ترانسفورماتور هوایی

ساختار کلی هر یک از انواع پست های توزیع مشتمل بر سه قسمت کلی به شرح ذیل می‌باشد :

۱- تجهیزات قطع و وصل و حفاظت فشار متوسط

۲- ترانسفورماتور توزیع

۳- تجهیزات قطع و وصل و حفاظت فشار ضعیف

در زیر جدول مشخصات فنی ترانسفورماتورهای توزیع ۲۰کیلوولت از 25kVA تا 2000kVA آورده شده است:

مشخصات فنی ترانسفورماتورهای توزیع روغنی ۲۰kV

Power (1)	Voltage (1)		Taps in HV side (1)	Vector group (1)	Rated Imped-ance	Losses		Noise level	Efficiency at full load (min) P.F.=0.8	Total Weight (max)	Overall Dimensions (max)			Wheels		
	HV	LV				No-load	Load (2)				A	B	H	interval C	diameter Ø	interval E
(kVA)	(kV)	(kV)	(%)		(%)	(W)	(W)	(d B)		(kg)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
25	20	0.4	±1*4	Yzn5	4	110	700	48	95.72	375	857	708	1236	520	-	-
50	20	0.4	±1*4	Yzn5	4	145	1100	50	96.76	525	900	715	1307	520	-	-
75	20	0.4	±1*4	Yzn5	4	203	1425	52	97.02	575	1001	707	1456	520	-	-
100	20	0.4	±1*4	Yzn5	4	260	1750	54	97.30	660	1012	713	1440	520	-	-
125	20	0.4	±1*4	Yzn5	4	310	2000	55	97.55	810	1066	735	1479	520	-	-
160	20	0.4	±1*4	Yzn5	4	375	2350	56	97.73	905	1108	730	1492	520	-	-
200	20	0.4	±1*4	Yzn5	4	445	2760	58	97.87	1005	1146	806	1543	520	-	-
250	20	0.4	±2*2.5	Dyn5	6	530	3250	60	97.95	1185	1368	845	1516	520	-	-
315	20	0.4	±2*2.5	Dyn5	6	625	3850	61.5	98.10	1355	1560	970	1599	670	-	-
400	20	0.4	±2*2.5	Dyn5	6	750	4600	63	98.18	1595	1643	920	1840	670	150	50
500	20	0.4	±2*2.5	Dyn5	6	875	5450	64	98.31	1870	1702	970	1900	670	150	50
630	20	0.4	±2*2.5	Dyn5	6	940	6750	65	98.37	2225	1785	1060	1958	670	150	50
800	20	0.4	±2*2.5	Dyn5	6	1150	8500	66.4	98.38	2705	1980	1125	2025	670	150	50
1000	20	0.4	±2*2.5	Dyn5	6	1400	10500	68	98.41	3255	1948	1182	2289	820	200	68
1250	20	0.4	±2*2.5	Dyn5	6	1730	13200	69.25	98.38	3910	2082	1300	2320	820	200	68
1600	20	0.4	±2*2.5	Dyn5	6	2200	17000	71	98.39	4725	2438	1558	2490	820	200	68
2000	20	0.4	±2*2.5	Dyn5	6	2645	21200	75.4	98.4	5685	2470	1480	2520	1070	200	68

توضیحات: ■ مطابق با استاندارد بین المللی IEC ■ ترانسفورماتور روغنی توزیع سه فاز از نوع کاهنده[1] ■ فرکانس نامی: ۵۰Hz[1]

■ حداکثر دمای محیط: ۴۵°C[1] ■ نوع مخزن: با منبع انبساط[3] ■ سیستم خنک کنندگی: ONAN

■ فام رنگ: ۷۰۳۸ یا ۷۰۳۲[1] ■ ارتفاع نصب: تا ۱۰۰۰ متر بالاتر از سطح دریاهای آزاد

(۱) طبق درخواست مشتری قابل تغییر می باشد. (۲) تلفات بار کامل در دمای ۷۵°C (۳) دیگر انواع ترانسفورماتور طبق سفارش تولید می گردد.

ترانسفورماتور و اجزای آن:

ترانس یا ترانسفورماتور در شبکه‌های توزیع مبدلی است که ولتاژ فشارمتوسط (۱۱و۲۰و۳۳ کیلوولت) را به فشارضعیف (۰,۴کیلوولت) تبدیل می‌کند و بنا بر نیاز بار مصرفی مشترکین، ظرفیت ترانس انتخاب و در شبکه نصب می‌گردد. در حال حاضر ترانسفورماتورها عموماً با روغن عایق و هوا خنک می‌شوند و معمولاً دارای سیم پیچ مثلث در طرف فشارمتوسط و سیم پیچ ستاره در طرف فشارضعیف می‌باشند.

ترانسفورماتورهای نصب شده در پست‌های هوایی به طور معمول در ظرفیت‌های، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۱۶۰، ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۱۵ و ۴۰۰ کیلوولت آمپر و از نوع روغنی کنسرواتوری و روغنی هرمتیک است که سطوح ولتاژی فشارمتوسط را به ولتـاژ فشار ضعیف تبدیل می‌کند.

ترانسفورماتورهای توزیع را از دیدگاه‌های مختلف می‌توان به چند نوع تقسیم کرد:

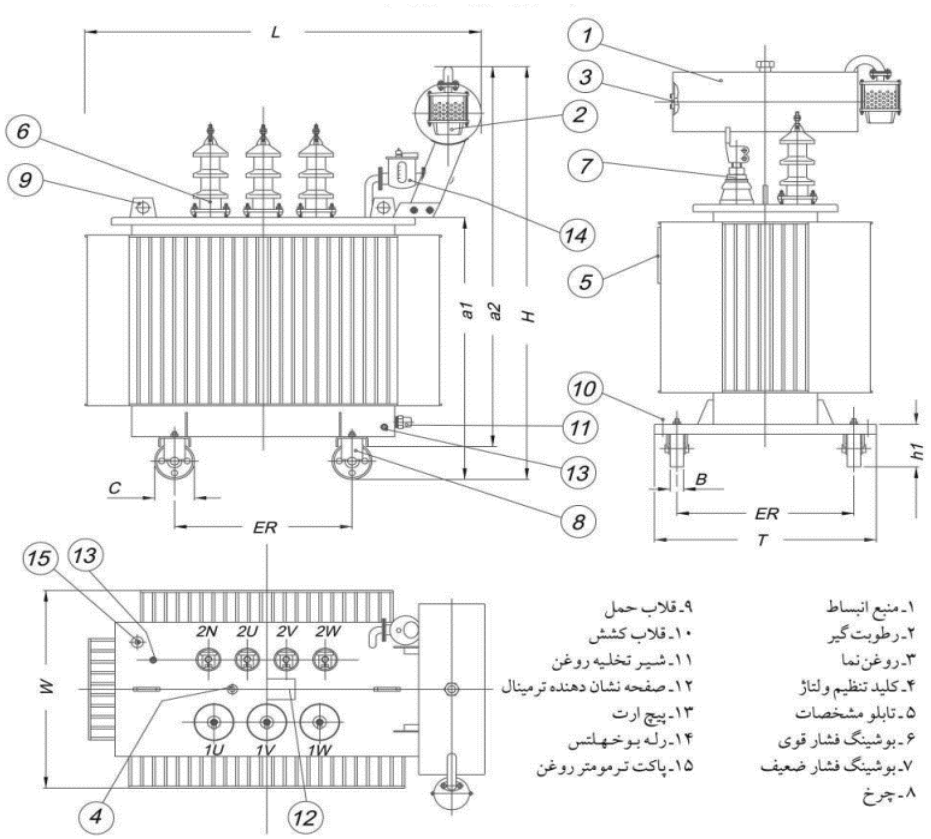
۱. ترانسفورماتور روغنی که از لحاظ طراحی مخزن و چگونگی ارتباط با هوای محیط اطراف به دو دسته تقسیم می‌شوند:

a. سیستم روغن مرتبط با هوای بیرون، که در این حالت هوای محیط از طریق رطوبت گیر با روغن در تماس بوده و انبساط و انقباض روغن مخزن در منبع انبساط جبران می شود.

b. ترانسفورماتورهای هرمتیک که سیستم روغن آن بدون ارتباط با هوای بیرون می‌باشد. آنها با استفاده از مخزن بسته و پره‌هائی ساخته می‌شوند که اجازه انبساط را در دمای مختلف به ترانسفورماتور می‌دهد.

۲. ترانسفورماتور خشک رزینی: این نوع ترانسفورماتورها فاقد روغن بوده و سیم‌پیچ‌ها رزین اندود شده و با ریخته‌گری و تزریق رزین محبوس می‌شوند.

قسمت‌های خارجی ترانس در شکل زیر آمده است:



۱ـ منبع انبساط
۲ـ رطوبت گیر
۳ـ روغن نما
۴ـ کلید تنظیم ولتاژ
۵ـ تابلو مشخصات
۶ـ بوشینگ فشار قوی
۷ـ بوشینگ فشار ضعیف
۸ـ چرخ
۹ـ قلاب حمل
۱۰ـ قلاب کشش
۱۱ـ شیر تخلیه روغن
۱۲ـ صفحه نشان دهنده ترمینال
۱۳ـ پیچ ارت
۱۴ـ رله بوخهلتس
۱۵ـ پاکت ترمومتر روغن

هسته ترانس:

هسته ترانس جهت برقراری میدان مغناطیسی با حداقل مقاومت مغناطیسی است که به صورت ورقه ورقه و با ضخامت حدود ۰/۳۰ میلی متر ساخته می‌شود.

سیم پیچ ترانس:

سیم پیچ‌ها به صورت استوانه‌های متحدالمرکز روی ستون‌های هسته قرار داده می‌شوند و معمولاً سیم پیچ‌های فشارضعیف در داخل و فشارقوی در خارج واقع می‌شوند و این ترتیب به این دلیل رعایت می‌شود که عایق‌کاری فشارضعیف نسبت به هسته راحت تر است.

مخزن:

یک ظرف مکعب یا بیضوی شکل است که هسته و سیم پیچ های ترانس در آن جای می‌گیرند. ترانسفورماتورهای روغنی دارای سیستم خنک کننده طبیعی است که بدین منظور برروی مخزن ترانسفورماتور پره‌هایی نصب می‌گردد تا سرعت خنک‌سازی را افزایش و تسهیل بخشند.

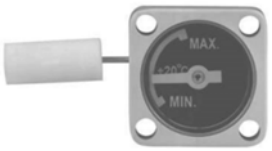
ترمومتر:

ترمومترها برای تشخیص درجه حرارت روغن (معمولاً برای ترانس‌های زمینی) طراحی شده‌اند و دارای دو میکروسوئیچ و شاخص نشانگر می‌باشند. عقربه نشانگر حداکثر دما نیز بر روی آن نصب است.

قسمت بی متال ترمومتر با حس دمای روغن داخل غلاف موجب تحریک و حرکت عقربه گردیده و دمای روغن را با یک تلرانس حدود ۵درجه در محدوده دمایی ۱۲۰-۵۰درجه نشان می‌دهد. در صورت رشد صعودی دمای روغن و

رسیدن عقربه به شاخص آبی رنگ، سوئیچ مربوط به آلارم تحریک شده و عمل خواهد نمود. عموماً این شاخص روی دمای ۶۵ تنظیم می‌گردد. در صورت ادامه رشد صعودی دمای روغن و رسیدن عقربه به شاخص زرد رنگ میکروسوئیچ مربوط در حالت قطع (Trip) عمل خواهد نمود. عموماً این شاخص روی دمای ۹۰درجه تنظیم می‌گردد. لازم به ذکر است این ترمومترها دارای یک عقربه نشان دهنده حداکثر دما می‌باشند که توسط عقربه اصلی حرکت داده می‌شود و نشان دهنده ماکزیمم دمایی است که حین کار برای ترانسفورماتور اتفاق افتاده است. این عقربه به راحتی توسط پیچ روی بدنه قابل برگرداندن به حالت اولیه می‌باشد.

روغن نما:

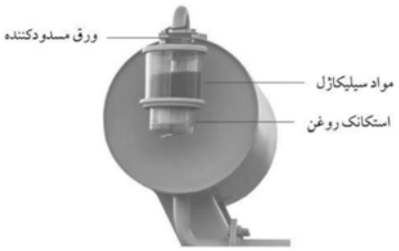


روغن نماها جهت نشان دادن میزان سطح روغن داخل ترانس بکار می‌روند. محل نصب روغن‌نماها عموماً بر روی دیواره جانبی منبع انبساط روغن بوده و در دمای ۲۰درجه سانتیگراد باید عقربه در حالت افقی قرار گیرد.

منبع انبساط (کنسرواتور):

منبع انبساط برای ایجاد فضای لازم در هنگام تغییرات حجم روغن در اثر حرارت بکار می‌رود. این قسمت جهت جلوگیری از انفجار دارای لوله تنفس بوده و از این طریق با هوا در تماس است که در این مجرا برای جلوگیری از رطوبت هوا به داخل ترانس یک فیلتر رطوبت گیر نصب می شود.

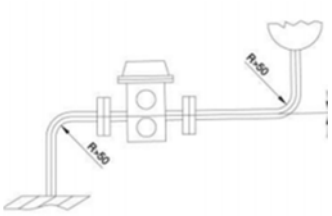
رطوبت‌گیر (سیلیکاژل):

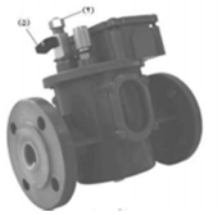


برای جلوگیری از ورود رطوبت هوا به درون ترانس و ترکیب با روغن آن، از رطوبت‌گیر (سیلیکاژل) استفاده می‌شود.

توجه: جهت حفاظت سیلیکاژل یک ورقه نازک قرمز رنگ بین فلنچ رطوبت‌گیر و چپقی منبع انبساط نصب شده است که باید پس از نصب ترانس، با شل کردن پیچ فلنچ آن را برداشته و دوباره پیچ‌ها محکم شوند.

رله بوخهلتس:





رله بوخهلتس در لوله رابط بین تانک و منبع انبساط روغن نصب می‌شود و ترانسفورماتور را در برابر خطرات زیر محافظت می‌نماید:

- گازهای ایجاد شده ناشی از تجزیه روغن یا مواد عایقی
- نشتی مخزن و کاهش شدید سطح روغن ترانس
- جریان سریع روغن از مخزن ترانس به منبع انبساط ناشی از اتصال کوتاه

هنگام بروز عیب در ترانسفورماتور، گازها و جباب‌های بوجود آمده به سمت منبع انبساط حرکت نموده و با تجمع در رله بوخهلتس، باعث تحریک و عملکرد آن می‌شود.

کلید تنظیم ولتاژ (تپ چنجر):

از تپ چنجر به منظور کنترل ولتاژ و معمولاً برای جبران افت ولتاژ ناشی از طولانی بودن خطوط فشارمتوسط در شبکه‌های توزیع استفاده می‌شود که در حالت بی برق با تغییر تعداد دورهای سیم پیچ اولیه، ولتاژ ثانویه تغییر کرده و تنظیم می‌شود.

محدوده تغییرات ولتاژ در ترانسفورماتورهای توزیع :

ترانسفورماتورهای 11,33 kV ±2 x 2.5%

ترانسفورماتورهای 20 kV PN ≤200 kVA ±4%

ترانسفورماتورهای 20 kV 200 kVA<PN ≤2500 kVA ±2 x 2.5%

پیچ اتصال به زمین ترانسفورماتور:

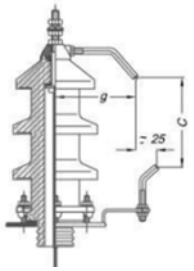
برای اتصال بدنه ترانسفورماتور به زمین، کابلشو اتصال زمین در این محل با پیچ محکم می‌شود.

برقگیر شاخکی (جرقه گیر):

این نوع برقگیرها ساده‌ترین نوع برقگیر می‌باشند که به جرقه‌گیر (برقگیر با فاصله هوایی) معروف هستند. وظیفه جرقه‌گیرها که در کنار بوشینگ‌های ترانس نصب می‌شوند، حفاظت ترانسفورماتور در مقابل موج اضافه ولتاژهای ناگهانی و انتقال ولتاژ اضافی به زمین از طریق بدنه ترانسفورماتور می‌باشد.

بوشینگ ترانس‌ها از ۱۲کیلوولت به بالا طبق استاندارد باید دارای جرقه‌گیر باشند که تنظیم فاصله آنها بسیار مهم بوده و باید طبق جدول زیر تنظیم گردد:

در فضای آزاد Outdoor			در محل سرپوشیده Indoor			شرایط نصب ترانسفورماتور	
33	20	11	33	20	11	kV	ردیف ولتاژ
220	155	85	220	155	85	mm	c*
170	150		135			mm	g



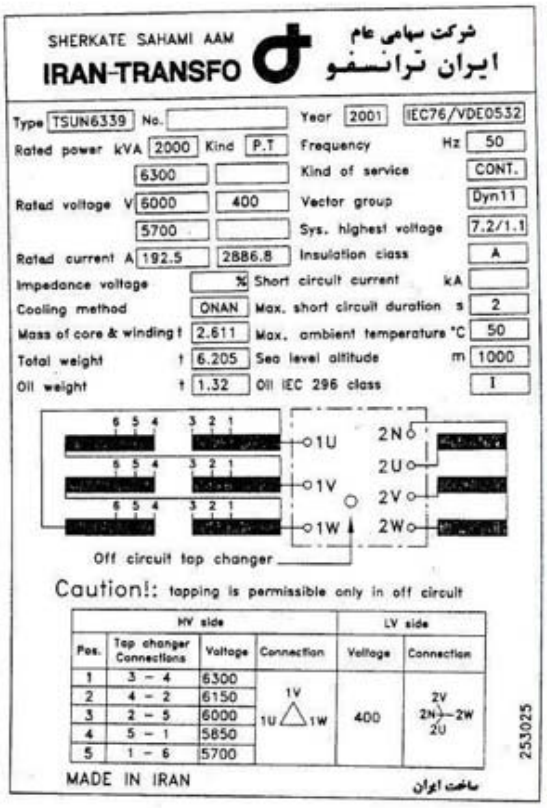
جرقه گیر

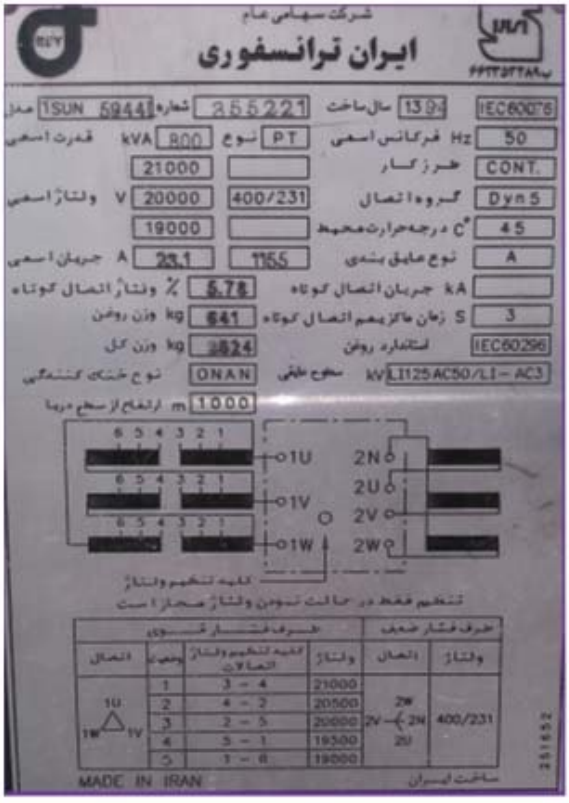
شیر تخلیه روغن:

برای تخلیه، تصفیه، نمونه گیری و تست روغن ترانس در صورت نیاز، یک عدد شیر در پائین‌ترین قسمت مخزن قرار دارد که دارای مغزی با دو سوراخ کوچک و بزرگ برای نمونه گیری و تخلیه (یا تصفیه) می‌باشد.

تابلو مشخصات ترانسفورماتور:

تابلو مشخصات حاوی اطلاعات لازم برای شناسائی ترانسفورماتور بوده و عموماً بر روی دیواره سمت فشارضعیف نصب می‌گردد. مهم‌ترین آنها که با توجه به شبکه و نوع مشترک باید مورد توجه قرار گیرد، مواردی همچون ولتاژ نامی ترانسفورماتور سمت فشارقوی و فشارضعیف، جریان نامی ترانسفورماتور سمت فشارقوی و فشارضعیف به آمپر و قدرت اسمی به کیلوولت‌آمپر می‌باشد. اطلاعات کامل تابلو مشخصات شامل موارد زیر است:





گروه برداری ترانسفورماتور

علاوه بر مشخصاتی مانند ولتاژ، جریان، قدرت و غیره، گروه برداری یکی از مشخصات ترانسفورماتورهای سه‌فاز است که آرایش سیم‌پیچ‌های اولیه، ثانویه و ثالثیه را مشخص می‌کند. موازی‌کردن ترانسفورماتورها باید با توجه به گروه برداری انجام شود.

گروه برداری ترانس‌ها که بر روی پلاک آن‌ها مشخص می‌شود، نمایانگر نوع اتصال (ستاره، مثلث یا زیگزاگ) و جابجایی فاز در ثانویه نسبت به اولیه است. نوع اتصال با کمک حروف بزرگ برای سمت فشارقوی و حروف کوچک برای سمت فشارضعیف مشخص می‌شود که در آن (D یا d) بیان‌کننده اتصال مثلث، (Y یا y) ستاره، و (Z یا z) بیان‌کننده اتصال زیگزاگ هستند. در صورت وجود سیم نول آن را با (N یا n) مشخص می‌کنند. عددی که در گروه برداری می‌آید نمایانگر جابجایی فاز سمت فشارضعیف بر حسب ۳۰درجه و نسبت به ولتاژ فاز به زمین سمت فشار قوی است.

برای محاسبه گروه برداری، بردار ولتاژ سمت فشارقوی را روی عدد ۱۲ یک ساعت فرض می‌کنند و محل بردار ولتاژ فشارضعیف را نسبت به فشارقوی محاسبه می‌نمایند و عددی که بردار ولتاژ فشارضعیف نمایش می‌دهد همان عدد

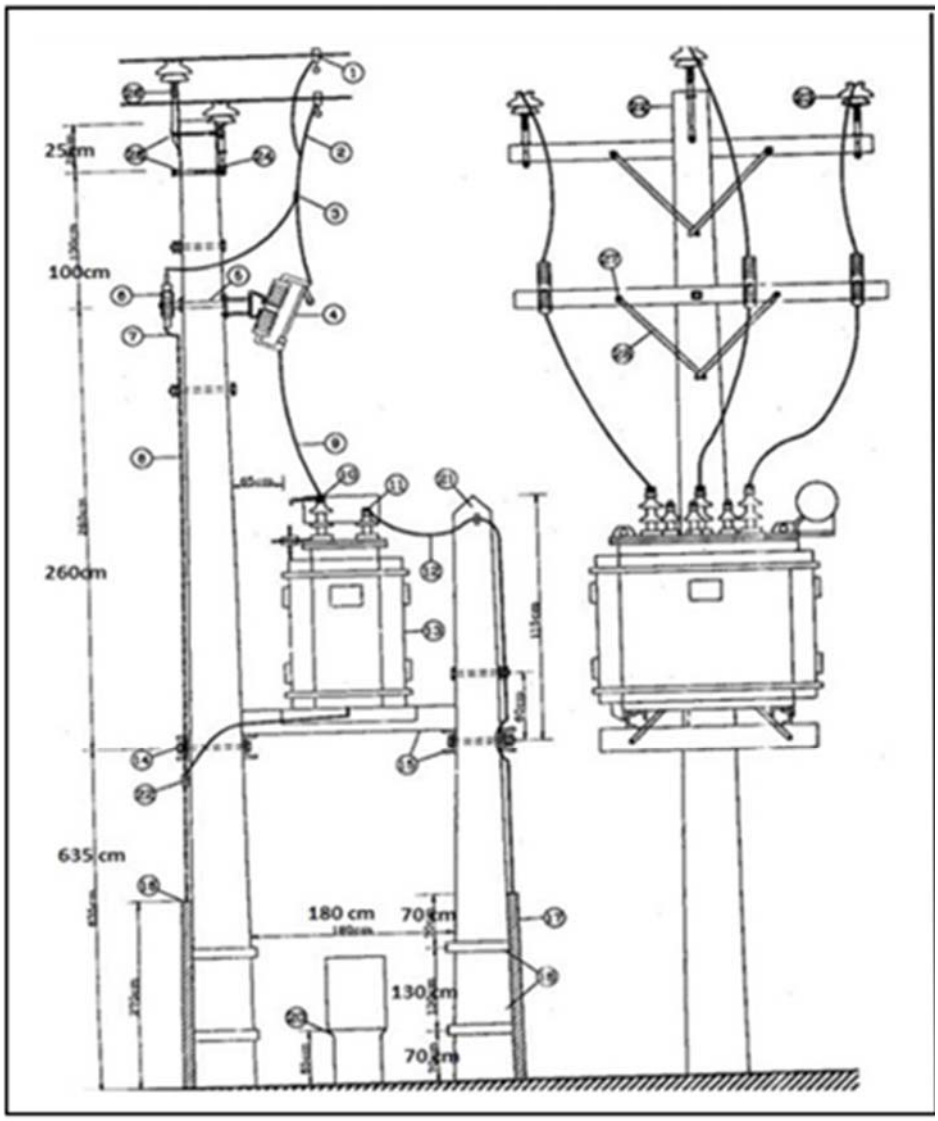
گروه برداری خواهد بود. برای نمونه Dyn1 معرف یک ترانس سه‌فاز با اتصال مثلث در سمت اولیه و اتصال ستاره زمین‌شده در سمت ثانویه و پس‌فاز بودن ۳۰درجه ولتاژهای فشارضعیف نسبت به فشارقوی است.

سکوی نصب ترانسفورماتور دو طرفه:

ترانس در طراحی دو پایه بین یک پایه اصلی ۱۲متری و یک پایه کمکی (معمولاً ۹متری) نصب می‌گردد. تجهیزات حفاظتی آن مانند کات‌اوت فیوزها و برقگیرها بر روی پایه اصلی نصب می‌شود.

جهت تجهیز ترانسفورماتور هوایی به روی شبکه فشار متوسط هوایی پایه های بتونی در خلاف جهت یکدیگر متناسب با محل نصب و نیروهای وارده به پایه و با فاصله ۱۸۰سانتیمتر از یکدیگر (داخل به داخل پایه‌های بتونی) و استفاده از سکوی کوچک نصب می‌گردند. جهت ترانسفورماتور با ظرفیت بیشتر از ۲۰۰کیلوولت‌آمپر فاصله داخلی پایه‌های بتونی ۲ متر از یکدیگر لحاظ و از سکوهای ترانس بزرگ استفاده می‌گردد.

معمولاً با توجه به احتمال افزایش قدرت پست ارتفاع و قدرت پایه‌ها ۱۲/۶۰۰ و۹/۶۰۰ انتخاب می‌گردد که البته ارتفاع و قدرت پایه‌ها با توجه به ظرفیت ترانسفورماتور و شرایط محل نصب تعیین می‌گردد.

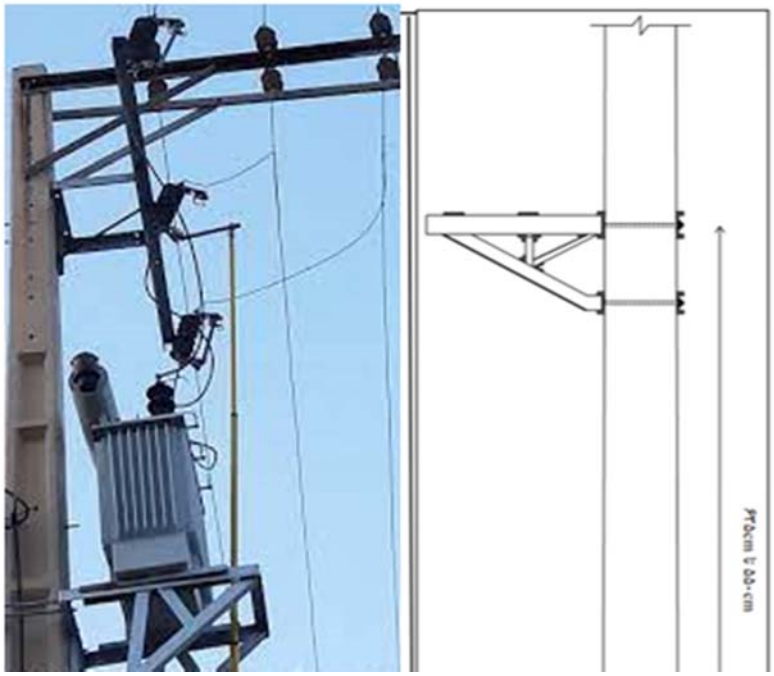


لیست قطعات یک پست هوایی ۲۰ کیلوولت

شماره	شرح تجهیزات	واحد	تعداد
۱	گیره هات‌لاین AL	عدد	۳
۲	سیم ACSR ۳۵(خط به کات‌اوت)	----	
۳	کلمپ دو پیچه AL	----	۳
۴	کات اوت فیوز ۲۴	دستگاه	۳
۵	پیچ‌ومهره چشمی جهت کنسول ۱۴×۲۵۰ با واشر مربعی ۳×۵۰×۵۰	عدد	۲
۶	برقگیر ۲۴KV	دستگاه	۳
۷	سیم مسی۵۰ (جهت اتصال برقگیرهای کناری‌وبدنه ترانسفورماتور به‌کابل زمین)	متر	۴/۵
۸	کابل مسی ۵۰(جهت اتصال نقطه خنثی برقگیرها به زمین)	----	۱۰
۹	سیم مسی ۵۰(جهت اتصال کات اوت به ترانسفورمر)	----	۵
۱۰	کابلشو مسی ۵۰ (جهت اتصال سیم به بوشینگ)	عدد	۶
۱۱	کابلشو مسی متناسب با کابل	----	۲۰
۱۲	کابل متناسب با ترانسفورمر(طبق جدول)	متر	۱۲
۱۳	ترانسفورماتور توزیع هوائی (حداکثر تا ۵۰۰ کیلوولت آمپر)	دستگاه	۱
۱۴	پیچ و مهره دوسرقلاویز جهت سکوی ترانسفورمر ۱۴×۲۰۰	عدد	۴
۱۵	سکوی ترانسفورماتور بطور کامل	دستگاه	۱
۱۶	لوله گالوانیزه دوانچ (جهت کابل زمین)	شاخه	۰/۵
۱۷	لوله فلزی گالوانیزه ۳-۵ اینچ (جهت کابل ترانسفورماتور)	شاخه	۰/۵
۱۸	پست فلزی (کرپی)	عدد	۵
۱۹	تابلو	دستگاه	۱
۲۰	سکوی بتونی تابلو	------	۱
۲۱	پایه بتونی ۹ متری	اصله	۱
۲۲	پایه بتونی ۱۲ متری	----	-
۲۳	مقره سوزنی برای پست وسط خط	-	-
۲۴	کراس آرم فلزی ۲/۴۴ متری (۸×۷۰×۷۰) میلیمتری	عدد	۲
۲۵	میل مقره راس تیری بلند	-	-
۲۶	پیچ و مهره یک سر ۱۴×۲۵۰	عدد	۶
۲۷	پیچ ومهره جهت تسمه به کراس آرم ۱۰×۴۰ میلیمتری	عدد	۴
۲۸	تسمه حائل ۵×۳۰×۶۹۸ میلیمتری	عدد	۴
۲۹	مقره بشقابی برای پست انتهای خط	-	-
۳۰	کلمپ انتهائی (سوکت)	-	-
۳۱	متعلقات مقره بشقابی	-	-
۳۲	کلمپ مسی دو پیچه	عدد	۲

پست های توزیع هوایی یک طرفه:

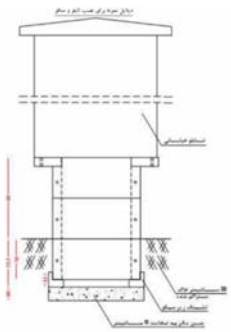
روش نسبتاً جدید مورد استفاده برای احداث پست‌های توزیع هوایی با قدرت حداکثر ۱۰۰ کیلوولت آمپر بکارگیری و نصب پست های هوایی تک پایه می باشد. سکوی ترانسفورماتور تک پایه با گالوانیزه گرم با رعایت فاصله از سطح زمین که معمولا بین ۵,۵ تا ۶,۳۵ متـر است و با رعایت فاصله مناسب ترانسفورماتور از سکوی کات اوت فیوز و برقگیر به وسیله پیچ و مهره با انـدازه مناسـب به صورت تراز نصب می‌گردد. در زیر نمائی از پست هوایی تک پایه و دو پایه آورده شده است.



پایه های چهار گوش مورد استفاده در پست های تک پایه دقیقا مشابه نمونه های مورد استفاده در پست هـای دوطرفـه بـوده و باید انتخاب قدرت پایه بتونی متناسب با قدرت نامی ترانس و بر اساس جدول زیر باشد:

جهت نصب / نوع ترانس	پایه بتنی مسلح چهارگوش نصب ترانس در طرف نری	پایه بتنی مسلح چهارگوش نصب ترانس در طرف مادگی	پایه بتنی پیش تنیده
۲۵kVA	۱۲/۴۰۰	۱۲/۴۰۰	۱۲/۴۰۰
۵۰kVA	۱۲/۶۰۰	۱۲/۸۰۰	۱۲/۶۰۰
۱۰۰kVA	۱۲/۸۰۰	۱۲/۱۲۰۰	۱۲/۸۰۰

سکوی نصب تابلوی فشار ضعیف:



برای نصب تابلوهای فشار ضعیف (عمومی، اختصاصی) دو روش مرسوم می باشد :

روش اول : استفاده از سکوی فلزی که به کارگیری آن منسوخ گردیده و توصیه نمی‌گردد.

روش دوم : استفاده از سکوهای بتونی پیش ساخته که متناسب با نوع و آمپراژ تابلو با دیتایل زیر ساخته شده مورد اسـتفاده قـرار می‌گیرد.

دقت گردد که چاله ی حفر شده برای نصب سکو باید طول و عرضی مطابق با دیتایل ارایه شـده براسـاس تیـپ تـابلو داشـته باشد. لکن عمق چاله همواره معادل ۴۵,۵سانتیمتر (۱۰سانتیمتر بتون + ۵,۵سانتیمتر ارتفاع کف تشتک +۳۰سانتیمتر طول پایه تابلو) می‌باشد.

تابلوهای فشار ضعیف عمومی و اختصاصی:

هر تابلو فشار ضعیف از قسمت های زیر تشکیل گردیده است:

- **بدنه تابلو:** معمولاً با استفاده از ورق نمره ۲،۵ یا ۲ ساخته شده و نوع رنگ آن کوره‌ای می‌باشد.
- **کلید اصلی فشار ضعیف:** انتخاب کلید فشارضعیف بستگی به قدرت ترانسفورماتورها دارد و معمولاً برای ترانسفورماتورهای با قدرت مختلف کلید متفاوت انتخاب می‌شود.
- **تجهیزات روشنائی معابر:** سیستم روشنایی برای معابر و خیابان‌ها در شب به کار می رود.
- **فیدرهای خروجی:** فیدرهای خروجی که معمولاً در پست‌های توزیع استفاده می‌گردد مجهز به دو نوع کلید فیوز کشویی و کلید فیوز گردان می‌باشند. کلید فیوز بسته به جریانی که از آن گرفته می‌شود و نوع کابلی که زیر آن می‌بندند انتخاب می‌گردد.

کلید اتوماتیک فشارضعیف

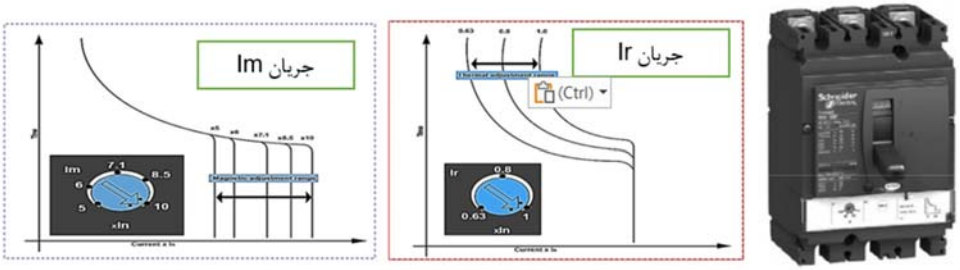
کلیدهای اتوماتیک فشارضعیف دارای دو نوع رله قابل تنظیم می‌باشند که عبارتند از:

- رله حرارتی یا ترمیک که زمان (عبور اضافه بار) در عملکرد آن موثر است. (جریان Ir)

جریان Ir در واقع جریان تنظیمی رله اضافه جریان تاخیری کلید است و به صورت ضریبی کمتر از یک بر روی کلید قابل تنظیم است. با ضرب این ضریب در مقدار جریان نامی جریان آستانه حفاظت اضافه بار به دست می آید.

- رله مغناطیسی که آنی بوده و در اتصال کوتاه ها عمل می‌کند.

جریان Im در واقع جریان تنظیمی رله مغناطیسی کلید است و سیستم را در برابر اتصال کوتاه محافظت می‌کند. این جریان به صورت ضریبی از جریان نامی کلید تنظیم می شود که به محض اینکه جریان اتصال کوتاه به حد آستانه تنظیم برسد رله بلافاصله به صورت لحظه‌ای عمل خواهد نمود.



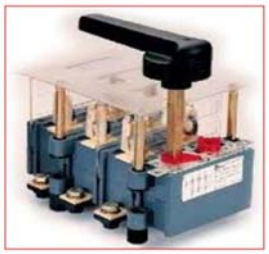
جهت انتخاب کلید اتوماتیک تابلوهای عمومی، متناسب با جریان عبوری و ظرفیت ترانسفورماتور می‌توان از جدول زیر استفاده نمود:

ظرفیت (kva) ترانسفورماتور	آمپراژ کلید اصلی اتوماتیک(amp)
۵۰	۱۰۰
۱۰۰	۱۶۰
۱۲۵	۲۵۰
۱۶۰	۲۵۰
۲۰۰	۴۰۰
۲۵۰	۴۰۰
۳۱۵	۶۳۰
۴۰۰	۸۰۰
۵۰۰	۸۰۰
۶۳۰	۱۰۰۰
۸۰۰	۱۲۵۰
۱۰۰۰	۱۶۰۰
۱۲۵۰	۲۰۰۰
۱۶۰۰	۲۵۰۰
۲۰۰۰	۳۲۰۰

کلید فیوز کاردی

کلید فیوزهای کاردی هم وظیفه قطع کننده (به صورت دستی) و هم به عنوان حفاظت کننده مدار در شرایط اتصال کوتاه را بر عهده دارند. کلید فیوزها معمولاً در رنج جریان ۱۰۰آمپر به بالا طراحی می‌شوند. البته این کلید غیر قابل قطع زیر بار است. در این کلید از سه عدد فیوز کاردی استفاده می‌شود.

کلید فیوز گردان



در این کلیدها نیز مشابه کلید فیوز کاردی از سه فیوز کاردی استفاده می شود که نقش قطع کننده (به صورت دستی) و حفاظت کننده مدار در شرایط اتصال کوتاه را بر عهده دارند. این کلید فیوزها معمولاً در رنج جریان ۱۶۰آمپر به بالا طراحی می‌شوند و مزیت این کلیدها این است که امکان قطع و وصل آنها زیر بار وجود دارد و کنتاکت‌های کلید در محفظه پوشیده قرار گرفته است.

فیوز کاردی فشارضعیف

اگر جریان خطا از این فیوز عبور نماید المان حفاظتی آن ذوب شده و باعث قطع مدار می‌شود.

سیستم روشنایی معابر

این سیستم جهت کنترل و قطع و وصل شبکه روشنایی معابر به طور اتوماتیک استفاده و از اجزای زیر تشکیل می‌شود .

فتوسل: با تاریک شدن هوا به کنتاکتور فرمان وصل می دهد و با روشن شدن هوا قطع می‌شود.

کنتاکتور: چون فتوسل نمی‌تواند جریان زیادی را قطع و وصل نماید از کنتاکتور برای قطع و وصل بارهای روشنایی زیاد استفاده می‌شود.

ساعت نجومی: بر اساس زمان غروب و طلوع آفتاب هر منطقه قطع و وصل می‌شود و تنظیمات آن بر اساس طول و عرض جغرافیایی مکان نصب ساعت می‌باشد. در صورت نداشتن مختصات نقطه نصب می‌توان کد شهر محل نصب را وارد کرد.

کنتور روشنایی: جهت اندازه گیری میزان انرژی مصرفی سیستم روشنایی هر پست استفاده می شود.

فیوز: جهت حفاظت مدار تابلو روشنایی و شبکه روشنایی معابر به طور جداگانه استفاده می‌شود.

لوازم اندازه گیری شامل کنتور، CT, PT

در تابلوهای اندازه‌گیری تا مصرف ۳۰ کیلو وات به صورت مستقیم و با نصب کنتورهای مستقیم اندازه گیری انجام می‌شود. از ۳۰ کیلو وات تا ۲۴۹ کیلو وات به صورت غیر مستقیم و با نصب CT و با فروش روی سطح ولتاژ فشارضعیف اندازه‌گیری صورت می‌گیرد. از توان ۲۵۰ کیلو وات به بالا فروش و برقراری انشعاب از شبکه فشارضعیف غیر اصولی بوده و باید فروش به صورت ولتاژ اولیه صورت گیرد که در این حالت اندازه گیری به روش غیر مستقیم و با نصب , PT CT و کنتور(سلول لوازم اندازه گیری) صورت می‌گیرد.

ارتباط بین ترانسفورماتور و تابلو فشار ضعیف

برای اتصال بوشینگ‌های فشارضعیف ترانسفورماتور به ورودی کلید اصلی در تابلوی فشار ضعیف (عمومی یا اختصاصی) از کابل‌های فشارضعیف مسی با مقاطعی متناسب با قدرت ترانسفورماتور به شرح ذیل استفاده می‌گردد:

قدرت ترانس (KVA)	مقطع کابل مسی بین ترانس و تابلو
۲۵	۳×۲۵+۱۶
۵۰	۳×۳۵+۱۶
۱۰۰	۳×۷۰+۳۵
۱۶۰	۳×۱۲۰+۷۰
۲۰۰	۳×۱۸۵+۹۵
۲۵۰	۳×۲۴۰+۱۲۰
۳۱۵	۳(۱×۲۴۰)+(۱×۱۲۰)
۴۰۰	۳(۱×۳۰۰)+(۱×۱۵۰)
۵۰۰	۳(۲(۱×۱۵۰))+(۱×۱۵۰)
۶۳۰	۳(۲(۱×۱۸۵))+(۱×۱۸۵)
۸۰۰	۳(۲(۱×۳۰۰))+(۱×۳۰۰)
۱۰۰۰	۳(۳(۱×۲۴۰))+(۱×۳۰۰)
۱۲۵۰	۳(۳(۱×۳۰۰))+۲(۱×۲۴۰)
۱۶۰۰	۳(۴(۱×۳۰۰))+۲(۱×۳۰۰)
۲۰۰۰	۳(۵(۱×۳۰۰))+۳(۱×۳۰۰)

جهت ارتباط بین بوشینگ های فشار ضعیف ترانسفورماتور و کلید اصلی تابلوی فشار ضعیف، عموماً از کابل‌های چهار رشته‌ای که رشته‌های سه فاز و نول در داخل یک پوسته قرار گرفته است استفاده می‌شود.

در کابل‌های چند رشته‌ای ابتدا پوسته کابل به اندازه مناسب برداشته شده و هر رشته از کابل به اندازه عمق کابلشو لخت می‌شود و پس از پرس ضمن آرایش و فرمدهی کابل به بوشینگ‌های ترانسفورماتور متصل می‌گردد.

جهت برقراری ارتباط کابل به کلید اصلی تابلوی فشار ضعیف نیز پوسته کابل به طول ۲۵ تا ۳۰ سانتیمتر برداشته و هر رشته به اندازه عمق کابلشو لخت و پس از پرس مطابق آنچه گفته شد به ورودی کلید اصلی و شینه نول تابلو متصل می‌گردد. در صورت استفاده از کابل های آلومینیومی باید از کابلشوهای بی‌متال استفاده کرد. تعداد پرس کابلشو، متناسب با مقطع کابلشو است.

توجه به این نکته ضروری است که کابل به نحوی بر روی پایه محکم شود که از وارد شدن وزن کابل بر روی بوشینگ ترانسفورماتور جلوگیری کند. بدین منظور بهتر است که کابل حدود ۲۰ سانتیمتر بالاتر از سطح بوشینگ بر روی پایه توسط راک تکخانه و یا بست مناسب مستقر گردد.

اتصال زمین های الکتریکی و حفاظتی پست هوائی

به طور کلی هر پست هوایی باید دارای دو حلقه چاه ارت باشد، که چاه ارت حفاظتی در نزدیک‌ترین فاصله به پست هوایی و چاه ارت الکتریکی به فاصله حداقل ۲۰ متر از چاه حفاظتی احداث می‌گردد.

مسیر اتصال خروجی برقگیرها، بدنه ترانسفورماتور و بدنه تابلوی توزیع منصوبه، باید پس از همبندی در شعاع یک متری اطراف پست هوایی (در فضاهایی که امکان اجرا وجود دارد) با سیم مسی به مقطع ۵۰ میلیمتر مربع و در عمق ۴۰ سانتیمتری اجرا شود و ارتباط آن به الکترود حفاظتی صورت گیرد. شینه نول تابلو فشار ضعیف نیز که از بدنه تابلو ایزوله است، باید توسط سیم یا کابل با مقطع ۵۰ به الکترود چاه الکتریکی متصل گردد.

مقاومت زمین نقطه خنثی ترانسفورماتور در این حالت نباید از ۵ اهم تجاوز نماید، ولی جهت ایمنی و اینکه سیستم حفاظتی باید به فوریت عمل نماید، لذا مقاومت چاه حفاظتی باید به مقدار کافی کوچک بوده و از ۲اهم تجاوز ننماید.

کات اوت فیوز در ترانس‌های هوایی

جهت حفاظت ترانس‌های هوایی از کات اوت فیوز استفاده می‌شود. بدیهی است کات اوت فیوزها علاوه بر وظیفه قطع و وصل می‌توانند حسب فیوز لینک (المنت) بکار رفته در آنها، نقش حفاظت در برابر اضافه بار و اتصال کوتاه را نیز داشته باشند.

فیوز لینک (المنت) بر اساس جریان عبوری انتخاب می‌شوند و معمولاً در آمپرهای ۳، ۶، ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۵، ۸۰ و ۱۰۰ در دسترس می‌باشند.

انتخاب فیوز لینک (المنت) ترانس

برای انتخاب فیوز المنت کات اوت در ترانسفورماتورها باید ابتدا از فرمول زیر مقدار جریان عبوری از المنت حساب شود. ولی با توجه به اینکه ترانس‌ها تا 10% بیش از ظرفیت خود تحمل جریان را دارند، معمولاً المنت یک رنج بالاتر گذاشته می‌شود.

$$S = \sqrt{3} \times V \times I$$

I=جریان عبوری از المنت V=ولتاژ شبکه S=ظرفیت ترانسفورماتور

به عنوان مثال برای یک 100kva در شبکه 20kv مقدار جریان ۳آمپر بدست می‌آید. ولی با توجه به توضیحات بالا باید ۱۰٪ بیشتر یعنی فیوز المنت ۶آمپر گذاشته شود. (برای ترانسفورماتورهای 25kva و 50kva ۳آمپر گذاشته شود.)

انتخاب فیوز لینک (المنت) سرخط

برای انتخاب المنت کات اوت سرخط (معمولاً سرخط فرعی‌ها)، باید ابتدا از فرمول بالا کل جریان عبوری از ترانسفورماتورها حساب شود. ولی با توجه به اینکه ترانس‌ها همگی با هم و فول بار استفاده نمی‌شوند، معمولاً ۶۰٪ جریان کل را انتخاب و المنت مربوطه گذاشته می‌شود.

به عنوان مثال برای سرخط فرعی در شبکه 20kv که مجموع ترانسفورماتورهای درون خط فرعی 3000kva می‌باشد، مقدار جریان ۸۶٫۷آمپر بدست می‌آید که با احتساب ۶۰٪ باید فیوز المنت استاندارد ۶۵آمپر گذاشته شود.

$$3000 = \sqrt{3} \times 20 \times I \Longrightarrow I = 86.7A \qquad 86.70 \times 60\% = 52A$$

در نتیجه فیوز المنت سرخط 65A انتخاب می‌شود.

قطع و وصل کات اوت فیوز

برای قطع و وصل کات اوت از وسیله‌ای به نام اهرم عایق (Hot stick) یا پرچ تلسکوپی استفاده می‌شود. این وسیله دارای بدنه عایق از جنس فایبرگلاس بوده و در قسمت بالای آن قسمت دندانه‌داری برای نصب سرپرچ‌های مختلف پیش‌بینی شده است. این تجهیز علاوه بر قطع و وصل کات اوت، برای باز و بسته کردن انواع سوئیچ های هوائی، نصب ارت موقت و دیگر کارها که نیاز به اهرم عایق باشد نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

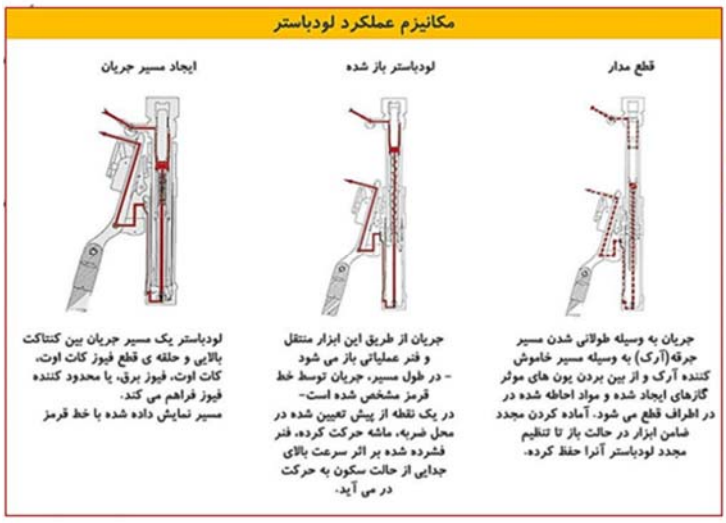
دیسکانکت

با نصب سرپرچی به نام دیسکانکت بر روی قسمت دندانه‌دار و به شرح زیر اقدام به قطع و وصل کات اوت می‌شود:

- برای قطع و وصل باید با دقت و سرعت عمل شود زیرا احتمال ایجاد قوس الکتریکی وجود دارد.
- سیمبان در موقع قطع و وصل، زیر کات اوت نایستد زیرا احتمال سقوط غلاف کات اوت و یا تجهیزات دیگر وجود دارد.
- کات اوت فیوز یک کلید غیرقابل قطع زیر بار است، در نتیجه برای کات اوت فیوز، باید جریان عبوری از آن را (با قطع کلید کل) صفر نمائیم و سپس کات اوت را بکشیم.
- در صورتی که فیوز لینک (المنت) کات اوت سوخته باشد، جهت برقراری اتصال در کات اوت، باید پس از انتخاب فیوز لینک مناسب، با عبور قسمت سیمی آن از درون غلاف استوانه‌ای و از روی فنر تحتانی، انتهای سیم فیوز در زیر پایه غلاف مهار شده و مهره و واشر مربوطه بر روی آن محکم شود.
- برای نصب کات اوت فیوز توسط استیک تلسکوپی (پرچ)، با قسمت صاف دیسکانکت غلاف را مهار و به پایه پائین کات اوت آویزان می‌نمائیم.
- سپس حلقه غلاف را با پرچ گرفته و با ضربه و سرعت کافی، سر آن را در قسمت بالا جا می‌زنیم.
- در صورت اجبار برای قطع کات اوت فیوز زیر بار، می‌توان از دستگاهی به نام لودباستر که در زیر معرفی شده استفاده نمود.

لودباستر

لودباستر دستگاهی است که جهت قطع کات اوت فیوز زیر بار و به منظور جلوگیری از ایجاد آرک استفاده می‌شود.



برقگیرها در ترانس‌های هوایی

جهت حفاظت ترانس‌های هوایی از دو نوع برقگیر استفاده می‌شود:

الف – برقگیر شاخکی که روی هر بوشینگ ترانس نصب شده و جریان‌های مخرب را به زمین منتقل می‌کنند. این نوع برقگیرها ساده ترین نوع برقگیر می باشند که به جرقه گیر (برقگیر با فاصله هوایی) معروف هستند و در محل اتصال بوشینگ ترانس‌های توزیع دیده می‌شود.

ب – برقگیر اکسید روی ZNO که از یک استوانه چینی یا سیلیکونی با تعدادی قرص اکسید روی در داخل آن تشکیل شده و دو سر آن دو پیچ جهت اتصال میان شبکه و اتصال زمین قرار دارد. این برقگیرها همیشه تحت ولتاژ

هستند و جریان نشتی بسیار کمی در حد کمتر از چند میلی آمپر از آنها عبور می‌کند که هیچ مشکلی را ایجاد نمی‌کند.

دیسکانکتور برقگیر

یکی از مشکلات عمده بهره برداران خطوط توزیع پس از سوختن برقگیرها، مشخص نبودن برقگیر سوخته و بر طرف کردن خطای اتصال کوتاه ناشی از آن در شبکه است. در صورت وجود دیسکانکتور زیر برقگیر، پس از سوختن برقگیر و عبور جریان، چاشنی حرارتی موجود در دیسکانکتور منفجر شده و سیم ارت متصل به برقگیر را از آن جدا می‌کند که توسط بهره‌بردار برقگیر سوخته به سهولت شناسائی می‌شود.

برقگیر بدون دیسکانکتور

برقگیر با دیسکانکتور

ارتفاع نصب کات اوت فیوز و برقگیر با توجه به آرایش شبکه و رعایت فواصل مجاز از هادی خطوط و رعایت فاصله سکوی کات اوت فیوز و برقگیر از سکوی زیر ترانس تعیین میگردد.

در صورتی که پست هوایی تک پایه در انتهای خط ۲۰ کیلوولت با آرایش افقی و یا مثلثی نصب گردد، برقگیرها در بالای پایه خط و کات‌اوت فیوز ۱۲۵ سانتیمتر پایین‌تر از برقگیر نصب می‌شود و اگر پست هوایی در زیر خط عبوری با آرایش افقی و یا مثلثی نصب گردد، کات‌اوت فیوز و برقگیر در فاصله ۱۴۵سانتیمتری از بالای پایه نصب می‌شود.

همچنین مناسب ترین فاصله بین سکوی ترانسفورماتور تا سکوی کات‌اوت فیوز ۲۸۵ سانتیمتر است.

اتصال کات اوت فیوز به ترانسفورماتور

ارتباط بین کات‌اوت فیوز و بوشینگ‌های فشار متوسط ترانسفورماتور، با استفاده از سیم مسی ۵۰ برقرار می‌گردد. جهت جلوگیری از فشار وارد بر بوشینگ‌ها در هنگام ارتباط کابلشو به بوشینگ بایستی از دو آچار استفاده کرد و محل ارتباط بر روی بوشینگ‌ها از هر گونه زنگ زدگی و آلودگی پاک شود.

اتصال کات اوت فیوز و برقگیر به شبکه

ارتباط بین کات‌اوت فیوز و برقگیر و شبکه با سیم آلومینیوم روکشدار با سطح مقطع ۷۰ میلیمتر مربع برقرار می‌گردد. جهت ارتباط جمپر کات اوت فیوز در طرف خط، از کلمپ دو پیچه آلومینیومی یا کلمپ خط گرم استفاده می‌شود. یک جمپر نیز از کات اوت فیوز انشعاب شده و با کابلشوی بی متال به برقگیر متصل می‌گردد. فاصله هوایی میان فازها نباید از مقدار فاصله بین فازهای خطوط کمتر باشد و لازم است جمپرهای ارتباطی دارای فلش لازم باشند تا در شرایط جوی نامناسب به هم برخورد نداشته باشند.