روش انتخاب فیوز

نحوه سایز فیوز برای ترانسهای توزیع:

یک راه‌حل ارزان برای حفاظت ترانسهای توزیع استفاده از فیوز در سمت MV ترانس می‌باشد. ترانسهایی تا توان 2500kVA را می‌توان با این روش حفاظت کرد.

در مرحله اول لازم است یک سازنده خاص را انتخاب نمود و با توجه مشخصات ذکر شده، نسبت به انتخاب فیوز اقدام کرد. سازندگان معمولاً مشخصات فیوزهای خود را در صفحه جریان-زمان (شکل۱) نشان می‌دهند همچنین مشخصات بیشتر را در جداول تکمیلی(جدول۱) می‌آورند.

مراحل لازم برای انتخاب فیوز برای ترانس به شرح زیر است.

۱- ترانسها در زمان راه اندازی جریان زیادی به مدت کوتاه می‌کشند. این جریان به Inrush معروف است. مقدار این جریان در حدود ۱۲ برابر جریان نامی اولیه و مدت زمان آن در حدود ۰/۱ ثانیه است. برای مشخص کردن این نقطه در صفحه جریان-زمان فیوزها، خطی افقی که محور زمان را در ۰/۱ ثانیه قطع می‌کند رسم می‌کنیم. همچنین خطی عمودی که از ۱۲ برابر جریان نامی اولیه عبور می‌کند رسم کنید. محل تقاطع دو خط را نقطه A و جریان آنرا Ia می‌نامیم. این نقطه همان Inrush ترانس را مشخص می‌کند. منحنی فیوزی که انتخاب می‌کنیم می‌بایست در سمت راست این نقطه قرار داشته باشد. لذا اولین منحنی سمت راست این نقطه را انتخاب می‌کنیم.

خط زمان ۰/۱ ثانیه را ادامه می‌دهیم تا منحنی فیوز انتخابی را قطع کند. این نقطه را C می‌نامیم. جریان این نقطه را Ic می‌نامیم. این جریان از تقاطع محور عمود عبوری از نقطه C با محور جریان بدست می‌آید.

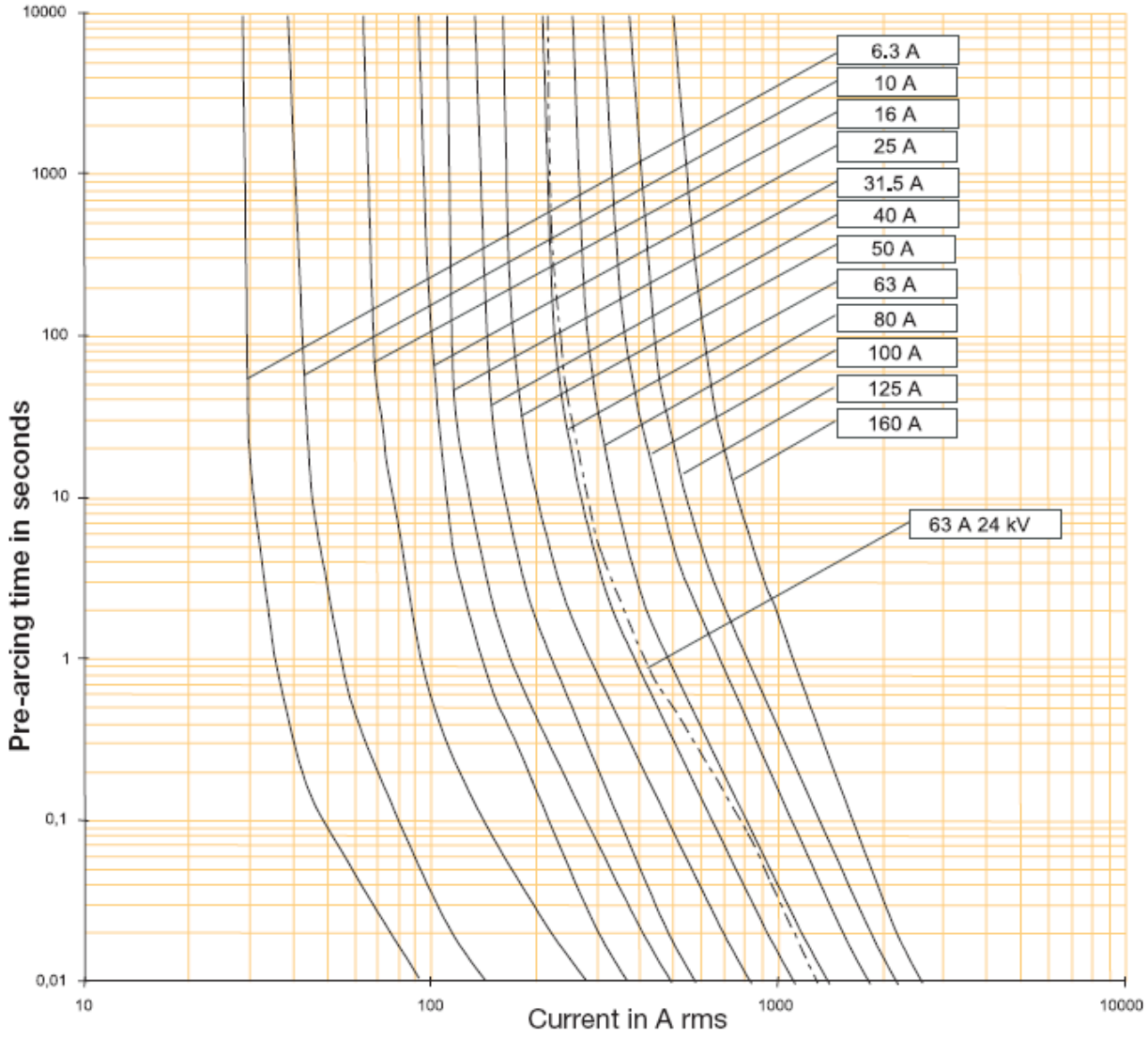
لازم است که شرط زیر برقرار باشد.

$$Ic * 0.8 > Ia$$

در صورتیکه رابطه فوق برقرار نبود رنج فیوز را یک سایز بالاتر می‌بریم.

۲- جریان عبوری از سمت MV ترانس به ازای خطای اتصال کوتاه سه فاز در سمت LV را می‌یابیم. این جریان از حداقل جریان قطع فیوز (I3) باید بیشتر باشد. حداقل جریان قطع فیوز در جدول (۱) آمده است. به طور معمول حداقل جریان قطع ۵ برابر جریان نامی فیوز است.

۳- به منظور جلوگیری از فرسودگی زود هنگام فیوز، جریان نامی فیوز را ۳۰ درصد بیشتر از حداکثر جریان عبوری از ترانس در زمان اضافه بار در نظر می‌گیریم.



شکل (۱)

Rated Voltage	Rated Current	Rated Breaking Current	Minimum Breaking Current	Cold Resistance	Power Loss when hot		Max observed overvoltage	I^2t	
								Minimum pre-arc value	Maximum total value
U_n	I_n	I_1	I_3	R cold	at I_n	at 0.7 I_n	kV	A^2s	A^2s
kV	A	kA	A	m ohm	W	W			
7.2	6.3	63	28	147.32	6	3	18	60	1000
	10		45	80.35	9	4	18	100	1500
	16		64	44.3	12.8	5.9	18	600	3400
	25		100	27.58	21	9	17	1000	5500
	31.5		126	20.69	25	11	17	1200	10000
	40		160	16.24	33	14	17	2000	12000
	50		200	11.37	37	16	17	4000	22000
	63		252	8.53	46	19	17	8000	42000
	80		320	6.82	63	26	17	12000	120000
	100		400	4.75	70	28	17	15000	220000
12	6.3	31.5	31.5	244.88	11	5	30	60	1000
	10		45	133.56	15	7	30	100	1500
	16		64	73.6	22.4	9	30	600	3400
	25		100	45.85	37	16	27	1000	5500
	31.5		126	34.39	46	19	27	1200	10000
	40		160	27	62	25	27	2000	12000
	50		200	18.9	70	28	27	4000	22000
	63		252	14.18	87	34	27	8000	42000
	80		320	8.65	81	33	25	12000	120000
	100		400	6.55	100	40	25	15000	220000
	125		500	5.46	147	54	25	22000	450000

جدول(۱): مشخصات الکتریکی فیوزهای MV ساخت Areva

Rated Voltage	Rated Current	Rated Breaking Current	Minimum Breaking Current	Cold Resistance	Power Loss when hot		Max observed overvoltage	I^2t	
								Minimum pre-arc value	Maximum total value
U_n	I_n	I_1	I_3	R cold	at I_n	at 0.7 I_n	kV	A^2s	A^2s
kV	A	kA	A	m ohm	W	W			
17.5	6.3	25	32	331.4	15	7	38	60	1000
	10		45	180.8	21.3	10	38	100	1500
	16		64	99.6	31	14	38	600	3400
	25		100	62.1	52	22	38	1000	5500
	31.5		126	46.6	66	27	38	1200	10000
	40		160	36.6	89	36	38	1800	12000
	50		200	21.3	77	32	38	2200	23000
	63		252	15.3	92	37	38	3200	42000
	80		320	12.4	124	49	36	5000	72000
	100		400	9.5	158	60	36	15000	220000
24	6.3	25	32	500	23	11	60	60	1000
	10		50	272.7	33	15	60	100	1500
	16		80	150.2	49	21.3	60	600	3400
	25		125	93.6	84	34	55	1000	5500
	31.5		158	70.2	107	42	55	1200	10000
	40		200	55.1	145	56	55	2000	12000
	50		250	32.5	130	50	55	4000	22000
	63		315	23.3	155	59	55	3200	50000
	80		360	17.5	185	71	50	12000	120000
	100		450	13.1	234	87	50	15000	220000
36	6.3	20	38	764.5	36	16	90	60	1000
	10		60	417	53	23	90	100	1500
	16		96	214.7	74	31	85	600	3400
	25		150	128.8	124	49	80	1000	5500
	31.5		173	91.1	140	57	80	1200	10000
	40		220	65.9	162	65	80	2000	12000
	50		275	53.6	234	87	80	4000	22000

ادامه جدول(۱)

مثال:

می‌خواهیم برای یک ترانس با ظرفیت 1000 kVA و سطح ولتاژ 20/0.4 kV و امپدانس اتصال کوتاه 5% فیوز انتخاب کنیم. فرض می‌کنیم این ترانس مجاز است ۱۰ درصد اضافه بار را به مدت یک ساعت تحمل نماید.

مراحل فوق را طی می‌کنیم.

۱- تصمیم داریم از محصولات Areva استفاده نماییم. لذا خط افقی ۰/۱ ثانیه را در صفحه جریان-زمان فیوزها رسم می‌کنیم.

جریان سمت اولیه ترانس برابر است با:

$$I_{Primary} = \frac{20}{\sqrt{3} * 20} = 28.86\ A$$

جریان هجومی ترانس را ۱۲ برابر جریان نامی در نظر می‌گیریم. این جریان برابر است با:

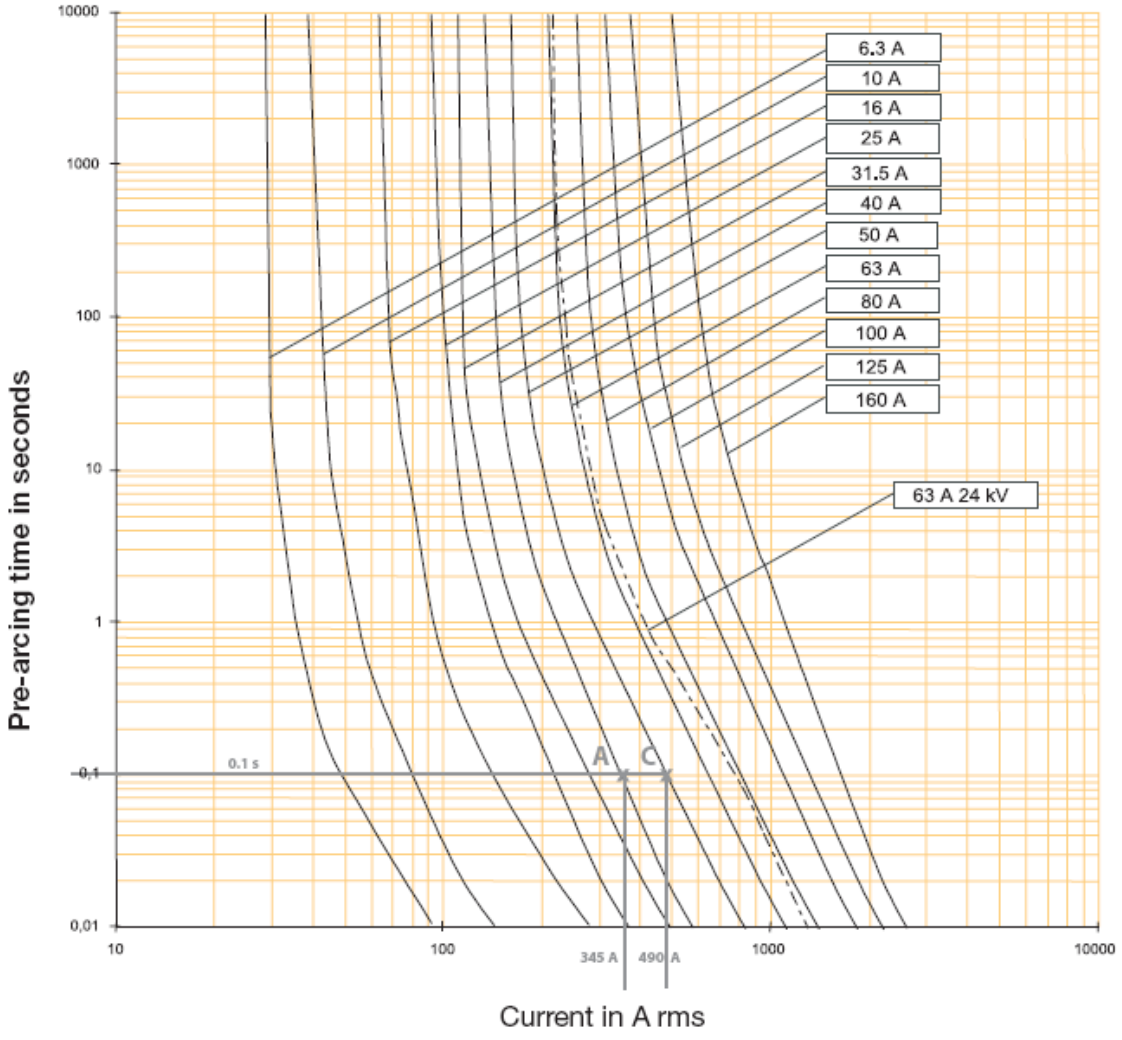
$$I_{Inrush} = 12 * \frac{1000}{\sqrt{3} * 20} = 345.6\ A$$

خط عمودی ۳۴۵ آمپر را رسم می‌کنیم. محل تقاطع دو خط فوق را A نامیده و اولین فیوز بعد از این نقطه را که فیوز ۵۰ آمپر است انتخاب می‌کنیم. خط افقی ۰/۱ ثانیه را ادامه می‌دهیم تا منحنی این فیوز را در نقطه C قطع نماید. جریان این نقطه را از روی محور جریان می‌خوانیم که برابر است با ۴۹۰ آمپر. شکل (۲) این نقاط را نشان می‌دهد.

شرط اول را امتحان می‌کنیم.

$$0.8 * 490 = 392 > 345$$

لذا شرط اول برقرار است.



شکل(۲)

۲- در صورتیکه در سمت LV ترانس اتصال کوتاه شود، جریان سمت اولیه ترانس برابر خواهد بود با:

$$I_{ScPrimary} = \frac{1000}{\sqrt{3} * 20 * 0.05} = 576\ A$$

از جدول (۱) حداقل جریان قطع فیوز ۵۰ آمپر و ۲۴ کیلوولت برابر است با ۲۵۰ آمپر و چون:

$$576 > 250\ A$$

بنابراین شرط دوم نیز برقرار است.

۳- حداکثر جریان ترانس با فرض وجود اضافه بار و ۳۰ درصد ضریب امنیت برابر است با:

$$28.86 * 1.1 * 1.3 = 41\ A$$

از آنجا که این جریان از ۵۰ آمپر بیشتر است لذا شرط سوم نیز برقرار است. در نتیجه فیوز ۵۰ آمپری مناسب حفاظت این ترانس خواهد بود.

انتخاب فیوز برای بانک خازنی

برای محافظت از خازن لازم است جریانهای گذرای فرکانس بالا و هارمونیکهای مرتبه بالا در نظر گرفته شوند. انتخاب فیوز برای بانک خازنی ساده است. یکی از دو روش زیر را می‌توان بکار برد:

۱- جریان نامی فیوز در حدود ۱/۷ تا ۱/۸ برابر جریان هر پله از بانک خازنی
۲- ولتاژ نامی فیوز بزرگتر از ۱/۱ برابر ولتاژ نامی بانک خازنی

دو روش فوق برای بانکهای خازنی تکی مناسب است.

انتخاب فیوز برای موتور

انتخاب فیوز برای موتور همان مراحل انتخاب فیوز برای ترانس را دارد با این تفاوت که جریان هجومی موتور و جریان راه اندازی موتور نباید با مشخصه جریان-زمان فیوز تداخل نماید.

جریان راه‌اندازی موتور تقریباً ۶ برابر جریان نامی و به مدت ۶ ثانیه است. لذا لازم است منحنی فیوز بالاتر از این جریان قرار گیرد. در صورتیکه از منحنی فیوزهای حفاظت ترانس استفاده نماییم جریان نامی فیوز مناسب برای اینکار خیلی بالا خواهد رفت. پس لازم است از نوع دیگری از فیوزها که منحنی جریان-زمان آنها خمیدگی بیشتری دارد استفاده نماییم. این نوع فیوز را کندکار یا کندسوز می‌نامند و با زمان قطع بالایی که دارند (کلاس بالاتر) برای حفاظت موتور مناسب می‌باشند.

همچنین توجه داریم که بر خلاف ترانس، جریان راه‌اندازی موتور بسیار بالا می‌باشد. جریانهای راه‌اندازی ۷۰۰ آمپر بسیار معمول است. این جریان را با جریان ۳۳۶ آمپر ترانس مقایسه نمایید. لذا لازم است که منحنی‌های فیوزهایی که برای حفاظت موتوری بکار می‌روند مشخصه متفاوتی داشته باشند.