



شرکت مدیریت تولید، انتقال و توزیع نیروی برق ایران (توانیر)

دستورالعمل تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های ترانسفورماتورهای روغنی توزیع ۲۰ کیلوولت

مقام تصویب‌کننده: معاون هماهنگی توزیع شرکت توانیر

دریافت‌کنندگان سند:

☐

- کمیته فنی بازرگانی شرکت توانیر

☐

- دفتر مهندسی و راهبری شبکه شرکت توانیر

☐

- شرکت‌های توزیع نیروی برق

تهیه‌کننده: معاونت هماهنگی توزیع — دفتر مهندسی و راهبری شبکه — کمیته تخصصی ترانسفورماتورها

ویرایش: ۲

شهریورماه ۱۴۰۰

سایت توانیر: www.tavanir.org.ir/dm/dmnezarat

تصویب‌کننده: امضاء	تأییدکننده: امضاء	تهیه‌کننده: امضاء
-----------------------	----------------------	----------------------



وزارت نیرو
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:

تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های
ترانسفورماتورهای روغنی توزیع ۲۰ کیلوولت

صفحه ۲ از ۳۱
شماره ویرایش: ۲
تاریخ بازنگری: اردیبهشت ۱۴۰۰

فهرست مطالب

مقدمه.....	۵
۱- هدف و دامنه کاربرد.....	۵
۲- محدوده اجرا.....	۵
۳- استانداردهای مورد استناد.....	۵
۴- دستورانجام کار.....	۸
۴-۱- روش تکمیل جداول.....	۸
۴-۲- روش تعیین امتیاز نهایی.....	۸
۴-۳- نحوه محاسبه امتیازهای فنی.....	۲۰
۵- آزمون‌ها.....	۲۳
پیوست (۱): جهش‌های حرارتی مجاز.....	۲۵
پیوست (۲): فاصله خزشی و سطح آلودگی منطقه.....	۲۵
پیوست (۳): تolerانس‌های قابل قبول.....	۲۵
پیوست (۴): گروه برداری، امپدانس اتصال کوتاه و تنظیم ولتاژ.....	۲۶
پیوست (۵): تلفات و سطح صدای مجاز.....	۲۷
پیوست (۶): راهنمای انتخاب سطح آلودگی منطقه.....	۲۸
پیوست (۷): پلاک مشخصات ترانسفورماتور.....	۲۹
پیوست (۸): کیفیت رنگ، بدنه و دوام در برابر خوردگی.....	۳۰
پیوست (۹): راهنمای انتخاب سطح خوردندگی منطقه.....	۳۰
پیوست (۱۰): مشخصات ترانسفورماتورهای انباری.....	۳۱

فهرست جداول

جدول شماره (۱) خواسته‌های خریدار و شرایط و مشخصات محل نصب و بهره‌برداری.....	۱۰
جدول شماره (۲) شناسنامه کالای پیشنهادی و سوابق فروشنده.....	۱۳
جدول شماره (۳) مشخصات اجباری.....	۱۵
جدول شماره (۴) مشخصات فنی پیشنهادی و امتیازدهی کالا.....	۱۹
جدول شماره (۵) آزمون‌ها.....	۲۳
جدول شماره (۶) جهش حرارتی.....	۲۵



وزارت نیرو
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:

تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های
ترانسفورماتورهای روغنی توزیع ۲۰ کیلوولت

صفحه ۳ از ۳۱

شماره ویرایش: ۲

تاریخ بازنگری: اردیبهشت ۱۴۰۰

- جدول شماره (۷) فاصله خزشی پوشینگ‌ها ۲۵
- جدول شماره (۸) تُلرانس‌های قابل قبول ۲۵
- جدول شماره (۹ - الف) مشخصات فنی ترانسفورماتور روغنی سه‌فاز ۲۶
- جدول شماره (۹ - ب) مشخصات فنی ترانسفورماتور روغنی تک‌فاز ۲۶
- جدول شماره (۱۰) تلفات و سطح صدای ترانسفورماتورهای سه‌فاز ۲۷
- جدول شماره (۱۱) حداکثر تلفات و سطح صدای مجاز برای ترانسفورماتور تک‌فاز ۲۷
- جدول شماره (۱۲) راهنمای انتخاب سطح آلودگی منطقه ۲۸
- جدول شماره (۱۳) ملزومات پوشش رنگ بدنه ترانسفورماتور ۳۰
- جدول شماره (۱۴) شرایط محیطی معمول برای تعیین رده‌بندی خوردگی ۳۰
- جدول شماره (۱۵) برخی از مشخصات ترانسفورماتورهای سه‌فاز انباری ۳۱



وزارت نیرو
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:

تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های
ترانسفورماتورهای روغنی توزیع ۲۰ کیلوولت

صفحه ۴ از ۳۱


شماره ویرایش: ۲

تاریخ بازنگری: اردیبهشت ۱۴۰۰

اعضای مشارکت کننده در جلسات تخصصی

با تشکر از اساتید دانشگاه، نمایندگان محترم شرکت‌های توزیع نیروی برق، آزمایشگاه‌ها، شرکت‌های سازنده تجهیزات، شرکت‌های پیمانکار و شرکت توانیر به شرح زیر که در مراحل مختلف تهیه و بازنگری پیش‌نویس و انجام بررسی‌های تخصصی و نهایی کردن این دستورالعمل با حضور در جلسات و اعلام نقطه نظرات کارشناسی موجبات هرچه پربارتر شدن مطالب را فراهم آوردند؛ ضمناً بازنگری اولیه این دستورالعمل توسط آقایان مهندس جعفر جعفری و مهندس محمد یسن‌زاده شللو نمایندگان محترم شرکت توزیع آذربایجان شرقی انجام شده است.

- | | |
|--|--------------------------------|
| شرکت توانیر | ۱- آقای دکتر مسعود صادقی خمایی |
| شرکت توانیر | ۲- آقای مهندس مهرداد صمدی |
| دانشگاه شهید بهشتی | ۳- آقای دکتر منصور رفیعی |
| دانشگاه تهران | ۴- آقای دکتر مهدی داورپناه |
| شرکت توانیر | ۵- خانم مهندس سارا قرشی |
| شرکت توانیر | ۶- آقای مهندس رسول نوران |
| شرکت توزیع نیروی برق استان آذربایجان شرقی | ۷- آقای مهندس جعفر جعفری |
| شرکت توزیع نیروی برق استان آذربایجان شرقی | ۸- آقای مهندس محمد یسن‌زاده |
| شرکت توزیع نیروی برق اهواز | ۹- آقای مهندس امیر گوهریان |
| شرکت توزیع نیروی برق استان تهران | ۱۰- آقای مهندس بابک ردگاه |
| شرکت توزیع نیروی برق استان خراسان شمالی | ۱۱- آقای دکتر جواد محمودی |
| شرکت آزمایشگاه‌های مرجع صنایع انرژی (اپیل) | ۱۲- آقای دکتر پژمان خزائی |
| شرکت بازرگانی ایران ترانسفو | ۱۳- خانم مهندس مونا علی‌اف |
| شرکت ترانسفورماتور توزیع زنگان | ۱۴- آقای مهندس بهروز احمد زاده |
| شرکت ترانسفورماتور توزیع زنگان | ۱۵- آقای مهندس صمد پاک‌نیا |
| شرکت ترانسفورماتورسازی کوشکن | ۱۶- آقای مهندس مهدی قربانی |
| شرکت ترانسفورماتورسازی کوشکن | ۱۷- آقای مهندس مرتضی دانشور |
| شرکت آریا ترانسفو شرق | ۱۸- آقای مهندس محمد ایجی |
| شرکت آریا ترانسفو شرق | ۱۹- آقای مهندس علی عزیزی |
| شرکت صنایع کیان ترانسفو | ۲۰- آقای دکتر نادر سرگلزایی |
| شرکت پایش صنعت ترانسفورماتور | ۲۱- آقای مهندس حسین عزیزی |

<p>صفحه ۵ از ۳۱</p> <p>شماره ویرایش: ۲</p> <p>تاریخ بازنگری: اردیبهشت ۱۴۰۰</p>	<p>عنوان دستورالعمل:</p> <p>تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های ترانسفورماتورهای روغنی توزیع ۲۰ کیلوولت</p>	 <p>وزارت نیرو</p> <p>شرکت توانیر</p>
--	---	---

مقدمه

نظر به اهمیت موضوع تعیین مشخصات فنی و کنترل کیفیت تجهیزات و با توجه به معیارهای فنی مؤثر بر عملکرد آن‌ها، این سند تنظیم و جهت اجرا، ابلاغ می‌شود. گیرندگان سند موظفند در هنگام خرید ترانسفورماتورهای روغنی توزیع $20/0.4$ kV سه فاز و $20/0.231$ kV تک فاز، آن را در پیوست اسناد منظور نموده و هنگام انجام مراحل بررسی و ارزیابی فنی، براساس این دستورالعمل و با توجه به مدارک و مستندات ارائه شده، نسبت به ارزیابی و امتیازدهی پیشنهادها اقدام کنند.

در این نسخه از دستورالعمل، مشخصات فنی ترانسفورماتورهای تک فاز و ترانسفورماتورهای هرمتیک، امکان نصب تجهیز هشدار سرقط، استفاده از هادی آلومینیومی، استفاده از CT های بوشینگ/رزینی فشار ضعیف، استفاده از هسته 3D، استفاده از هسته با جنس آمورف و استفاده از بوشینگ‌های سیلیکونی با در نظر گرفتن نیاز خریداران و بهره برداران در نظر گرفته شده است. در نظر گرفتن اثر هارمونیک‌ها در ظرفیت و جهش حرارتی ترانسفورماتور، امکان تنظیم ولتاژ دقیق‌تر در ظرفیت‌های پایین و مطابقت سطح تلفات با استاندارد ISIRI 13368 از جمله دیگر تغییرات این نسخه از دستورالعمل به شمار می‌رود.

این دستورالعمل پس از طرح و تأیید در کمیته تخصصی ترانسفورماتورها (متشکل از اساتید دانشگاه، نمایندگان محترم شرکت‌های توزیع نیروی برق، آزمایشگاه‌ها، شرکت‌های سازنده تجهیزات، شرکت‌های پیمانکار و شرکت توانیر)، جهت ابلاغ به کلیه شرکت‌های توزیع، نهایی شده است.

۱- هدف و دامنه کاربرد


این سند با هدف ایجاد وحدت رویه در تعیین ویژگی‌های کیفی در انتخاب، خرید و آزمون ترانسفورماتورهای روغنی توزیع $20/0.4$ kV سه فاز و $20/0.231$ kV تک فاز و تهیه اسناد مناقصه، هماهنگ‌سازی و شفافیت در امر تولید و خرید تجهیزات و ایجاد فضای رقابتی جهت ارتقاء سطح کیفی آنها تنظیم شده است. کلیه ترانسفورماتورهای توزیع روغنی در رده ولتاژ $20/0.4$ kV سه فاز با منبع انبساط و هرمتیک و $20/0.231$ kV تک فاز با منبع انبساط در چهارچوب این دستورالعمل قرار می‌گیرند. این دستورالعمل شامل دیگر انواع ترانسفورماتور از قبیل رده‌های ولتاژ دیگر و انواع خشک نمی‌باشد.

۲- محدوده اجرا

محدوده اجرای این دستورالعمل شرکت توانیر و شرکت‌های توزیع نیروی برق کشور می‌باشند.

۳- استانداردهای مورد استناد


مبنای مشخصات فنی در این دستورالعمل و رویه‌های انجام آزمایشها برای کنترل شاخصهای موردنظر، به ترتیب استانداردهای صنعت برق کشور، استانداردهای ملی کشور، استانداردهای بین المللی (با تأکید بر IEC) و

صفحه ۳۱ از ۳۱ شماره ویرایش: ۲ تاریخ بازنگری: اردیبهشت ۱۴۰۰	عنوان دستورالعمل: تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمونهای ترانسفورماتورهای روغنی توزیع ۲۰ کیلوولت	 وزارت نیرو شرکت توانیر
--	--	---

استانداردهای کشورهای صنعتی پیشرفته است. هر بخشی از استانداردهای صنعت برق که مرجع آن استانداردهای بین‌المللی یا کشورهای صنعتی پیشرفته است، چنانچه ویرایش جدیدی از این استانداردهای مرجع تدوین شده باشد، براساس تجدید نظر و طرح در کمیته تخصصی ترانسفورماتورها و تأیید آن کمیته به ویرایش‌های آنها استناد می‌شود. بر این اساس، استانداردهای زیر مورد استناد قرار گرفته‌اند:

- ۱- استاندارد مشخصات فنی ترانسفورماتورهای روغنی توزیع، جلد اول، اسناد مناقصه، تیر ماه ۱۳۷۴.
- ۲- استاندارد مشخصات فنی ترانسفورماتورهای روغنی توزیع، جلد دوم، راهنمای تکمیل جداول مشخصات فنی، تیر ماه ۱۳۷۴.
- ۳- ISIRI 13368، تعیین معیار تلفات ترانسفورماتورهای شبکه توزیع روغنی سه فاز ۲۵ kVA تا ۲۵۰۰ kVA با بیشینه ولتاژ تجهیزات تا ۳۶ kV با فرکانس ۵۰ Hz و دستورالعمل تاییدیه انرژی، قسمت ۱: الزامات کلی و الزامات ترانسفورماتورهای با بیشینه ولتاژ تجهیزات ۲۴ kV و کمتر، ۱۳۹۸.
- ۴- دستورالعمل تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمونهای سیستم هشدار سرقت ترانسفورماتورهای توزیع، ۱۳۹۹.
- ۵- دستورالعمل تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمونهای روغن عایقی برای مصارف ترانسفورماتور توزیع، مردادماه ۱۳۹۶.
- ۶- ISIRI 2620-1، ترانسفورماتورهای قدرت - قسمت ۱: کلیات، ۱۳۹۹ (معادل استاندارد IEC 60076-1, 2011).
- ۷- INSO 2620-2، ترانسفورماتورهای قدرت - قسمت ۲: افزایش دما در ترانسفورماتورهای غوطه ور در مایع، ۱۳۹۹ (معادل استاندارد IEC 60076-2, 2011).
- ۸- INSO 2620-3، ترانسفورماتورهای قدرت - قسمت ۳: سطوح عایق بندی، آزمونهای دی‌الکتریک و فواصل هوایی خارجی، ۱۳۹۵ (معادل استاندارد IEC 60076-3, 2013).
- ۹- ISIRI 2620-5، ترانسفورماتورهای قدرت - قسمت ۵: توانایی تحمل اتصال کوتاه، ۱۳۹۰ (معادل استاندارد IEC 60076-5, 2006).
- ۱۰- INSO 2620-10، ترانسفورماتورهای قدرت - قسمت ۱۰: تعیین ترازهای صدا، ۱۳۹۵ (معادل استاندارد IEC 60076-10, 2016).

- 11- IEC 60214-1, Tap changers - part 1, Performance requirements and test methods, 2014.
- 12- IEC 60137, Insulated bushings for alternating voltage above 1000 V, 2017.
- 13- HD 428.1 S1, Harmonization Standard, 1992.
- 14- IEEE Std C57.110, IEEE Practice For Establishing Liquid Immersed And Dry-Type Power And Distribution Transformer Capability When Supplying Nonsinusoidal Load Currents, 2018.

<p>صفحه ۱۷ از ۳۱</p> <p>شماره ویرایش: ۲</p> <p>تاریخ بازنگری: اردیبهشت ۱۴۰۰</p>	<p>عنوان دستورالعمل:</p> <p>تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمونهای ترانسفورماتورهای روغنی توزیع ۲۰ کیلوولت</p>	 <p>وزارت نیرو</p> <p>شرکت توانیر</p>
---	--	---

15- IEC 61378-1, Converter transformers - Part 1: Transformers for industrial applications, 2011.

16- IEC 60076-7, Power transformers - Part 7: Loading guide for mineral-oil-immersed power transformers, 2018.

۱۷- INSO 2620-22-1، ترانسفورماتورهای قدرت - قسمت ۲۲-۱: تجهیزات راکتور و ترانسفورماتور قدرت - وسایل حفاظتی، ۱۳۹۹ (معادل استاندارد IEC60076-22-1, 2019).

۱۸- INSO 2620-22-7، ترانسفورماتورهای قدرت - قسمت ۲۲-۷: تجهیزات راکتور و ترانسفورماتور قدرت - لوازم جانبی و تجهیزات، ۱۳۹۹ (معادل استاندارد IEC60076-22-7, 2020).

19- BS EN 50588-1, Medium power transformers 50 Hz, with highest voltage for equipment not exceeding 36 kV. General requirements, 2017.

۲۰- INSO 6594-1، پوشش‌رنگ‌ها و جلاها - حفاظت سازه‌های فولادی در برابر خوردگی با استفاده از سامانه‌های رنگ محافظ - قسمت ۱: مقدمه کلی (معادل ISO 12944-1, 2017).

۲۱- INSO 6594-5، پوشش‌رنگ‌ها و جلاها - حفاظت سازه‌های فولادی در برابر خوردگی با استفاده از سامانه‌های رنگ محافظ - قسمت ۵: سامانه‌های رنگ محافظ (معادل ISO 12944-5, 2018).

22- BS EN 50708-1-1, Power transformers. Additional European requirements. Common part. General requirements, 2020.

۲۳- INSO 2868، درجه حفاظت تأمین‌شده توسط محفظه‌ها (کد IP)، ۱۳۹۵ (معادل IEC 60529 1989+A1:1999+A2:2013).

24- DIN 3771-3, O-rings for use in fluid power systems, 1984.

25- International quality label for coated steel, technical specification, version 4.1, January 2019.

26- IEC 60076-4, Power transformers - Part 4: Guide to the lightning impulse and switching impulse testing - Power transformers and reactors, 2002.



وزارت نیرو
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:

تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های
ترانسفورماتورهای روغنی توزیع ۲۰ کیلوولت

صفحه ۸ از ۳۱

شماره ویرایش: ۲

تاریخ بازنگری: اردیبهشت ۱۴۰۰

۴- دستورالعمل انجام کار


۴-۱- روش تکمیل جداول

بررسی مشخصات فنی در دوبخش «مشخصات اجباری» و «محاسبه امتیازات فنی» انجام می‌شود. مراحل تکمیل جداول و استفاده از آنها به شرح زیر است:

- خریدار در جدول شماره (۱) خواسته‌های خود را در ارتباط با نوع نوع ترانسفورماتور و ساینز آن و همچنین شرایط و مشخصات محل نصب و بهره‌برداری اعلام می‌نماید.
- در جدول شماره (۲) فروشنده اطلاعاتی از کالای پیشنهادی و سابقه تولید و عرضه آن ارائه می‌کند.
- ارائه مقادیر قابل قبول مندرج در جدول شماره (۳) الزامی است و فروشنده باید الزامات و مشخصات اجباری را با درج مهر و امضا در ذیل صفحات این جدول در پیشنهاد خود تضمین نماید. در صورت عدم تأمین هریک از مشخصات اجباری، پیشنهاد مردود شده و بررسی‌های بعدی انجام نخواهد شد.
- در جدول شماره (۴) مشخصه‌های مؤثر در ارزیابی و امتیازدهی عوامل کیفی کالای مورد نظر به همراه ضرایب وزنی آنها درج شده است. ستون «مقدار پیشنهادی» باید توسط فروشنده تکمیل شود و ستون «امتیاز نهایی» توسط کمیته فنی خرید و با توجه به روش ارزیابی تعیین شده در بند (۴-۲) تکمیل گردد. صفحات مربوط به این جدول نیز باید توسط فروشنده مهر و امضا شوند.
- با توجه به عمومیت این دستورالعمل برای ظرفیت‌های مختلف ترانسفورماتورهای روغنی توزیع kV ۲۰ و یا شرایط مختلف بهره‌برداری، بعضی از کمیت‌های جدول شماره (۳) که وابسته به ظرفیت، جهش حرارتی، فاصله خزشی بوشینگ‌ها و ... ترانسفورماتور است، در آن درج نشده و با نقطه‌چین مشخص شده‌اند. لذا لازم است در زمان تنظیم اسناد مناقصه و استفاده از جداول، خریدار ابتدا پارامترهای متناسب با ظرفیت مورد نظر را با توجه به جداول مربوطه تعیین و در جدول شماره (۳) درج نماید.

۴-۲- روش تعیین امتیاز نهایی

برای تعیین امتیاز کیفی، کمیته فنی خرید باید با توجه به مقادیر پیشنهادی فروشنده برای هر کدام از بندهای جدول امتیاز دهی کالا (جدول شماره ۴) و مطابق با روش ارزیابی و امتیاز دهی هر کدام از بندهای فوق (در ادامه جدول شماره ۴) امتیازی را بر مبنای ۱۰۰ منظور نماید. سپس امتیاز نهایی هر آیت با ضرب امتیاز تعیین شده در ضریب وزنی مربوطه بدست خواهد آمد. بدیهی است امتیاز کل از مجموع امتیازهای نهایی تقسیم بر ۱۰۰ بدست می‌آید. حد نصاب امتیاز کیفی % ۶۰ می‌باشد.


<p>صفحه ۹ از ۳۱</p> <p>شماره ویرایش: ۲</p> <p>تاریخ بازنگری: اردیبهشت ۱۴۰۰</p>	<p>عنوان دستورالعمل:</p> <p>تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های ترانسفورماتورهای روغنی توزیع ۲۰ کیلوولت</p>	 <p>وزارت نیرو</p> <p>شرکت توانیر</p>
--	---	---

فروشنده بایستی برای هر نوع و هر ظرفیت از ترانسفورماتور، جداول پیشنهادی جداگانه تکمیل نماید و کمیته فنی خرید بایستی امتیاز هر نوع و هر ظرفیت ترانسفورماتور را به صورت جداگانه محاسبه نماید. آنچه پیشنهاد می‌شود این است که مناقصه‌گذار برای هر نوع و هر ظرفیت ترانسفورماتور مناقصه جداگانه برگزار نماید، ولی در صورت اینکه یک مناقصه شامل انواع ترانسفورماتور با ظرفیت‌های مختلف باشد، کمیته فنی می‌تواند امتیاز نهایی مجموعه را به یکی از دو روش زیر تعیین نماید. در هر حالت مناقصه‌گذار بایستی قبل از برگزاری مناقصه نوع امتیازدهی را برای اینگونه از مناقصات مشخص نماید.

الف) امتیازدهی تفکیکی: امتیاز هر کدام از ترانسفورماتورها را بصورت جداگانه حساب کرده و فروشنده‌ای که امتیاز بیشتری در یک نوع و ظرفیت از ترانسفورماتور را کسب کرده است برای خرید ترانسفورماتور مذکور انتخاب نماید. در این حالت مجموعه ترانسفورماتورهای یک مناقصه احتمالاً توسط فروشندگان مختلف تأمین گردند.

ب) روش امتیازدهی میانگین وزنی: امتیاز هر کدام از ترانسفورماتورها را بصورت جداگانه حساب کرده و امتیاز مجموعه را از فرمول زیر تعیین نماید. که در آن n تعداد انواع ترانسفورماتورهای موضوع ارزیابی فنی، S_i ظرفیت ترانسفورماتور نوع i بر حسب کیلوولت آمپر، P_i امتیاز فنی ترانسفورماتور نوع i و K_i تعداد ترانسفورماتور نوع i می‌باشد.

$$\sum_{i=1}^n \frac{K_i * S_i * P_i}{K_i * S_i}$$

صفحه ۱۰ از ۳۱ شماره ویرایش: ۲ تاریخ بازنگری: اردیبهشت ۱۴۰۰	عنوان دستورالعمل: تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های ترانسفورماتورهای روغنی توزیع ۲۰ کیلوولت	 وزارت نیرو شرکت توانیر
--	---	---

این جدول توسط خریدار تکمیل می‌شود.

جدول شماره (۱) خواسته‌های خریدار و شرایط و مشخصات محل نصب و بهره‌برداری		
الف - خواسته‌های خریدار (مخصوص ترانسفورماتورهای سه فاز)		
ردیف	نوع خواسته	خواسته خریدار
۱	نوع ترانسفورماتور	ترانسفورماتور روغنی ۲۰/۰/۴ kV (با منبع انبساط <input type="checkbox"/> هرمیتیک <input type="checkbox"/>)
۲	ظرفیت نامی (kVA)	<input type="checkbox"/> ۲۵۰ <input type="checkbox"/> ۳۱۵ <input type="checkbox"/> ۴۰۰ <input type="checkbox"/> ۵۰۰ <input type="checkbox"/> ۶۳۰ <input type="checkbox"/> ۸۰۰ <input type="checkbox"/> ۱۰۰۰ <input type="checkbox"/> ۱۲۵۰ <input type="checkbox"/> ۱۶۰۰ <input type="checkbox"/> ۲۰۰۰ <input type="checkbox"/> ۲۵۰۰
۳	تعداد ترانسفورماتورها	.....
۴	نوع اتصالات طرف فشار متوسط	پوشینگ بدون جعبه کابل <input type="checkbox"/> پوشینگ با جعبه کابل <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Plug in
۵	ترمومتر روغن ^۲ برای قدرت ۵۰۰ به بالا الزامی	داشته باشد <input type="checkbox"/> نداشته باشد <input type="checkbox"/>
۶	رله بوخهلتز یا محافظ هرمیتیک ^۳ برای قدرت ۵۰۰ به بالا الزامی	داشته باشد <input type="checkbox"/> نداشته باشد <input type="checkbox"/>
۷	پوشش عایق برای قطعه برنجی پوشینگ فشار متوسط	داشته باشد <input type="checkbox"/> نداشته باشد <input type="checkbox"/>
۸	پوشش عایق برای جرقه‌گیر	داشته باشد <input type="checkbox"/> نداشته باشد <input type="checkbox"/>
۹	محل نصب تجهیز هشدار سرقت	داشته باشد <input type="checkbox"/> نداشته باشد <input type="checkbox"/>
۱۰	CT در سمت فشار ضعیف	داشته باشد <input type="checkbox"/> نداشته باشد <input type="checkbox"/>
۱۱	جنس هادی سیم‌پیچ فشار ضعیف / فشار متوسط	فشار ضعیف: مس <input type="checkbox"/> آلومینیوم <input type="checkbox"/> فشار متوسط: مس <input type="checkbox"/> آلومینیوم <input type="checkbox"/>
۱۲	جنس عایق پوشینگ	سرامیکی <input type="checkbox"/> سیلیکونی ^۴ <input type="checkbox"/>

^۱ ترانسفورماتورهای هرمیتیک ترانسفورماتورهای بدون منبع انبساط و محفظه‌ی سیلیکاژل هستند که با هدف اصلی کاهش هزینه‌های نگهداری و افزایش طول عمر ترانسفورماتورها در محیط‌های مرطوب و آلوده، به تولید رسیده‌اند. با توجه به اینکه روغن در ترانسفورماتورهای هرمیتیک در تماس مستقیم با هوا قرار ندارد، نمونه‌برداری و تعویض روغن برای این نوع ترانسفورماتورها می‌تواند در بازه‌های زمانی طولانی‌تری نسبت به ترانسفورماتورهای با منبع انبساط انجام شود که خود هزینه‌های بهره‌برداری را کاهش خواهد داد.

^۲ برای ترانسفورماتورهای سه فاز ۳۱۵ کیلوولت آمپر و بالاتر می‌توان ترمومتر روغن را انتخاب کرد.

^۳ برای ترانسفورماتورهای سه فاز ۳۱۵ کیلوولت آمپر و بالاتر می‌توان رله بوخهلتز یا محافظ هرمیتیک را انتخاب کرد.

^۴ در صورت انتخاب پوشینگ سیلیکونی، سازنده باید تمامی مدارک کنترل کیفیت پوشینگ سیلیکونی شامل نتایج آزمون نوعی را در اختیار خریدار قرار دهد.

مطابقت کالای پیشنهادی با خواسته‌های خریدار و مشخصات محل نصب و بهره‌برداری تضمین می‌شود.

نام شرکت پیشنهاد دهنده:	مهر شرکت:	تاریخ تکمیل:	نام و نام خانوادگی مدیر:	امضاء



وزارت نیرو
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:

تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های
ترانسفورماتورهای روغنی توزیع ۲۰ کیلوولت

صفحه ۱۱ از ۳۱

شماره ویرایش: ۲

تاریخ بازنگری: اردیبهشت ۱۴۰۰

جدول شماره (۱) خواسته‌های خریدار و شرایط و مشخصات محل نصب و بهره‌برداری

۱۳	رنگ سطوح بیرونی ترانسفورماتور	سبز زیتونی RAL6026 □ طوسی RAL7032 ■ طوسی RAL7038 □
۱۴	محل نصب	داخلی □ بیرونی □
۱۵	حداکثر سطح تلفات ^۱	'AB' ■ □ AC' □ CB' □ CC' □
۱۶	اتصالات و گروه برداری	ظرفیت‌های تا ۲۰۰ kVA ظرفیت‌های بالای ۲۰۰ kVA
۱۷	اثر THD بار ^۲	لحاظ نشود ■ لحاظ شود (حداکثر THD: %.....) □
۱۸	روش امتیازدهی (مطابق بند ۴-۲)	تفکیکی □ میانگین وزنی ^۴ □
ب- خواسته‌های خریدار (مخصوص ترانسفورماتورهای تک‌فاز)		
۱	نوع ترانسفورماتور	ترانسفورماتور روغنی ۲۰/۰/۲۳۱ kV
۲	ظرفیت نامی (kVA)	۱۰ □ ۱۵ □ ۲۵ □
۳	تعداد ترانسفورماتورها	.....
۴	نوع اتصالات طرف فشار متوسط	بوشینگ بدون جعبه کابل □ بوشینگ با جعبه کابل □ نوع Plug in □
۵	پوشش عایق برای قطعه برنجی بوشینگ فشار متوسط	داشته باشد □ نداشته باشد □
۶	پوشش عایق برای جرقه‌گیر	داشته باشد □ نداشته باشد □
۷	محل نصب تجهیز هشدار سرقت	داشته باشد □ نداشته باشد □

^۱ بدیهی است انتخاب ترانسفورماتور با سطوح تلفات غیر از 'AB' می‌تواند هزینه خرید را افزایش دهد.

^۲ مرجع تلفات در این دستورالعمل استاندارد HD 428.1 (مرجع استاندارد ملی ISIRI 13368) می‌باشد. در زمان بازنگری این دستورالعمل استاندارد HD 428.1 با استاندارد (2017) EN 50588-1 جایگزین شده و سطوح تلفات بی‌باری بهبود قابل توجهی یافته است. لذا استعلام قیمت از سازندگان برای بهبود سطح تلفات بی‌باری و انطباق با استاندارد فوق صورت گرفت و محاسبات زمان بازگشت سرمایه با احتساب «کاهش تلفات انرژی» و «کاهش تلفات توان در پیک بار» انجام شد. در نهایت با توجه به زمان بازگشت سرمایه بسیار طولانی در ظرفیت‌های مختلف، مرجع تعیین تلفات بدون تغییر باقی ماند.

^۳ در صورتیکه خریدار دارای بار با THD بالای ۵٪ است و بخواهد اثر آن در طراحی لحاظ شود، سازنده بایستی طراحی خود را به شکلی انجام دهد که ترانسفورماتور در اثر هارمونیک اعلامی، جهش حرارتی بیشتر از مقادیر پیوست (۱) و همچنین کاهش ظرفیت نداشته باشد. همچنین به منظور کاهش هزینه خرید ترانسفورماتور در صورتیکه خریدار دارای حداکثر دمای محیط °C ۴۵ بوده و دارای بار هارمونیک است، می‌تواند ترانسفورماتور تپ °C ۵۵ را با همان ظرفیت انتخاب نماید تا هارمونیک‌های موجود منجر به کاهش قابل توجه ظرفیت ترانسفورماتور نشود. البته این موضوع می‌تواند زمان تحویل را افزایش دهد. لذا در صورت اهمیت زمان تحویل، خریدار می‌تواند به جای افزایش دمای ترانسفورماتور یا تغییر طراحی آن، ترانسفورماتوری با یک سایز بالاتر انتخاب نماید.

^۴ مطابق با بند ۴-۲. در صورت اینکه خریدار مصمم به خرید از یک فروشنده به جای چند فروشنده است، روش میانگین وزنی را انتخاب نماید.

مطابقت کالای پیشنهادی با خواسته‌های خریدار و مشخصات محل نصب و بهره‌برداری تضمین می‌شود.

نام شرکت پیشنهاد دهنده:	مهر شرکت:	تاریخ تکمیل:	نام و نام خانوادگی مدیر:	امضاء



وزارت نیرو
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:

تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های
ترانسفورماتورهای روغنی توزیع ۲۰ کیلوولت

صفحه ۱۲ از ۳۱

شماره ویرایش: ۲

تاریخ بازنگری: اردیبهشت ۱۴۰۰

جدول شماره (۱) خواسته‌های خریدار و شرایط و مشخصات محل نصب و بهره‌برداری

۸	جنس هادی سیم‌پیچ فشار ضعیف / فشار متوسط	فشار ضعیف: مس <input type="checkbox"/> آلومینیوم <input type="checkbox"/> فشار متوسط: مس <input type="checkbox"/> آلومینیوم <input type="checkbox"/>
۹	جنس عایق پوشینگ	سرامیکی <input type="checkbox"/> سیلیکونی <input type="checkbox"/>
۱۰	رنگ سطوح بیرونی ترانسفورماتور	سبز زیتونی RAL6026 <input type="checkbox"/> طوسی RAL7032 <input type="checkbox"/> طوسی RAL7038 <input type="checkbox"/>
۱۱	محل نصب	داخلی <input type="checkbox"/> بیرونی <input type="checkbox"/>
۱۲	حداکثر تلفات بار در دمای ۷۵ °C و جریان نامی (W) (مطابق پیوست ۵)	
۱۳	حداکثر تلفات بی‌باری در فرکانس و ولتاژ نامی (W) (مطابق پیوست ۵)	
۱۴	اتصالات و گروه برداری	Ii0 <input type="checkbox"/> Ii6 <input type="checkbox"/>
۱۵	اثر THD بار	لحاظ نشود <input type="checkbox"/> لحاظ شود (حداکثر THD: %.....) <input type="checkbox"/>
۱۶	روش امتیازدهی	تفکیکی <input type="checkbox"/> میانگین وزنی <input type="checkbox"/>

ج- شرایط و مشخصات محل بهره‌برداری

ردیف	شرح مشخصه	واحد	مقدار
۱	ولتاژ سیستم	kV	۲۰
۲	فرکانس سیستم	Hz	۵۰
۳	نوع زمین شدن نوترال سیستم در طرف فشار ضعیف	---	بطور مؤثر
۴	حداقل درجه حرارت محیط	°C	-30
۵	حداکثر درجه حرارت محیط (مساوی یا بیشتر از ۴۰ °C) ^۱	°C	+45
۶	ارتفاع از سطح دریا	m	1900
۷	نوع منطقه از نظر خوردگی ^۲	---	C3 <input checked="" type="checkbox"/> C4 <input type="checkbox"/> C5 <input type="checkbox"/> CX ^۳ <input type="checkbox"/>
۸	درصد رطوبت نسبی	%	65
۹	حداکثر شدت احتمالی زلزله (مضربی از شتاب ثقل)	g	0.3
۱۰	نوع آلودگی منطقه ^۴	---	سنگین

^۱ برای جلوگیری از تنوع در ساخت یکی از اعداد ۴۵ یا ۵۵ درجه سانتی‌گراد انتخاب گردد.


^۲ مطابق پیوست (۹)

^۳ پوشش رنگ مناسب برای رده خوردگی CX باید با مشورت سازنده تعیین شود.

^۴ سبک، متوسط، سنگین، فوق سنگین، ویژه مطابق پیوست (۶)

مطابقت کالای پیشنهادی با خواسته‌های خریدار و مشخصات محل نصب و بهره‌برداری تضمین می‌شود.

نام شرکت پیشنهاد دهنده:	مهر شرکت:	تاریخ تکمیل:	نام و نام خانوادگی مدیر:	امضاء
-------------------------	-----------	--------------	--------------------------	-------

صفحه ۱۳ از ۳۱ شماره ویرایش: ۲ تاریخ بازنگری: اردیبهشت ۱۴۰۰	عنوان دستورالعمل: تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های ترانسفورماتورهای روغنی توزیع ۲۰ کیلوولت	 وزارت نیرو شرکت توانیر
--	---	---

این جدول توسط پیشنهاد دهنده تکمیل می‌شود. ضمناً در صورت کمبود فضا برای درج مطالب، با ذکر شماره صفحه، از برگه‌های ضمیمه استفاده شود.

جدول شماره (۲) شناسنامه کالای پیشنهادی و سوابق فروشنده		
۱	کشور سازنده	
۲	نام سازنده (نام شرکت)	
۳	سال ساخت	
۴	نام فروشنده و نوع ارتباط با سازنده (نماینده رسمی - عرضه کننده انحصاری و ...)	
۵	نوع و تیپ کالا	
۶	فهرست خریداران با ذکر نام، کشور، تاریخ و میزان فروش	
۷	سابقه کارخانه در ساخت این نوع تجهیزات	
۸	مدت گارانتی	
۹	خدمات پس از فروش	
۱۰	نحوه ارائه دستورالعمل‌های نصب و نگهداری و چگونگی آموزش	
۱۱	مقاومت اهمی سیم پیچ در دمای ۲۰ °C و در تپ نامی (مقادیر آزمون نوعی - صرفاً جهت اطلاع خریدار و معیار امتیاز نمی‌باشد)	فشار متوسط: فشار ضعیف:
۱۲	سازنده، مدل و کشور سازنده رله بوخهولتز/ محافظ هرمتیک	
۱۳	حداکثر مدت زمان تحویل	
۱۴	بازده در تپ نامی، ضریب توان یک و ضریب بار یک (با دقت صدم درصد)	
۱۵	ضریب باری که حداکثر بازده در آن رخ خواهد داد ^۱	
۱۶	حداکثر بازده در ضریب توان ۰/۹۵ پسفاز و تپ نامی (با دقت صدم درصد)	

^۱ این ضریب بار بایستی در ضریب توان ۰/۹۵ پسفاز و تپ نامی مشخص گردد. مشخص کردن دقیق این ضریب بار برای بهره‌برداران حائز اهمیت است تا ضریب بهره‌برداری خود را به این سمت ببرند. لذا، سازندگان موظف به گزارش این پارامتر با دقت یک صدم اعشار خواهند بود.

صحت کلیه موارد ارائه شده در جدول فوق توسط پیشنهاد دهنده تضمین می‌شود.

نام شرکت پیشنهاد دهنده:	مهر شرکت:	تاریخ تکمیل:	نام و نام خانوادگی مدیر:	امضاء



وزارت نیرو
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:

تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمونهای
ترانسفورماتورهای روغنی توزیع ۲۰ کیلوولت

صفحه ۱۴ از ۳۱

شماره ویرایش: ۲

تاریخ بازنگری: اردیبهشت ۱۴۰۰

جدول شماره (۲) شناسنامه کالای پیشنهادی و سوابق فروشنده

۱۷	شکل هسته (بیضوی- دایره‌ای- سه بعدی یا ...)	
۱۸	جنس هادی‌های سیم پیچ (مسی یا آلومینیومی)	فشار ضعیف : فشار متوسط:
۱۹	ابعاد بدنه (طول×عرض×ارتفاع)	
۲۰	شرکت تولید کننده روغن	
۲۱	کشور تولید کننده روغن	
۲۲	دقت و ولت آمپر CTهای بوشینگی (در صورت وجود)	دقت ۰/۵ در کلاس اندازه‌گیری با Burden ولت آمپر
۲۳	نوع و جنس ورق هسته (آمورف یا ورق نورد سرد)	
۲۴	جریان نامی و نسبت تبدیل CTهای بوشینگی (در صورت وجود)	
۲۵	سطح تلفات (مخصوص ترانسفورماتورهای سه فاز)	
۲۶	حداکثر تلفات بار در دمای °C ۷۵ و جریان نامی (مخصوص ترانسفورماتورهای تک فاز)	
۲۷	حداکثر تلفات بی باری در فرکانس نامی و ولتاژ نامی (مخصوص ترانسفورماتورهای تک فاز)	
۲۸	ضخامت کل پوشش رنگ	
۲۹	نوع رنگ و تعداد لایه های رنگ	
۳۰	کیفیت ساخت بدنه (فولاد کم کربن یا گالوانیزه گرم)	
۳۱	وزن کل ترانسفورماتور با روغن و متعلقات	
۳۲	حجم روغن ترانسفورماتور	
۳۳	سایر مزایای رقابتی پیشنهادی	

صحت کلیه موارد ارائه شده در جدول فوق توسط پیشنهاد دهنده تضمین می‌شود.

نام شرکت پیشنهاد دهنده:	مهر شرکت:	تاریخ تکمیل:	نام و نام خانوادگی مدیر:	امضاء



وزارت نیرو
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:

تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های
ترانسفورماتورهای روغنی توزیع ۲۰ کیلوولت

صفحه ۱۵ از ۳۱

شماره ویرایش: ۲

تاریخ بازنگری: اردیبهشت ۱۴۰۰

جدول شماره (۳) مشخصات اجباری

ردیف	شرح مشخصه	واحد	سطح یا نوع اجباری
۱	ولتاژ نامی فشار متوسط در حالت بی‌باری	kV_{eff}	۲۰
۲	ولتاژ نامی فشار ضعیف در حالت بی‌باری	kV_{eff}	۰/۴ (۰/۲۳۱) برای ترانسفورماتور تک‌فاز
۳	حداکثر ولتاژ تجهیز در سمت فشار متوسط (U_m)	kV_{eff}	۲۴
۴	حداکثر ولتاژ تجهیز در سمت فشار ضعیف (U_m)	kV_{eff}	۱/۱
۵	ولتاژ ضربه صاعقه موج کامل با ملاحظه تفرانس‌های مجاز (تا ارتفاع ۱۰۰۰ متر)	kV_{peak}	۱۲۵
۶	ولتاژ ایستادگی با فرکانس قدرت در مدت یک دقیقه (در سمت فشار متوسط) (تا ارتفاع ۱۰۰۰ متر)	kV	۵۰
۷	ولتاژ ایستادگی با فرکانس قدرت در مدت یک دقیقه (در سمت فشار ضعیف)	kV	۳
۸	ولتاژ تست القایی	kV	دو برابر ولتاژ نامی
۹	حداقل تحمل اضافه تحریک	%	۵
۱۰	مطابقت اضافه بار ترانسفورماتور با IEC 60076-7	---	الزامی است
۱۱	تطابق U_m تپ چنجر و ترانسفورماتور در سمت فشار متوسط	---	الزامی است
۱۲	حداقل مدت زمان تحمل اتصال کوتاه	s	۲
۱۳	حداقل جریان دائمی نامی کلیه تجهیزات حامل جریان	---	۱/۲ برابر جریان نامی سیم‌پیچ‌ها
۱۴	حداکثر افزایش دمای متوسط سیم‌پیچ نسبت به محیط در توان نامی و حداکثر ارتفاع ۱۰۰۰ متر (جهش حرارتی)	K	..... (طبق ردیف ۱ جدول شماره ۶)
۱۵	حداکثر افزایش دمای بالای روغن در توان نامی و حداکثر ارتفاع ۱۰۰۰ متر (جهش حرارتی)	K	..... (طبق ردیف ۲ جدول شماره ۶)
۱۶	حداقل فاصله خزشی ویژه یکپارچه پوشینگ‌ها با توجه به سطح آلودگی	mm/ kV	..... (طبق جدول شماره ۷)
۱۷	قابلیت تعویض پوشینگ‌های هم‌ولتاژ هر ترانسفورماتور با همدیگر	---	الزامی است
۱۸	امپدانس اتصال کوتاه در توان نامی، تپ نامی و در دمای مرجع $75^{\circ}C$	%	..... (طبق ردیف ۱ جدول شماره ۹ الف یا ب)
۱۹	محدوده تغییرات کلید تنظیم ولتاژ (Off circuit)	%	..... (طبق ردیف ۳ جدول شماره ۹ الف یا ب)
۲۰	تعداد پله‌های کلید تنظیم ولتاژ	---	..... (طبق ردیف ۴ جدول شماره ۹ الف یا ب)

مطابقت کالای پیشنهادی با کلیه مشخصات ارائه شده در جدول فوق تضمین می‌شود.

نام شرکت پیشنهاددهنده:	مهر شرکت:	تاریخ تکمیل:	نام و نام خانوادگی مدیر:	امضاء



وزارت نیرو
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:

تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمونهای
ترانسفورماتورهای روغنی توزیع ۲۰ کیلوولت

صفحه ۱۶ از ۳۱

شماره ویرایش: ۲

تاریخ بازنگری: اردیبهشت ۱۴۰۰

جدول شماره (۳) مشخصات اجباری

ردیف	شرح مشخصه	واحد	سطح یا نوع اجباری
۲۱	حداکثر تلفات بی‌باری در فرکانس نامی و ولتاژ نامی	kW	..... (طبق ظرفیت مربوطه از جدول شماره ۱۰ یا ۱۱)
۲۲	حداکثر تلفات بار در فرکانس نامی، دمای 75°C و جریان نامی	kW	..... (طبق ظرفیت مربوطه از جدول شماره ۱۰ یا ۱۱)
۲۳	حداکثر سطح صدای ترانسفورماتور توزیع (L_{WA})	dB	..... (طبق ظرفیت مربوطه از جدول شماره ۱۰ یا ۱۱)
۲۴	حداکثر تفرانس تلفات بی‌باری	%	+۱۵
۲۵	حداکثر تفرانس تلفات بار	%	+۱۵
۲۶	حداکثر تفرانس تلفات کل	%	+۱۰
۲۷	حداقل شتاب زلزله قابل تحمل	g	۰٫۳
۲۸	شکل هسته	---	Core Type یا 3D
۲۹	نوع و جنس ورق هسته	---	آمورف یا ورق نورد سرد
۳۰	نوع عایق‌بندی	---	یکنواخت (Uniform)
۳۱	نوع سیستم خنک‌کننده	---	ONAN
۳۲	روش جبران انبساط روغن (مخصوص ترانسفورماتورهای هرمتیک)	---	وله‌ای
۳۳	محفظه رطوبت‌گیر در ترانسفورماتورهای دارای منبع انبساط	---	الزامی است
۳۴	مشخصات روغن	---	مطابق با آخرین دستورالعمل ابلاغی توانیر
۳۵	نوع روغن	---	Uninhibited
۳۶	پلمپ شیر تخلیه روغن	---	الزامی است
۳۷	شیر تخلیه روغن	---	الزامی است
۳۸	حداقل میزان روغن در لوله تزریق روغن ترانسفورماتور هرمتیک	cc	۷۵۰
۳۹	جرقه‌گیر	---	الزامی است
۴۰	حداقل IP متعلقات ترانسفورماتور	---	IP54
۴۱	دوام رنگ مطابق استاندارد INSO 6594-1	---	High
۴۲	نوع و ضخامت رنگ و پرداخت نهایی	---	مطابق با پیوست ۸ و استاندارد INSO 6594
۴۳	پلاک ظرفیت نامی ترانسفورماتورهای بیرونی قابل رؤیت در ارتفاع ۶ متری به ابعاد ۸۴×۱۲۶ میلی‌متر	---	الزامی و مطابق با مشخصات مندرج در بند ۱۶ جلد اول استاندارد وزارت نیرو

مطابقت کالای پیشنهادی با کلیه مشخصات ارائه شده در جدول فوق تضمین می‌شود.

نام شرکت پیشنهاددهنده:	مهر شرکت:	تاریخ تکمیل:	نام و نام خانوادگی مدیر:	امضاء



وزارت نیرو
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:

تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های
ترانسفورماتورهای روغنی توزیع ۲۰ کیلوولت

صفحه ۱۷ از ۳۱

شماره ویرایش: ۲

تاریخ بازنگری: اردیبهشت ۱۴۰۰

جدول شماره (۳) مشخصات اجباری

ردیف	شرح مشخصه	واحد	سطح یا نوع اجباری
۴۴	پلاک مشخصات ترانسفورماتور	---	مطابق با پیوست ۷
۴۵	نحوه درج شماره سریال بر روی درپوش	---	به صورت حک شده و مطابق با شماره سریال روی پلاک مشخصات و برگه شناسنامه ترانسفورماتور
۴۶	چرخ ترانسفورماتور (برای ترانسفورماتورهایی که در فضای بسته نصب می‌شوند)	---	الزامی است
۴۷	وضعیت چرخها	---	دارای قابلیت جابجایی در هر دو جهت طولی و عرضی
۴۸	نوع اتصالات در ترمینال فشار ضعیف و نوترال	---	کفشک برنجی (مطابق با DIN 43675)
۴۹	کیفیت و ضخامت درب منبع انبساط	---	بر اساس استاندارد DIN مربوطه
۵۰	جنس بدنه مخزن	---	فولاد کم کربن نوردشده
۵۱	وضعیت درپوش مخزن	---	بر اساس استاندارد DIN مربوطه و به گونه‌ای باشد که آب بر روی آن راکد نماند
۵۲	کیفیت واشرهای لاستیکی	---	بر اساس استاندارد DIN 3771-3 و DIN 53505 از جنس نرم ارتجاعی و غیر قابل حل در روغن از نظر شیمیایی و آب‌بندی مناسب در مواجهه با روغن داغ
۵۳	اتصال سیم ارت از درپوش به بدنه مخزن	---	الزامی است
۵۴	تعبیه دو ترمینال برای اتصال سیستم زمین بر روی بدنه	---	الزامی است
الزامات تجهیزات حفاظتی			
۵۵	قابلیت نصب رله بوخهلتز در ترانسفورماتورهای با منبع انبساط (برای ظرفیت‌های ۳۱۵ کیلوولت آمپر و بالاتر)	---	الزامی است
۵۶	قابلیت نصب Vertical Protection Relay در ترانسفورماتورهای هرمتیک (VPR)	---	الزامی است
۵۷	کنتاکت آلارم یا تریپ برای رله محافظ هرمتیک (یک سیگنال)	---	الزامی است
۵۸	کنتاکت آلارم و تریپ برای رله بوخهلتز (دو سیگنال)	---	الزامی است
۵۹	وجود فشارشکن برای ترانسفورماتورهای هرمتیک	---	الزامی است
۶۰	الزامات رله بوخهلتز / محافظ هرمتیک	---	مطابق با ISIRI 2620-22-1
۶۱	دارا بودن گواهی آزمون‌های نوعی رله بوخهلتز یا محافظ هرمتیک	---	الزامی است
۶۲	نشان دهنده سطح روغن	---	الزامی است

مطابقت کالای پیشنهادی با کلیه مشخصات ارائه شده در جدول فوق تضمین می‌شود.

نام شرکت پیشنهاددهنده:	مهر شرکت:	تاریخ تکمیل:	نام و نام خانوادگی مدیر:	امضاء



وزارت نیرو
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:

تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های
ترانسفورماتورهای روغنی توزیع ۲۰ کیلوولت

صفحه ۱۸ از ۳۱

شماره ویرایش: ۲

تاریخ بازنگری: اردیبهشت ۱۴۰۰

جدول شماره (۳) مشخصات اجباری

ردیف	شرح مشخصه	واحد	سطح یا نوع اجباری
۶۳	قابلیت نصب ترمومتر روغن برای ظرفیت های ۳۱۵ کیلوولت آمپر و بالاتر	---	الزامی است
۶۴	الزامات نشانگر سطح روغن	---	مطابق با ISIRI 2620-22-1
۶۵	حداکثر شیب نصب رله بوخهلتز نسبت به افق و به سمت کنسرواتور	درجه	+۵
۶۶	فشار داخلی قابل تحمل مداوم رله بوخهلتز / محافظ هرمتیک	kPa	۵۰ kPa بالاتر از فشار محیط
۶۷	میدان مغناطیسی DC قابل تحمل در هر جهت و پلاریته‌ای برای رله بوخهلتز / محافظ هرمتیک	mT	۲۵
۶۸	درج نام، لوگو و سریال سازنده رله بوخهلتز / رله محافظ هرمتیک بر روی رله	---	الزامی است
۶۹	وجود جعبه ترمینال برای رله بوخهلتز مجهز به یک هادی محافظ یا زمین با قابلیت اتصال سیم‌هایی با سطح مقطع ۱/۵ الی ۴ میلی‌متر مربع	---	الزامی است
۷۰	وجود جعبه ترمینال برای رله محافظ هرمتیک مجهز به یک هادی محافظ یا زمین با قابلیت اتصال سیم‌هایی با سطح مقطع ۱/۵ الی ۲/۵ میلی‌متر مربع	---	الزامی است
۷۱	وجود شیر تخلیه، آزادسازی گاز و نمونه برداری گاز و روغن برای رله بوخهلتز	---	الزامی است
۷۲	وجود دو پنجره بازدید مدرج از هر دو جهت بر روی رله بوخهلتز جهت رؤیت گاز	---	الزامی است
۷۳	نمایش جهت جریان روغن به سمت کنسرواتور توسط یک پیکان	---	الزامی است
۷۴	درج نام، لوگو و سریال سازنده نشانگر دمای روغن / نشانگر سطح روغن بر روی نشانگر	---	الزامی است
۷۵	نمایش سطوح حداقل، حداکثر و سطح روغن در دمای میانگین محیط برای نشانگر سطح روغن	---	الزامی است

مستندات و خدمات

۷۶	دارا بودن گواهی آزمون‌های نوعی از آزمایشگاه معتبر ^۱ مطابق با فهرست آزمون‌های کالا (جدول شماره ۵) و اعلام کتبی زمان تولید و ایجاد امکان بازدید نماینده خریدار یا دستگاه نظارت از مراحل انجام آزمون‌های جاری	---	الزامی است
۷۷	حداقل مدت گارانتی از زمان تحویل	سال	۲
۷۸	ارائه دستورالعمل‌های نصب و بهره برداری به زبان فارسی	---	الزامی است
۷۹	تعهد ارائه گواهی خرید از مبدأ برای کلیه ترانسفورماتورها در زمان تحویل	---	الزامی است
۸۰	تعهد ارائه گواهی آزمون‌های جاری برای کلیه ترانسفورماتورها در زمان تحویل	---	الزامی است
۸۱	ارائه نقشه و دیاگرام شماتیک ترانسفورماتور و تجهیزات جانبی	---	الزامی است
۸۲	دارا بودن گواهی آزمون نوعی تپ چنجر (مطابق با IEC 60214)	---	الزامی است

^۱ منظور از آزمایشگاه معتبر، آزمایشگاه‌های معتبر بین‌المللی عضو ILAC یا مورد تأیید شورای ارزیابی توانیر می‌باشد.

مطابقت کالای پیشنهادی با کلیه مشخصات ارائه شده در جدول فوق تضمین می‌شود.

نام شرکت پیشنهاددهنده:	مهر شرکت:	تاریخ تکمیل:	نام و نام خانوادگی مدیر:	امضاء



وزارت نیرو
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:

تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های
ترانسفورماتورهای روغنی توزیع ۲۰ کیلوولت

صفحه ۱۹ از ۳۱

شماره ویرایش: ۲

تاریخ بازنگری: اردیبهشت ۱۴۰۰

جدول شماره (۴) مشخصات فنی پیشنهادی و امتیازدهی کالا^۱


ردیف	شرح مشخصه	واحد	روش امتیازدهی	مقدار پیشنهادی	ضریب وزنی (%)	امتیاز	امتیاز نهایی
۱	جهش حرارتی سیم‌پیچ	K	بند ۴-۳-۱		۷		
۲	جهش حرارتی روغن	K	بند ۴-۳-۲		۷		
۳	زمان مجاز محاسبه شده تحمل اتصال کوتاه حرارتی طبق ISIRI 2620-5 (با ارائه محاسبات)	s	بند ۴-۳-۳		۶		
۴	تلفات بار	W	بند ۴-۳-۴		۱۳		
۵	تلفات بی‌باری	W	بند ۴-۳-۵		۱۵		
۶	سطح صدا	dB	بند ۴-۳-۶		۴		
۷	بزرگترین سطح زمین اشغال شده	m ²	بند ۴-۳-۷		۳		
۸	وزن کل ترانسفورماتور و روغن	kg	بند ۴-۳-۸		۳		
۹	تلفات تلفات کل ^۲	%	بند ۴-۳-۹		۸		
۱۰	کیفیت رنگ و پرداخت نهایی	---	بند ۴-۳-۱۰		۵		
۱۱	نسبت جریان بی‌باری در ۱/۱ برابر ولتاژ نامی به جریان بی‌باری در ولتاژ نامی	---	بند ۴-۳-۱۱		۶		
۱۲	سوابق فروشنده و رضایت بهره‌بردار	---	بند ۴-۳-۱۲		۹		
۱۳	گارانتی، آموزش و خدمات پس از فروش	---	بند ۴-۳-۱۳		۱۰		
۱۴	کشور تولید کننده	---	بند ۴-۳-۱۴		۴		
					۱۰۰٪	-	

^۱ در این جدول، ستون مقدار پیشنهادی توسط پیشنهاد دهنده و ستون‌های مربوط به امتیاز توسط خریدار تکمیل می‌گردند.

^۲ با توجه به اهمیت کاهش تلفات و وزن بالای بند فوق، در صورت عدم پایداری فروشنده به میزان پیشنهادی در هر دستگاه ترانسفورماتور در زمان تحویل، ترانسفورماتور مذکور قابل پذیرش نمی‌باشد.

مطابقت کالای پیشنهادی با کلیه مشخصات ارائه شده در جدول فوق تضمین می‌شود.

نام شرکت پیشنهاددهنده:	مهر شرکت:	تاریخ تکمیل:	نام و نام خانوادگی مدیر:	امضاء

<p>صفحه ۲۰ از ۳۱</p> <p>شماره ویرایش: ۲</p> <p>تاریخ بازنگری: اردیبهشت ۱۴۰۰</p>	<p>عنوان دستورالعمل:</p> <p>تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمونهای ترانسفورماتورهای روغنی توزیع ۲۰ کیلوولت</p>	 <p>وزارت نیرو</p> <p>شرکت توانیر</p>
---	--	---

۴-۳- نحوه محاسبه امتیازهای فنی

توجه: در تمام مواردی که امتیازدهی بر اساس مقادیر ادعایی سازنده است، کسب امتیاز منوط به ارائه مستندات معتبر مربوطه می باشد.

۴-۳-۱- جهش حرارتی سیم پیچ

کاهش جهش حرارتی نسبت به مقدار اجباری (ردیف ۱۴ جدول شماره ۳) حائز امتیاز می باشد که با روش زیر امتیازدهی می گردد. حداکثر امتیاز ۱۰۰ می باشد.

$$60 + 8 \times (\text{مقدار پیشنهادی} - \text{مقدار اجباری}) = \text{امتیاز}$$

۴-۳-۲- جهش حرارتی روغن

کاهش جهش حرارتی نسبت به مقدار اجباری (ردیف ۱۵ جدول شماره ۳) حائز امتیاز می باشد که با روش زیر امتیازدهی می گردد. حداکثر امتیاز ۱۰۰ می باشد.

$$60 + 8 \times (\text{مقدار پیشنهادی} - \text{مقدار اجباری}) = \text{امتیاز}$$

۴-۳-۳- زمان مجاز محاسبه شده تحمل اتصال کوتاه حرارتی طبق ISIRI 2620-5 (با ارائه محاسبات)

افزایش زمان تحمل اتصال کوتاه نسبت به مقدار اجباری (۲ ثانیه) حائز امتیاز می باشد که با روش زیر امتیازدهی می گردد. حداکثر امتیاز ۱۰۰ می باشد.

$$60 + 5 \times (\text{مقدار اجباری} - \text{مقدار پیشنهادی}) = \text{امتیاز}$$

۴-۳-۴- تلفات بار

امتیاز	معیار
۶۰	گروه A با تفرانس مجاز مثبت
۱۰۰	گروه C با تفرانس منفی

در صورتیکه مقدار تلفات بار بین این دو گروه قرار بگیرد، امتیاز از فرمول زیر محاسبه خواهد شد.


$$60 + 40 \times (\text{مقدار تلفات گروه C} - \text{مقدار تلفات گروه A}) / (\text{مقدار پیشنهادی} - \text{مقدار تلفات گروه A}) = \text{امتیاز}$$

۴-۳-۵- تلفات بی باری

امتیاز	معیار
۶۰	گروه B' با تفرانس مجاز مثبت
۱۰۰	گروه C' با تفرانس منفی

در صورتیکه مقدار تلفات بی باری بین این دو گروه قرار بگیرد، امتیاز از فرمول زیر محاسبه خواهد شد.

$$60 + 40 \times (\text{مقدار تلفات گروه C'} - \text{مقدار تلفات گروه B'}) / (\text{مقدار پیشنهادی} - \text{مقدار تلفات گروه B'}) = \text{امتیاز}$$

<p>صفحه ۲۱ از ۳۱</p> <p>شماره ویرایش: ۲</p> <p>تاریخ بازنگری: اردیبهشت ۱۴۰۰</p>	<p>عنوان دستورالعمل:</p> <p>تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های ترانسفورماتورهای روغنی توزیع ۲۰ کیلوولت</p>	 <p>وزارت نیرو</p> <p>شرکت توانیر</p>
---	---	---

۴-۳-۶- سطح صدا

کاهش سطح صدا نسبت به مقدار اجباری (ردیف ۲۳ جدول شماره ۳) حائز امتیاز می‌باشد که با روش زیر امتیازدهی می‌گردد.

حداکثر امتیاز ۱۰۰ می‌باشد.

$$60 + 8 \times (\text{مقدار پیشنهادی} - \text{مقدار اجباری}) = \text{امتیاز}$$

۴-۳-۷- بزرگترین سطح زمین اشغال شده

به کمترین سطح پیشنهادی ۱۰۰ امتیاز داده شده و به ازای هر یک درصد افزایش سطح ۲ امتیاز کم می‌شود. حداقل امتیاز ۶۰ می‌باشد.

منظور از سطح اشغال شده حاصلضرب بیشترین طول در بیشترین عرض مطابق تعریف IEC می‌باشد.

$$\{ \text{کمترین پیشنهاد} / (\text{کمترین پیشنهاد} - \text{مقدار پیشنهادی}) \times 200 - 100 \} = \text{امتیاز}$$

۴-۳-۸- وزن کل ترانسفورماتور و روغن

به کمترین وزن پیشنهادی ۱۰۰ امتیاز داده می‌شود و به ازای هر یک درصد افزایش وزن ۴ امتیاز کم می‌شود. حداقل امتیاز ۶۰ می‌باشد.

$$\{ \text{کمترین پیشنهاد} / (\text{کمترین پیشنهاد} - \text{مقدار پیشنهادی}) \times 400 - 100 \} = \text{امتیاز}$$

۴-۳-۹- تفرانس تلفات کل

کاهش تفرانس تلفات کل (هر ترانسفورماتور) نسبت به مقدار اجباری (ردیف ۲۶ جدول شماره ۳) حائز امتیاز می‌باشد که با روش زیر امتیازدهی می‌گردد. حداکثر امتیاز ۱۰۰ می‌باشد. در صورتی که تفرانس تلفات کل منفی باشد، در فرمول پایین عدد صفر در نظر گرفته می‌شود.

$$60 + 4 \times (\text{درصد مقدار پیشنهادی} - \text{درصد مقدار اجباری}) = \text{امتیاز}$$

۴-۳-۱۰- کیفیت رنگ و پرداخت نهایی

رعایت حداقل ضخامت برای رنگ مطابق با ردیف ۴۲ جدول ۳، ۶۰ امتیاز و به ازای افزایش ضخامت هر میکرون، ۰/۵ امتیاز (تا سقف ۸۰ میکرون) اضافه خواهد شد. حداکثر امتیاز ۱۰۰ می‌باشد.


$$60 + 0.5 \times (\text{مقدار اجباری} - \text{مقدار پیشنهادی}) = \text{امتیاز}$$

۴-۳-۱۱- نسبت جریان بی‌باری در ۱/۱ برابر ولتاژ نامی به جریان بی‌باری در ولتاژ نامی

پایین بودن این نسبت حائز امتیاز می‌باشد که با روش زیر امتیازدهی می‌گردد. حداکثر امتیاز ۱۰۰ می‌باشد.

$$60 + 4 \times \{ (\text{کمترین مقدار پیشنهادی} - \text{بیشترین مقدار پیشنهادی}) / (\text{مقدار پیشنهادی} - \text{بیشترین مقدار پیشنهادی}) \} = \text{امتیاز}$$

در صورتی که کمترین مقدار پیشنهادی برابر با بیشترین مقدار پیشنهادی باشد، امتیاز برابر ۶۰ در نظر گرفته می‌شود.

صفحه ۲۲ از ۳۱ شماره ویرایش: ۲ تاریخ بازنگری: اردیبهشت ۱۴۰۰	عنوان دستورالعمل: تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های ترانسفورماتورهای روغنی توزیع ۲۰ کیلوولت	 وزارت نیرو شرکت توانیر
--	---	---

۱۲-۳-۴ - سوابق فروشنده و رضایت بهره‌بردار

امتیاز	معیار
۶	ارائه سابقه فروش در ایران
۶	ارائه سابقه فروش در کشور سازنده
۱۰	ارائه سابقه فروش در خارج از کشور سازنده
۱۰	رضایت بهره‌بردار (مناقصه‌گزار) با توجه به سوابق استفاده از محصول در شرکت مناقصه‌گزار یا دیگر شرکت‌های توزیع با ارائه گواهی معتبر
۸	کیفیت و کفایت اسناد ارائه شده

امتیاز نهایی، مجموع امتیازات کسب شده از جدول فوق به اضافه ۶۰ می باشد. حداکثر امتیاز ۱۰۰ می باشد.

۱۳-۳-۴ - گارانتی، آموزش و خدمات پس از فروش

امتیاز	معیار
به ازای هر سال ۱۰ امتیاز (حداکثر ۳۰ امتیاز)	افزایش زمان گارانتی نسبت به دو سال
۲	داشتن برنامه آموزش نصب و بهره برداری
۸	داشتن امکانات ارائه خدمات پس از فروش مناسب در داخل ایران

۱۴-۳-۴ - کشور تولید کننده

در صورتی که شرکت تولیدکننده ترانسفورماتور ایرانی باشد، امتیاز ۱۰۰ و در صورتی که شرکت خارجی معتبر و دارای صلاحیت باشد، امتیاز ۶۰ در نظر گرفته می شود.



وزارت نیرو
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:

تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های
ترانسفورماتورهای روغنی توزیع ۲۰ کیلوولت

صفحه ۲۳ از ۳۱

شماره ویرایش: ۲

تاریخ بازنگری: اردیبهشت ۱۴۰۰

۵- آزمون‌ها

سازنده موظف است مطابق با جدول شماره (۵) ترانسفورماتورهای تولید شده را تست کرده و تحویل خریدار نماید. آزمون‌های جاری بایستی در حضور خریدار و یا نماینده قانونی وی صورت پذیرد. همچنین در صورت درخواست خریدار، سازنده موظف است نتایج آزمون‌های نوعی را در اختیار خریدار قرار دهد.

همه آزمون‌ها بایستی در دمای ۱۰ الی ۴۰ درجه سانتی‌گراد انجام شوند. همه دستگاه‌های اندازه‌گیری بایستی دارای دقت تأیید شده و قابل ردیابی بوده و کالیبراسیون دوره‌ای مطابق با قوانین ISO 9001 صورت پذیرد.

جدول شماره (۵) آزمون‌ها			
ردیف	شرح آزمون	نام و شماره استاندارد	مقدار/ شرط پذیرش
الف- آزمون‌های جاری			
۱	اندازه‌گیری مقاومت سیم‌پیچ: (با استفاده از جریان DC)	ISIRI 2620-1 بند ۱۱-۲	مقدار مقاومت هر سیم‌پیچ، ترمینال‌های مربوطه و دمای سیم‌پیچ‌ها ثبت می‌شود.
۲	اندازه‌گیری نسبت ولتاژ و بررسی گروه اتصال: اندازه‌گیری نسبت ولتاژ در هر تپ بررسی پلاریته ترانسفورماتورهای تک‌فاز و نماد اتصال ترانسفورماتورهای سه‌فاز	ISIRI 2620-1 بند ۱۱-۳	رعایت ردیف‌های ۱ و ۲ جدول شماره ۳ و ردیف ۱۶ جدول ۱-الف یا ردیف ۱۴ جدول شماره ۱-ب
۳	اندازه‌گیری امپدانس اتصال کوتاه و تلفات بار: این دو کمیت برای یک زوج سیم‌پیچ در فرکانس نامی اندازه‌گیری می‌شود. ولتاژ به یک سیم‌پیچ اعمال شده و سیم‌پیچ دیگر اتصال کوتاه می‌شود. سایر سیم‌پیچ‌ها نیز مدار باز هستند. جریان ایجاد شده نباید کمتر از ۵۰٪ جریان نامی باشد.	ISIRI 2620-1 بند ۱۱-۴	رعایت ردیف ۱۸ جدول شماره ۳ و ردیف ۴ جدول شماره (۴)
۴	اندازه‌گیری تلفات و جریان بی‌باری: اندازه‌گیری در یکی از سیم‌پیچ‌ها در فرکانس نامی و در ولتاژ نامی یا ولتاژ متناظر با تپ اعمال‌شده انجام می‌شود.	ISIRI 2620-1 بند ۱۱-۵	رعایت ردیف‌های ۱۱ و ۵ جدول شماره ۴
۵	آزمون دی‌الکتریک ولتاژ اعمالی (Applied voltage test): این تست به صورت مجزا بر روی هر سیم‌پیچ انجام می‌شود. ولتاژ کامل آزمون بین تمام ترمینال‌های در دسترس سیم‌پیچ تحت آزمون که به هم متصل شده‌اند و تمام قسمت‌های در دسترس سایر سیم‌پیچ‌ها، هسته، چارچوب و مخزن یا پوشش که به زمین متصل شده‌اند به مدت ۶۰ s اعمال می‌شود.	INSO 2620-3 بند ۱۰	عدم وقوع فروپاشی ولتاژ تست
۶	آزمون دی‌الکتریک استقامت ولتاژ القایی (Induced AC voltage withstand test): تمام ترمینال‌های خنثی در دسترس و سایر ترمینال‌هایی که معمولاً در پتانسیل زمین قرار دارند، زمین می‌شوند. برای ترانسفورماتورهای سه‌فاز یک ولتاژ سه‌فاز متقارن اعمال شده و سایر ترمینال‌ها مدار باز می‌مانند.	INSO 2620-3 بند ۱۱-۲	عدم وقوع فروپاشی ولتاژ تست



وزارت نیرو
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:

تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های
ترانسفورماتورهای روغنی توزیع ۲۰ کیلوولت

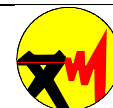
صفحه ۲۴ از ۳۱

شماره ویرایش: ۲

تاریخ بازنگری: اردیبهشت ۱۴۰۰

جدول شماره (۵) آزمون‌ها

ردیف	شرح آزمون	نام و شماره استاندارد	مقدار / شرط پذیرش
۷	آزمون نشستی با فشار (Tightness test): اعمال فشار حداقل ۳۰ kPa بالاتر از فشار روغن به مدت ۸ ساعت یا انجام یک آزمون مورد توافق با خریدار برای اثبات عدم نشستی	ISIRI 2620-1 بند ۸-۱۱	عدم وجود نشستی در بازرسی بصری
۸	آزمون پلاریته و نسبت تبدیل CTهای بوشینگ (در صورت وجود)	ISIRI 2620-1	تأمین الزامات استاندارد
۹	بررسی عایق‌بندی هسته نسبت به چارچوب: در صورتی که اتصالات زمین هسته و چارچوب در دسترس نباشند: اعمال ولتاژ ۵۰۰Vdc به مدت ۱ دقیقه پیش از پر کردن روغن در صورتی که اتصالات زمین هسته و چارچوب در دسترس باشند: اعمال ولتاژ ۲۵۰۰Vdc به مدت ۱ دقیقه پس از پر کردن روغن	ISIRI 2620-1 بند ۱۲-۱۱	عدم وقوع شکست
ب- آزمون‌های نوعی			
۱	تست افزایش درجه حرارت	INSO 2620-2	رعایت ردیف های ۱ و ۲ جدول شماره ۴
۲	آزمون ضربه صاعقه استاندارد: (با ضربه صاعقه $50 \mu s \pm 20\%$ / $1.2 \mu s \pm 30\%$)	INSO 2620-3 بند ۲-۱۳	تأمین الزامات استاندارد
۳	آزمون سطح صدا	INSO 2620-10	رعایت ردیف ۶ جدول شماره ۴
۴	اندازه‌گیری تلفات و جریان بی‌باری در ۹۰ و ۱۱۰ درصد ولتاژ نامی: اندازه‌گیری در یکی از سیم‌پیچ‌ها در فرکانس نامی و در ۹۰٪ و ۱۱۰٪ ولتاژ نامی (یا ولتاژ متناظر با تپ اعمال‌شده) انجام می‌شود.	ISIRI 2620-1	مطابقت با ادعای سازنده
ج- آزمون‌های نمونه‌ای			
۱	ضخامت رنگ	---	رعایت ردیف ۱۰ جدول شماره ۴
۲	اندازه‌گیری جریان بی‌باری با ولتاژ ۴۰۰ V سه‌فاز از طرف سیم‌پیچ فشار متوسط	ISIRI 2620-1	مطابقت با ادعای سازنده
۳	آزمون مقاومت عایقی بین سیم‌پیچ‌ها و سیم‌پیچ به بدنه (تست عایق‌بندی)	ISIRI 2620-1	مطابقت با ادعای سازنده
۴	هر یک از آزمون‌های جاری مطابق با خواسته خریدار می‌تواند بصورت نمونه‌ای روی ترانسفورماتور اجرا گردد.	بندهای ۱ تا ۱۰ بخش الف همین جدول	تأمین الزامات استاندارد



وزارت نیرو
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:

تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های
ترانسفورماتورهای روغنی توزیع ۲۰ کیلوولت

صفحه ۲۵ از ۳۱

شماره ویرایش: ۲

تاریخ بازنگری: اردیبهشت ۱۴۰۰

پیوست (۱): جهش‌های حرارتی مجاز

مطابق با استاندارد INSO 2620-2 (با فرض ارتفاع استاندارد ۱۰۰۰ متر از سطح دریا و دماهای میانگین استاندارد ماهیانه 30°C و سالیانه 20°C) جهش‌های حرارتی مجاز برای ترانسفورماتورهای روغنی در جدول (۶) در نظر گرفته شده است.

جدول شماره (۶) جهش‌های حرارتی مجاز			
ردیف	حد اکثر دمای محیط ($^{\circ}\text{C}$)		جهش حرارتی
	۴۵	۵۵	
۱	۶۰	۵۰	جهش حرارتی متوسط سیم‌پیچ (کلوین)
۲	۵۵	۴۵	جهش حرارتی روغن (کلوین)

پیوست (۲): فاصله خزشی و سطح آلودگی منطقه

جدول شماره (۷) فاصله خزشی بوشینگ‌ها					
سطح آلودگی محیط		سبک	متوسط	سنگین	خیلی سنگین
ویژه					
حداقل فاصله خزشی ویژه یکپارچه ^۱ (mm/kV)		۲۷/۸	۳۴/۷	۴۳/۳	۵۳/۷
		.....^۲			

پیوست (۳): تلرانس‌های قابل قبول

بعضا برخی از پارامترهای اندازه‌گیری شده در آزمون‌ها نسبت به معیارهای قبولی و مقادیر گارانتی شده اندکی متفاوت است. علت این امر می‌تواند خطا و یا محدودیت‌های ساخت و طراحی، خطای تجهیزات اندازه‌گیری و یا غیره باشد. در این حالت تلرانس‌های مجاز برای پارامترهای مختلف در نظر گرفته می‌شود که برخی از آنان در جدول زیر آورده است.

شایان ذکر است، این بخش تنها معیار قبولی و یا مردود شدن ترانسفورماتور را مورد بررسی قرار می‌دهد و معیاری برای ارزیابی قیمتی ترانسفورماتور (مثل تعیین میزان جریمه تلفات) نمی‌باشد.

جدول شماره (۸) تلرانس‌های قابل قبول	
پارامتر	تلرانس قابل قبول
تلفات کل	٪ +۱۰ تلفات کل
تلفات اندازه‌گیری شده اجزا	٪ +۱۵ تلفات اجزا، به شرط عدم تجاوز از تلرانس تلفات کل
نسبت ولتاژ اندازه‌گیری شده در بی باری و در تک‌تک تپ‌ها	٪ ± 0.5 نسبت تعیین شده
امپدانس درصد اندازه‌گیری شده در تپ نامی	٪ ± 10 مقدار تعیین شده
جریان بی‌باری اندازه‌گیری شده	٪ +۳۰ مقدار طراحی

^۱ این مقدار طبق استاندارد IEC 60815-3, 2008 برابر با فاصله خزشی عایق تقسیم بر بالاترین ولتاژ روی عایق (یعنی ولتاژ فاز به نول) می‌باشد؛
مثلاً برای فاصله خزشی بوشینگ در منطقه‌ای با آلودگی سنگین داریم: $43.3 \times \frac{24}{\sqrt{3}} = 600$
^۲ با توجه به انجام مطالعات و نظر کارفرما و مشاور



وزارت نیرو
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:

تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های
ترانسفورماتورهای روغنی توزیع ۲۰ کیلوولت

صفحه ۲۶ از ۳۱

شماره ویرایش: ۲

تاریخ بازنگری: اردیبهشت ۱۴۰۰

پیوست (۴): گروه برداری، امپدانس اتصال کوتاه و تنظیم ولتاژ

امپدانس اتصال کوتاه، نوع اتصالات، گروه برداری، محدوده تنظیم ولتاژ و تعداد پله‌های کلید تنظیم ولتاژ Off-Circuit ترانسفورماتورهای سه فاز در جدول شماره (۹-الف) مشخص شده است. همچنین پیشنهاد می‌شود گروه‌های برداری Dyn5 و Yzn5 متناسب با ظرفیت اعلامی در جدول (۹) به عنوان پیش‌فرض گروه برداری برای تولید انتخاب گردند. این درحالیست که گروه‌های Dyn11 و Yzn11 نیز می‌توانند به عنوان توافق بین خریدار و تولید کننده مورد استفاده قرار گیرند.

جدول شماره (۹ - الف) مشخصات فنی ترانسفورماتور روغنی سه فاز

ردیف	مشخصه	ظرفیت	ظرفیت‌های تا ۲۰۰ کیلوولت آمپر (۲۵-۵۰-۷۵-۱۰۰-۱۲۵-۱۶۰-۲۰۰)	ظرفیت‌های بالای ۲۰۰ کیلوولت آمپر (۲۵۰-۳۱۵-۴۰۰-۵۰۰-۶۳۰-۸۰۰-۱۰۰۰- ۱۲۵۰-۱۶۰۰-۲۰۰۰-۲۵۰۰)
۱	امپدانس اتصال کوتاه (%)	۴	۶	
۲	گروه برداری	Yzn5	Dyn5	
۳	محدوده تغییرات کلید تنظیم ولتاژ (%)	± 4	$\pm 5 (2 \times 2/5)$	
۴	تعداد پله‌های کلید تنظیم ولتاژ	۳	۵	

برای ترانسفورماتورهای تک‌فاز این مشخصات در جدول (۹-ب) نمایش داده شده است:

جدول شماره (۹ - ب) مشخصات فنی ترانسفورماتور روغنی تک‌فاز

ردیف	مشخصه	ظرفیت	ظرفیت‌های ۱۰، ۱۵ و ۲۵ کیلوولت آمپر
۱	امپدانس اتصال کوتاه (%)	۴	
۲	گروه برداری	Li0 یا Li6	
۳	محدوده تغییرات کلید تنظیم ولتاژ (%)	± 4	
۴	تعداد پله‌های کلید تنظیم ولتاژ	۳	



وزارت نیرو
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:

تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمونهای
ترانسفورماتورهای روغنی توزیع ۲۰ کیلوولت

صفحه ۲۷ از ۳۱
شماره ویرایش: ۲
تاریخ بازنگری: اردیبهشت ۱۴۰۰

پیوست (۵): تلفات و سطح صدای مجاز

جدول شماره (۱۰) تلفات و سطح صدای ترانسفورماتورهای سه فاز									
گروه C'		گروه B'		گروه A'		تلفات بار (W)			ظرفیت kVA
سطح صدا (dB)	تلفات بی باری (W)	سطح صدا (dB)	تلفات بی باری (W)	سطح صدا (dB)	تلفات بی باری (W)	گروه C	گروه B	گروه A	
۴۲	۸۲	۴۶	۹۰	۵۱	۱۲۰	۶۰۰	۹۴۰	۱۷۰۰	۲۵
۴۷	۱۲۵	۵۰	۱۴۵	۵۵	۱۹۰	۸۷۵	۱۳۵۰	۱۱۰۰	۵۰
۴۸	۱۶۸	۵۲	۲۰۳	۵۷	۲۵۷	۱۱۷۱	۱۷۶۷	۱۴۲۰	۷۵
۴۹	۲۱۰	۵۴	۲۶۰	۵۹	۳۲۰	۱۴۷۵	۲۱۵۰	۱۷۵۰	۱۰۰
۵۱	۲۴۵	۵۵	۳۰۵	۶۰	۳۷۵	۱۶۸۵	۲۵۲۰	۱۹۹۰	۱۲۵
۵۲	۳۰۰	۵۷	۳۷۵	۶۲	۴۶۰	۲۰۰۰	۳۱۰۰	۲۳۵۰	۱۶۰
۵۴	۳۵۵	۵۸	۴۴۰	۶۳	۵۴۰	۲۳۴۰	۳۵۶۰	۲۷۶۰	۲۰۰
۵۵	۴۲۵	۶۰	۵۳۰	۶۵	۶۵۰	۲۷۵۰	۴۲۰۰	۳۲۵۰	۲۵۰
۵۶	۵۰۵	۶۱	۶۲۵	۶۶	۷۷۵	۳۲۱۰	۵۰۰۰	۳۸۴۰	۳۱۵
۵۸	۶۱۰	۶۳	۷۵۰	۶۸	۹۳۰	۳۸۵۰	۶۰۰۰	۴۶۰۰	۴۰۰
۵۹	۷۱۵	۶۴	۸۴۰	۶۹	۱۱۰۰	۴۵۰۰	۷۰۲۰	۵۳۷۰	۵۰۰
۶۰	۸۰۰	۶۵	۹۴۰	۷۰	۱۲۰۰	۵۶۰۰	۸۷۰۰	۶۷۵۰	۶۳۰
۶۲	۹۶۰	۶۷	۱۱۵۵	۷۲	۱۴۳۵	۷۴۵۰	۱۰۶۹۰	۸۴۵۰	۸۰۰
۶۳	۱۱۰۰	۶۸	۱۴۰۰	۷۳	۱۷۰۰	۹۵۰۰	۱۳۰۰۰	۱۰۵۰۰	۱۰۰۰
۶۴	۱۴۲۰	۶۹	۱۷۶۰	۷۴	۲۰۷۵	۱۱۳۵۰	۱۵۹۲۰	۱۳۱۸۰	۱۲۵۰
۶۶	۱۷۰۰	۷۱	۲۲۰۰	۷۶	۲۶۰۰	۱۴۰۰۰	۲۰۰۰۰	۱۷۰۰۰	۱۶۰۰
۶۷	۲۴۰۰	۷۲	۲۸۰۰	۷۷	۳۱۴۰	۱۶۰۰۰	۲۵۲۵۰	۲۱۲۵۰	۲۰۰۰
۷۱	۲۵۰۰	۷۶	۳۲۰۰	۸۱	۳۸۰۰	۲۲۰۰۰	۳۲۰۰۰	۲۶۵۰۰	۲۵۰۰

برای ترانسفورماتورهای تک فاز حداکثر میزان تلفات و سطح صدا در جدول (۱۱) پیشنهاد شده است.

جدول شماره (۱۱) حداکثر تلفات و سطح صدای مجاز برای ترانسفورماتور تک فاز				
ظرفیت (kVA)	حداکثر سطح صدا dB	حداکثر تلفات P_0 (W)	حداکثر تلفات بار P_k (W)	امپدانس اتصال کوتاه (%)
۱۰	۴۲	۶۰	۳۰۰	۴
۱۵	۴۳	۷۰	۴۶۰	۴
۲۵	۴۵	۸۰	۷۰۰	۴

^۱ با توجه به مشخصات ارائه شده توسط سازندگان حاضر در جلسه برای ظرفیت ۲۵ kVA، مقدار فوق که کمتر از الزام استاندارد ISIRI 13368 می باشد، انتخاب شد.



وزارت نیرو
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:

تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های
ترانسفورماتورهای روغنی توزیع ۲۰ کیلوولت

صفحه ۲۸ از ۳۱

شماره ویرایش: ۲

تاریخ بازنگری: اردیبهشت ۱۴۰۰


پیوست (۶): راهنمای انتخاب سطح آلودگی منطقه

جدول شماره (۱۲) راهنمای انتخاب سطح آلودگی منطقه ^۱			
ردیف	سطح آلودگی	مثال	شرایط نوعی منطقه
۱	خیلی سبک	E1	<p>بیش از ۵۰ km از هر دریا، بیابان یا زمین خشک باز</p> <p>بیش از ۱۰ km از منابع آلودگی انسانی</p> <p>در فاصله کمتر از مقادیر فوق نسبت به منابع آلودگی، اما با شرایط زیر:</p> <p>باد غالب مستقیماً از طرف این منابع آلودگی نباشد</p> <p>و/ یا وجود شستشوی منظم ماهانه توسط باران</p>
۲	سبک	E2	<p>۵۰-۱۰ km از دریا، بیابان یا زمین خشک باز</p> <p>۱۰-۵ km از منابع آلودگی انسانی</p> <p>در فاصله کمتر از مقادیر فوق نسبت به منابع آلودگی، اما با شرایط زیر:</p> <p>باد غالب مستقیماً از طرف این منابع آلودگی نباشد</p> <p>و/ یا وجود شستشوی منظم ماهانه توسط باران</p>
۳	متوسط	E3	<p>۳-۱۰ km از دریا، بیابان یا زمین خشک باز</p> <p>۱-۵ km از منابع آلودگی انسانی</p> <p>در فاصله کمتر از مقادیر فوق نسبت به منابع آلودگی، اما با شرایط زیر:</p> <p>باد غالب مستقیماً از طرف این منابع آلودگی نباشد</p> <p>و/ یا وجود شستشوی منظم ماهانه توسط باران</p>
		E4	<p>در فاصله بیشتر از مقادیر E3 نسبت به منابع آلودگی، اما با شرایط زیر:</p> <p>غالباً مه غلیظ (یا باران ریز) پس از یک فصل انباشت آلودگی خشک طولانی (چند هفته یا چند ماه) رخ می‌دهد</p> <p>و/ یا باران سنگین با رسانایی بالا رخ می‌دهد</p> <p>و/ یا سطح بالایی از NSDD^۲، بین ۵ تا ۱۰ برابر ESDD^۳ وجود دارد</p>
۴	سنگین	E5	<p>در محدوده ۳ km از دریا، بیابان یا زمین خشک باز</p> <p>در محدوده ۱ km از منابع آلودگی انسانی</p>
		E6	<p>در فاصله بیشتر از مقادیر E5 نسبت به منابع آلودگی، اما با شرایط زیر:</p> <p>غالباً مه غلیظ (یا باران ریز) پس از یک فصل انباشت آلودگی خشک طولانی (چند هفته یا چند ماه) رخ می‌دهد</p> <p>و/ یا سطح بالایی از NSDD بین ۵ تا ۱۰ برابر ESDD وجود دارد</p>
۵	خیلی سنگین	E7	<p>در همان محدوده مشخص شده برای آلودگی سنگین نسبت به منابع آلودگی و:</p> <p>مستقیماً در معرض پاشش آب دریا یا مه نمکی غلیظ</p> <p>یا مستقیماً در معرض آلاینده‌هایی با رسانایی بالا یا غبار سیمانی با چگالی بالا و مرطوب شدن مکرر توسط مه یا باران ریز</p> <p>نواحی بیابانی با انباشت سریع ماسه و نمک و چگالش منظم</p>
۶	ویژه	-	<p>نوار ساحلی جنوب کشور</p> <p>مناطق که در معرض آلودگی بسیار سنگین صنعتی و طبیعی قرار دارند مانند کارخانجات گچ و سیمان</p>

^۱ سطوح آلودگی خیلی سبک تا خیلی سنگین مطابق با استاندارد IEC 60815-1, 2008 و سطح آلودگی ویژه مطابق با نیاز برخی مناطق دارای آلودگی ویژه تعریف شده‌اند. انتخاب عایق در مناطق با آلودگی ویژه باید بر اساس مطالعات دقیق انجام شود.

^۲ چگالی ته‌نشینی غیرقابل انحلال


^۳ چگالی معادل ته‌نشینی نمک

<p>صفحه ۲۹ از ۳۱</p> <p>شماره ویرایش: ۲</p> <p>تاریخ بازنگری: اردیبهشت ۱۴۰۰</p>	<p>عنوان دستورالعمل:</p> <p>تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های ترانسفورماتورهای روغنی توزیع ۲۰ کیلوولت</p>	 <p>وزارت نیرو</p> <p>شرکت توانیر</p>
---	---	---

پیوست (۷): پلاک مشخصات ترانسفورماتور

ابعاد پلاک مشخصات ۱۶۸×۲۱۰ میلیمتر بوده و بایستی در مقابل شرایط محیطی مقاوم باشد. مشخصات پلاک ترانسفورماتور برگرفته از ISIRI 2620-1 بوده و بایستی شامل اطلاعات زیر باشد:

- نوع ترانسفورماتور (برای مثال دو سیم پیچ و یا)
 - شماره استاندارد که مطابق با آن ساخته شده است (IEC 60076)
 - نام سازنده، کشور و شهری که ترانسفورماتور در آن ساخته شده است.
 - شماره سریال
 - سال ساخت
 - تعداد فازها
 - ظرفیت نامی بر حسب kVA
 - فرکانس نامی بر حسب Hz
 - ولتاژهای نامی بر حسب V یا kV و دامنه تنظیم ولتاژ
 - جریان‌های نامی بر حسب A و یا kA
 - اتصالات و گروه برداری
 - درصد امپدانس اتصال کوتاه
 - نوع خنک شوندگی (ONAN)
 - وزن کل بر حسب kg
 - وزن کل روغن بر حسب kg
 - حداکثر جریان اتصال کوتاه قابل تحمل برای ترانسفورماتور
 - استاندارد روغن
 - مقدار LCSET
 - نوع / شکل هسته (نوع ورق: آمورف یا ورق نورد سرد / شکل هسته: بیضوی- دایره‌ای- سه بعدی و)
 - جنس سیم‌پیچ (به تفکیک سیم پیچ فشار متوسط و فشار ضعیف)
- لازم به ذکر است شماره سریال بایستی به صورت حک شده و مطابق با شماره سریال روی پلاک مشخصات و برگه شناسنامه ترانسفورماتور بر روی درپوش حک شود.

صفحه ۳۰ از ۳۱ شماره ویرایش: ۲ تاریخ بازنگری: اردیبهشت ۱۴۰۰	عنوان دستورالعمل: تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های ترانسفورماتورهای روغنی توزیع ۲۰ کیلوولت	 وزارت نیرو شرکت توانیر
--	---	---


پیوست (۸): کیفیت رنگ، بدنه و دوام در برابر خوردگی

جدول شماره (۱۳) ملزومات پوشش رنگ بدنه ترانسفورماتور							
C5		C4		C3		نوع رنگ	نوع ورق
حداقل تعداد لایه	مجموع ضخامت (میکرون)	حداقل تعداد لایه	مجموع ضخامت (میکرون)	حداقل تعداد لایه	مجموع ضخامت (میکرون)		
۳	۲۶۰	۲	۲۰۰	۲	۱۶۰	رنگ مایع	فولاد
-	-	-	-	۱	۸۰	رنگ پودری	کم کربن
۲	۲۰۰	۲	۱۶۰	۱	۱۲۰	رنگ مایع	گالوانیزه گرم

پیوست (۹): راهنمای انتخاب سطح خوردندگی منطقه

نمونه هایی از شرایط محیطی معمول برای تعیین رده بندی خوردندگی در جدول (۱۵) آورده شده است.

جدول شماره (۱۴) شرایط محیطی معمول برای تعیین رده بندی خوردندگی		
ردیف	نوع منطقه	رده بندی خوردندگی
۱	منطقه خشک یا سرد، محیط جوی با آلودگی و زمان ترشدگی بسیار کم؛ به عنوان مثال برخی صحراها، قطب جنوب	C1 (خیلی کم)
۲	منطقه معتدل، محیط جوی با آلودگی کم؛ به عنوان مثال مناطق روستایی، شهرهای کوچک منطقه خشک یا سرد، محیط جوی با زمان ترشدگی کم؛ به عنوان مثال بیابان‌ها، مناطق نیمه قطبی	C2 (کم)
۳	منطقه معتدل، محیط جوی با آلودگی متوسط یا اثرات کلرید؛ به عنوان مثال مناطق شهری، مناطق ساحلی با رسوب کم کلرید منطقه نیمه گرمسیری و گرمسیری، جو با آلودگی کم	C3 (معمولی)
۴	منطقه معتدل، محیط جوی با آلودگی زیاد یا اثر قابل توجه کلرید؛ به عنوان مثال مناطق آلوده شهری، مناطق صنعتی، مناطق ساحلی بدون پاشش آب نمک یا قرار گرفتن در معرض اثر شدید نمک‌های یخ‌زدا منطقه نیمه گرمسیری و گرمسیری، جو با آلودگی متوسط	C4 (زیاد)
۵	منطقه معتدل و نیمه گرمسیری، محیط جوی با آلودگی بسیار زیاد و/ یا اثر قابل توجه کلرید؛ به عنوان مثال مناطق صنعتی، مناطق ساحلی، مکان‌های سرپوشیده در نوار ساحلی	C5 (خیلی زیاد)
۶	منطقه نیمه گرمسیری و گرمسیری (زمان ترشدگی بسیار زیاد)، محیط جوی با آلودگی SO ₂ بسیار بالا شامل عوامل همراه و تولیدکننده و/ یا اثر قوی کلریدها؛ به عنوان مثال مناطق بسیار صنعتی، مناطق ساحلی و فراساحلی، تماس گاه به گاه با پاشش نمک	CX (شدید)

صفحه ۳۱ از ۳۱ شماره ویرایش: ۲ تاریخ بازنگری: اردیبهشت ۱۴۰۰	عنوان دستورالعمل: تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های ترانسفورماتورهای روغنی توزیع ۲۰ کیلوولت	 وزارت نیرو شرکت توانیر
--	---	---

پیوست (۱۰): مشخصات ترانسفورماتورهای انباری

به منظور کاهش مدت زمان تحویل و کاهش تنوع زدایی در تولیدات کلان و مشکلات انبارداری و برای جلوگیری از خواب سرمایه تولیدکنندگان، برخی از مشخصات ترانسفورماتورهای توزیع سه فاز انباری که به صورت «غیر ویژه» تولید می‌شوند مطابق با جدول زیر می‌باشد:

جدول شماره (۱۵) برخی از مشخصات ترانسفورماتورهای سه فاز انباری		
ردیف	پارامتر	مقدار
۱	نوع ترانسفورماتور	دارای منبع انبساط
۲	سطح خوردگی	C3
۳	اتصالات و گروه برداری	ظرفیت‌های تا ۲۰۰ kVA Yzn5
		ظرفیت‌های بالای ۲۰۰ kVA Dyn5
۴	سطح تلفات	AB'
۵	حداکثر دمای محیط	۴۵ °C
۶	ارتفاع از سطح دریا	۱۰۰۰ متر
۷	اثر THD بار	لحاظ نشود
۸	نوع بوشینگ	سرامیکی / چینی
۹	محل نصب تجهیز اعلان سرقت داشته باشد	بله
۱۰	جنس سیم‌پیچ‌ها	مسی
۱۱	داشتن رله بوخهلتز	از توان ۱۰۰۰ kVA و به بالا لحاظ می‌گردد
۱۲	داشتن ترمومتر روغن	از توان ۶۳۰ kVA و به بالا لحاظ می‌گردد