0.22	0.30	0.34	0.44	240
0.24	0.32	0.37	0.48	300
0.27	0.36	0.42	0.55	400
0.30	0.40	0.46	0.61	500

* 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 mm ²	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 mm ²	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 mm ²	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



کابل تک رشته با عایق XLPE مطابق استاندارد. هادی گرد استرنده 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 استاندارد های ملی مجاز
H Harmonized استاندارد های

ولتاژ نامی U

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

جنس مواد عایق

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

اجزای ساختاری

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

جنس مواد روکش / غلاف

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

ترکیب ساختاری ویژه

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

نوع هادی

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

تعداد رشته ها

رشته زمین

G با سیم زمین
X بدون سیم زمین

سطح مقطع هادی به mm²

مثال :

H07V-U 2.5 black (DIN VDE 0281)

کابل روکش دار تک رشته با عایق PVC و ولتاژ نامی 750V

H07RN-F 3G 1.5 (DIN VDE 0282)

کابل روکش لاستیکی برای بارهای فشار متوسط 3x1.5mm² افشان با سیم اورت 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	IE	installation cable for industrial electronic
AB	outdoor cable with lightning protection requirements	IE-H	installation cable for industrial electronic, halogen-free
AJ	outdoor cable with induction protection requirements	S	switchboard cable
G	mining cable	T	distribution cable
I	installation cable	YV/Li_m	jumper wires/hook-up wires

Insulation

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

Screening

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

Sheath Material

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

Protective coating

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

Number of stranding elements

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

Conductor diameter in mm

Type of stranding components

F	star quad with phantom circuit in railway cables	St V	star quad for transmission of f=550 kHz
S	signal core in railway signal cable	St VI	star quad for transmission of f=17 Mhz
StO	star quad general	DM	Dieselhorst-Martin quad
St	star quad with phantom circuit for long distance	TF	carrier frequency star quad
St I	star quad without phantom circuit	P	twisted pair
St II	star quad like St III, but with increased capacitance unbalances	PIMF	pair in metal foil
St III	star quad in local (Subscriber) cable	VIMF	quad in metal foil
St IV	star quad for transmission of f=120 kHz	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	2B 0.5	2 layers steel tape, thickness 0.5 mm
b	armouring	D	layer of copper wires for inductive protection
B	armouring of steel band for inductive protection	(T)	strain bearing of steel wires for aerial cable
1B 0.3	1 layer steel tape, thickness 0.3 mm		



Chemical Resistance	PVC										PE	PUR	H	Silicone	Neoprene Rubber	Teflon
	Concentration (%)	Temperature up to ... °C	JZ-608, JZ-608-CY, IJ-TPC-CY, PAAR-CY-OZ, N05W5-F, CEI 20.22	NYSIX, NYSIX-CY, NLSY, NLSY-CY, NSY, NSY-CY, H05W5-F, H05W5CAV5-K	MULTIFLEX-Plus, LIT, Tingo, Lit-2S, BAUFLEX BUS-cables-PVC, DAT-cables-PVC	JZ-602, JZ-602-CY, TRONIC-CY, LINCY, JZ-602 RC, PAAR-TRONIC-CY, SY-JZ, SY-JB, JZ-602 RC-CY	F-CY-JZ, Y-CY-JZ, JZ-HF-CY, Y(S)Y, J-Y, JE-Y(S), S-Y, S-Y(S), TOPFLEX-PVC	ESUY, LIT, PVC-Single cores, EDV-FIMF-CY ESY, LITDY, TUBFLEX-CY	H 05 V-K, H 07 V-K, H 03 W-F, H 05 W-F	Therm 120, Therm 105, H05V2-K, H07V2-K	Coaxial-cable (PE), L2-BUS-cable (PE) A-2Y(L)2Y, A-2Y(L)2Y, HELUCOM ... 2Y	PUR-JZ, PUR-JZ-HF, TOPFLEX-PUR, KOROEX, SUPERTRONIC-PUR, MULTIFLEX-PUR, TORSERV®	J-H(S)H, Security Cable E30/ E30, HELUCOM®-H JZ-300-HMH/HXMHX, NXH, H07Z-K, RC-H	SHF, SHF/CL-P, SF, SID, SHF, SF/CL, SID/CL, SHF-C-SI, FZ-LS, FZ-LSI, NZCMH2G	Neoprene-Round/Flat, NSHTOU, AIRPORT 400 Hz, H01N2-D/E, H 05/H 07, A 05/A 07 RN-F	FER-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	20	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○
Potassium chlorate, wat.	colds.	20	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○
Potassium chloride, wat.	colds.	20	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○
Potassium dicromate, wat.	20	20	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○
Potassium iodide, wat.	20	20	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○
Potassium nitrate, wat.	colds.	20	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○
Potassium permanganate,	20	20	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○
Potassium sulphate, wat.	20	20	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○
Copper salts	colds.	20	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○
Megnesium salts	colds.	20	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○
Sodium bicarbonate (Natron),wat	20	20	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○
Sodium bisulphite (Soda), wat.	20	20	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○
Sodium chloride (Cook spalt), wat.	20	20	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○
Sodium thiosulfat, wat.	20	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	20	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○
Carbon disulfide	20	20	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Sulfuric acid	50	50	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○
Hydrogen sulfide	20	20	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○
Sea water	20	20	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○
Silver salts, wat.	20	20	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○
Cleaning fluid lye	2	100	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Water (dest.)	20	20	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○
Hydrogen peroxide, wat.	20	20	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○
Zinc salts, wat.	20	20	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○
Stannous chloride	20	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														PE	PUR	H	Silicone	Neoprene Rubber	Teflon			
			IZ-603, IZ-603-CY, L-I-TRC-Y, PAAR-CY-OZ, N05W5-F, CEI 20-22	NYSLY, NYSLYCY, NLSY, NLSQY, NSY, NSYCY, H05W5-F, H05WC4V5-K	MULTIFLEX-Plus, LfY, Targo, Lf6-2S, BAUFLEX BUS-cables-PVC, DAT-cables-PVC	IZ-602, IZ-602-CY, TRONIC-CY, LYCY, IZ-602 RC, PAAR-TRONIC-CY, SY-IZ, SY-JB, IZ-602 RC-CY	F-CY-IZ, Y-CY-IZ, IZ-HF-CY, J-Y(S)Y, J-Y, JE-Y(S), S-Y, S-Y(S)Y, TOPFLEX-PVC	ESUY, LfY, PVC-Single cores, EDV-PMF-CY, ESU, LfPY, TUBERLEX / -CY	H 05 V-K, H 07 V-K, H 03 W-F, H 05 W-F	THERM 120, THERM 105, H05V2-K, H07V2-K	Coaxial-cable (PE), IZ-BUS-cable (PE) A-2Y(L)2Y, A-2YF(L)2Y, HELUCOM® ... 2Y	PUR-IZ, PUR-IZ-HF, TOPFLEX-PUR, ROBOFLEX, SUPERTRONIC-PUR, MULTIFLEX-PUR, TOPSERV®	IZ-500-HMH / HXMHX, N2XH, H07Z-K, RC-H	SIHF, SIHF / GL-P, SF, SD, SRF, SF / GL, SID / CL, SIHF-C-50, FZ-LS, FZ-LS, N2GMH2C	H01N2-D / E, H 05 / H 07 -, A 05 / A 07 RN-F	Neoprene-Round / Flat, NSHTOU, AIRPORT 400 Hz,	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		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Glacial 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

شرکت صنعتی الکتریک خراسان



افشارنراد

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 mm ²	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 mm ²	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 mm²
1 MCM = 1000 Circ. mils = 0.5067 mm²

General measuring units

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



Formulas of electrotechnic and electronic

Cross-section for **single wire round**

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

Cross-section for **bunched wire**

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

Diameter for **single wires cross-section**

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

Diameter for **bunched wires**

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

q = cross-section (mm²)

D = conductor diameter (mm)

d = single wire diameter (mm)

n = number of wires

Conductor Resistance

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

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

R = Electrical direct-current resistant (ohm)

R_{loop} = Resistance of a complete circuit

q = cross-section (mm² or q mm)

κ (kappa) = conductivity

ρ (Rho) = Specific resistance $\rho = \frac{1}{\kappa}$

L = Conductor Length

Materials	Conductivity $\frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$	Spec. resistance $\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$
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 $R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$

Capacitance $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_n}$

Inductance $L = L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_n$

Parallel connection

Resistance $R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}}$

Capacitance $C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$

Inductance $L = \frac{1}{\frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} + \dots + \frac{1}{L_n}}$

Mutual capacity (c)

• coaxial cable $C = \frac{\xi_r \cdot 10^3}{18 \cdot \ln \frac{D_a}{d}} \text{ (nF/km)}$

• parallel core $C = \frac{\xi_r \cdot 10^3}{36 \cdot \ln \frac{D_a}{d}} \text{ (nF/km)}$

• shielded twisted pair

$$C_B = \frac{\xi_r \cdot 10^3}{36 \ln \frac{2a}{d \cdot (D_a^2 - a^2)}} \text{ (nF / km)}$$

D_a = outer diameter over insulation

D_s = diameter over shield

d = diameter of conductor

a = distance-mid to mid of both conductors

ξ_r = dielectric constant

ohm's Law

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

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

I = current intensity (Amps - A)

R = electrical resistance (Ω)

U = electrical voltage (V)

Conductance

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

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

1 Siemens= 1 / Ohm

G = electrical conductance

Capacitance

• Single core against earth

$$C_B = \frac{\xi_r \cdot 10^3}{18 \ln \frac{D_a}{d}} \text{ (nF/km or pF/m)}$$

• Unshielded symmetrical twisted pair

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

• Coaxial pair

$$C_B = \frac{\xi_r \cdot 10^3}{18 \ln \frac{D_a}{d}} \text{ (nF/km or pF/m)}$$

• Shielded symmetrical twistet pair

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

D_i = outer diameter over single core (mm)

D_a = 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

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

at high frequencies

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

Inductance of coaxial cable

at high frequencies

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

D_a = distance between two conductors mid to mid of both conductors

r = radius of a conductor

ξ_r = dielectric constant

Impedance (Z)

$$\text{for coaxial cable } Z = \frac{60}{\sqrt{\xi_r}} \cdot \ln \frac{D}{d} \text{ (}\Omega\text{)}$$

D = diameter over insulation

d = conductor diameter

for communication cable

$$\text{at low frequencies } Z = \sqrt{\frac{R}{\omega C}} \text{ (}\Omega\text{)} \cdot \tan \varphi = 1, \varphi = 45^\circ$$

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

R = Resistance (Ω/km)

L = Inductance (mH/km)

C = Capacitance(nF/km)

$$\omega = 2\pi f$$

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)

$$1 \text{ Np} = 8.686 \text{ dB}$$

$$1 \text{ dB} = 0.1151 \text{ Np} = \frac{1}{10} \text{ Bel}$$

$$1 \text{ Bel} = 10 \text{ dB} = 1.1513 \text{ Np}$$

Formulas of power engineering

شرکت صنعتی الکتریک خراسان



افشارشاد

Cross-section

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

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

for three-phase current

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

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

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

for three-phase current

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

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**

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

for single phase alternative current

$$u = \frac{2 \cdot I \cdot \cos \phi \cdot L}{\kappa \cdot q} \text{ (V)}$$

for three-phase current

$$u = \frac{1,732 \cdot I \cdot \cos \phi \cdot L}{\kappa \cdot q} \text{ (V)}$$

- for direct current of known **power**

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

for single phase alternative current

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

for three-phase current

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

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) ($\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$ at 50 Hz = 314)

q = cross-section (mm²)

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 U_0/U in V (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

$$I_w = I \cdot \cos \phi$$

Reactive current

$$I_0 = I \cdot \sin \phi$$

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)

$P = U \cdot I \cdot \cos \phi$ for single phase current (A.C.)

$P = 1,732 \cdot U \cdot I \cdot \cos \phi$ for three- phase current

$P = U \cdot I$ for direct current

Reactive power (Var)

$Q = U \cdot I \cdot \sin \phi$ for single phase current (A.C.)

$Q = 1,732 \cdot U \cdot I \cdot \sin \phi$ for three- phase current (Voltampere reactive) $Q = P \cdot \tan \phi$

Phase angle

ϕ is a phase angle between voltage and current

$$\begin{array}{cccccc} \cos \phi = & 1,0 & 0,9 & 0,8 & 0,7 & 0,6 & 0,5 \\ \sin \phi = & 0 & 0,44 & 0,6 & 0,71 & 0,8 & 0,87 \end{array}$$

Insulation resistance

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

Specific insulation resistance

$$R_s = \frac{R \cdot \pi \cdot l \cdot 10^8}{\ln \frac{D_a}{d_i}}$$

D_a = outer diameter over insulation (mm)

d = conductor diameter (mm)

d_i = inner diameter of insulation (mm)

l = length of the line (m)

S_{iso} = Spec. resistance of insulation materials ($\Omega \cdot \text{cm}$)

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

$$C_B = \frac{\epsilon_r \cdot 10^3}{18 \ln \frac{D_a}{r}} \text{ (nF/km)}$$

Inductance

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

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

D_a = distance-mid to mid of both conductors

r = radius of conductor (mm)

ϵ_r = dielectric constant

0,25 = factor for low frequency

Earth capacitance

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

Charging current (only for three-phase current)

$$I_{Lad} = U \cdot 2\pi f \cdot C_B \cdot 10^{-6} \text{ A/km per core at 50 Hz}$$

Charging power

$$P_{Lad} = I_{Lad} \cdot U$$

Leakage and loss factor

$$G = \tan \delta \cdot \omega \cdot C \text{ (S)}$$

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

$$\omega = 2\pi f$$

C = Capacity

$\tan \delta$ = loss factor

$$S = \text{Siemens} = \frac{1}{\Omega}$$

Dielectric loss

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

f bei 50 Hz

$\tan \delta$ 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 and cables 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.) :

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

Three-phase :

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