



نشست تخصصی ارزیابی مشخصات فنی تجهیزات و انتخاب آنها با هدف کاهش تلفات انرژی الکتریکی

طرح راهبردی کاهش تلفات انرژی الکتریکی - آبان ۹۷

رئوس مطالب - بخش دوم



- ▶ جایگاه تجهیزات ساخت داخل از دیدگاه راندمان
- ▶ حد بهینه راندمان برای تجهیزات اصلی شبکه توزیع برق
- ▶ نظرات خبرگی در خصوص وضعیت راندمان تجهیزات اصلی شبکه
- ▶ اهمیت و ضرورت راه اندازی سامانه انتخاب تجهیزات شبکه توزیع برق
- ▶ سوالات قابل توجه

ترانسفورماتور توزیع

بمنظور جمع بندی کلیه یافته ها در خصوص راندمان ترانسفورماتورهای توزیع داخل و خارج کشور، مقدار راندمان این ترانسها در سه یا چهار ظرفیت متداول که در اکثر کشورها موجود بوده و یا ظرفیتهای نزدیک به آن استفاده می گردد محاسبه گردیده است.

ردیف	کشور	سطح استاندارد	ظرفیت نامی ترانسفورماتور KVA	درصد بازده در بار گذاری %۵۰	استاندارد	اجباری بودن
۱	استرالیا	MEPS (استاندارد حداقل انرژی عملکرد) کنونی	۱۰۰	۹۸,۷۶	AS2374.1.2 -2003	اجباری از سال ۲۰۰۴
			۵۰۰	۹۹,۱۳		
			۱۵۰۰	۹۹,۳۵		
		MEPS2 (استاندارد حداقل انرژی عملکرد) پیشنهادی	۱۰۰	۹۹		
			۵۰۰	۹۹,۲۶		
			۱۵۰۰	۹۹,۴۰		
		HEPL (استاندارد عملکرد با بازده بالا) کنونی	۱۰۰	۹۹		
			۵۰۰	۹۹,۲۶		
			۱۵۰۰	۹۹,۴۴		
		HEPL2 (استاندارد عملکرد با بازده بالا) پیشنهادی	۱۰۰	۹۹,۱۰		
			۵۰۰	۹۹,۴۲		
			۱۵۰۰	۹۹,۴۸		
۲	هند	یک ستاره	۱۰۰	۹۸,۶۲	IS 1180	اختیاری منوط به ستاره گذاری
			۲۰۰	۹۷,۷۹		
		دو ستاره	۱۰۰	۹۸,۷۹		
			۲۰۰	۹۸,۰۲		
		سه ستاره	۱۰۰	۹۸,۹۷		
			۲۰۰	۹۸,۲۵		
		چهار ستاره	۱۰۰	۹۹,۰۶		
			۲۰۰	۹۸,۴۶		
		پنج ستاره	۱۰۰	۹۹,۱۴		

ترانسفورماتور توزیع



۳	ویتنام	MEPS کنونی (استاندارد حداقل انرژی عملکرد)	۱۰۰ ۴۰۰ ۵۰۰ ۱۵۰۰	۹۸,۷۶ ۹۹,۰۸ ۹۹,۱۳ ۹۹,۳۵	TCVN 8525:2010	اجباری از ۲۰۱۳			
۴	چین	هسته استیل	گرید ۳	۱۰۰ ۴۰۰ ۵۰۰ ۱۶۰۰	۹۸,۸۸ ۹۹,۱۸ ۹۹,۲۲ ۹۹,۳۵	اجباری			
				گرید ۲	۱۰۰ ۴۰۰ ۵۰۰ ۱۶۰۰		۹۸,۹۶ ۹۹,۲۶ ۹۹,۳۰ ۹۹,۴۰		
					گرید ۱		۱۰۰ ۴۰۰ ۵۰۰ ۱۶۰۰	۹۹,۱۱ ۹۹,۳۷ ۹۹,۴۰ ۹۹,۴۹	
							گرید ۲	۱۰۰ ۴۰۰ ۵۰۰ ۱۶۰۰	۹۹,۱۱ ۹۹,۳۷ ۹۹,۳۹ ۹۹,۴۷
			گرید ۱					۱۰۰ ۴۰۰ ۵۰۰ ۱۶۰۰	۹۹,۱۸ ۹۹,۴۲ ۹۹,۴۴ ۹۹,۵۲
				هسته آمورف				رتبه بندی C	۱۰۰ ۴۰۰ ۵۰۰ ۱۶۰۰
					رتبه بندی B				۱۰۰ ۴۰۰ ۵۰۰

ترانسفورماتور توزیع



کشورهای با فرکانس ۶۰ هرتز

ردیف	کشور	درصد بارگذاری	سطح استاندارد	ظرفیت نامی ترانسفورماتور KVA	درصد بازده	استاندارد	اجباری بودن
۱	ژاپن	٪۴۰	مقادیر هدف جدید در ۲۰۱۳	۱۱۲,۵ ۵۰۰ ۱۵۰۰	۹۹,۰۶ ۹۹,۴۲ ۹۹,۵۰	Top-Runner	اجباری از سال ۲۰۰۸
۲	کره	٪۵۰	MEPS (استاندارد عملکرد حداقل انرژی) TEPS (استاندارد عملکرد انرژی هدف)	۱۰۰ ۴۰۰ ۵۰۰ ۱۵۰۰ ۱۰۰ ۴۰۰ ۵۰۰ ۱۵۰۰	۹۸ ۹۸,۴ ۹۸,۴ ۹۸,۸ ۹۹ ۹۹,۱ ۹۹,۲ ۹۹,۴	KS C4306, C4317; C4316	اجباری از ۲۰۱۲
۳	برزیل	٪۵۰	الزامات	۱۱۲,۵ ۳۰۰	۹۸,۳۵ ۹۸,۷۲	ABNT NBR 5356	اجباری تا به امروز
۴	کانادا	٪۵۰	استاندارد داوطلبانه	۱۰۰ ۵۰۰ ۸۳۳	۹۸,۹۴ ۹۹,۲۶ ۹۹,۳۷	CSA C802.1	اختیاری از سال ۲۰۰۰
۵	مکزیک	٪۸۰	کنونی پیش نویس	۱۱۲,۵ ۳۰۰ ۵۰۰ ۱۱۲,۵ ۳۰۰ ۵۰۰	۹۸,۵۰ ۹۸,۷۰ ۹۸,۸۰ ۹۸,۸۵ ۹۹,۰۲ ۹۹,۱۱	NOM-1997 002-SEDE	اجباری از ۱۹۹۹
۶	ایالات متحده	٪۵۰	استاندارد ۲۰۱۰ استاندارد ۲۰۱۶	۱۱۲,۵ ۵۰۰ ۱۵۰۰ ۱۱۲,۵ ۵۰۰ ۱۵۰۰	۹۹,۰۱ ۹۹,۲۵ ۹۹,۴۲ ۹۹,۱۱ ۹۹,۳۵ ۹۹,۴۸	10 CFR 431	اجباری از سال ۲۰۱۰، به روز رسانی شده از ۲۰۱۶

ترانسفورماتور توزیع

بازده ترانسفورماتورهای ساخت
داخل در بارگذاری ۵۰ درصد



ردیف	شرکت سازنده	توضیحات	ظرفیت نامی ترانسفورماتور KVA	درصد بازده در بارگذاری ۵۰٪	استاندارد
۱	ایران ترانسفو	سطح A	۱۰۰	۹۸.۲۷	IEC, BS, DIN
			۴۰۰	۹۸.۷۸	
			۵۰۰	۹۸.۸۳	
			۱۶۰۰	۹۹.۰۷	
		سطح B	۱۰۰	۹۸.۸۶	
			۴۰۰	۹۹.۲۲	
			۵۰۰	۹۹.۲۲	
			۱۶۰۰	۹۹.۳۵	
۲	نیرو ترانسفو	-	۱۰۰	۹۸.۶۲	IEC
			۴۰۰	۹۹.۰۶	
			۵۰۰	۹۹.۱۱	
			۱۶۰۰	۹۹.۲۰	
۳	آریا ترانسفو	طرح AB'	۱۰۰	۹۸.۶۲	SENELEC HD 428
			۴۰۰	۹۹.۰۶	
			۵۰۰	۹۹.۱۱	
			۱۶۰۰	۹۹.۲۰	
۴	ترانسفورماتور توزیع زنگان	-	۱۰۰	۹۸.۶۲	IEC 60076
			۴۰۰	۹۹.۰۶	
			۵۰۰	۹۹.۱۱	
			۱۶۰۰	۹۹.۲۰	
۵	صنایع کیان ترانسفو	تکنولوژی 3D Wound Core	۱۰۰	۹۸.۶۷	IEC
			۴۰۰	۹۹.۰۳	
			۵۰۰	۹۹.۰۸	
			۱۶۰۰	۹۹.۱۹	

ترانسفورماتور توزیع (ادامه)



بررسی این جداول نشان می دهد که کشورها دو نوع استراتژی در مواجهه با مسئله بهبود راندمان ترانسفورماتورهای توزیع اتخاذ نموده اند.

► یک دسته در کشورهایی همچون استرالیا، کره، مکزیک و ایالات متحده که ابتدا یک نرم از راندمان را برای آینده نزدیک (بعضاً کنونی) به تفکیک ظرفیتهای مختلف ترانسفورماتور انتخاب نموده اند و سپس با توجه به ظرفیتهای موجود در کشور و مسائل فنی و هزینه، نرم جدیدی از راندمان ارتقاء یافته را در یک افق زمانی معین برنامه ریزی و هدف گذاری نموده اند.

► دسته دیگری از کشورها که مابقی اسامی مندرج در جداول را شامل می شود به سطح بندی و درجه بندی راندمان ترانسفورماتورها پرداخته اند که البته راندمان از یک حداقل کمتر نمی تواند باشد ولی سطوح بالاتر راندمان از درجه و مرتبه بالاتری برخوردار می شوند.

ترانسفورماتورهای توزیع (ادامه)



- ▶ به نظر می رسد رهیافت اول در کشور ایران که تولیدکنندگان به دلایل مختلف از توانمندی اقتصادی و بعضا فناورانه بالایی برخوردار نیستند، ممکن است سبب بروز مشکل برای تولید کنندگان گردیده و موجودیت برخی از آنان را به خطر اندازد.
- ▶ پیاده سازی رهیافت دوم در یک محیط رقابتی راهکار مناسبتری برای بهبود راندمان ترانسفورماتورهای توزیع توسط سازندگان مختلف داخل کشور می باشد.
- ▶ بدین معنا که استانداردهای جدید با در نظرگیری حداقل مقادیر راندمان فعلی برای ترانسفورماتورها تدوین شده، لیکن مقادیر راندمان بالاتر در آن از رتبه های بالاتری از حیث کیفیت برخوردار شوند.
- ▶ از دیدگاه اجرایی نیز پیاده سازی این فرآیند میبایست در شرکتهای توزیع برق و خریداران ترانسفورماتورهای توزیع دنبال گردد تا رتبه های بالاتر راندمان ترانسفورماتور از اولویت بیشتری در خرید و نصب برخوردار شوند و قیمتهای هریک نیز متناسب با مرتبه راندمان مربوطه تراز گردد.

ترانسفورماتورهای توزیع (ادامه)



- پیشنهادی که در این حوزه مطرح می گردد بر مبنای سطح بندی راندمان ترانسفورماتورهای توزیع به قرار جدول ذیل است.
- مقادیر راندمان مندرج در این جدول برگرفته از توانمندی فعلی تولیدات داخل کشور در جهت تامین حداقل راندمانها و نیز نحوه سطح بندی در نظر گرفته شده توسط سایر کشورها است.
- آنچه که از مطالعه تطبیقی تجربیات دنیا برمی آید آن است که بازای حرکت از یک رتبه به رتبه بالاتر راندمان، مقدار راندمان ترانسفورماتور حدود ۰.۱ درصد بهبود می یابد. سطح بندی اولیه ارائه شده در جدول ذیل نیز با بهره گیری از همین موضوع صورت گرفته است.

حداقل راندمان الزامی در بارگذاری ۵۰ درصد [%]					ظرفیت نامی [kVA]
رتبه ۱	رتبه ۲	رتبه ۳	رتبه ۴	رتبه ۵	
۹۹.۰	۹۸.۹	۹۸.۸	۹۸.۷	۹۸.۶	۱۰۰
۹۹.۴	۹۹.۳	۹۹.۲	۹۹.۱	۹۹.۰	۴۰۰
۹۹.۵	۹۹.۴	۹۹.۳	۹۹.۲	۹۹.۱	۵۰۰
۹۹.۵	۹۹.۴	۹۹.۳	۹۹.۲	۹۹.۱	۱۶۰۰



- ▶ استانداردهای حوزه سیم و کابل به تفصیل به مشخصات فنی این تجهیزات در انواع مختلف و در شرایط نصب و بهره برداری مختلف می پردازند لیکن الزام خاصی را در خصوص راندمان آنها مطرح نمی نمایند.
- ▶ تنها فصل مشترک این استانداردها با مقوله های مورد مطالعه در این پروژه، مقادیر مقاومت گزارش شده برای انواع مختلف سیم و کابل در سطح مقطعی متفاوت است که البته این مقاوتمها در شرایط DC و در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد تعیین شده اند.
- ▶ مشابه این رویکرد در استانداردهای ایرانی که البته از تاریخ تدوین آنها زمان زیادی گذشته است نیز وجود دارد.
- ▶ بررسیها حاکی از آن است که مشخصات سیم و کابل تولیدی در داخل کشور تا حد زیادی منطبق با مشخصات مندرج در استانداردهای خارجی است.

سیم و کابل (ادامه)

11

► مقایسه یک نمونه هادی ACSR داخلی با هادی مشابه در استانداردهای خارجی

ردیف	شرکت سازنده	کد	سطح مقطع (mm ²)	حداکثر مقاومت DC در ۲۰ °C (Ω)	استاندارد
۱	آلوم کابل کاوه	Fox	۳۶.۷	۰.۷۸۲۷	-
۲	سیم و کابل مشهد	Fox	۳۶.۶۶	۰.۷۸۲۷	BS215
۳	سیمیا	Fox	۳۶.۷	۰.۷۸۱۲	ASTM B 232
۴	سیمکو	Fox	۳۶.۶۶	۰.۷۸۲۷	BS 215
۵	رسانا کابل	Fox	۳۶.۷	۰.۷۸۱۲	BS 215
۶	سیمکات	Fox	۳۶.۷	۰.۷۸۲۷	
۷	آلفا کابل	Fox	۳۵	۰.۷۸۳	BS EN 50182
۸	سیم راد سما	Fox	۳۶.۶۸	۰.۷۶۳۰۶	BS 215
۹	آفریقای جنوبی	Fox	۳۶.۷	۰.۷۸۶	-
۱۰	عمان	Fox	۳۶.۷	۰.۷۸۱۲	BS EN 50182
۱۱	سريلانكا	Fox	۳۶.۷	۰.۷۸۱۲	IEC 61089
۱۲	هند	Fox	۳۶.۲۱	۰.۷۸۵۷	IS 398-2
۱۳	کره جنوبی	Fox	۳۶.۶۶	۰.۷۸۲۷	BS 215-2
۱۴	ایالات متحده	Fox	۳۶.۷	۰.۷۸۱۲	BS EN 50182
۱۵	اسپانیا	Fox	۳۶.۶۶	۰.۷۸۲۲	BS 215-2
۱۶	آلمان	Fox	۳۶.۶۶	۰.۷۸۳	EN 50182

► مقایسه یک نمونه کابل فشار ضعیف مسی با عایق XLPE و روکش PVC داخلی با کابل مشابه در استانداردهای خارجی

ردیف	شرکت سازنده	تعداد رشته ها	سطح مقطع (mm ²)	حداکثر مقاومت DC در ۲۰ °C (Ω)
۱	آلوم کابل کاوه	۱	۱۸۵	۰.۰۹۹۱
۲	کارخانجات کابلسازی ایران	۱	۱۸۵	۰.۰۹۹۱
۳	سیمیا	۱	۱۸۵	۰.۰۹۹۱
۴	سیمکو	۱	۱۸۵	۰.۰۹۹۱
۵	باختر کابل	۱	۱۸۵	۰.۰۹۹۱
۶	افلاک الکتریک خراسان	۱	۱۸۵	۰.۰۹۹۱
۷	آرین کابل	۱	۱۸۵	۰.۰۹۹۱
۸	هند	۱	۱۸۵	۰.۰۹۹۱
۹	قطر	۱	۱۸۵	۰.۰۹۹۱
۱۰	سریلانکا	۱	۱۸۵	۰.۰۹۹۱
۱۱	عربستان	۱	۱۸۵	۰.۰۹۹۱
۱۲	مالزی	۱	۱۸۵	۰.۰۹۹۱
۱۳	آلمان	۱	۱۸۵	۰.۰۹۹۱
۱۴	هنگ کنگ	۱	۱۸۵	۰.۰۹۹۱

ترانسفورماتورهای اندازه گیری



از آنجا که عدد دقیقی در خصوص تلفات (مصرف داخلی) ترانسهای اندازه گیری از شرکت های سازنده دریافت نگردید، لذا با همکاری آزمایشگاه رله و حفاظت پژوهشگاه نیرو، آزمایشاتی در خصوص سنجش میزان تلفات در ترانسهای جریان و ولتاژ نمونه به عمل آمد.

مشخصات ترانس جریان مورد تست

ولتاژ نامی	۲۰kV	بردن	۱۵ VA
نسبت تبدیل	۵/۶۰۰	کلاس دقت اندازه گیری	۰.۵
نوع	indoor	تعداد هسته	یک هسته اندازه گیری و یک هسته حفاظتی

مقاومت اولیه و ثانویه با استفاده از یک دستگاه میکرو اهم متر مورد اندازه گیری قرار گرفت. نتایج اندازه گیری به قرار ذیل است:

► $R_{p_{dc}} = 35 \mu\Omega$, $R_{s_{dc,m}} = 93 m\Omega$, $R_{s_{dc,p}} = 125 m\Omega$

► اندیسهای m و p هم به ترتیب نمایانگر هسته های اندازه گیری و حفاظتی هستند.

ترانسفورماتورهای اندازه گیری (ادامه)



► بدین ترتیب، محاسبه تلفات نامی بر مبنای مقادیر جریانهای نامی عبوری از ترانس جریان و مقادیر مقاومت سیم پیچها با در نظرگیری ضریب حدودی افزایش ۳۰ درصدی مقاومت در اثر افزایش دما تا ۷۵ درجه سانتیگراد و نیز تاثیر اثر پوستی در جریان AC خواهد بود.

► تلفات محاسبه شده عبارت است از:

تلفات اولیه: ۱۶.۲ وات

تلفات مجموع ثانویه: ۷.۱ وات

تلفات مجموع هر فاز: ۲۳.۳ وات

تلفات مجموع سه فاز: ۶۹.۹ وات

► با در نظر گرفتن ۸ مگاوات به عنوان پیک بار فیدر، درصد تلفات تا سه رقم بعد از اعشار صفر خواهد بود.

ترانسفورماتورهای اندازه گیری (ادامه)



▶ مشخصات ترانس ولتاژ مورد تست

ولتاژ نامی	۲۰ kV	بردن	۶۰ VA
نسبت تبدیل	۲۰ kV / ۱۰۰ V	کلاس دقت اندازه گیری	۰.۵
نوع	indoor	تعداد هسته	یک هسته اندازه گیری

▶ بمنظور اندازه گیری میزان تلفات، دو سری تستهای اتصال کوتاه و مدار باز به منظور محاسبه تلفات اهمی و هسته ترانس ولتاژ صورت پذیرفت. مقادیر تلفات اندازه گیری شده به قرار ذیل است:

$$P_{sc_p} = 0.58 \text{ W}, \quad P_{oc_s} = 42.57 \text{ W}$$

▶ بدین ترتیب تلفات مجموع عبارت است از:

تلفات مجموع هر فاز: ۴۳.۲ وات تلفات مجموع سه فاز: ۱۲۹.۵ وات

▶ در اینجا هم اگر توان عبوری فیدری که ترانس ولتاژ در حال اندازه گیری بر روی آن است برابر با ۸ مگاوات در نظر گرفته شود، درصد تلفات ایجاد شده توسط تلفات ترانس ولتاژ تا دو رقم بعد از اعشار صفر خواهد بود.

ترانسفورماتورهای اندازه گیری (ادامه)



➤ بر مبنای این یافته ها، بنظر میرسد تلفات (مصرف داخلی) ناشی از ترانسفورماتورهای اندازه گیری قابل چشم پوشی است.

➤ لیکن این موضوع در خصوص میزان دقت اندازه گیری آنان مصداق ندارد. به عبارت دیگر، میزان خطایی که در اندازه گیری انرژی مصرفی توسط ترانسهای اندازه گیری ایجاد می گردد قابل اغماض نیست و چنانچه سطح بندی یا رتبه بندی جهت بهبود وضعیت تلفات ناشی از این تجهیزات در شبکه توزیع انجام شود، این سطح بندی میبایست بر روی کلاس دقت ترانسهای اندازه گیری صورت پذیرد.

➤ علیرغم اینکه اکثر کارخانجات سازنده رنج دقت های از ۰.۱ الی ۳ یا ۵ درصد را برای ترانسهای اندازه گیری تولیدی خود درج نموده اند، لیکن نرم کلاس دقت مورد استفاده در شبکه توزیع کلاس ۰.۵ درصد می باشد و مقادیر دقت بالاتر (کلاسهای ۰.۱ و ۰.۲) در موارد خاص و یا مشترکین بزرگ مورد استفاده قرار می گیرند.

➤ کلاس دقت ۰.۵ در ترانس جریان و ولتاژ به معنای داشتن حداکثر ۱ درصد خطا در محاسبه انرژی در سطح فشار متوسط و حداکثر ۰.۵ درصد خطا در سطح فشار ضعیف است که مقدار کمی نیست.

➤ به عبارت دیگر، چنانچه مالکان شبکه ترغیب به استفاده از ترانسهای ولتاژ و جریان با دقت ۰.۱ گردند، میتوان حدود ۰.۸ درصد کاهش تلفات در سطح فشار متوسط و حدود ۰.۴ درصد کاهش تلفات در سطح فشار ضعیف را انتظار داشت.

ترانسفورماتورهای اندازه گیری (ادامه)



بر این اساس، سطح بندی اولیه ای که جهت تحقق کاهش تلفات تجهیزات در حوزه ترانسهای اندازه گیری می توان انجام داد به قرار جدول ذیل است.

کلاس دقت					ترانسفورماتور اندازه گیری
رتبه ۱	رتبه ۲	رتبه ۳	رتبه ۴	رتبه ۵	جریان یا ولتاژ
۰.۱	۰.۲	۰.۵	۱	۳ یا ۵	

تفاوتی که در حوزه ترانسفورماتورهای اندازه گیری در مقایسه حوزه ترانسفورماتورهای توزیع وجود دارد این است که در اینجا سطح بندی با هدف ترویج بیشتر استفاده از ترانسهای با دقت اندازه گیری بالاتر صورت پذیرفته است و قابلیت تولید کلیه ترانسهای اندازه گیری سطح بندی شده در داخل کشور وجود دارد.



▶ با بکارگیری نسل جدید کنتورها که از نوع دیجیتال می باشند، مصرف داخلی این کنتورها تا حد مناسبی کاهش یافته و مشابه ترانسفورماتورهای اندازه گیری، درصد تلفات داخلی آنها در مقایسه با مداری که اندازه گیری آن را انجام می دهند قابل ذکر نیست.

▶ لیکن باز هم مشابه ترانسفورماتورهای اندازه گیری، مسئله دقت اندازه گیری در این تجهیزات از اهمیت بالایی در حوزه تلفات ناشی از تجهیزات شبکه توزیع برق برخوردار است.

▶ قریب به اتفاق کنتورهای دیجیتال مورد استفاده جهت اندازه گیری مصرف مشترکین فشار ضعیف دارای کلاس دقت ۱ درصد می باشند.

▶ انواعی از کنتورها دارای ورودی از ترانس جریان یا ولتاژ می باشند و مستقیم به شبکه متصل نمی شوند. در این نوع از ترانسها، خطای ترانس اندازه گیری می تواند با خطای کنتور جمع شده و مقدار بزرگتری را ایجاد نماید. البته نوعا دقت کنتورهای اتصال ثانویه (دارای ورودی ترانسفورماتور اندازه گیری) دارای مقدار بهتری بوده و عمدتا از کلاس دقت ۰.۵ و یا ۰.۲ می باشند.



➤ به نظر می رسد مجموعاً حداقل حدود ۱ درصد خطای محاسبه انرژی و یا به عبارت دیگر تلفات در مجموعه تجهیزات اندازه گیری وجود دارد که می بایست مورد اعتنای بیشتری قرار گیرد.

➤ مشابه ترانسفورماتورهای اندازه گیری، برای کلاس دقت کنتورها نیز سطح بندی بر اساس کلاس دقت به شرح جدول ذیل صورت پذیرفته است.

کلاس دقت					نوع کنتور
رتبه ۱	رتبه ۲	رتبه ۳	رتبه ۴	رتبه ۵	
۰.۱	۰.۲	۰.۵	۱	۲ یا بیشتر	اتصال مستقیم یا اتصال ثانویه تکفاز / سه فاز

نظرسنجی از خبرگان صنعت برق و اساتید دانشگاه



▶ مطالعات صورت پذیرفته در این پروژه، دیدگاه مناسبی را از وضعیت راندمان تجهیزات تولید داخل در مقایسه با محصولات مشابه در دنیا ایجاد می‌نماید.

▶ لیکن بمنظور هدف گذاری و تعیین رنج راندمان مناسب برای تجهیزات اصلی شبکه توزیع، وضعیت تولید محصولات داخل کشور از حیث جذابیت و توانمندی جهت ارتقاء به راندمان بالاتر و نیز امکان تامین هزینه‌های مربوطه نیز حائز اهمیت است.

▶ در این ارتباط، دیدگاه متخصصان و بهره برداران صنعت توزیع کشور نسبت به کیفیت تجهیزات و احساس نیاز آنها به تغییر و بهبود، در تشویق تولیدکنندگان به ارائه محصولات با سطح کیفی و راندمان بالاتر موثر است.

▶ به منظور ارزیابی دیدگاه متخصصین و به جهت همسو نمودن نتایج مطالعات فنی پروژه با انتظارات بخشهای صنعتی و پژوهشی کشور، نظرسنجی از برخی خبرگان صنعت و اساتید دانشگاه، فعال در حوزه تجهیزات و شبکه توزیع صورت گرفت.

▶ لازم به ذکر است این نظرات در سطح بندی های انجام شده در خصوص راندمان تجهیزات مورد توجه قرار گرفته است.

نظرسنجی از خبرگان صنعت برق و اساتید دانشگاه (ادامه)

- ▶ در این نظرسنجی، ابتدا جداول مربوط به میزان بازده ترانسفورماتورهای توزیع مورد استفاده در کشورهای مختلف دنیا با فرکانس های ۵۰ هرتز و ۶۰ هرتز در مقایسه با سازندگان ایرانی ارائه گردید.
- ▶ سپس مشخصات مقاومت الکتریکی کابل های قدرت و هادی های هوایی در کشورهای دنیا و مقایسه آن با کشور ایران به صورت جداولی ذکر گردید.
- ▶ در پایان سوالاتی درباره رفتار تلفاتی تجهیزات شبکه توزیع مورد طرح قرار گرفت.

سوالات حوزه راندمان ترانسفورماتور توزیع



عملکرد ترانسفورماتورهای توزیع مربوط به سازندگان ایرانی و مقایسه آن با سازندگان سایر کشورهای جهان از شرکت کنندگان

▶ عالی: ۴۳ درصد

▶ خوب: ۵۷ درصد

▶ میزان بازده مناسب برای ترانسفورماتورهای توزیع در ایران

▶ بیش از ۹۹.۵ درصد: ۱۴ درصد

▶ بین ۹۹ تا ۹۹.۵ درصد: ۲۹ درصد

▶ بین ۹۸ تا ۹۹ درصد: ۵۷ درصد

سوالات حوزه راندمان ترانسفورماتور توزیع (ادامه)



▶ جمع بندی نظرات در خصوص دو سوال مربوط به حوزه راندمان ترانسفورماتور توزیع روشن می سازد که از دیدگاه متخصصین، راندمان ترانسفورماتورهای کشور در شرایط فعلی در وضعیت نسبتاً مناسبی است.

▶ در اینجا ذکر این نکته ضروری است که رنج راندمان بین ۹۸ تا ۹۹ درصد، رنجی است که مربوط به گذشته صنعت برق و ترانسفورماتورهای توزیعی است که با طراحی متداول سالها در شبکه های توزیع در حال سرویس دهی می باشند.

▶ این رنج از بازدهی در اغلب کشورهای توسعه یافته کنار گذاشته شده و به یک رده بالاتر یعنی رنج راندمان بین ۹۹ تا ۹۹.۵ درصد کوچ کرده اند. اغلب کشورهای در حال توسعه نیز این مهم را انجام داده یا در دستور کار قرار داده اند.

سوالات حوزه راندمان هادی و کابل



▶ مقادیر تلفاتی کابل‌های قدرت و هادی‌های هوایی تولید شده در ایران را در مقایسه با سایر تولید کنندگان جهانی

▶ مناسب: تقریباً همه شرکت کنندگان (به غیر از یک نفر)

▶ میزان رضایتمندی از عملکرد تلفاتی سیم و کابل در کشور

▶ بسیار عالی: ۱۳ درصد

▶ عالی: ۲۹ درصد

▶ خوب: ۲۹ درصد

▶ متوسط: ۲۹ درصد

سوالات حوزه راندمان هادی و کابل (ادامه)



- ▶ علت این پراکندگی در نظرات را میبایست در پارامترهای کیفی کالای مربوطه جستجو کرد.
- ▶ سوابق بهره برداری حاکی از آن است که محصولات برخی کارخانجات در طول عمر بهره برداری، زودتر از پیش بینیها دچار افت کیفی شده و مشکلات بهره برداری از جمله افزایش تلفات ایجاد می نمایند.
- ▶ آنچه که وقوع آن در حوزه سیم و کابل ضروری به نظر می رسد ایجاد و اجرای فرآیندهای نظارت بر پارامترهای کیفی سیم و کابل و انجام تستهای اجباری طول عمر در حین خرید و استفاده از این محصولات است.

سوالات حوزه نحوه دستیابی به حد مطلوب راندمان تجهیزات



- ▶ راهکارهای رسیدن به حد مطلوب بازده و تلفات در تجهیزات شبکه توزیع ایران
- ▶ توجه کامل به ظرفیت های داخلی و فراهم نمودن امکانات برای رسیدن به حد مطلوب: **۶۳ درصد**
- ▶ دریافت مشاوره از کشورهای پیشرو و استفاده از ظرفیت های داخلی برای تحقق هدف مورد نظر: **۳۷ درصد**
- ▶ واردات تجهیزات پر بازده از کشورهای مطرح خارجی: **صفر درصد**
- ▶ روش رسیدن به مقدار مطلوب تلفات
- ▶ تدریجی: **۸۶ درصد**
- ▶ دفعی: **۱۴ درصد**

سوالات حوزه نحوه دستیابی به حد مطلوب راندمان تجهیزات (ادامه)



- ▶ نحوه بهره گیری از تجارب کشورهای موفق در زمینه تلفات
- ▶ مطالعه تجربیات کشورهای موفق در این زمینه و سپس ارائه اقدامات جدید و موثر مبتنی بر آنها: **۱۰۰ درصد**
- ▶ استفاده از تجارب کشورهای موفق: **صفر درصد**
- ▶ ادامه شیوه کنونی: **صفر درصد**
- ▶ اگر برخی از شرکت ها توانایی تولید بر مبنای استانداردهای مطلوب را نداشتند، راهکار چیست؟
- ▶ ادامه فعالیت شرکت به صورت مشروط و یا محدود: **۶۳ درصد**
- ▶ جلوگیری از فعالیت شرکت: **۳۷ درصد**
- ▶ صدور مجوز ادامه فعالیت شرکت بدون هیچ گونه قید و شرطی: **صفر درصد**

سوالات حوزه استانداردهای مرتبط



▶ با توجه به قدیمی شدن بعضی از استانداردهای داخلی، ارائه پیشنهاد در خصوص استفاده از رویکرد یا روشی که شرکت‌های تولیدکننده مشتاق به رفتار تلفاتی در استاندارد های جدید شوند

▶ طرح های اختیاری و تدریجا الزام آور: ۵۶ درصد

▶ طرحهای الزامی: ۳۳ درصد

▶ طرح های تشویقی: ۱۱ درصد

▶ استانداردهای مورد استفاده

▶ استانداردهای جدید: ۶۰ درصد

▶ استانداردهای فعلی مورد استفاده در دنیا: ۳۰ درصد

▶ استفاده توامان از استانداردهای کنونی و استانداردهای جدید: ۱۰ درصد

سوالات حوزه استانداردهای مرتبط (ادامه)



▶ یک نکته فنی مهم در خصوص تدوین ضوابط استاندارد راندمان برای ترانسفورماتور توزیع، سطح بارگیری ترانسفورماتور در هنگام اندازه گیری راندمان است.

▶ از آنجا که تلفات ترانسفورماتور از دو مولفه اصلی مستقل و وابسته به بار تشکیل شده است، لذا تعیین سطحی از بارگیری ترانسفورماتور که در آن اندازه گیری راندمان انجام می شود دارای اهمیت است.

▶ این سطح بارگیری در استانداردهای کشورهای مختلف متفاوت است لیکن سطح بارگیری ۵۰ درصد از بیشترین تکرار در بین استانداردها برخوردار است.

سوالات حوزه استانداردهای مرتبط (ادامه)



➤ معیار مناسب جهت اندازه‌گیری راندمان در استانداردهای فنی جدید برای ترانسفورماتورهای توزیع، از بین دو سطح بارگیری ۵۰ درصد و ۱۰۰ درصد

➤ بارگیری ۵۰ درصد و ضریب توان‌های مختلف: ۵۰ درصد

➤ بارگیری ۵۰ درصد و ضریب توان واحد: ۱۲.۵ درصد

➤ بارگیری ۱۰۰ درصد و ضریب توان‌های مختلف: ۱۲.۵ درصد

➤ بارگیری ۱۰۰ درصد و ضریب توان واحد: ۱۲.۵ درصد

➤ تعیین ضریب توان و سطح بارگیری مناسب برای استاندارد جدید راندمان ترانسفورماتورهای توزیع کشور نیازمند مطالعات میدانی در سطح کشور و تعیین مقادیر معادل کشوری است.

سامانه مدیریت اطلاعات تجهیزات شبکه توزیع برق - ضرورتها

چالش‌ها و شرایط خاص برای انتخاب و خرید تجهیزات:

- ▶ تنوع زیاد تجهیزات تولیدی
- ▶ گسترده بودن اطلاعات فنی و بازرگانی
- ▶ تعدد قیود موردنظر برای انتخاب
- ▶ تغییرات لحظه‌ای تجهیزات تولیدی و عرضه شده به بازار
- ▶ بروز شرایط فنی و محیطی جدید در شبکه های توزیع برای انتخاب تجهیزات
- ▶

منجر به پیچیده شدن فرآیند انتخاب و خرید شده است.

سامانه مدیریت اطلاعات تجهیزات شبکه توزیع برق - ضرورتها (ادامه)

عوامل ضرورت توجه به سامانه‌های مورد استفاده برای انتخاب تجهیزات:

- ▶ آگاهی یافتن از تجهیزات موجود بازار
- ▶ امکان مقایسه مشخصات فنی تجهیزات نسبت به یکدیگر و نسبت به استاندارد
- ▶ آگاهی یافتن از تاییدهای معتبر اخذ شده درخصوص پارامترهای فنی
- ▶ آگاهی یافتن از نظرات دیگر خریداران و صاحب‌نظران
- ▶ ضرورت توجه توأم به مجموع پارامترهای فنی و مالی جهت خرید بهینه

سامانه مدیریت اطلاعات تجهیزات شبکه توزیع برق - اهم انتظارات



► مدیریت اطلاعات تجهیزات

تعریف انواع مختلف تجهیزات شبکه توزیع برق

تعریف پارامترهای فنی و غیر فنی مرتبط به هر نوع تجهیز و نوع داده مقادیر مربوط به هر نوع تجهیز امکان مشخص نمودن نوع کاربری که باید ورود اطلاعات مقادیر هر نوع پارامتر فنی و غیر فنی را انجام دهد.

امکان درج تصاویر مربوط به هر نمونه از تجهیز توسط کاربر

امکان درج مستندات فنی (کاتالوگ و ...) مربوط به هر نمونه از تجهیز توسط کاربر

امکان گروه‌بندی انواع مختلف تجهیز

پس از درج و ویرایش اطلاعات مربوط به هر نمونه از تجهیز توسط کاربران مربوطه این اطلاعات توسط مدیر سامانه بازبینی و پس از تایید قابل مشاهده و جستجو در صفحه بهره برداران می‌باشد.

کاربر راهبر سامانه قابلیت تعریف و معرفی انواع تجهیز و پارامترهای مربوط به آن را باید داشته باشد.

سامانه مدیریت اطلاعات تجهیزات شبکه توزیع برق - اهم انتظارات (ادامه)

نمایش اطلاعات تجهیزات



نمایش کامل اطلاعات نمونه‌های تجهیزات به همراه تصاویر و مستندات فنی برای بهره برداران

امکان نمایش سریع اطلاعات بر اساس انواع اصلی تجهیزات

امکان نمایش سریع اطلاعات بر اساس سازنده

امکان مشاهده اطلاعات کامل تجهیزات به صورت طبقه‌بندی شده

قابلیت انتخاب و مقایسه تجهیزات هم‌سان از سازنده‌های مختلف

قابلیت انتخاب تجهیزات مناسب مطابق پارمتر فنی تجهیز اصلی

امکان امتیاز دهی نسبت به تجهیزات توسط مصرف کنندگان

سامانه مدیریت اطلاعات تجهیزات شبکه توزیع برق - اهم انتظارات (ادامه)



► مدیریت اطلاعات سازندگان

ثبت اطلاعات عمومی هر سازنده شامل (نام، سال تاسیس، آدرس پستی، وب سایت، و ...)

ثبت اطلاعات مربوط به گواهینامه‌های ایزو مربوط به سازنده

ثبت اطلاعات مربوط به خلاصه تاریخچه هر شرکت

ثبت اطلاعات مربوط به سایر مدارک و رتبه‌های اخذ شده توسط سازنده

قابلیت پیوست فایل‌های مرتبط با هر سازنده

سامانه مدیریت اطلاعات تجهیزات شبکه توزیع برق - اهم انتظارات (ادامه)



مدیریت وقایع

ذخیره‌سازی دقیق عملیات انجام شده توسط کاربران
نمایش عملیات انجام شده توسط کاربر خاص با ذکر جزئیات در بازه تاریخی خاص
جستجوی عملیات انجام شده بر روی اطلاعات تجهیز خاص طی بازه تاریخی
امکان ذخیره نمودن IP و سایر مشخصات مورد نیاز از کاربران در حین انجام عملیات بر روی سامانه

سامانه مدیریت اطلاعات تجهیزات شبکه توزیع برق - اهم انتظارات (ادامه)



▶ فروش آنلاین (توسعه آتی)

امکان اضافه نمودن تجهیزات به سبد کالای خریدار

امکان انجام خرید به صورت الکترونیکی

نمایش تقاضاهای خرید ثبت شده در پنل کاربری فروشندگان

امکان مشخص نمودن نحوه پرداخت توسط خریدار و فروشنده در مورد کالا

امکان انتخاب نحوه تحویل کالا توسط خریدار

امکان پرداخت الکترونیکی توسط خریدار

امکان ارایه تخفیف توسط فروشنده

امکان ارایه فاکتور رسمی و مالیات بر ارزش افزوده

امکان ثبت میزان رضایت از کیفیت ، قیمت و سایر پارامترهای محصول توسط خریداران

سامانه مدیریت اطلاعات تجهیزات شبکه توزیع برق - اهم انتظارات (ادامه)



▶ اشتراک گذاری نظرات فنی - اقتصادی کاربران

میزان رضایت خریدار از کالای خریداری شده از جنبه های فنی - اقتصادی

توصیه های فنی در خصوص موارد استفاده مناسب از تجهیز مورد نظر توسط کاربران یا تامین کنندگان

امکان شور در خصوص انتخاب یک تجهیز برای شرایط خاص

نمایش کالاهای پرفروش

سابقه موضوعی استفاده از سامانه ارزیابی تلفات در خارج از کشور



▶ در خصوص سابقه استفاده از سامانه ارزیابی تلفات در خارج از کشور بررسی و جستجوی گسترده ای در منابع موجود صورت پذیرفت. یافته ها حاکی از آن است که چالش دست به گریبان شبکه توزیع برق کشور در سایر کشورها چندان حاد نبوده است.

▶ موارد اشاره شده در ادامه عمدتاً نرم افزارهاییست که توسط سازندگان ترانسفورماتور جهت تسهیل در محاسبات هزینه طول عمر محصولات خود و بهبود فرآیند فروش عرضه شده است و نرم افزارهای مشابه در مورد سایر تجهیزات اصلی یافت نگردیده است.

▶ البته در توجیه این نتیجه می توان تفاوت عمده در مدیریت شبکه های توزیع برق کشور در مقایسه با اکثر کشورهای دنیا را نام برد که شبکه های توزیع کشور با هزینه های دولتی اداره می شود.

▶ در این رویکرد معمولاً معیار خرید، هزینه اولیه کمتر است حال آنکه در محیط خصوصی معمولاً هزینه های طول عمر مورد توجه بیشتری قرار می گیرد.

لیست نرم افزارها و اقدامات مشابه



نرم افزارهای موجود که عموماً روی مسئله اقتصادی کاهش تلفات و متعاقب آن انتخاب بهینه ترانسفورماتور فعالیت می کنند عبارتند از:

- ▶ Rex transformer efficiency comparator
- ▶ ABB transformer TCO
- ▶ transformer loss calculation – international copper association
- ▶ schnieder electric TCO calculator
- ▶ TRANSFORMER OWNING COSTS SOFTWARE

نرم افزار شرکت کانادایی Rex



➤ Rex Power Magnetics یک شرکت کانادایی طراحی و ساخت ترانسفورماتور خشک است که مقر آن در کنکورد انتاریو است.

➤ نرم افزار محصول این شرکت تحت عنوان Rex transformer efficiency comparator، منحنی های بازده را برای حداکثر سه ترانسفورماتور نشان می دهد و اگر هزینه برق و بارگذاری میانگین هم به عنوان داده ورودی به آن اعمال شود، هزینه بهره برداری و دوره بازپرداخت را برای هر ترانسفورماتور محاسبه می کند.

➤ این نرم افزار برای ترانس های کمتر از ۶۰۰ ولت قادر به انجام محاسبات زیر است:

➤ مقایسه و اولویت بندی بر مبنای هزینه و عملکرد

➤ مقایسه سطوح بازده در مقابل هزینه و بازگشت سرمایه

➤ حداکثرسازی امتیازات با استفاده از سطوح بار برنامه

➤ این نرم افزار بر اساس اطلاعات زیر، تحلیل های فوق را انجام می دهد:

➤ تعداد فاز، جنس هادی، KVA، درصد بارگیری و قیمت انرژی بر حسب \$/kWh

➤ مقادیر تلفات بی باری و بارداری بر حسب W و همچنین قیمت تجهیز مورد بررسی بر حسب \$

نرم افزار شرکت ABB



این نرم افزار تحت عنوان ABB transformer TCO، بازه گسترده ای از ترانسفورماتورها را در انواع خشک و روغنی در دسته بندی های سمت فشار قوی (کمتر از ۲۴ کیلوولت، بیش از ۳۶ کیلوولت و دسته مابین این مقادیر) و سمت فشار ضعیف (کمتر از ۱.۱ کیلوولت، بیش از ۱.۱ کیلوولت) و در هر ظرفیت توانی، پوشش می دهد.

امتیاز جالب این نرم افزار، امکان در نظر گرفتن موازی ترانس ها در محاسبات اقتصادی به منظور به حداقل رساندن هزینه ها است.

خروجی این برنامه مطابق شکل (۴-۵) مقایسه ای بین ترانس های پیشنهاد شده در قالب عوامل زیر را ارائه می دهد:

- تلفات بی باری
- تلفات بارداری
- شاخص بهره وری IEC
- مجموع صرفه جویی در طول عمر
- زمان بازگشت سرمایه (سال)
- صرفه جویی در انرژی (کیلووات ساعت) / سال
- کاهش CO₂ در سال (کیلوگرم)
- قابلیت جذب O₂ (تعداد درخت)

سوالات قابل توجه



1. جایگاه تجهیزات ساخت داخل کشور از دیدگاه راندمان چیست؟
2. چنانچه سامانه نرم افزاری تهیه شود که بتواند به طراحان و بهره برداران شبکه توزیع در انتخاب بهتر تجهیزات کمک نماید، این سامانه چه ویژگی‌هایی داشته باشد (از حیث امکان ارائه جداول مشخصات فنی، مقایسه محصولات سازندگان مختلف، امکان گزارشگیری و ...)?
3. چنانچه سامانه فوق تهیه شود، چه راهکار و مکانیزمی برای بهره گیری حداکثری از آن توسط شرکتهای توزیع برق در جهت استفاده از تجهیزات با راندمان بالا پیشنهاد می نمایید؟



با تشکر