



انتخاب طول زنجیره مقره های خطوط هوایی

ارائه دهنده: محسن نیاستی

(هیئت علمی دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه سمنان - مدیر عامل شرکت پایاصنعت فرادانش)

WWW.Niasati.Semnan.Profile.ac.ir



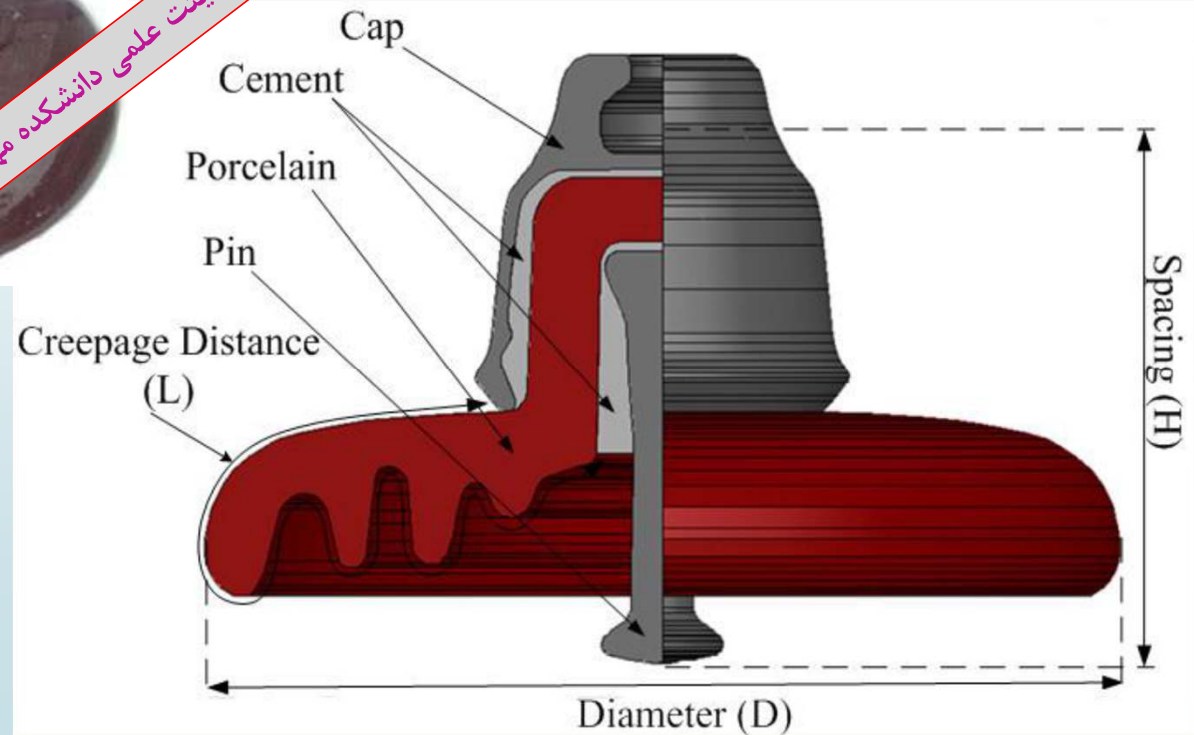
انتخاب طول زنجیره مقره های خطوط هوایی (محسن نیاستی)
(WWW.Niasati.Semnan.Profile.ac.ir)



محسن نیاستی (هیئت علمی دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه سمنان - مدیر عامل شرکت پایاصنعت فرادانش)



* مقره های بشقابی



Dimension parameters and material types of one of the simulated insulators

محسن نیاستی (هیئت علمی دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه سمنان - مدیر عامل شرکت پایا صنعت فرادانش)

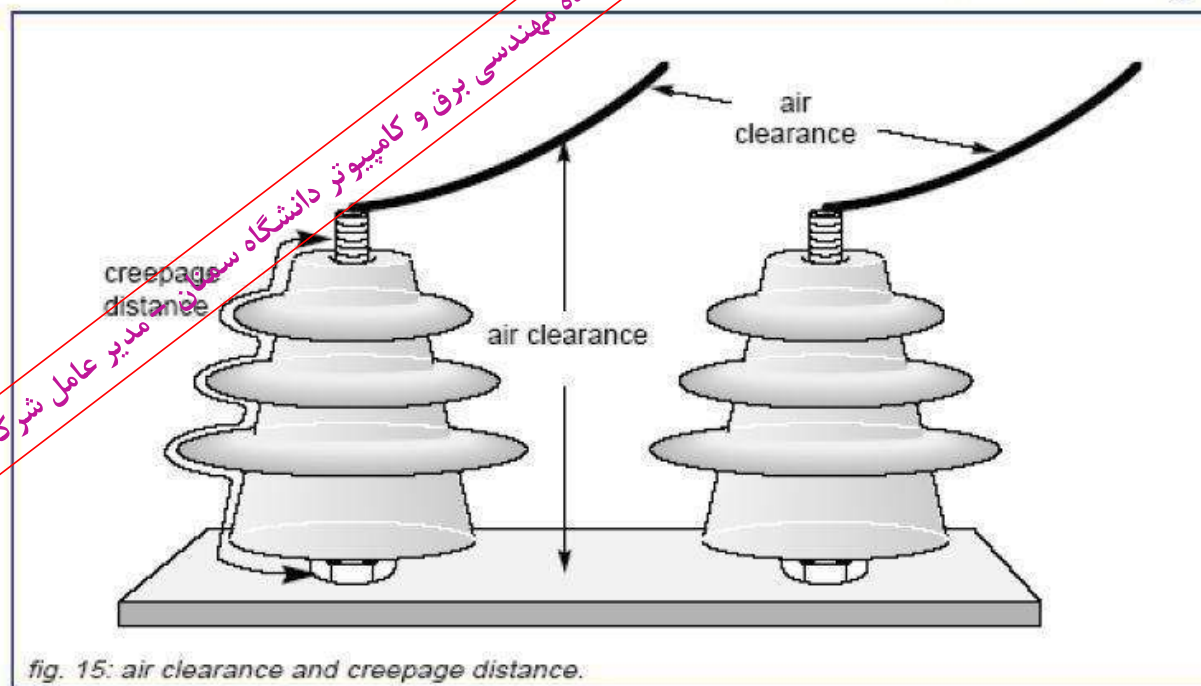
* مراحل انتخاب تعداد مقرر ه‌ای بشقابی زنجیره مقرر ه:

- ۱- انتخاب نوع مقرر ه (جنس، شکل)
- ۲- تعیین تعداد مقرر ه‌ها براساس سطح خزشی مورد نیاز (اثر آلودگی)
- ۳- تعیین تعداد مقرر ه‌ها براساس اضافه ولتاژهای گذرای صاعقه و شرایط محیطی
- ۴- تعیین تعداد مقرر ه‌ها براساس اضافه ولتاژهای گذرای کلیدزنی و شرایط محیطی
- ۵- انتخاب تعداد نهایی مقرر ه‌های زنجیره مقرر ه

محسن نیاستی (هیئت علمی) دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه سمنان
مدیر عامل شرکت پایا صنعت فرادانش

➤ فاصله خزشی Creepage Distance

➤ فاصله هوایی Air Clearance



محسن نیاستی (هیئت علمی دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه سمنان) مدیر عامل شرکت پایاصنعت توان دانش

* انتخاب نوع مقررہ مناسب

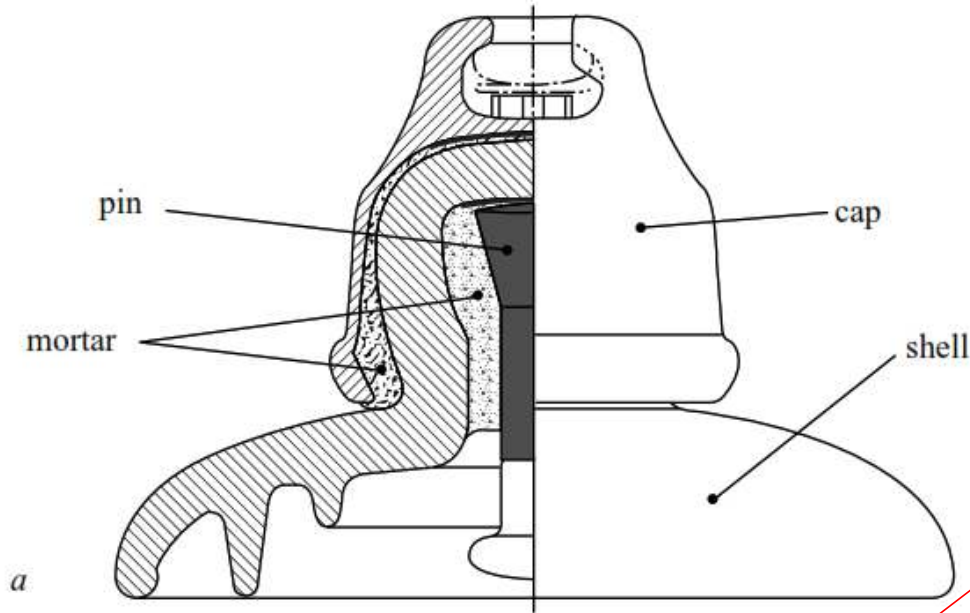
الف - جنس مقررہ:

- * سرامیکی،
- * سرامیکی با لعاب نیمه هادی،
- * شیشه ای،
- * پلیمری،

ب - شکل مقررہ:

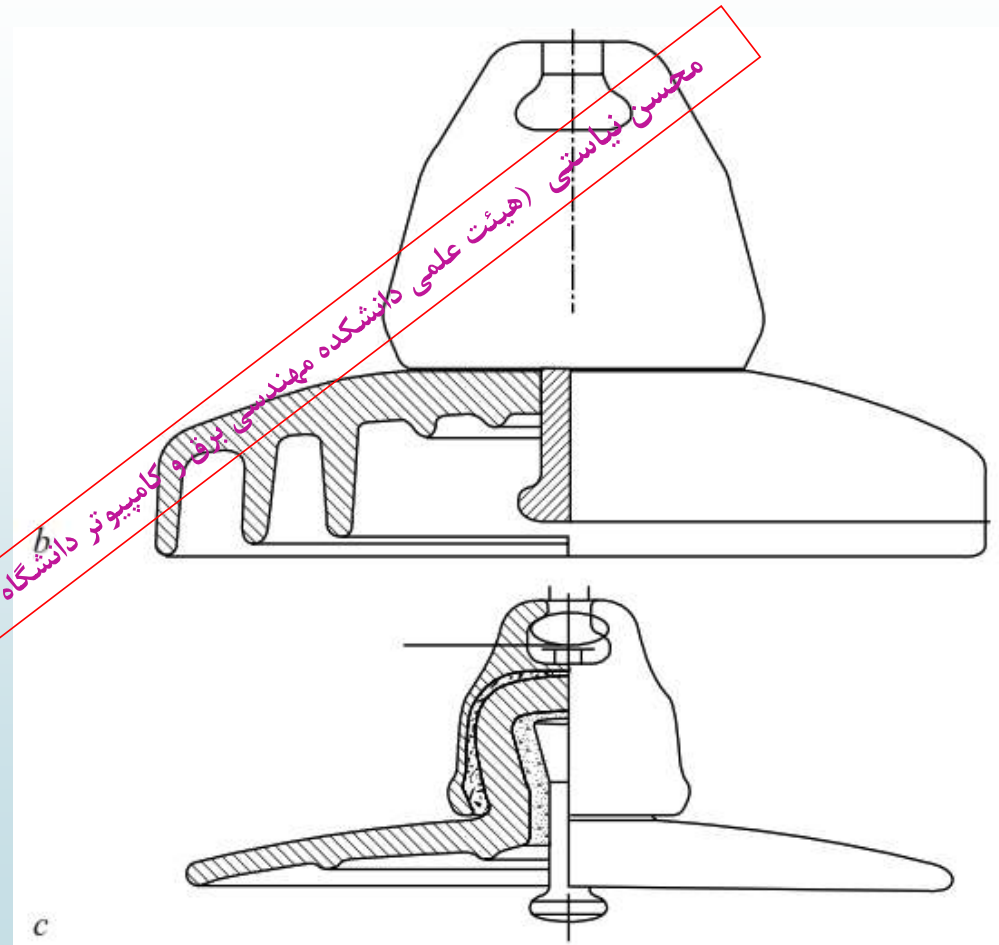
- * معمولی،
- * ضد مه،
- * ضد آلودگی،
- * آیرودینامیک

محسن نیاستی (هیئت علمی دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه سمنان - مدیر عامل شرکت پایا صنعت فرادانش)



Typical examples of the profile of a cap and pin insulator

- a* standard design
- b* anti-fog design
- c* aerodynamic design



محسن نیاستی (هیئت علمی دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه سمنان - مدیر عامل شرکت پایا صنعت فرادانش)

* تعیین تعداد مقره ها براساس سطح آلودگی

مطابق استاندارد IEC ۶۰۸۱۵ حداقل فاصله خزشی نامی مقره های سرامیکی یا شیشه ای بیرونی بین فاز و زمین، بین فاز و فاز و یا بین ترمینالهای یک فاز کلید قدرت یا سیکسیونر:

$$L_t = a \times L_r \times V_r \times k_d$$

L_t (mm): حداقل فاصله خزشی نامی.

a : ضریب کاربری^۱ براساس نوع عایق

L_r (mm / kV): حداقل فاصله خزشی نامی مخصوص فاز به زمین

V_r (kV): حداکثر ولتاژ موثر فاز به فاز سیستم.

k_d : ضریب اصلاح مربوط به قطر عایق های پست مطابق استاندارد IEC ۶۰۸۱۵.

محسن نیاستی (هیئت علمی شبکه مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه سمنان - مدیر عامل شرکت پایا صنعت فرادانش)

* تعیین تعداد مقره ها براساس آلودگی

مقدار حداقل فاصله خزشی نامی براساس سطح آلودگی IEC ۶۰۸۱۵

نسبت فاصله خزشی به فاصله هوایی	فاصله خزشی فاز به زمین (mm/kV)	فاصله خزشی فاز به فاز (mm/kV)	سطح آلودگی
حداکثر ۳/۵	-	۲۲	خیلی سبک
	۱۶	۲۸	سبک
	۲۰	۳۵	متوسط
حداکثر ۴	۲۵	۴۴	سنگین
	۳۱	۵۵	خیلی سنگین

ضریب اصلاح قطر برای فاصله خزشی

k_d	قطر متوسط عایق پست (D_m)
۱	$D_m < 300 \text{ mm}$
۱/۱	$300 \leq D_m \leq 500 \text{ mm}$
۱/۲	$D_m > 500 \text{ mm}$



محسن نیاستی (هیئت علمی دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه سمنان) - مدیر عامل شرکت پایا صنعت فرادانش

* تعیین تعداد مقره ها براساس آلودگی

ضریب کاربری برای فاصله خزشی

کاربرد عایق	ضریب کاربری (a)
بین فاز و زمین	۱/۰
بین فازها	۱/۷۳
بین کنتاکتهای باز یک کلید یا سوئیچ	۱/۰

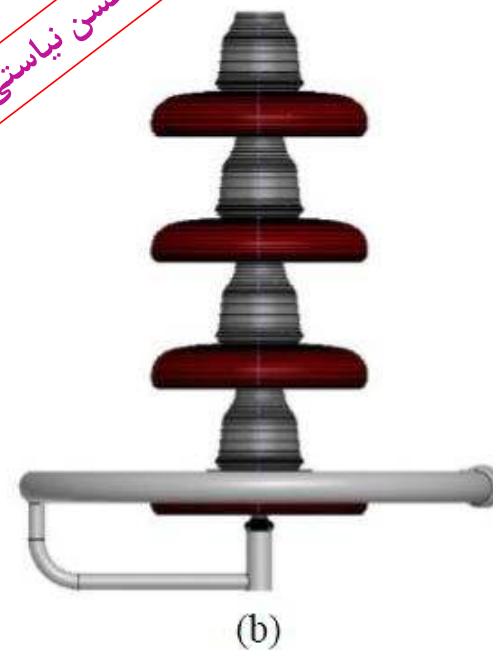
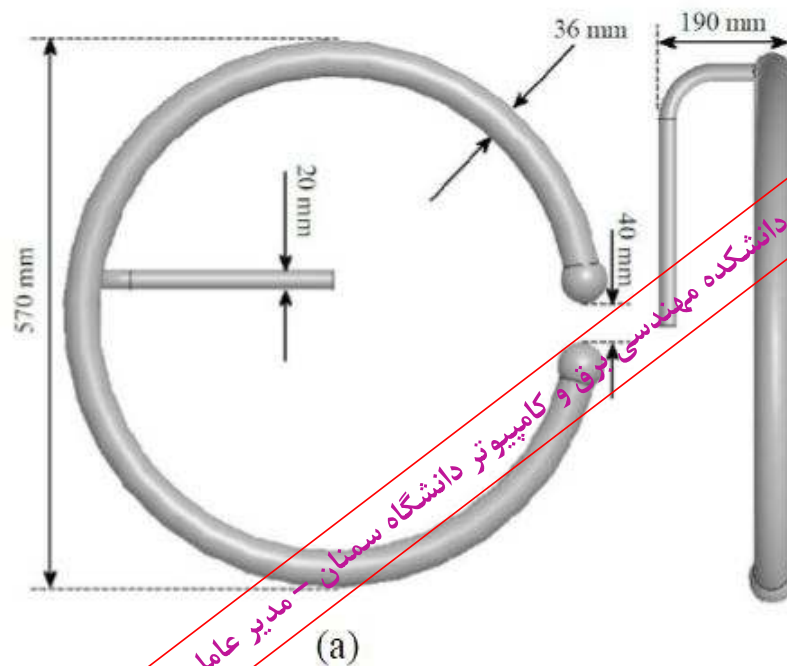


محسن نیاستی
رئیس هیئت علمی دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه سمنان - مدیر عامل شرکت پیا صنعت فرادانش

Table 1: Technical parameters of the simulated insulator

No.	Type	Material	H (mm)	D (mm)	L (mm)	F_{min} (kN)	Manufacturer
A	0207	Porcelain	146	255	295	120	Iran Insulator Co.
B	0215	Porcelain	146	255	440	120	Iran Insulator Co.
C	0206	Porcelain	170	280	370	160	Iran Insulator Co.
D	U120B	Glass	146	255	320	120	Pars Maghareh Co.
E	U120BP	Glass	146	280	442	120	Pars Maghareh Co.
F	U160BL	Glass	170	280	370	160	Pars Maghareh Co.

محسن نیاستی (هیئت علمی دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه سمنان - مدیر عامل شرکت پایا صنعت فرادانش)



Corona Ring (a) profile and dimensions (b) installation configuration

محسن نیاستی (هیئت علمی دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه سمنان) - مدیر عامل شرکت پایا صنعت فرادانش

The number of standard disks (254mm x 146mm) used in typical insulator strings for various system voltages

Line-to-line voltage (kV)	Standard 146 mm disks, line-to-ground
115	7-9
138	7-10
161	10-12
230	11-14
345	15-18
500	22-28
765	30-37

محسن نیاستی (هیئت علمی دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه سمنان) - مدیر عامل شرکت پایا صنعت فرادانش

اثر شرایط محیطی بر استقامت عایقی:

$$CFO_A = (k_\delta)^m \times (k_H)^w \times CFO_S$$

$$BIL_A = (k_\delta)^m \times (k_H)^w \times BIL_S$$

$$BSL_A = (k_\delta)^m \times (k_H)^w \times BSL_S$$

* مطابق استاندارد ANSI (IEEE):

$$H_0 = 15 \text{ gr} / \text{m}^3 \quad P_0 = 760 \text{ mmHg} \quad T_0 = 25^{\circ}\text{C}$$

* مطابق استاندارد IEC:

$$H_0 = 11 \text{ gr} / \text{m}^3 \quad P_0 = 760 \text{ mmHg} \quad T_0 = 20^{\circ}\text{C}$$

$$k_{\delta} = \frac{P}{P_0} \times \frac{273+T_0}{273+T} \quad \frac{P}{P_0} = 1 - 0.1A \quad A(km)$$

ضریب اصلاح چگالی هوا:

$$k_{\delta} = 0.997 - 0.106A \quad or \quad k_{\delta} = e^{-(A/8.6)}$$

ضریب اصلاح رطوبت هوا (تحت شرایط بارانی یا خیس مقدار آن یک می باشد):

نوع ولتاژ	بازه	k_H
DC	$1g/m^3 < H/k_{\delta} < 15g/m^3$	$1 + 0.014(H/k_{\delta} - 11) - 0.00022(H/k_{\delta} - 11)^2$
AC	$1g/m^3 < H/k_{\delta} < 15g/m^3$	$1 + 0.012(H/k_{\delta} - 11)$
صاعقه (LI) / کلیدزنی (SI)	$1g/m^3 < H/k_{\delta} < 20g/m^3$	$1 + 0.010(H/k_{\delta} - 11)$

P_0 : مقدار استاندارد فشار هوا،

P : فشار واقعی هوای محیط،

T_0 : دمای استاندارد (برحسب سانتیگراد)،

T : دمای محیط (برحسب سانتیگراد)،

H : رطوبت هوا (برحسب گرم بر مترمکعب)،

محسن نیاستی (هیئت علمی دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه سمنان) - مدیر عامل شرکت پایا صنعت فرا دانش

$$G_0 = \frac{CFO_S}{500 \times S}$$

تعیین ضرایب m و w :

CFOs: مقدار استاندارد ولتاژ جرقه (بر حسب کیلوولت)

S: فاصله برخورد ضربه یا فاصله هوایی (بر حسب متر)

G_0	m	w
$G_0 < 0.2$	0	0
$0.2 < G_0 < 1.0$	$m = w = 1.25G_0(G_0 - 0.2)$	
$1.0 < G_0 < 1.2$	1	1
$1.2 < G_0 < 2.0$	1	$w = 1.25(2.2 - G_0)(2 - G_0)$
$G_0 > 2.0$	1	0

طراحی و انتخاب سطح عایقی:

الف- تحت ولتاژ گذرای صاعقه:

* در این حالت طراحی و انتخاب سطح عایقی برای شرایط بارانی یا خیس در نظر گرفته می شود:

$$H_c = 1$$

$$G_0 \approx 1 \sim 1.2 \Rightarrow m = w = 1$$

بنابراین:

$$CFO_A = k_\delta \times CFO_S$$

$$BIL_A = k_\delta \times BIL_S$$

محسن نیاستی
رئیس هیئت مدیره
مدیر عامل شرکت پارس صنعت فرادانش
دانشگاه سمنان - مدیر عامل شرکت پارس صنعت فرادانش

طراحی و انتخاب سطح عایقی:

محسن نیاساتی - تحت ولتاژ گذرای کلیدزنی:

* در این حالت طراحی و تست سطح عایقی برای شرایط بارانی یا خیس در نظر گرفته می شود:

$$H_c = 1$$

$$G_0 \approx 0.2 \sim 1.0 \Rightarrow m = w = 1.25G_0(G_0 - 0.2)$$

بنابراین:

$$CFO_A = (k_\delta)^m \times CFO_\delta$$

$$BSL_A = (k_\delta)^m \times BSL_\delta$$

محاسبه ولتاژ جرقه بحرانی (CFO) براساس استقامت عایقی صاعقه (BIL) و کلیدزنی (BSL)

$$BIL = CFO \times (1 - 1.28 \frac{\sigma_f}{CFO})$$

$$BSL = CFO \times (1 - 1.28 \frac{\sigma_f}{CFO})$$

* مقدار انحراف معیار استاندارد $(\frac{\sigma_f}{CFO})$:

برای مطالعات صاعقه (BIL): ۲٪ تا ۳٪

برای مطالعات کلیدزنی (BSL): ۵٪ برای عایق خط و ۷٪ برای عایق پست

BIL و BSL: به ازای وقوع جرقه با احتمال 10% (برای شرایط سطح خیس)

CFO: به ازای وقوع جرقه با احتمال 50%

انتخاب طول فاصله هوایی عایق براساس اضافه ولتاژهای گذرای صاعقه

$$S_L(m) = \frac{CFO(kV) - 80}{550}$$

$$N_I = \frac{S_L + L_h}{L_i}$$

L_h : مجموع طول شاخک برقگیر یا حلقه کرونا در دو سر عایق

L_i : ارتفاع موثر یا طول فاصله هوایی هر مقره یشقابی

N_I : تعداد مقره های زنجیره مقره

محسن نیاستی (هیئت علمی دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه سمنان - مدیر عامل شرکت پایا صنعت فرادانش)

انتخاب طول فاصله هوایی عایق براساس اضافه ولتاژهای گذرای کلیدزنی

$$S_s(m) = \frac{8}{\left(\frac{3400}{CFO}\right) - 1}$$

Or

$$S_s(m) = \frac{7.3}{\left(\frac{3830}{CFO}\right) - 1}$$

محسن نیاستی (هیئت علمی دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه سمنان - مدیر عامل شرکت پایاصنعت فرادانش)

Rated insulation levels according to IEC 61869-1

Max. System voltage	Power frequency withstand voltage		Lightning impulse withstand voltage	Switching impulse withstand voltage	RIV test voltage	Max. RIV level	PD test voltage	Max. PD level
	Dry	Wet						
kV	kV	kV	kV	kV	kV	μV	kV	pC
36	70	70	170	-	-	-	43	10
52	95	95	250	-	-	-	63	10
72.5	140	140	325	-	-	-	86	10
123	230	230	550	-	79.5	250	148	10
145	275	275	650	-	92	250	174	10
170	325	325	750	-	108	250	204	10
245	460	460	1050	-	156	250	276	10
300	460	-	1050	850	191	250	360	10
362	510	-	1175	950	230	2500	434	10
420	630	-	1425	1050	267	2500	420*	10
550	680	-	1550	1175	334	2500	550*	10
800	975	-	2100	1550	485	2500	800*	10

Test voltages above apply at ≤ 1000 m above sea level. *) Earthed neutral system

محسن نیاستی (هیئت علمی دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه سمنان - مدیر عامل شرکت پیا صنعت فرادانش)

Basic insulation levels according to IEEE C57.13 -2008

Max. System voltage	Power frequency with- stand voltage		Lightning impulse withstand voltage	Chopped wave test voltage	RIV test voltage	Max. RIV level
	Dry	Wet				
kV	kV	kV	kV	kV	kV	μV
36.5	70	70	200	230	-	-
48.3	95	95	250	290	-	-
72.5	140	140	350	400	-	-
123	230	230	550	630	78	250
145	275	275	650	750	92	250
170	325	315	750	865	108	250
245	460	445	1050	1210	156	250
362	575	-	1300	1500	230	2500
550	800	-	1800	2070	334	2500
800	920	-	2050	2360	485	2500

Test voltages above apply at ≤ 1000 m above sea level.

محسن نیاستی (هیئت علمی دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه سمنان - مدیر عامل شرکت پایا صنعت فی اداش)