راهنمای ترانسفورماتورهای توزیع

کارفرما:

شرکت توزیع نیروی برق خوزستان

مشاور:

شرکت مهندسی تام یار نیروی پرتیکان

خرداد ۱۳۹۵

tayaniir.company

فهرست

تعاریف ۱

شرایط تعیین ظرفیت ترانسفورماتورهای توزیع ۷

تلفات ترانسفورماتورهای توزیع ۱۲

شرایط عمومی طراحی ۱۴

شرایط موازی کردن ترانسفورماتورها ۱۵

ضمائم

ضمیمه۱

سه نماولیست اجزای ترانسفورماتورهای روغنی، هرمتیک و خشک ۱۶

ضمیمه ۲

جداول مشخصات ترانسفورماتورهای روغنی، هرمتیک و خشک ۲۶

ضمیمه ۳

راهنمای مربوط به سیستم خنک کنندگی ترانسفورماتورها ۳۹

ضمیمه ۴

راهنمای مربوط به گروه اتصال ترانسفورماتورها ۴۱

ضمیمه ۴

راهنمای مربوط به حداقل جریان اتصال کوتاه اولیه ترانسفورماتورها ۴۳

استاندارد ترانسفورماتورها

۱- کلیات : براساس استاندارد ایران شماره ۲۶۲۰ و یا استاندارد بین المللی IEC 76-001
۲- افزایش دما : بر اساس استاندارد ایران شماره ۲۶۲۱ و یا استاندارد بین المللی IEC 76-002
۳- سطح عایق بندی و آزمون های دی الکتریک : بر اساس استاندارد ایران شماره ۲۶۲۲ و یا استاندارد بین المللی IEC 76-003
۴- انشعابات و اتصالات : بر اساس استاندارد ایران شماره ۲۶۲۳ و یا استاندارد بین المللی IEC 76-004
۵- استقامت در برابر اتصال کوتاه : بر اساس استاندارد ایران شماره ۲۶۲۴ و یا استاندارد بین المللی IEC 76-005

تعاریف

ترانسفورماتور قدرت :

ترانسفورماتور بخش ساکنی از دستگاهی با دو یا چند سیم پیچی است، که به واسطه ی القای الکترومغناطیسی ولتاژ و جریان متناوب را به ولتاژ و جریانی عموماً با دامنه متفاوت با همان فرکانس، به منظور انتقال توان الکتریکی، تبدیل می کند. به عبارت دیگر ترانسفورماتور وسیله ای است که انرژی الکتریکی AC را ازسطح ولتاژی به سطح ولتاژ دیگر تبدیل می کند و این را از طریق اندرکنش میدان های مغناطیسی انجام می دهد .ترانسفورماتور ها , ولتاژ ، جریان و امپدانس را تحت فرکانس نامی و بر اساس نسبت تبدیل اولیه به ثانویه از یک سمت به سمت دیگر انتقال می دهند .

tayaniji.company

ترانسفورماتور روغنی (کنسرواتوری):

به ترانسفورماتوری که مدار مغناطیسی و سیم پیچ های آن درون روغن غوطه ور باشند ترانسفورماتور روغنی گفته می شود . روغن ترانسفورماتور نقش عایق الکتریکی و همچنین خنک کننده را در ترانسفورماتور ها ایفا می کند. به تعریفی دیگر ترانسفورماتور هایی که به منظور پر نمودن فضای داخلی مخزن از سیال مایع استفاده می کنند را ترانسفورماتور های روغنی می نامند . روغن در این گونه تجهیزات نقش عایق الکتریکی و همچنین انتقال دهنده حرارت از سیم پیچ ها و هسته را به سمت جداره بیرونی ترانسفورماتور (به صورت خاص رادیاتورها و یا سیستم های خنک کننده ترانسفورماتور) ایفا می نماید .

ترانسفورماتور هرمتیک:

نوعی ترانسفورماتور روغنی است که فاقد کنسرواتور (منبع انبساط روغن) و سیستم تنفسی (فیلترهای سیلیکاژلی) میباشد . ساختار این نوع ترانسفورماتورها به گونه ای است که از ارتباط روغن موجود در مخزن خود با هوای خارج جلوگیری نموده و اجازه ترکیب شدن روغن با هوا و رطوبت را نمی دهد . یکی از مهمترین علل خرابی روغن ترانسفورماتور ها ترکیب آنها با اکسیژن و یا رطوبت است لذا چنین تمهیدی پروسه تخریب روغن ترانسفورماتور را تا سالها به تعویق می اندازد و این باعث افزایش طول عمر تجهیز و نیاز کمتر آن به سرویس و نگهداری دوره ای و همچنین افزایش بهره وری در سیستم می گردد . این نوع ترانسفورماتورها خود به دو دسته ترانسفورماتور های هرمتیک روغنی و ترانسفورماتورهای هرمتیک با بالشتک گازی تقسیم می شوند . روغن به کار رفته در این تجهیزات معمولا روغن های معدنی می باشد اما طراح می تواند بر حسب حساسیت محل استفاده ، روغن های مصنوعی با نقطه اشتعال بالاتر (مانند روغن های سیلیکونی) را به منظور تزریق در ترانسفورماتورها پیشنهاد دهد .

ترانسفورماتور خشک:

یک ترانسفورماتور که مدار مغناطیسی و سیم پیچ هایش درون مایع غوطه ور نباشد را ترانسفورماتور خشک می نامند.

نکته : رزین های مصنوعی یا صمغ طبیعی در این نوع ترانسفورماتور ها به عنوان عایق الکتریکی مورد استفاده قرار می گیرند.

این ترانسفورماتور ها به علت ساختار ویژه خود منشاء هیچگونه خطری نیستند و در صورت بروز اتصال کوتاه های شدید و یا افزایش دمای ناگهانی تحت هیچ شرایطی مشتعل نشده و نیز باعث آتش سوزی در لوازم جانبی نمی گردد . از ویژگی های دیگر این نوع ترانسفورماتور ها می توان به موارد زیر اشاره کرد :

- مورد استفاده در مکان های مستعد خطر (مانند واحد های مسکونی و تجاری)

- عدم نیاز به سرویس و نگهداری و کنترل سطح روغن
- عدم آلودگی زیست محیطی بر اثر نشت روغن و یا انتشار گازهای خطرناک
- ایجاد آلودگی صوتی بسیار کمتر از سایر ترانسفورماتورهای با توان مشابه
- سهولت در نصب و بهره برداری به علت قابلیت نصب در هر محل بدون توجه به ارتفاع و موقعیت مکانی
- افزایش قابلیت اطمینان شبکه به علت توانایی کار در دماهای بالاتر و قابلیت عایقی بهتر نسبت به ترانسفورماتورهای روغنی
- و ...

اتو بوستر (AVR):

رگولاتور ولتاژ (VR) یا تقویت کننده اتوماتیک ولتاژ (AVB) اساسا اتو ترانسفورماتوری است که شامل دو سیم پیچ ، اولی موازی شده با مدار و دومی به همراه تب چنجر سری شده با مدار است . تب های این اتو ترانسفوزماتور به یک مکانیزم اتوماتیک تغییر متصل هستند . اتوبوسترها در واقع به عنوان تقویت کننده های ولتاژ افت یافته و یا از دست رفته در شبکه های توزیع و یا فوق توزیع با مسافت های بسیار طولانی و یا شبکه های با ساختار نامناسب مورد استفاده قرار می گیرند .

tavanir.company

مقادیر نامی:

توان نامی یا S_r:

مقدار قراردادی توان ظاهری سیم پیچ که به همراه ولتاژ اسمی سیم پیچ، جریان اسمی را تعیین خواهد کرد.

$$S_r = U_r \,.\, I_r$$

S_r : توان نامی

U_r : ولتاژ نامی

I_r : جریان نامی

ولتاژ نامی یا U_r:

ولتاژ اسمی تعیین شده ی اعمالی ، یا تولید شده بین پایانه ها توسط سیم پیچ فاقد انشعاب یا سیم پیچ انشعاب دار واقع در انشعاب اصلی در شرایط بی باری می باشد .در سیم پیچ سه فاز این عدد برابر ولتاژ بین پایانه های خط می باشد.

جریان نامی یا I_r:

جریان عبوری از پایانه ی خط سیم پیچ، که از توان اسمی S_r و ولتاژ اسمی U_r سیم پیچ حاصل می شود.

فرکانس نامی یا F_r:

فرکانسی که ترانسفورماتور برای کار در آن طراحی شده است.

تلفات بی باری :

توان حقیقی جذب شده توسط ترانسفورماتور در شرایط اعمال ولتاژ اسمی با فرکانس اسمی به پایانه های یکی از سیم پیچ ها می باشد .در این حالت سیم پیچ یا سیم پیچ های دیگر مدار باز است.

تلفات بار (بارداری) :

توان اکتیو جذب شده توسط یک زوج سیم پیچ در فرکانس اسمی و دمای مرجع درشرایط عبور جریان اسمی از پایانه های خط یکی از سیم پیچ ها و اتصال کوتاه پایانه های سیم پیچ دیگر است .در این حالت سیم پیچ های دیگر، درصورت وجود، مدار باز خواهند بود.

گروه اتصال (نشانه ی اتصال) :

علامتی قراردادی جهت نمایش اتصال سیم پیچ های فشار قوی، فشار متوسط (درصورت وجود) و فشار ضعیف و جابجایی (های) فازی آنها نسبت به یکدیگر، که به شکل ترکیبی از حروف و شماره ی ساعت نمایش داده می شود.

شرایط تعیین ظرفیت ترانسفورماتور های توزیع:

ترانسفورماتور ها ی توزیع یکی از پر کاربردترین و پرتعداد ترین تجهیزات فعال در سیستم های توزیع انرژی الکتریکی می باشد که می توان گفت قلب تپنده شبکه های توزیع و انتقال بدون شک ترانسفورماتور ها هستند . انتخاب صحیح این تجهیز حیاتی می تواند در طراحی بهینه و افزایش بهره وری شبکه نقش عمده را داشته باشد . یکی از پارامترهای انتخاب ترانسفورماتور ماهیت شبکه و سطح ولتاژ آن است . در ایران دسته بندی های متفاوتی برای سیستم انتقال و توزیع انرژی تعریف شده است . مهم ترین این دسته بندی ها بر اساس سطح ولتاژ شبکه می باشد که با نام های انتقال ، فوق توزیع و توزیع از آنها یاد می شود . این گروه بندی های به ظاهر ساده, متر و معیاری است برای انتخاب نوع و ظرفیت ترانسفورماتور ها . پس از تعیین نوع شبکه برقرسانی که مهم ترین آیتم نیز به شمار می رود عوامل دیگری هم در طراحی و انتخاب ظرفیت و نوع ترانسفورماتور مؤثر می باشند که به صورت فهرست وار عبارتند از :

- منحنی بار
- شرائط اقلیمی
- چگالی بار ناحیه و شعاع تحت پوشش ترانسفورماتور
- تعداد فیدرهای خروجی
- شرائط محل نصب ترانسفورماتور

این گونه عوامل به ویژه در سرزمین پهناوری چون ایران با شرایط اقلیمی بسیار متنوع و در عصری با تحولات چشمگیر زندگی و رشد روزافزون مصرف برق از تنوع بیشتری برخوردار می باشد. لذا اصول تعیین ظرفیت ترانس باید با شرایط و نیازهای مختلف انطباق پذیر بوده و به جای ارائه الگوی واحد از یک یا چند نوع خاص برای همه جا و همه وقت امکان آن را فراهم نماید که انتخاب ترانس بر اساس شرایط و امکانات موجود و از میان پارامترهای مختلفی که ضوابط استاندارد شده مشخص می نماید، انجام گیرد.

۱-منحنی بار :

منحنی بار یا همان منحنی مصرف روزانه بر اساس الگو و فرهنگ مصرف انرژی توسط مصرف کنندگان صنعتی ، تجاری و خانگی (شهری و روستایی) ترسیم می گردد . معمولا واحد های برنامه ریزی و طراحی شرکت های توزیع متصدی برآورد و تهیه این آیتم می باشند . نقش این منحنی در طراحی در قالبی به نام ضریب بار (L.F) ظاهر میگردد که از رابطه زیر بدست می آید :

$$L.F = \frac{\int^{T} s_w dt}{s_{w_{max}}.T}$$

s_w : دیماند لحظه ای بر حسب کیلووات

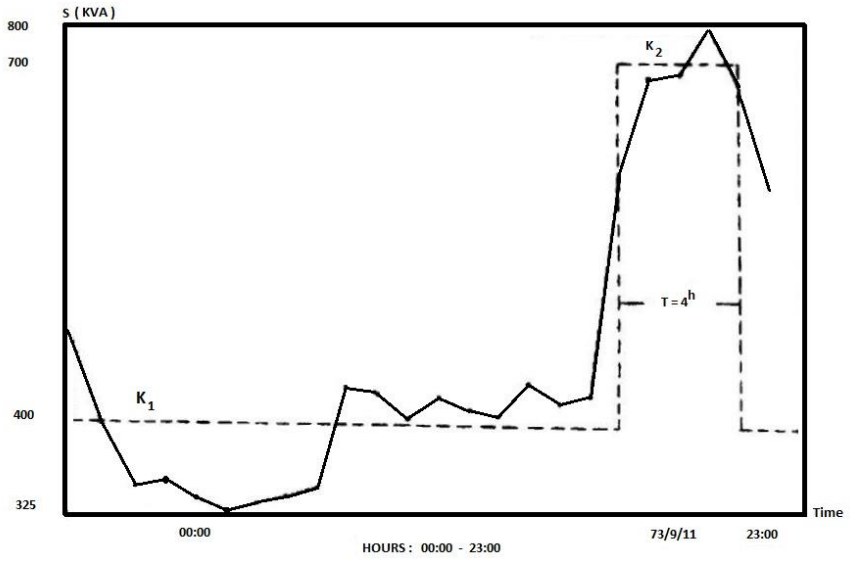
$s_{w_{max}}$: حداکثر دیماند طی مدت زمان $T = 24$ ساعت

تعیین ضریب بار همانگونه که در بالا اشاره شد مرجعی کاملا تجربی دارد و بر اساس آمار و اطلاعات موجود تعیین می گردد . جدول ذیل نیز تخمین حدودی از ضریب بار است و کاملا قابل استناد نیست و ممکن است در محاسبات این اعداد و ارقام تغییر کند .

tayanirp.company

ردیف	نوع مصرف	ضریب بار (L.F)
۱	خانگی	۰/۳۰ – ۰/۳۵
۲	تجاری و خدماتی	۰/۲۵ – ۰/۳۰
۳	کشاورزی	۱
۴	عمومی	۰/۲۵ – ۰/۳۰
۵	صنعتی	۰/۵۰ – ۰/۹۰

شکل زیر منحنی بار یک نمونه ی منطقهٔ مسکونی، مربوط به یک روز پائیز را در یک منطقه سردسیر ,نشان می دهد که توسط دستگاه ثبات (دیتا لاگر) برای تمام مدت ساعات ایام هفته در یک ماه اندزاه گیری و ذخیره شده است. با استفاده از دیاگرام ساده شده این منحنی مقادیر زیر تعریف می شود:



S_r : توان نامی ترانسفورماتور بر حسب کیلو ولت آمپر

$K_1 = \frac{S_1}{S_r}$: درصد بارگیری اولیه نسبت قدرت پایه بار اولیه به قدرت نامی ترانسفورماتور

$K_2 = \frac{S_2}{S_r}$: «درصد بارگیری ماکزیمم» نسبت حداکثر قدرت در پیک بار به قدرت نامی ترانسفورماتور

t : " مدت زمان پیک " مدت زمانی که توان در مقدار (K_2) قرار دارد

θ_a : متوسط دمای محیط "خنک کنندگی"

محاسبه مقدار ظرفیت مورد نظر برای انتخاب قدرت نامی ترانسفورماتور « S_r » که مناسب نصب و ارائه سرویس باشد به صورت دستورالعمل مشروحه ذیل خواهد بود. برای ترانسفورماتورهای توزیع ایران با نوع خنک کنندگی طبیعی (ONAN) و یا جریان هوای

tayaniji.company

مصنوعی(ONAF) برای زمانی که ثابت زمانی خنک کنندگی « روغن – هوا » ترانسفورماتورها بر اساس طراحی ساختمان و بدنه تانک آن در مدت ۳ ساعت برای (ONAN) و ۲ ساعت برای (ONAF) و با استفاده از گروه بندی دمای متوسط آب و هوایی ایران « θ_a » در مقادیر ۲۰ و ۳۰ و ۴۰ درجه سانتیگراد می باشد با استفاده از جدول استاندارد ارائه گردیده است. در این جدول به منظور سهولت استفاده درصد بارگیری توان اولین « K_1 » در ۶ مقدار نرم شده است و نیز برای درصد بارگیری ماکزیمم « K_2 » نیز برای مدت زمان بار پیک « t » با در نظر گرفتن تغییرات ۱ تا ۲ درصد می توان در ۸ فاصله زمانی نیم ساعت آنرا نرم نمود.

t	θ_a	K_1					
		0.25	0.50	0.70	0.80	0.90	1.00
0.5	20 °C	+	+	1.93	1.83	1.69	1.00
	30 °C	+	1.92	1.78	1.64	1.26	-
	40 °C	1.90	1.77	1.58	1.18	-	-
1.0	20 °C	1.89	1.80	1.70	1.62	1.50	1.00
	30 °C	1.76	1.68	1.55	1.45	1.10	-
	40 °C	1.64	1.54	1.37	1.04	-	-
2.0	20 °C	1.59	1.53	1.46	1.41	1.32	1.00
	30 °C	1.49	1.42	1.34	1.26	0.99	-
	40 °C	1.37	1.30	1.18	0.95	-	-
4.0	20 °C	1.34	1.31	1.27	1.24	1.18	1.00
	30 °C	1.24	1.21	1.16	1.11	0.95	-
	40 °C	1.15	1.10	1.03	0.88	-	-
6.0	20 °C	1.23	1.21	1.18	1.16	1.12	1.00
	30 °C	1.14	1.11	1.08	1.04	0.93	-
	40 °C	1.04	1.10	0.96	0.86	-	-
8.0	20 °C	1.16	1.15	1.13	1.12	1.00	1.00
	30 °C	1.08	1.06	1.04	1.01	0.93	-
	40 °C	0.98	0.96	0.92	0.84	-	-
12.0	20 °C	1.10	1.09	1.08	1.07	1.05	1.00
	30 °C	1.01	1.00	0.99	0.97	0.92	-
	40 °C	0.92	0.91	0.88	0.83	-	-
24.0	20 °C	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	30 °C	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	-
	40 °C	0.82	0.82	0.82	0.82	-	-

۲-شرایط اقلیمی :

یکی از پارامتر های بسیار مهم در انتخاب ظرفیت ترانسفورماتور را می توان شرایط اقلیمی به شمار آورد . این پارامتر خود ترکیبی از چند آیتم می باشد که در کاهش ظرفیت ، موثر و غیر قابل چشم پوشی است . در زیر به برخی از مهمترین این آیتم ها اشاره خواهد شد .

۲-۱- دمای متوسط محیط :

tayaniji.company

با توجه به این که برای افزایش طول عمر ترانسفورماتور ها و همچنین بهبود ضرایب بارگیری آنها مطلوب است ، دمای روغن در ترانسفورماتور های روغنی و هرمتیک بیش از ۶۰ درجه و دمای سیم پیچی آن حداکثر از ۶۵ درجه افزایش نیابد . عوامل موثر در کنترل دمای داخلی ترانسفورماتور ، دمای محیط نصب و همچنین میزان تابش خورشید است .

وضعیت آب و هوایی منطقه مورد نظر به جهت انتخاب نوع و ظرفیت ترانسفورماتور ها بسیار حایز اهمیت است . در مناطقی که دمای آن از حد معمول بالاتر است می بایستی پیش از نصب ترانسفورماتور ها (جه زمینی و چه هوایی) برای کاهش دمای محیطی محل نصب تمهیدات مناسب را اندیشید و یا در صورتی که امکان کنترل دمای محیط وجود نداشت با اعمال ضرایب مناسب از بارگیری بیش از توان ترانسفورماتور ها جلوگیری کرد . درجه حرارت متوسط محیط « θ_a » را در کلاس بندی انتخاب و بارگذاری ترانسفورماتورها را می توان به سه گروه زیر برای ایران دسته بندی نمود.

۱. حداکثر متوسط دمای هوا در سال ۲۰ درجه سانتگیراد.
۲. حداکثر متوسط دمای هوا در ۲۴ ساعت و ۳۰ درجه سانتیگراد.
۳. حداکثر دمای هوا در ۲۴ ساعت ۴۰ درجه سانتیگراد.

این حدود تعیین شده در بارگذاری ترانسفورماتورها بر اساس استاندارد IEC-۳۵۴ تعیین کننده خواهد بود

۲-۲- ارتفاع از سطح دریا :

هر چه ارتفاع از سطح دریا در مناطق مرتفع بیشتر شود فشار هوا کاهش یافته و این کاهش فشار اثر معکوس بر روی ظرفیت ترانسفورماتور میگذارد . البته ارتفاع تا ۱۰۰۰ متر ، تاثیرش قابل چشم پوشی است اما بیش از ۱۰۰۰ متر به ازای هر ۲۰۰ متر بایستی یک درصد از ظرفیت نامی ترانسفورماتور کم نمود . به عبارت دیگر ضریب یک به ازای هر ۲۰۰ متر اضافه بر ۱۰۰۰ متر یک صدم کاهش می یابد . جدول ذیل این ضرایب را متاسب با ارتفاع نشان می دهد .

ارتفاع از سطح دریا (متر)	ضریب کاهش
۰ - ۱۰۰۰	۱/۰۰
۱۰۰۰ – ۱۲۰۰	۰/۹۹
۱۲۰۰ – ۱۴۰۰	۰/۹۸
۱۴۰۰ – ۱۶۰۰	۰/۹۷
۱۶۰۰ – ۱۸۰۰	۰/۹۶
۱۸۰۰ – ۲۰۰۰	۰/۹۵
۲۰۰۰ – ۲۲۰۰	۰/۹۴
۲۲۰۰ – ۲۴۰۰	۰/۹۳
۲۴۰۰ – ۲۶۰۰	۰/۹۲

حداکثر دما (درجه سانتیگراد)	ضریب کاهش
$t \leq ۴۰$	۱/۰۰
$۴۰ < t \leq ۴۵$	۰/۸۸
$۴۵ < t \leq ۵۰$	۰/۸۰
$t > ۵۰$	۰/۷۲

tavanir.company

۳-چگالی بار:

در مناطق شهری متناسب با تراکم جمعیت چگالی بار بین ۱ الی ۱۰ مگاوات بر کیلومتر مربع تغییر می نماید . تعیین میزان حداکثر توان «S_r» مورد تقاضا به دانسیته (چگالی) بار در آن منطقه شهری بستگی دارد که به صورت زیر تعریف می شود.

تراکم شهری	تعداد واحد مسکونی در کیلومتر مربع
کم	۱۲۵۰
متوسط	۴۰۰۰
زیاد	۶۰۰۰

با استفاده از مصرف برق مشترکین خانگی در مناطق با تراکم کم، متوسط و زیاد که بر اساس آمارهای موجود هر منطقه چگالی بار مورد بررسی و محاسبه قرار می گیرد . برآورد دیماند مصرف همزمان مشترکین یک منطقه نمونه با اندازه گیری و نمونه برداری از شبکه توزیع میسر می شود . در این برآورد انواع بارهای عمومی و خصوصی مورد ارزیابی قرار می گیرد.علاوه بر این بایستی رشد سالانه نیز در این محاسبات منظور گردد . رابطه زیر روش محاسبه رشد سالیانه را نشان می دهد .

$$\text{درصد رشد سالیانه مصرف برق} = \frac{(\text{مدل بار سال اول} - \text{مدل بار سال دوم})}{\text{مدل بار سال اول}} * 100$$

در تعیین ظرفیت ترانسفورماتور بر اساس نوع مصرف کنندگان و میزان مصرف آنها ضریب همزمانی را باید مد نظر قرار داد . جدول ذیل ضرایب همزمانی را طبق نوع مصرف تعیین شده است اما توجه به این نکته مهم است که این اعداد و ارقام همانند ضریت بار حدودی هستند و ممکن است مطابق با اسناد و اطلاعات موجود هر منطقه تغییر نماید .

ردیف	نوع مصرف	ضریب هم زمانی (S.F)
۱	خانگی	۰/۷۰ – ۰/۹۵
۲	تجاری و خدماتی	۰/۸۰ – ۰/۹۵
۳	کشاورزی	۱/۰۰
۴	عمومی	۰/۴ – ۱/۰۰
۵	صنعتی	۰/۶۵ – ۰/۹۰

اعمال ضریب همزمانی در محاسبات بارگذاری ترانسفورماتور مزایایی را به دنبال دارد که به قرار زیر است :

- استفاده بهینه از کل ظرفیت ترانسفورماتور بدون پذیرش ریسک اضافه بار (over load) شدن ترانسفورماتور
- تعیین حداکثر درخواست توان و در پی آن تعیین تجهیزات متناسب با توان درخواستی
- محاسبه صحیح افت ولتاژها و جریان عبوری از هادی ها
- تعیین تجهیزات حفاظتی و کنترلی شبکه بر اساس جریان های محاسبه شده

ترانسفورماتور ها بر اساس استاندارد های ملی و بین المللی و توسط چند شرکت معتبر داخلی تولید می گردد . از این استاندارد ها ، می توان به استاندارد خنک کنندگی ترانسفورماتورها اشاره کرد . بطور کلی سه حالت استفاده از ترانسفورماتورهای توزیع وجود دارد که هر یک دارای جدول مشخص و قابلیت بارگیری برای کارکرد مفید مربوط به خود می باشد که عبارتند از:

الف – بارگیری دائم(کارکرد مداوم) ترانسفورماتور

بیش از ۹۰ درصد از ترانسفورماتورهای موجود در شبکه توزیع از نوع دائم کار می باشند و به عنوان نمونه ترانسفورماتورهای یک مکان مسکونی از این نوع می باشد .

ب – بارگیری دوره ای ترانسفورماتور.

در مکان های ویژه همانند زمین های کشاورزی و صنایع فصلی و موقت استفاده از این نوع بارگیری ها مرسوم است به طوری که در دوره ویژه ای از سال بارگیری و مصرف توان اتفاق می افتد و در سایر فصول و یا ایام سال ترانسفورماتور در حالت آماده باش قرار دارد .

ج – بارگیری اضطراری از ترانسفورماتور.

گاهی برای جبران افت ولتاژ و یا کمبود توان به علت افزایش ناگهانی و موقت بار شبکه با افزودن یک ترانسفورماتور جدید به شبکه این نقیصه بر طرف می شود . این نوع بارگیری بارگیری اضطراری نام دارد.

تلفات ترانسفورماتورهای توزیع:

ترانسفورماتور های قدرت بر خلاف راندمان بسیار بالای خود ، درصد قابل توجهی از تلفات شبکه را به خود اختصاص می دهد . و دلیل این حجم بالای تلفات از دید شبکه توزیع ، تعداد بسیار زیاد این تجهیز در سطح شبکه است . علاوه بر تلفات ذاتی ترانسفورماتور ، عواملی نیز در تشدید این پارامتر مهم نقش موثری دارند که همانطوری که پیشتر نیز اشاره شد می توان از دما ، شرایط بارگذاری و نوع و مشخصه مصرف نام برد . طراح باید در تخمین بار مصرفی ، این عوامل و همچنین تلفات ذاتی ترانسفورماتور ها را همواره مدنظر داشته باشد و با توجه به جمیع اطلاعات موجود و محاسبه ای ، بهترین ترانسفورماتور را از نظر ظرفیت توان پیشنهاد دهد .

تلفات در ترانسفورماتور ها به دو بخش عمده تلفات بی باری و بارداری تقسیم می شوند . هر یک از تلفات خود متاثر از پارامترهای مختلف تلفات است که در ادامه به آنها اشاره خواهد شد .

تلفات بارداری :

همانگونه که از نام این مدل از تلفات بر می آید ، تلفات بارداری تابعی است از جریان عبوری از سیم پیچ های ترانسفورماتور که ماهیتی متغیر دارد و بر اساس بار مشترکین حجم آن تغییر خواهد کرد . این تلفات از اجزای چندگانه تشکیل شده است که پی همین بخش اشاره کوتاهی به آن خواهد شد .

تلفات مسی :

بخش بزرگی از تلفات بارداری ترانسفورماتور متعلق به تلفات مسی است . حجم آن در بی باری صفر است و در بار نامی به حداکثر میزان خود خواهد رسید . خلوص مس مصرفی در تعیین این تلفات بسیار موثر است .

از آنجایی که معمولا طراحان ترانسفورماتور ها را در توانی کمتر از توان نامی ، پیشنهاد می دهند برای به دست آوردن تلفات واقعی آن لازم است که بر اساس توان تحویلی محاسبه گردد . رابطه زیر تلفات مسی ترانسفورماتور را بر اساس بار تحویلی محاسبه می نماید .

$$P_{LL} = P_{LLn} . \left(\frac{S}{S_n} \right)^2$$

S_n : توان نامی ترانسفورماتور بر اساس کیلو ولت آمپر

S : توان تحویلی ترانسفورماتور بر اساس کیلو ولت آمپر

P_{LLn} : تلفات مسی در بار نامی بر اساس کیلو وات

P_{LL} : تلفات مسی در بار تحویلی بر اساس کیلو وات

در بخش های دیگر تلفات بارداری می توان از تلفات ناشی از جریان فوکو در سیم پیچ و تلفات ناشی از فلوی سرگردان در قسمت های فلزی ترانسفورماتور همانند جداره خارجی ، تانک انبساط روغن و ... نام برد که با توجه به ناچیز بودن آن در مقابل تلفات مسی قابل صرف نظر است . در ترانسفورماتورهای با سیستم خنک کنندگی اجباری دو جزء دیگر نیز به تلفات افزوده خواهد شد که در محل خود و متناسب با آن بایستی مورد توجه قرار گیرد . این دو جزء یکی تلفات ناشی از فن ها و دیگری تلفات ناشی از پمپ ها است .

تلفات بی باری :

زمانی که ثانویه ترانسفورماتور هیچ مصرف کننده ای را علیرغم برق دار بودن تغذیه نمی کند اصطلاحا می گویند ترانسفورماتور بی بار است . این بی باری و عدم اتصال به مصرف کننده لزوما باعث عدم مصرف توان در ترانسفورماتور نخواهد شد . در زمان بی باری جریانی در اولیه جاری است که باعث مغناطیس شدگی هسته ترانسفورماتور و در نتیجه آماده به کار بودن آن می گردد . این مغناطیس شوندگی بر خلاف آنکه باری در ثانویه وجود ندارد و عملا توان در ثانویه صفر است از اولیه ترانسفورماتور توانی را مصرف میکند .این توان مصرف شده را تلفات بی باری می نامند . تلفات بی باری جزء تلفات ذاتی ترانسفورماتور است و تابع بار نیست . مولفه های این نوع تلفات نیز همانند تلفات بارداری به چند دسته تقسیم می شوند :

- تلفات آهنی
- تلفات مسی ناشی از عبور جریان بی باری
- تلفات عایقی ناشی از نشتی جریان در عایق های مابین هادی ها و عایق مابین هادی ها و هسته و بدنه ترانسفورماتور

در اینجا نیز به علت بزرگی تلفات آهنی و ناچیز بودن آیتم های بعدی تلفات در مقابل تلفات آهنی این دو آیتم قابل صرف نطر کردن می باشند . اما تلفات آهنی خود به دو بخش مهم تقسیم می گردند که مستقیا تابع فرکانس کاری ترانسفورماتور خواهند بود (باید توجه داشت که در

اینجا هارمونیک های موجود در شبکه نقش موثری در تعیین این تلفات بازی می کنند) . در زیر به این دو بخش به صورت مختصر اشاره می شود :

تلفات هیسترزیس:

این تلفات بر اساس جنس فولاد به کار رفته در هسته ترانسفورماتور و در اثر تغییرات دوره ای شار در داخل هسته ایجاد می گردد و به صورت حرارت دفع می شود . توضیحات بیشتر راجع به این تلفات و آوردن روابط مربوط به آن فقط باعث اطناب مطلب می گردد و حاصلی جز خستگی خواننده را به دنبال نخواهد داشت لذا از آوردن توضیحات بیشتر در اینجا خودداری می گردد و در صورت علاقه مند بودن به پیگیری مطلب خواننده می تواند به کتاب ماشین های الکتریکی مراجعه نماید .

تلفات گردابی یا فوکو :

این نوع تلفات نیز حاصل حضور شار مغناطیسی در هسته ترانسفورماتور است و نتیجه آن گرما خواهد بود . برای جلوگیری از این نوع تلفات هسته را از فرم یکپارچه به فرم ورقه ورقه در می آورند . توضیح و تفسیر بیشتر این نوع تلفات نیز از حوصله این مطلب خارج بوده و از پرداختن به آن صرفه نظر می گردد .

برای به دست آوردن میزان تلفات بی باری و بارداری ترانسفورماتورها طراح می تواند به جداول شمار ۱ تا ۵ ضمیمه ۱ مراجعه و آن را استخراج نماید .

شرایط عمومی طراحی:

کلیه استانداردهای ترانسفورماتور ها بر اساس مشخصات محیطی و فنی ذیل تدوین شده اند و در صورت برقرار نبودن این شرایط بایستی به جداول ،منحنی ها و ضرایب مربوطه مراجعه و اطلاعات مورد نیاز را مطابق با شرایط جدید طراحی استخراج نمود .

- ارتفاع از سطح دریا حداکثر ۱۰۰۰ متر می باشد
- حداکثر درجه حرارت برای ترانسفورماتورهایی که به وسیله گردش هوا خنک می شوند ۴۰ درجه سانتیگراد در نظر گرفته شده است.
- حداقل درجه حرارت برای ترانسفورماتورهایی که به وسیله گردش هوا خنک می شوند و در فضای خارج از ساختمان نصب می گردند ۲۵- درجه سانتیگراد لحاظ شده است
- حداقل درجه حرارت برای ترانسفورماتورهایی که به وسیله گردش هوا خنک می شوند و در فضای داخل ساختمان نصب می گردند ۵- درجه سانتیگراد لحاظ شده است
- متوسط دمای هوای روزانه به هیچ وجه نباید بیش از ۳۰ زینه سلسیوس بوده و متوسط دمای سالانه نیز نباید تحت هیچ شرایطی از ۲۰ زینه سلسیوس تجاوز نماید .
- شکل موج ولتاژ ورودی بایستی تقریبا سینوسی بوده و ولتاژ ورودی برای ترانسفورماتورهای سه فاز باید تقریبا متقارن باشند .

tavanir.company

پیش بینی های لازم برای کار ترانسفورماتور در شرایط خاص:

در صورت عدم تطابق شرایط محیط نصب با آنچه در ذیل شرایط عمومی طراحی آورده شد ، حتما بایستی قبل از سفارش ترانسفورماتور ، شرایط محیط نصب به کارخانه سازنده اعلام شود.

در صورتی که شرایط اقلیمی فوق بر محیط نصب ترانسفورماتور حاکم نبود به منظور استفاده بهینه از ترانسفورماتور بایستی به استاندارد های اشاره شده در بالا مراجعه و با استفاده از جداول و منحنی های مربوطه ، ضرایب مناسب و تجهیز بهینه را انتخاب و در طراحی پیشنهاد گردد .

شرایط موازی کردن:

۱- گروه برداری ترانسفورماتور های باید یکی باشد (در ترانسفورماتور های سه فاز)

۲- ترانسفورماتور ها بایستی داری نسبت تبدیل یکسانی باشند

۳- امپدانس های نشتی معادل بر حسب اهم باید به طور معکوس متناسب با KVA های نامی مربوط به خودشان باشد . به عبارت دیگر ، امپدانس های نشتی بر حسب پریونیت ترانسفوزماتور ها بر مبنای KVA های نامی خودشان باید با یکدیگر برابر باشند.

۴- نسبت راکتانس های نشتی معادل به مقاومت معادل یعنی $\frac{Xe}{Re}$ برای تمامی ترانسفورماتورها یکسان باشد

۵- اتصالات (سربوشینگ ها) دقیقا همانند یکدیگر و یکسان اجرا شود

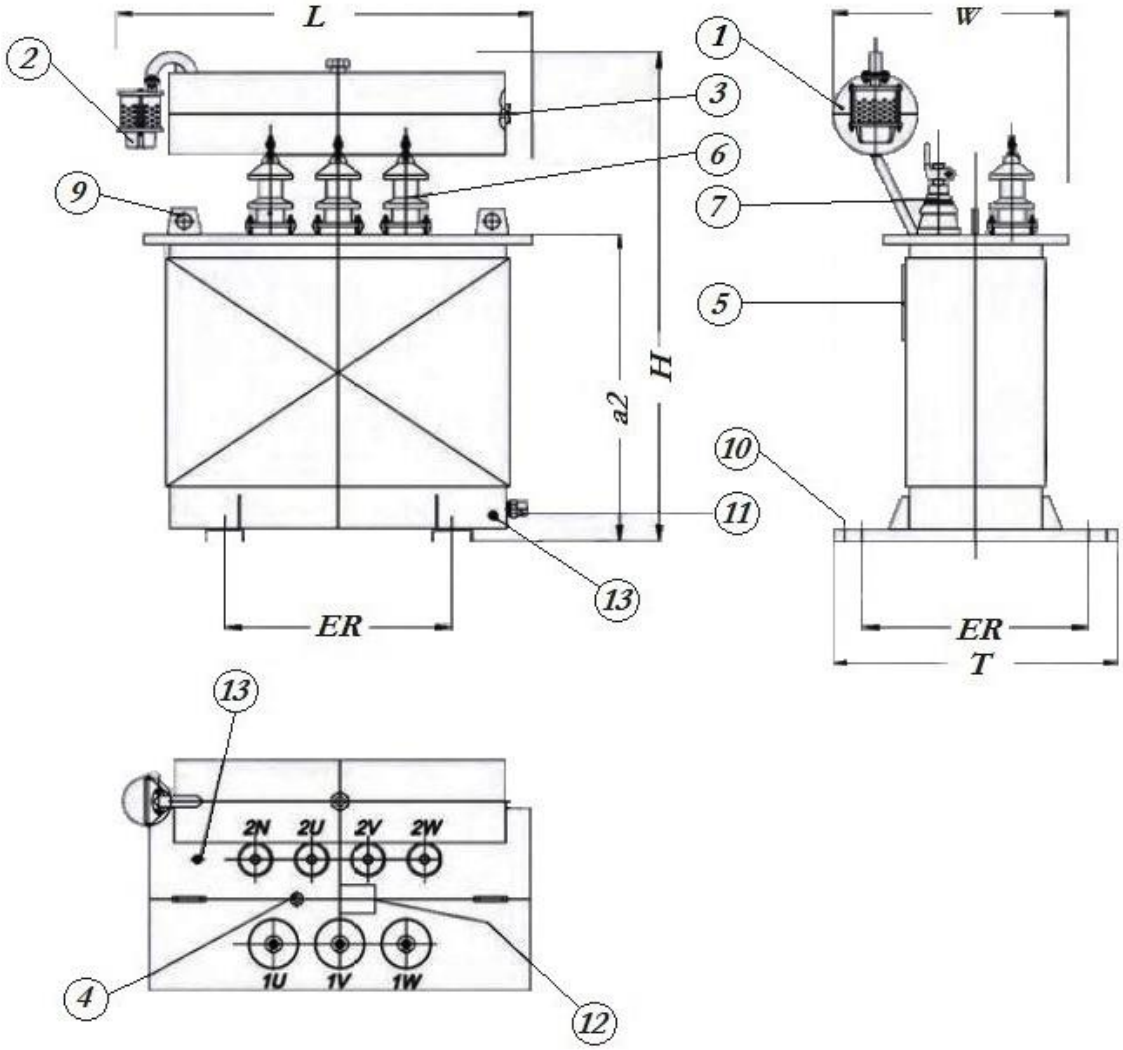
نکته : در صورت عدم یکسان بودن گروه های برداری ترانسفورماتور ها در شرایط خاص میتوان برخی از گروه های برداری را با رعایت ترتیب سربندی ترانسفورماتور ها با هم موازی کرد

ضمیمه ۱

(سه نمونه لیست اجزای ترانسفورماتورهای روغنی، هرمتیک و خشک)

tavanir.company

شکل (۱) – ترانسفورماتورهای روغنی ۲۵ و ۵۰ کیلو ولت آمپر



۱- مخزن انبساط روغن (کنسرواتور)

۲- مجرای تنفسی و مخزن سیلیکاژل

۳- نشانگر سطح روغن

٤- کلید تپ چنجر با سیم پیچ و متعلقات

٥- پلاک مشخصات ترانسفورماتور

٦- بوشینگ های فشار متوسط

۷- بوشینگ های فشار ضعیف

۸- ---------

۹- حلقه های حمل و نقل

۱۰- پایه کششی

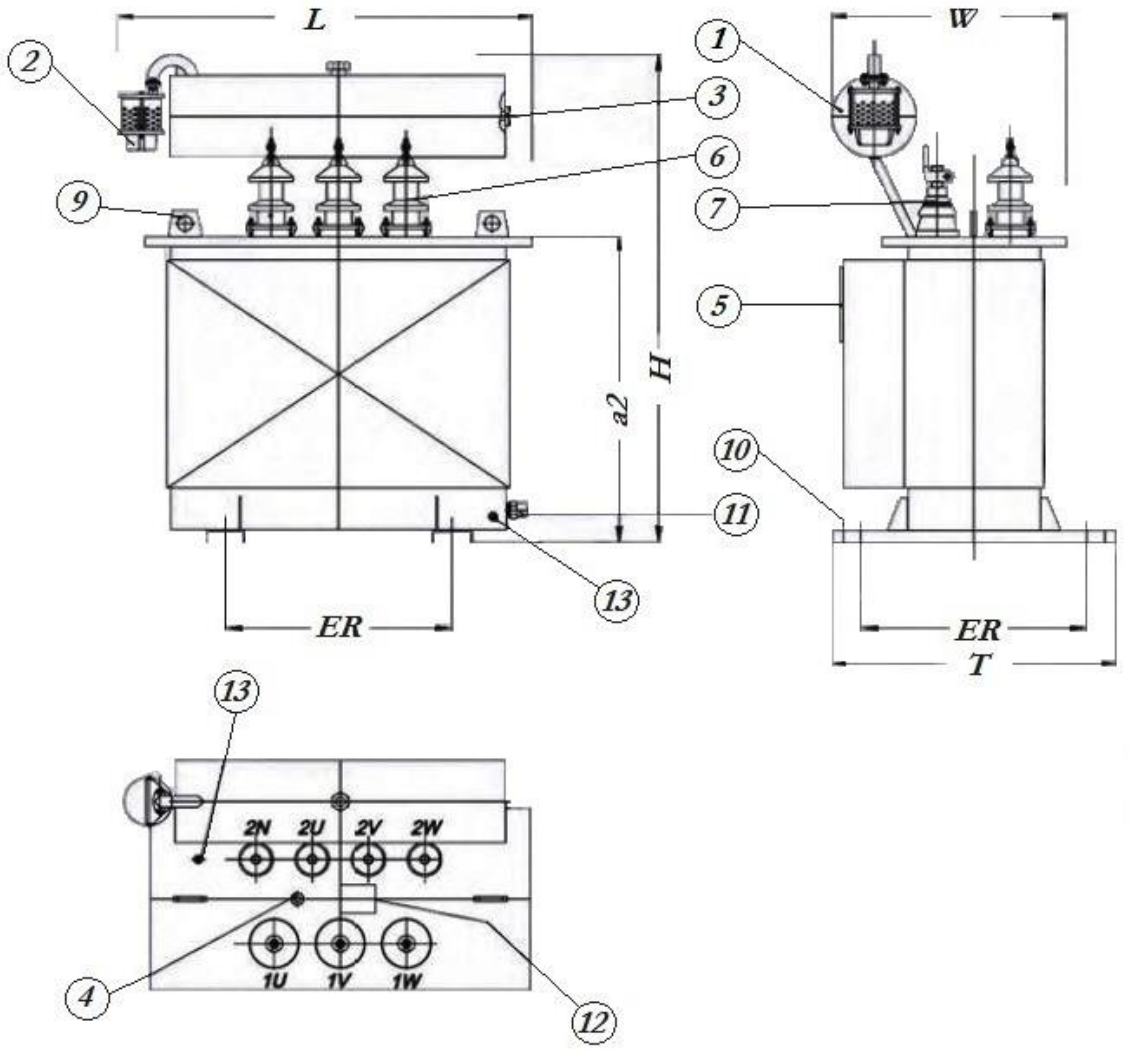
۱۱- شیر تخلیه روغن

۱۲- صفحه ترمینال

۱۳- پیچ اتصال زمین

tayanirp.company

شکل (۲) – ترانسفورماتورهای روغنی ۱۰۰ تا ۱۶۰ کیلو ولت آمپر



۱- مخزن انبساط روغن (کنسرواتور)

۲- مجرای تنفسی و مخزن سیلیکاژل

۳- نشانگر سطح روغن

٤- کلید تپ چنجر با سیم پیچ و متعلقات

٥- پلاک مشخصات ترانسفورماتور

٦- بوشینگ های فشار متوسط

۷- بوشینگ های فشار ضعیف

۸- ---------

۹- حلقه های حمل و نقل

۱۰- پایه کششی

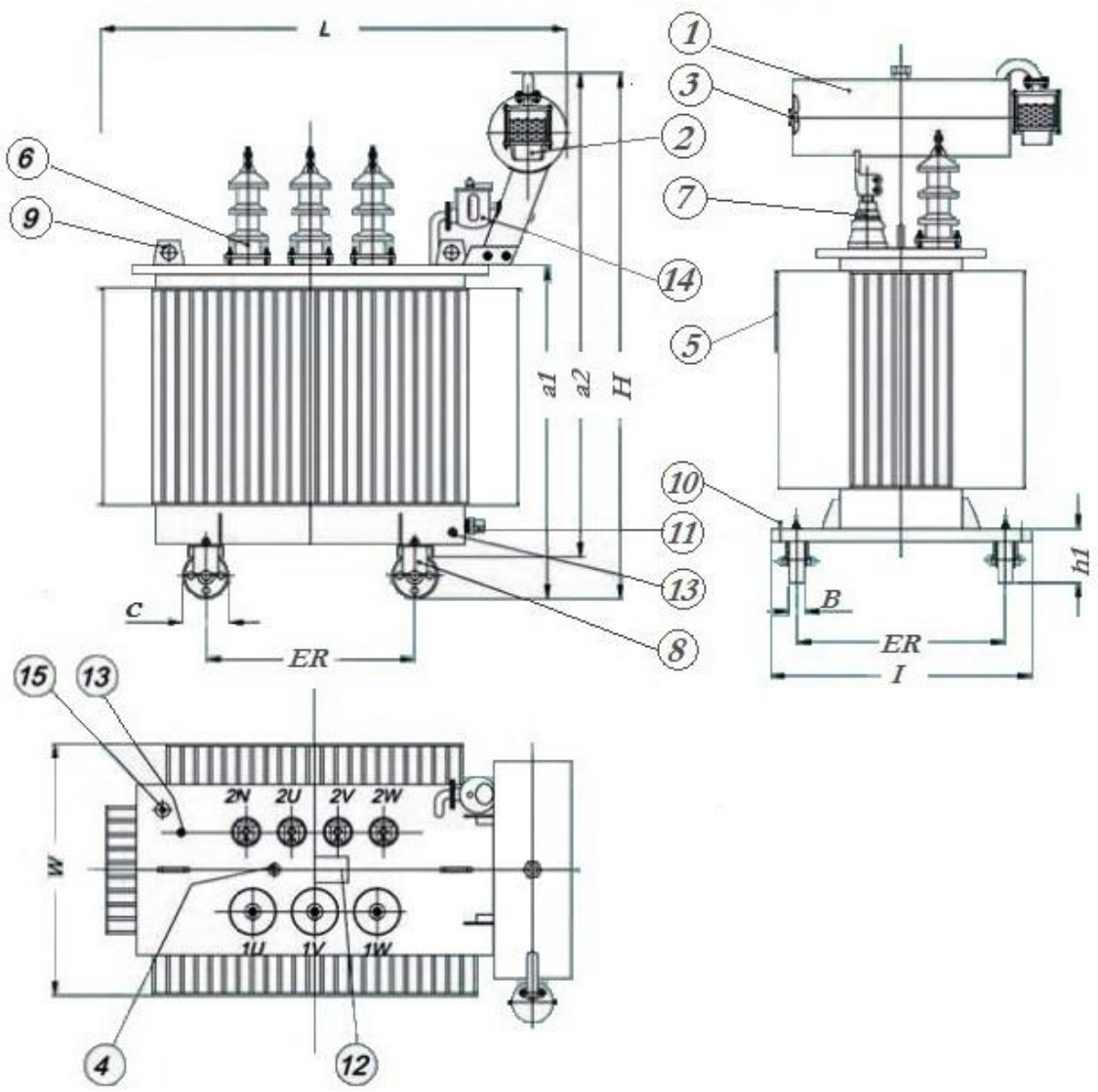
۱۱- شیر تخلیه روغن

۱۲- صفحه ترمینال

۱۳- پیچ اتصال زمین

tayanirp.company

شکل (۳) – ترانسفورماتورهای روغنی ۲۰۰ تا ۳۱۵ کیلو ولت آمپر



۱- مخزن انبساط روغن (کنسرواتور)

۲- مجرای تنفسی و مخزن سیلیکاژل

۳- نشانگر سطح روغن

٤- کلید تپ چنجر با سیم پیچ و متعلقات

٥- پلاک مشخصات ترانسفورماتور

٦- بوشینگ های فشار متوسط

۷- بوشینگ های فشار ضعیف

۸- چرخ های دو جهته

۹- حلقه های حمل و نقل

۱۰- پایه کششی

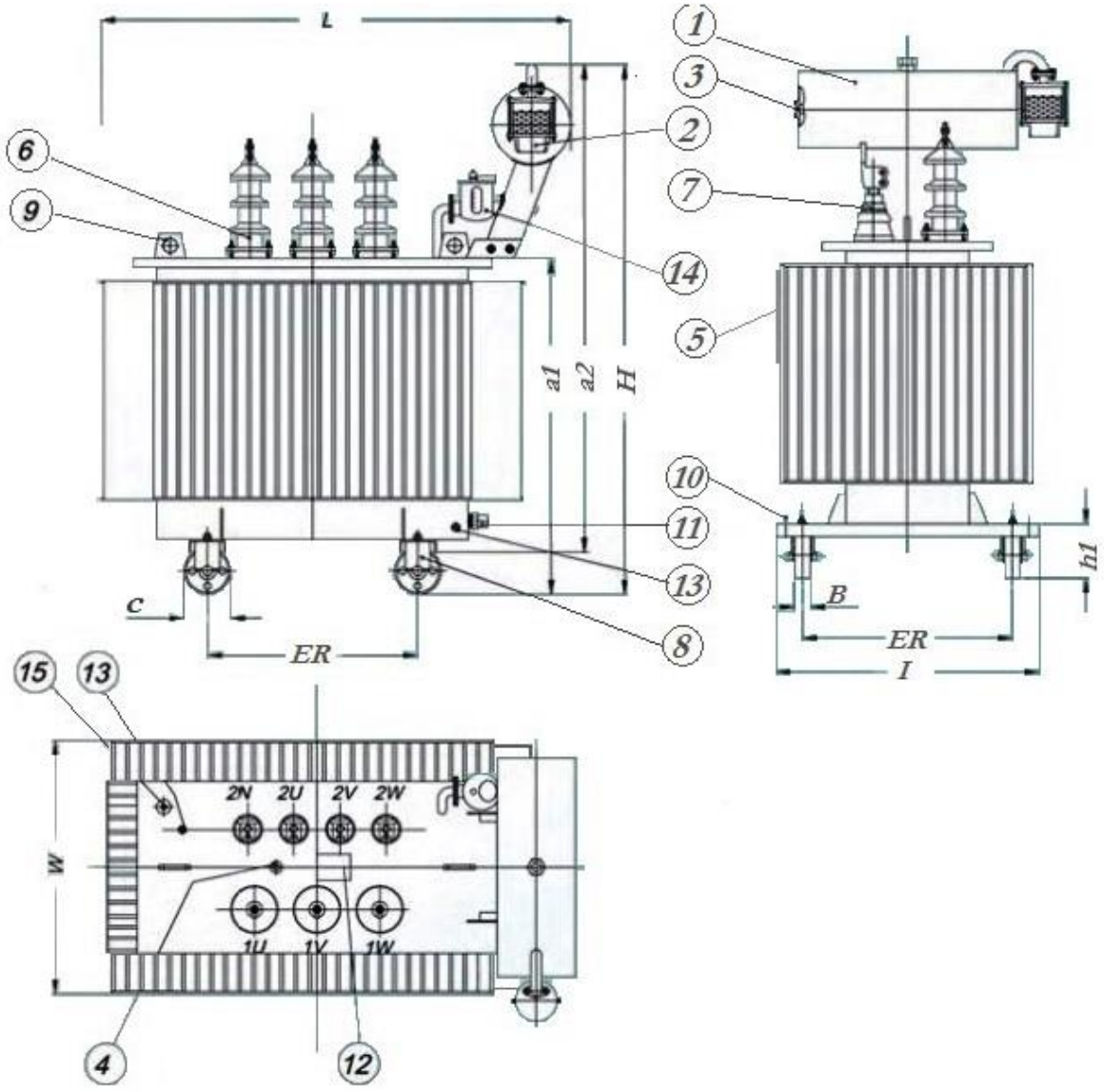
۱۱- شیر تخلیه روغن

۱۲- صفحه ترمینال

۱۳- پیچ اتصال زمین

tayanirp.company

شکل (٤) – ترانسفورماتورهای روغنی ۳۱۵ تا ۱۶۰۰ کیلو ولت آمپر



۱- مخزن انبساط روغن (کنسرواتور)

۲- مجرای تنفسی و مخزن سیلیکاژل

۳- نشانگر سطح روغن

٤- کلید تپ چنجر با سیم پیچ و متعلقات

٥- پلاک مشخصات ترانسفورماتور

٦- بوشینگ های فشار متوسط

۷- بوشینگ های فشار ضعیف

۸- چرخ های دو جهته

۹- حلقه های حمل و نقل

۱۰- پایه کششی

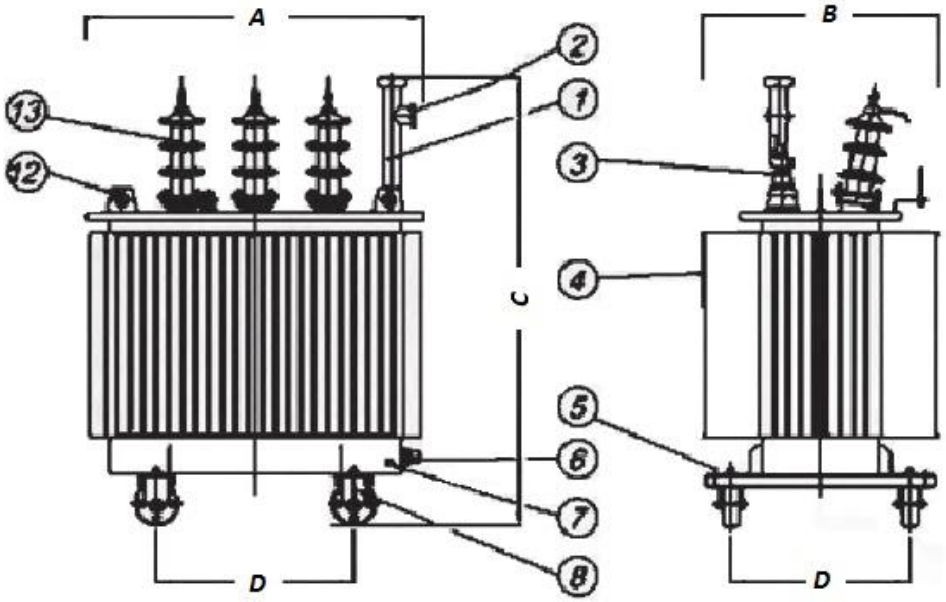
۱۱- شیر تخلیه روغن

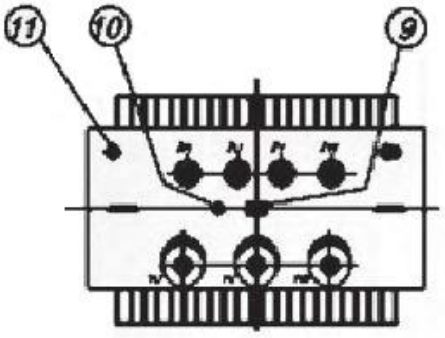
۱۲- صفحه ترمینال

۱۳- پیچ اتصال زمین

tayanirp.company

شکل (۵) – ترانسفورماتورهای هرمتیک ۲۵ و ۵۰ کیلو ولت آمپر





۱- لوله تزریق روغن

۲- روغن نمای چشمی

۳- مقره فشار ضعیف

٤- تابلو مشخصات

٥- قلاب کشش

٦- شیر تخلیه روغن و نمونه گیری

۷- پیچ زمین

۸- چرخ های دو جهته

۹- تابلو مشخصات خروجی ها

۱۰- کلید تنظیم ولتاژ

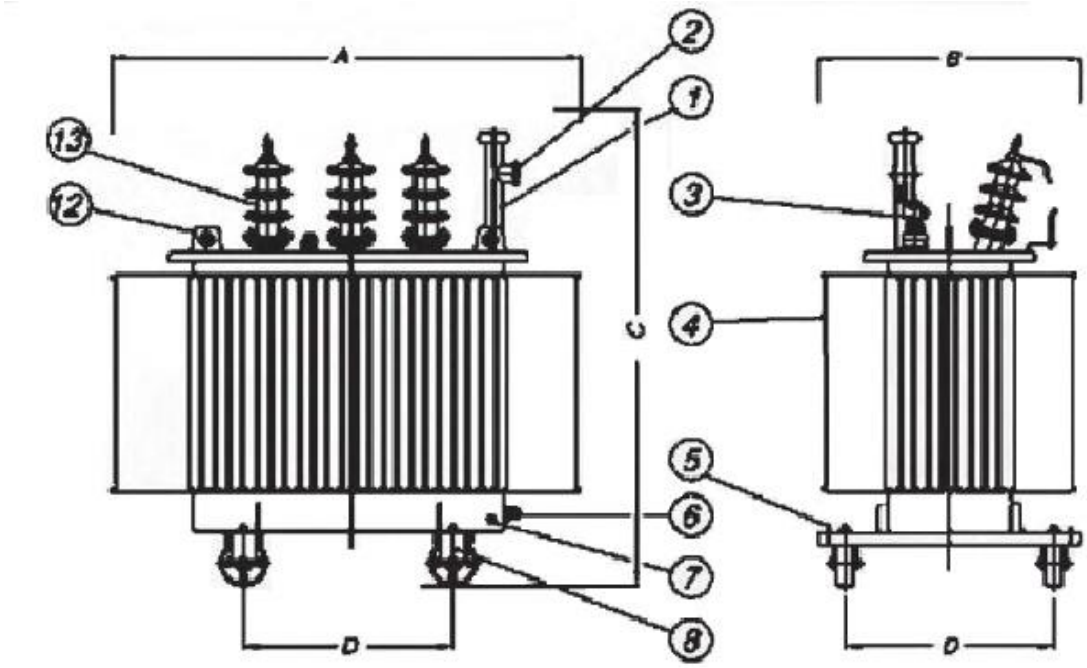
۱۱- ترمومتر

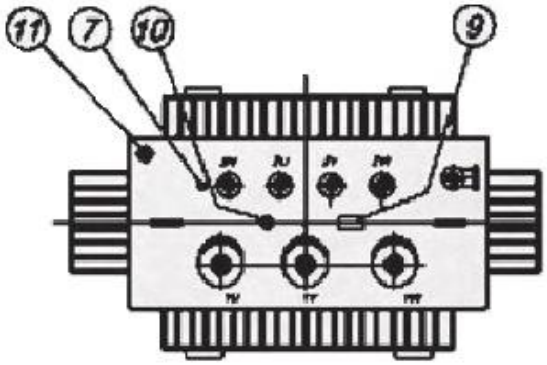
۱۲- قلاب حمل ترانسفورماتور

۱۳- مقره فشار قوی

tayaniji.company

شکل (٦) – ترانسفورماتورهای هرمتیک ۱۰۰ کیلو ولت آمپر





۱- لوله تزریق روغن

۲- روغن نمای چشمی

۳- مقره فشار ضعیف

٤- تابلو مشخصات

٥- قلاب کشش

٦- شیر تخلیه روغن و نمونه گیری

۷- پیچ زمین

۸- چرخ های دو جهته

۹- تابلو مشخصات خروجی ها

۱۰- کلید تنظیم ولتاژ

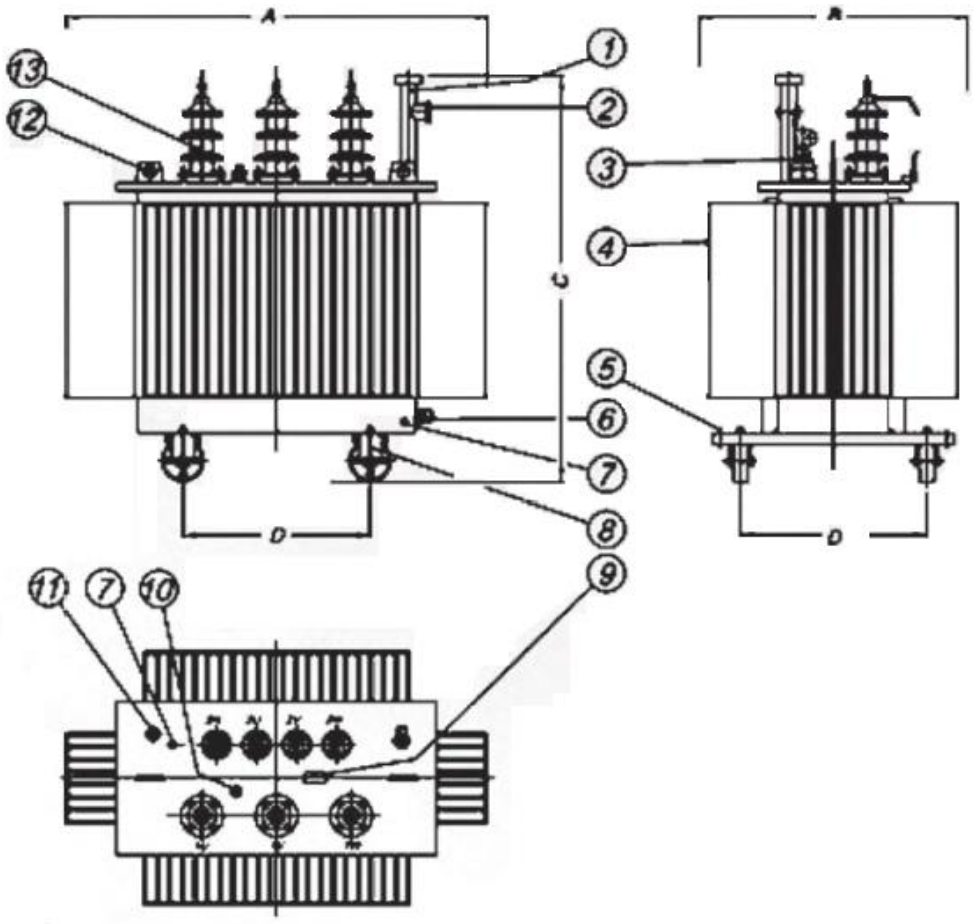
۱۱- ترمومتر

۱۲- قلاب حمل ترانسفورماتور

۱۳- مقره فشار قوی

tayaniji.company

شکل (۷) – ترانسفورماتورهای هرمتیک ۲۰۰ تا ۱۰۰۰ کیلو ولت آمپر



۱- لوله تزریق روغن

۲- روغن نمای چشمی

۳- مقره فشار ضعیف

٤- تابلو مشخصات

٥- قلاب کشش

٦- شیر تخلیه روغن و نمونه گیری

۷- پیچ زمین

۸- چرخ های دو جهته

۹- تابلو مشخصات خروجی ها

۱۰- کلید تنظیم ولتاژ

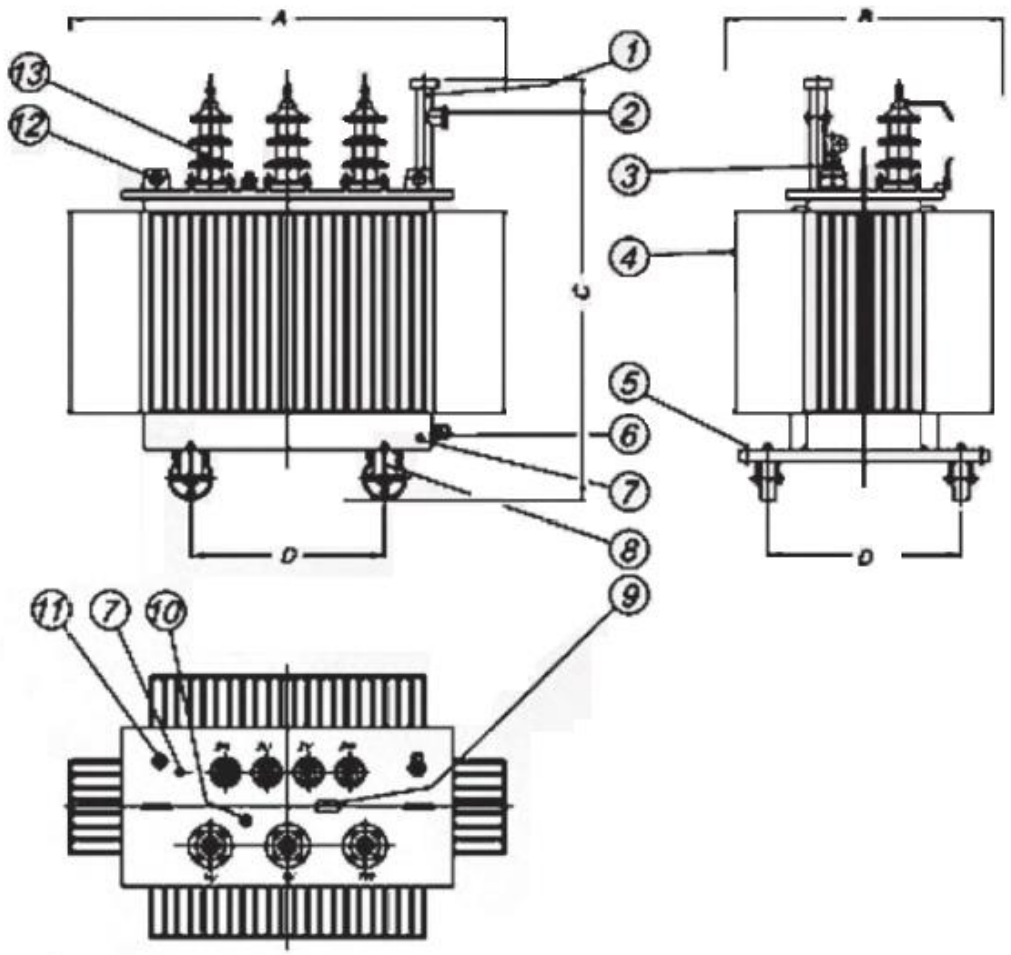
۱۱- ترمومتر

۱۲- قلاب حمل ترانسفورماتور

۱۳- مقره فشار قوی

tayanirp.company

شکل (۸) – ترانسفورماتورهای هرمتیک ۱۰۰۰ تا ۱۶۰۰ کیلو ولت آمپر



۱- لوله تزریق روغن

۲- روغن نمای چشمی

۳- مقره فشار ضعیف

٤- تابلو مشخصات

٥- قلاب کشش

٦- شیر تخلیه روغن و نمونه گیری

۷- پیچ زمین

۸- چرخ های دو جهته

۹- تابلو مشخصات خروجی ها

۱۰- کلید تنظیم ولتاژ

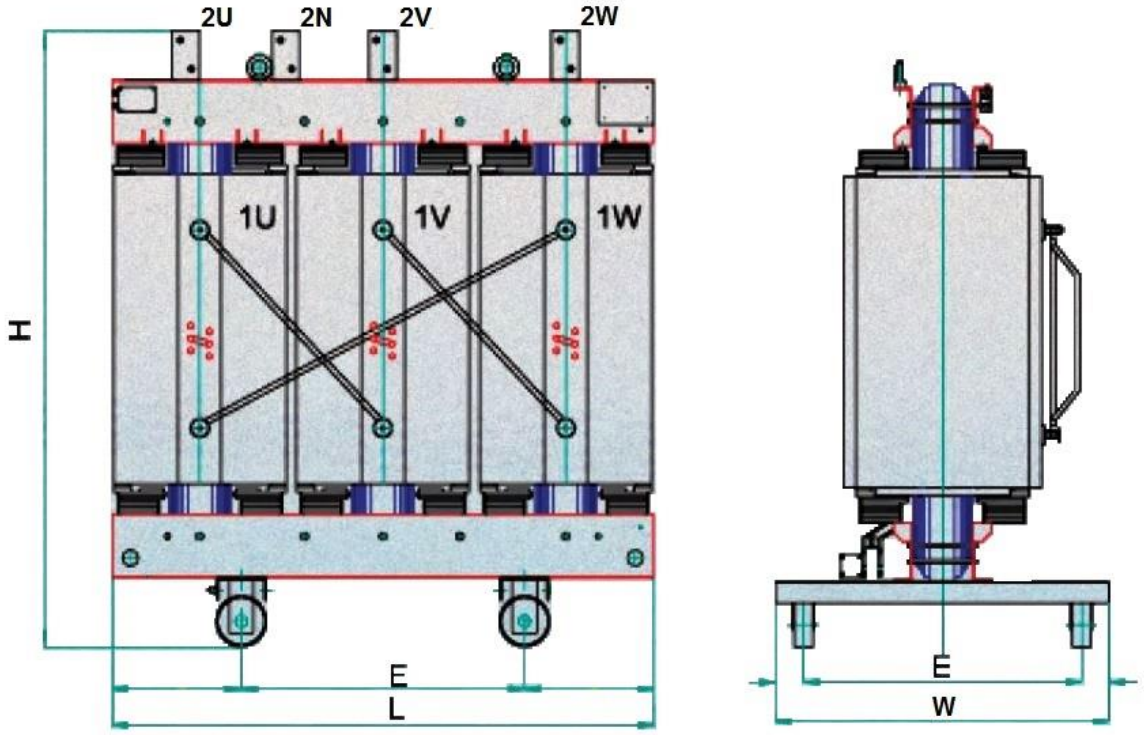
۱۱- ترمومتر

۱۲- قلاب حمل ترانسفورماتور

۱۳- مقره فشار قوی

tayaniji.company

شکل (۹) – ترانسفورماتورهای خشک



tayaniji.company

ضمیمه ۲

(جداول مشخصات ترانسفورماتورهای روغنی، هرمتیک و خشک)

tavanir.company

جدول (۱) – جدول مشخصات فنی ترانسفورماتورهای روغنی توزیع ۱۱ کیلو ولتی

ردیف	ولتاژ اولیه نامی	توان	ولتاژ ثانویه نامی	تپ چنجر	فرکانس	تنظیم ولتاژ	امپدانس	گروه برداری	دمای کاری محیط	ارتفاع از سطح دریا	نوع خنک کنندگی	جریان اولیه	جریان ثانویه	تلفات بی باری	جریان بی باری	تلفات بارداری (۷۵ درجه)	وزن کل	وزن روغن
	KV	KVA	V	%	Hz	%	%		℃	m		A	A	W	%	W	Kg	Kg
۱		۲۵	۴۰۰/۲۳۰	± ۲ × ۲/۵	۵۰	۴	۴	Yzn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۱/۳۱	۳۶/۱	۱۵۰	۴/۳	۷۵۰	۳۵۵	۱۰۰
۲		۵۰	۴۰۰/۲۳۰	± ۲ × ۲/۵	۵۰	۴	۴	Yzn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۲/۶۲	۷۲/۲	۲۱۰	۲/۸	۱۲۵۰	۴۵۶	۱۲۳
۳		۱۰۰	۴۰۰/۲۳۰	± ۲ × ۲/۵	۵۰	۴	۴	Yzn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۵/۲۵	۱۴۴/۳	۳۴۰	۲/۶	۲۱۵۰	۶۰۴	۱۸۲
۴		۱۲۵	۴۰۰/۲۳۰	± ۲ × ۲/۵	۵۰	۴	۴	Yzn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۶/۵۶	۱۸۰/۴	۴۰۰	۲/۵	۲۵۰۰	۶۸۳	۱۸۵
۵		۲۰۰	۴۰۰/۲۳۰	± ۲ × ۲/۵	۵۰	۴	۴	Yzn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۱۰/۵۰	۲۸۹/۰	۵۷۰	۲/۴	۳۶۰۰	۸۹۶	۲۳۴
۶		۲۵۰	۴۰۰/۲۳۰	± ۲ × ۲/۵	۵۰	۶	۶	Dyn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۱۳/۱۰	۳۶۱/۰	۶۱۰	۲/۱	۴۴۵۰	۱۰۶۶	۳۱۷
۷		۳۱۵	۴۰۰/۲۳۰	± ۲ × ۲/۵	۵۰	۶	۶	Dyn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۱۶/۵۳	۴۵۵/۰	۷۲۰	۲/۰	۵۴۰۰	۱۱۹۷	۳۰۸
۸	۱۱	۴۰۰	۴۰۰/۲۳۰	± ۲ × ۲/۵	۵۰	۶	۶	Dyn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۲۱/۰۰	۵۷۷/۰	۸۵۰	۱/۸	۶۴۵۰	۱۴۳۴	۴۰۲
۹		۵۰۰	۴۰۰/۲۳۰	± ۲ × ۲/۵	۵۰	۶	۶	Dyn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۲۶/۲۰	۷۲۲/۷	۱۰۰۰	۱/۷	۷۸۰۰	۱۷۴۰	۵۲۱
۱۰		۶۳۰	۴۰۰/۲۳۰	± ۲ × ۲/۵	۵۰	۶	۶	Dyn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۳۳/۰۷	۹۰۹/۰	۱۲۰۰	۱/۶	۹۳۰۰	۲۰۲۳	۵۸۹
۱۱		۸۰۰	۴۰۰/۲۳۰	± ۲ × ۲/۵	۵۰	۶	۶	Dyn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۴۲/۰۰	۱۱۵۵/۰	۱۴۵۰	۱/۵	۱۱۰۰۰	۲۴۱۸	۶۶۶
۱۲		۱۰۰۰	۴۰۰/۲۳۰	± ۲ × ۲/۵	۵۰	۶	۶	Dyn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۵۲/۵۰	۱۴۴۳/۰	۱۷۵۰	۱/۴	۱۳۵۰۰	۳۰۶۲	۸۱۰
۱۳		۱۲۵۰	۴۰۰/۲۳۰	± ۲ × ۲/۵	۵۰	۶	۶	Dyn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۶۵/۶۰	۱۸۰۴/۰	۲۱۰۰	۱/۴	۱۶۴۰۰	۳۸۴۶	۱۱۳۵
۱۴		۱۶۰۰	۴۰۰/۲۳۰	± ۲ × ۲/۵	۵۰	۶	۶	Dyn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۸۴/۰۰	۲۳۰۹/۰	۲۵۵۰	۱/۳	۱۹۸۰۰	۴۵۷۲	۱۱۸۷
۱۵		۲۰۰۰	۴۰۰/۲۳۰	± ۲ × ۲/۵	۵۰	۶	۶	Dyn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۱۰۵/۰۰	۲۸۸۷/۰	۳۲۰۰	۱/۵	۲۳۰۰۰	۵۶۲۲	۱۵۰۴

tayanif.company

جدول (۲) – جدول مشخصات فنی ترانسفورماتورهای روغنی توزیع ۲۰ کیلو ولتی

ردیف	ولتاژ اولیه نامی	توان	ولتاژ ثانویه نامی	تپ چنجر	فرکانس	تنظیم ولتاژ	امپدانس	گروه برداری	دمای کاری محیط	ارتفاع از سطح دریا	نوع خنک کنندگی	جریان اولیه	جریان ثانویه	تلفات بی باری	جریان بی باری	تلفات بارداری (۷۵ درجه)	وزن کل	وزن روغن
	KV	KVA	V	%	Hz	%	%		℃	m		A	A	W	%	W	Kg	Kg
۱		۲۵	۴۰۰/۲۳۰	۴	۵۰	۴	۴	Yzn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۰/۷۲	۳۶/۱	۱۵۰	۴/۳	۷۵۰	۳۵۸	۱۰۰
۲		۵۰	۴۰۰/۲۳۰	۴	۵۰	۴	۴	Yzn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۱/۴۴	۷۲/۲	۲۱۰	۲/۸	۱۲۵۰	۴۶۰	۱۲۳
۳		۱۰۰	۴۰۰/۲۳۰	۴	۵۰	۴	۴	Yzn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۲/۸۹	۱۴۴/۳	۳۴۰	۲/۶	۲۱۵۰	۶۱۴	۱۸۲
۴		۱۲۵	۴۰۰/۲۳۰	۴	۵۰	۴	۴	Yzn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۳/۶۱	۱۸۰/۴	۴۰۰	۲/۵	۲۵۰۰	۶۸۸	۱۸۵
۵		۲۰۰	۴۰۰/۲۳۰	۴	۵۰	۴	۴	Yzn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۵/۷۷	۲۸۹/۰	۵۷۰	۲/۴	۳۶۰۰	۹۰۶	۲۳۴
۶		۲۵۰	۴۰۰/۲۳۰	۵	۵۰	۶	۶	Dyn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۷/۲۲	۳۶۱/۰	۶۱۰	۲/۱	۴۴۵۰	۱۰۷۳	۳۱۷
۷		۳۱۵	۴۰۰/۲۳۰	۵	۵۰	۶	۶	Dyn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۹/۰۹	۴۵۵/۰	۷۲۰	۲/۰	۵۴۰۰	۱۲۰۳	۳۰۸
۸	۲۰	۴۰۰	۴۰۰/۲۳۰	۵	۵۰	۶	۶	Dyn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۱۱/۵۵	۵۷۷/۰	۸۵۰	۱/۸	۶۴۵۰	۱۴۴۵	۴۰۲
۹		۵۰۰	۴۰۰/۲۳۰	۵	۵۰	۶	۶	Dyn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۱۴/۴۳	۷۲۲/۷	۱۰۰۰	۱/۷	۷۸۰۰	۱۷۵۵	۵۲۲
۱۰		۶۳۰	۴۰۰/۲۳۰	۵	۵۰	۶	۶	Dyn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۱۸/۱۹	۹۰۹/۰	۱۲۰۰	۱/۶	۹۳۰۰	۲۰۳۷	۵۹۰
۱۱		۸۰۰	۴۰۰/۲۳۰	۵	۵۰	۶	۶	Dyn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۲۳/۱۰	۱۱۵۵/۰	۱۴۵۰	۱/۵	۱۱۰۰۰	۲۴۲۵	۶۶۶
۱۲		۱۰۰۰	۴۰۰/۲۳۰	۵	۵۰	۶	۶	Dyn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۲۸/۸۷	۱۴۴۳/۰	۱۷۵۰	۱/۴	۱۳۵۰۰	۳۰۶۳	۸۱۰
۱۳		۱۲۵۰	۴۰۰/۲۳۰	۵	۵۰	۶	۶	Dyn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۳۶/۱۰	۱۸۰۴/۰	۲۱۰۰	۱/۴	۱۶۴۰۰	۳۸۳۳	۱۱۳۷
۱۴		۱۶۰۰	۴۰۰/۲۳۰	۵	۵۰	۶	۶	Dyn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۴۶/۲۰	۲۳۰۹/۰	۲۵۵۰	۱/۳	۱۹۸۰۰	۴۵۸۷	۱۱۸۵
۱۵		۲۰۰۰	۴۰۰/۲۳۰	۵	۵۰	۶	۶	Dyn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۵۷/۷۰	۲۸۸۷/۰	۳۲۰۰	۱/۵	۲۳۰۰۰	۵۶۴۰	۱۵۰۲

tayanif.company

جدول (۳) – جدول مشخصات فنی ترانسفورماتورهای روغنی توزیع ۳۳ کیلو ولتی

ردیف	ولتاژ اولیه نامی	توان	ولتاژ ثانویه نامی	تپ چنجر	فرکانس	تنظیم ولتاژ	امپدانس	گروه برداری	دمای کاری محیط	ارتفاع از سطح دریا	نوع خنک کنندگی	جریان اولیه	جریان ثانویه	تلفات بی باری	جریان بی باری	تلفات بارداری (۷۵ درجه)	وزن کل	وزن روغن
	KV	KVA	V	%	Hz	%	%		℃	m		A	A	W	%	W	Kg	Kg
۱		۲۵	۴۰۰/۲۳۰	± ۲ × ۲/۵	۵۰	۴	۴	Yzn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۰/۴۴	۳۶/۱	160	۴/۳	۶۵۰	۴۶۲	۱۵۷
۲		۵۰	۴۰۰/۲۳۰	± ۲ × ۲/۵	۵۰	۶	۶	Yzn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۰/۸۷	۷۲/۲	۲۵۰	۳/۸	۱۳۰۰	۵۹۵	۲۰۸
۳		۱۰۰	۴۰۰/۲۳۰	± ۲ × ۲/۵	۵۰	۶	۶	Yzn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۱/۷۵	۱۴۴/۳	۳۸۰	۳/۲	۲۳۰۰	۶۹۰	۲۱۱
۴		۱۲۵	۴۰۰/۲۳۰	± ۲ × ۲/۵	۵۰	۶	۶	Yzn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۲/۱۹	۱۸۰/۴	۴۲۰	۲/۸	۲۷۰۰	۸۱۴	۲۴۲
۵		۲۰۰	۴۰۰/۲۳۰	± ۲ × ۲/۵	۵۰	۶	۶	Yzn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۳/۵۰	۲۸۹/۰	۵۵۰	۲/۴	۳۸۰۰	۱۰۱۹	۲۹۹
۶		۲۵۰	۴۰۰/۲۳۰	± ۲ × ۲/۵	۵۰	۶	۶	Dyn1	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۴/۳۷	۳۶۱/۰	۶۵۰	۲/۳	۴۴۵۰	۱۱۳۰	۳۳۳
۷		۳۱۵	۴۰۰/۲۳۰	± ۲ × ۲/۵	۵۰	۶	۶	Dyn1	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۵/۵۱	۴۵۵/۰	۷۶۰	۲/۲	۵۴۰۰	۱۲۹۰	۲۵۲
۸	۳۳	۴۰۰	۴۰۰/۲۳۰	± ۲ × ۲/۵	۵۰	۶	۶	Dyn1	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۷/۰۰	۵۷۷/۰	۹۰۰	۲/۰	۶۴۵۰	۱۵۵۸	۴۳۴
۹		۵۰۰	۴۰۰/۲۳۰	± ۲ × ۲/۵	۵۰	۶	۶	Dyn1	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۸/۷۵	۷۲۲/۷	۱۰۵۰	۱/۸	۷۸۰۰	۱۸۰۸	۵۲۵
۱۰		۶۳۰	۴۰۰/۲۳۰	± ۲ × ۲/۵	۵۰	۶	۶	Dyn1	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۱۱/۰۰	۹۰۹/۰	۱۲۶۰	۱/۷	۹۳۰۰	۲۰۵۵	۵۰۷
۱۱		۸۰۰	۴۰۰/۲۳۰	± ۲ × ۲/۵	۵۰	۶	۶	Dyn1	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۱۴/۰۰	۱۱۵۵/۰	۱۵۲۰	۱/۶	۱۱۰۰۰	۲۵۷۶	۶۷۱
۱۲		۱۰۰۰	۴۰۰/۲۳۰	± ۲ × ۲/۵	۵۰	۶	۶	Dyn1	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۱۷/۵۰	۱۴۴۳/۰	۱۸۰۰	۱/۵	۱۳۵۰۰	۳۰۴۴	۷۶۵
۱۳		۱۲۵۰	۴۰۰/۲۳۰	± ۲ × ۲/۵	۵۰	۶	۶	Dyn1	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۲۱/۸۷	۱۸۰۴/۰	۲۱۵۰	۱/۵	۱۶۴۰۰	۳۵۷۱	۸۸۷
۱۴		۱۶۰۰	۴۰۰/۲۳۰	± ۲ × ۲/۵	۵۰	۶	۶	Dyn1	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۲۸/۰۰	۲۳۰۹/۰	۲۶۰۰	۱/۴	۱۹۸۰۰	۴۰۷۶	۹۰۰
۱۵		۲۰۰۰	۴۰۰/۲۳۰	± ۲ × ۲/۵	۵۰	۶	۶	Dyn1	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۳۵/۰۰	۲۸۸۷/۰	۳۲۰۰	۱/۵	۲۳۰۰۰	۵۳۸۸	۱۲۶۷

tayanif.company

جدول (٤) – جدول مشخصات فنی ترانسفورماتورهای هرمتیک توزیع ۲۰ کیلو ولتی

ردیف	ولتاژ اولیه نامی	توان	ولتاژ ثانویه نامی	تپ چنجر	فرکانس	تنظیم ولتاژ	امپدانس	گروه برداری	دمای کاری محیط	ارتفاع از سطح دریا	نوع خنک کنندگی	جریان اولیه	جریان ثانویه	تلفات بی باری		جریان بی باری		تلفات بارداری (۷۵ درجه)		وزن کل
														A	B	A	B	A	B	
	KV	KVA	V	%	Hz	%	%		℃	m		A	A	W		%		W		Kg
۱	۲۰	۲۵	۴۰۰/۲۳۰	۴	۵۰	۴	۴	Yzn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۰/۷۲	۳۶/۱	۱۵۰	-	۴/۳	-	۷۵۰	-	۳۴۵
۲		۵۰	۴۰۰/۲۳۰	۴	۵۰	۴	۴	Yzn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۱/۴۴	۷۲/۲	۲۱۰	۱۲۵	۲/۸	۲	۱۲۵۰	۸۷۵	۴۳۰
۳		۱۰۰	۴۰۰/۲۳۰	۴	۵۰	۴	۴	Yzn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۲/۸۹	۱۴۴/۳	۳۴۰	۲۱۰	۲/۶	۱/۸	۲۱۵۰	۱۴۷۵	۵۸۰
۴		۱۲۵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۵		۲۰۰	۴۰۰/۲۳۰	۴	۵۰	۴	۴	Yzn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۵/۷۷	۲۸۹/۰	۵۷۰	۳۶۰	۲/۴	۱/۶	۳۶۰۰	۲۳۵۰	۸۳۰
۶		۲۵۰	۴۰۰/۲۳۰	۵	۵۰	۶	۶	Dyn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۷/۲۲	۳۶۱/۰	۶۱۰	۴۲۵	۲/۱	۱/۵	۴۴۵۰	۲۷۵۰	۹۹۵
۷		۳۱۵	۴۰۰/۲۳۰	۵	۵۰	۶	۶	Dyn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۹/۰۹	۴۵۵/۰	۷۲۰	۵۱۰	۲/۰	۱/۴	۵۴۰۰	۳۲۵۰	۱۲۱۰
۸		۴۰۰	۴۰۰/۲۳۰	۵	۵۰	۶	۶	Dyn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۱۱/۵۵	۵۷۷/۰	۸۵۰	۶۱۰	۱/۸	۱/۳	۶۴۵۰	۳۸۵۰	۱۴۹۵
۹		۵۰۰	۴۰۰/۲۳۰	۵	۵۰	۶	۶	Dyn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۱۴/۴۳	۷۲۲/۷	۱۰۰۰	۷۲۰	۱/۷	۱/۲	۷۸۰۰	۴۹۵۰	۱۶۷۵
۱۰		۶۳۰	۴۰۰/۲۳۰	۵	۵۰	۶	۶	Dyn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۱۸/۱۹	۹۰۹/۰	۱۲۰۰	۸۰۰	۱/۶	۱/۱	۹۳۰۰	۵۶۰۰	۲۰۳۰
۱۱		۸۰۰	۴۰۰/۲۳۰	۵	۵۰	۶	۶	Dyn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۲۳/۱۰	۱۱۵۵/۰	۱۴۵۰	۹۵۰	۱/۵	۱/۰	۱۱۰۰۰	۷۴۰۰	۲۴۳۰
۱۲		۱۰۰۰	۴۰۰/۲۳۰	۵	۵۰	۶	۶	Dyn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۲۸/۸۷	۱۴۴۳/۰	۱۷۵۰	۱۱۰۰	۱/۴	۱/۰	۱۳۵۰۰	۹۵۰۰	۲۹۳۵
۱۳		۱۲۵۰	۴۰۰/۲۳۰	۵	۵۰	۶	۶	Dyn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۳۶/۱۰	۱۸۰۴/۰	۲۱۰۰	۱۳۰۰	۱/۴	۱/۱	۱۶۴۰۰	۱۱۴۰۰	۳۷۲۰
۱۴		۱۶۰۰	۴۰۰/۲۳۰	۵	۵۰	۶	۶	Dyn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۴۶/۲۰	۲۳۰۹/۰	۲۵۵۰	۱۷۰۰	۱/۳	۱/۲	۱۹۸۰۰	۱۴۰۰۰	۴۵۷۰
۱۵		۲۰۰۰	۴۰۰/۲۳۰	۵	۵۰	۶	۶	Dyn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۵۷/۷۰	۲۸۸۷/۰	۳۲۰۰	۲۰۵۰	۱/۵	۱/۳	۲۳۰۰۰	۱۷۵۰۰	۴۸۹۵

tayanir.company

جدول (۵) – جدول مشخصات فنی ترانسفورماتورهای هرمتیک توزیع ۳۳ کیلو ولتی

ردیف	ولتاژ اولیه نامی	توان	ولتاژ ثانویه نامی	تپ چنجر	فرکانس	تنظیم ولتاژ	امپدانس	گروه برداری	دمای کاری محیط	ارتفاع از سطح دریا	نوع خنک کنندگی	جریان اولیه	جریان ثانویه	تلفات بی باری		جریان بی باری		تلفات بارداری (۷۵ درجه)		وزن کل
														A	B	A	B	A	B	
	KV	KVA	V	%	Hz	%	%		℃	m		A	A	W		%		W		Kg
۱		۲۵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۲		۵۰	۴۰۰/۲۳۰	+ ۲ × ۲/۵	۵۰	۶	۶	Yzn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۰/۸۷	۷۲/۲	۲۵۰	-	۳/۸	-	۱۳۰۰	-	۵۷۰
۳		۱۰۰	۴۰۰/۲۳۰	+ ۲ × ۲/۵	۵۰	۶	۶	Yzn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۱/۷۵	۱۴۴/۳	۳۸۰	-	۳/۲	-	۲۳۰۰	-	۶۹۰
۴		۱۲۵	۴۰۰/۲۳۰	+ ۲ × ۲/۵	۵۰	۶	۶	Yzn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۲/۱۹	۱۸۰/۴	۴۲۰	-	۲/۸	-	۲۷۰۰	-	۸۰۰
۵		۲۰۰	۴۰۰/۲۳۰	+ ۲ × ۲/۵	۵۰	۶	۶	Yzn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۳/۵۰	۲۸۹/۰	۵۵۰	-	۲/۴	-	۳۸۰۰	-	۱۰۲۰
۶		۲۵۰	۴۰۰/۲۳۰	+ ۲ × ۲/۵	۵۰	۶	۶	Dyn1	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۴/۳۷	۳۶۱/۰	۶۵۰	-	۲/۳	-	۴۴۵۰	-	۱۱۳۰
۷		۳۱۵	۴۰۰/۲۳۰	+ ۲ × ۲/۵	۵۰	۶	۶	Dyn1	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۵/۵۱	۴۵۵/۰	۷۶۰	-	۲/۲	-	۵۴۰۰	-	۱۲۹۰
۸	۳۳	۴۰۰	۴۰۰/۲۳۰	+ ۲ × ۲/۵	۵۰	۶	۶	Dyn1	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۷/۰۰	۵۷۷/۰	۹۰۰	-	۲/۰	-	۶۴۵۰	-	۱۶۲۵
۹		۵۰۰	۴۰۰/۲۳۰	+ ۲ × ۲/۵	۵۰	۶	۶	Dyn1	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۸/۷۵	۷۲۲/۷	۱۰۵۰	-	۱/۸	-	۷۸۰۰	-	۱۸۷۵
۱۰		۶۳۰	۴۰۰/۲۳۰	+ ۲ × ۲/۵	۵۰	۶	۶	Dyn1	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۱۱/۰۰	۹۰۹/۰	۱۲۶۰	-	۱/۷	-	۹۳۰۰	-	۲۲۴۰
۱۱		۸۰۰	۴۰۰/۲۳۰	+ ۲ × ۲/۵	۵۰	۶	۶	Dyn1	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۱۴/۰۰	۱۱۵۵/۰	۱۵۲۰	-	۱/۶	-	۱۱۰۰۰	-	۲۵۱۰
۱۲		۱۰۰۰	۴۰۰/۲۳۰	+ ۲ × ۲/۵	۵۰	۶	۶	Dyn1	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۱۷/۵۰	۱۴۴۳/۰	۱۸۰۰	-	۱/۵	-	۱۳۵۰۰	-	۲۹۶۰
۱۳		۱۲۵۰	۴۰۰/۲۳۰	+ ۲ × ۲/۵	۵۰	۶	۶	Dyn1	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۲۱/۸۷	۱۸۰۴/۰	۲۱۵۰	-	۱/۵	-	۱۶۴۰۰	-	۳۴۶۵
۱۴		۱۶۰۰	۴۰۰/۲۳۰	+ ۲ × ۲/۵	۵۰	۶	۶	Dyn1	۴۰	۱۰۰۰	ONAN	۲۸/۰۰	۲۳۰۹/۰	۲۶۰۰	-	۱/۴	-	۱۹۸۰۰	-	۴۳۱۵
۱۵		۲۰۰۰	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

tayanif.company

جدول (٦) – جدول مشخصات فنی ترانسفورماتورهای خشک توزیع ۲۰ کیلو ولتی

ردیف	ولتاژ اولیه نامی	توان	ولتاژ ثانویه نامی	تپ چنجر	فرکانس	تنظیم ولتاژ	امپدانس	گروه برداری	دمای کاری محیط	ارتفاع از سطح دریا	نوع خنک کنندگی	جریان اولیه	جریان ثانویه	تلفات بی باری		جریان بی باری		تلفات بارداری (۱۲۰ درجه)		وزن کل
														A	B	A	B	A	B	
	KV	KVA	V	%	Hz	%	%		℃	m		A	A	KW		%		KW		Kg
۱	۲۰	۱۶۰	۴۰۰/۲۳۰	-	۵۰	۶	۶	Dyn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN*	۴/۶۲	۲۳۱/۰	۰/۷۵	-	۱/۹	-	۲/۹۰	-	۸۰۰
۲		۲۰۰	۴۰۰/۲۳۰	-	۵۰	۶	۶	Dyn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN*	۵/۷۷	۲۸۹/۰	۰/۷۵	-	۱/۷	-	۳/۶۰	-	۹۰۰
۳		۲۵۰	۴۰۰/۲۳۰	-	۵۰	۶	۶	Dyn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN*	۷/۲۲	۳۶۱/۰	۰/۹۵	-	۱/۵	-	۴/۱۰	-	۱۰۲۰
۴		۳۱۵	۴۰۰/۲۳۰	-	۵۰	۶	۶	Dyn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN*	۹/۰۹	۴۵۵/۰	۱/۱۰	-	۱/۴	-	۴/۶۰	-	۱۱۸۰
۵		۴۰۰	۴۰۰/۲۳۰	-	۵۰	۶	۶	Dyn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN*	۱۱/۵۵	۵۷۷/۰	۱/۲۰	-	۱/۳	-	۵/۹۵	-	۱۳۶۰
۶		۵۰۰	۴۰۰/۲۳۰	-	۵۰	۶	۶	Dyn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN*	۱۴/۴۳	۷۲۲/۷	۱/۴۵	-	۱/۲	-	۷/۰۰	-	۱۵۵۰
۷		۶۳۰	۴۰۰/۲۳۰	-	۵۰	۶	۶	Dyn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN*	۱۸/۱۹	۹۰۹/۰	۱/۸۰	-	۱/۲	-	۸/۶۵	-	۱۸۶۰
۸		۸۰۰	۴۰۰/۲۳۰	-	۵۰	۶	۶	Dyn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN*	۲۳/۱۰	۱۱۵۵/۰	۲/۰۵	-	۱/۱	-	۱۰/۱۵	-	۲۱۵۰
۹		۱۰۰۰	۴۰۰/۲۳۰	-	۵۰	۶	۶	Dyn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN*	۲۸/۸۷	۱۴۴۳/۰	۲/۴۰	-	۱/۰	-	۱۱/۶۰	-	۲۶۳۰
۱۰		۱۲۵۰	۴۰۰/۲۳۰	-	۵۰	۶	۶	Dyn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN*	۳۶/۱۰	۱۸۰۴/۰	۲/۴۵	-	۱/۰	-	۱۳/۵۰	-	۳۰۵۰
۱۱		۱۶۰۰	۴۰۰/۲۳۰	-	۵۰	۶	۶	Dyn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN*	۴۶/۲۰	۲۳۰۹/۰	۳/۳۰	-	۰/۹	-	۱۶/۷۰	-	۳۹۵۰
۱۲		۲۰۰۰	۴۰۰/۲۳۰	-	۵۰	۶	۶	Dyn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN*	۵۷/۷۰	۲۸۸۷/۰	۴/۱۰	-	۰/۹	-	۱۹/۴۰	-	۴۵۵۰
۱۳		۲۵۰۰	۴۰۰/۲۳۰	-	۵۰	۶	۶	Dyn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN*	۷۲/۲۰	۳۶۱۰/۰	۵/۰۵	-	۰/۸	-	۲۳/۰۰	-	۵۵۰۰
۱۴		۳۱۵۰	۴۰۰/۲۳۰	-	۵۰	۶	۶	Dyn5	۴۰	۱۰۰۰	ONAN*	۹۱/۰۰	۴۵۵۰/۰	۵/۸۰	-	۰/۸	-	۲۶/۶۰	-	۶۶۰۰

tayanif.company

جدول (۷) – جدول تلفات و صدای تولید شده ترانسفورماتورهای روغنی کم تلفات

توان نامی	تلفات بی باری ترانسفورماتور (P_o)						تلفات بارداری ترانسفورماتور (P_k)		
	گروه C'		گروه B'		گروه A'		گروه C	گروه B	گروه A
	صدا	تلفات	صدا	تلفات	صدا	تلفات			
KVA	dB	W	dB	W	dB	W	W	W	W
۲۵	۲۳	۶۳	۲۵	۷۳	۲۷	۹۵	۴۳۸	۶۷۵	۵۵۰
۵۰	۴۷	۱۲۵	۵۰	۱۴۵	۵۵	۱۹۰	۸۷۵	۱۳۵۰	۱۱۰۰
۷۵	–	۱۶۸	–	۲۰۳	–	۲۵۵	۱۱۷۵	۱۷۵۰	۱۴۲۵
۱۰۰	۴۹	۲۱۰	۵۴	۲۶۰	۵۹	۳۲۰	۱۴۷۵	۲۱۵۰	۱۷۵۰
۱۲۵	–	۲۴۷	–	۳۱۰	–	۳۸۰	۱۶۹۵	۲۵۶۵	۲۰۰۰
۱۶۰	–	۳۰۰	–	۳۷۵	–	۴۶۵۰	۲۰۰۰	۳۱۰۰	۲۳۵۰
۲۰۰	۵۳	۳۵۵	۵۸	۴۴۵	۶۳	۵۵۰	۲۳۵۰	۳۶۰۰	۲۷۶۰
۲۵۰	۵۵	۴۲۵	۶۰	۵۳۰	۶۵	۶۵۰	۲۷۵۰	۴۲۰۰	۳۲۵۰
۳۱۵	۵۶/۵	۵۰۰	۶۱/۵	۶۲۵	۶۶/۵	۷۸۰	۳۲۵۰	۵۰۰۰	۳۸۵۰
۴۰۰	۵۸	۶۱۰	۶۳	۷۵۰	۶۸	۹۳۰	۳۸۵۰	۶۰۰۰	۴۶۰۰
۵۰۰	۵۹	۷۲۰	۶۴	۸۷۵	۶۹	۱۱۰۰	۴۵۵۰	۷۱۰۰	۵۴۵۰
۶۳۰	۶۰	۸۰۰	۶۵	۹۴۰	۷۰	۱۲۰۰	۵۶۰۰	۸۷۰۰	۶۷۵۰
۸۰۰	۶۱/۴	۹۴۰	۶۶/۴	۱۱۵۰	۷۱/۴	۱۴۵۰	۷۴۰۰	۱۰۷۰۰	۸۵۰۰
۱۰۰۰	۶۳	۱۱۰۰	۶۸	۱۴۰۰	۷۳	۱۷۰۰	۹۵۰۰	۱۳۰۰۰	۱۰۵۰۰
۱۲۵۰	۶۴/۲۵	۱۳۰۰	۶۹/۲۵	۱۷۳۰	۷۴/۲۵	۲۱۰۰	۱۱۴۰۰	۱۶۰۰۰	۱۳۲۰۰
۱۶۰۰	۶۶	۱۷۰۰	۷۱	۲۲۰۰	۷۶	۲۶۰۰	۱۴۰۰۰	۲۰۰۰۰	۱۷۰۰۰
۲۰۰۰	۶۷/۴	۲۰۵۵	۷۲/۴	۲۶۴۵	۷۷/۴	۳۱۳۵	۱۷۵۵۰	۲۵۳۰۰	۲۱۲۰۰
۲۵۰۰	۷۱	۲۵۰۰	۷۶	۳۲۰۰	۸۱	۳۸۰۰	۲۲۰۰۰	۳۲۰۰۰	۲۶۵۰۰

tavanir.company

جدول (۸) – جدول گروه بندی ترانسفورماتورهای توزیع بر اساس میزان تلفات

تلفات بی باری / تلفات بارداری	زیاد (A’)	متوسط (B’)	کم (C’)
زیاد (B)	BA’	BB’	BC’
متوسط (A)	AA’	AB’	AC’
کم (C)	CA’	CB’	CC’

tavanir.company

جدول (۹) – جدول ابعاد ترانسفورماتورهای روغنی ۲۰ کیلو ولت

ردیف	توان نامی (KVA)	شماره نقشه	ابعاد (mm)								
			L	W	H	a1	a2	ER	T	h1	B	C
۱	۲۵	۱	۸۴۵	۶۹۰	۱۲۲۰	–	–	۵۲۰	۶۹۰	–	–	–
۲	۵۰	۱	۸۶۵	۶۹۰	۱۲۶۵	–	–	۵۲۰	۶۹۰	–	–	–
۳	۱۰۰	۲	۹۵۰	۶۹۰	۱۵۲۰	–	–	۵۲۰	۶۹۰	–	–	–
۴	۱۲۵	۲	–	–		–	–	–	–	–	–	–
۵	۲۰۰	۳	۹۹۰	۷۲۰	۱۶۴۰	–	–	۵۲۰	۶۹۰	–	–	–
۶	۲۵۰	۳	۱۳۹۵	۸۱۰	۱۵۸۰	–	–	۵۲۰	۶۹۰	–	–	–
۷	۳۱۵	۳	۱۴۸۰	۹۷۰	۱۶۲۰	۱۴۸۰	۱۰۸۰	۶۷۰	۸۴۰	۱۷۶	۵۰	۱۵۰
۸	۴۰۰	۴	۱۷۱۵	۹۸۰	۱۷۵۰	۱۶۲۰	۱۱۴۵	۶۷۰	۸۴۰	۱۷۶	۵۰	۱۵۰
۹	۵۰۰	۴	۱۷۱۰	۱۰۴۰	۱۸۴۰	۱۲۴۰	۱۷۱۰	۶۷۰	۸۴۰	۱۷۶	۵۰	۱۵۰
۱۰	۶۳۰	۴	۱۶۳۵	۱۰۸۵	۱۹۰۰	۱۷۷۰	۱۳۰۰	۶۷۰	۸۴۰	۱۷۶	۵۰	۱۵۰
۱۱	۸۰۰	۴	۱۸۲۰	۱۰۹۵	۲۱۰۰	۱۹۶۵	۱۴۱۰	۶۷۰	۸۴۰	۲۳۲	۶۸	۲۰۰
۱۲	۱۰۰۰	۴	۱۹۴۰	۱۱۵۵	۲۲۷۰	۲۱۱۰	۱۵۷۵	۸۲۰	۱۰۳۰	۲۳۲	۶۸	۲۰۰
۱۳	۱۲۵۰	۴	۲۱۰۰	۱۲۷۰	۲۳۸۰	۲۲۲۵	۱۶۸۰	۸۲۰	۱۰۳۰	۲۳۲	۶۸	۲۰۰
۱۴	۱۶۰۰	۴	۲۲۲۵	۱۳۵۰	۲۴۵۵	۲۳۱۰	۱۷۵۵	۸۲۰	۱۰۳۰	۲۳۲	۶۸	۲۰۰
۱۵	۲۰۰۰	۴	۲۱۹۵	۱۳۸۰	۲۴۳۵	۲۲۹۰	۱۷۴۰	۱۰۷۰	۱۲۸۵	۲۳۲	۶۸	۲۰۰

tavanir.company

جدول (۱۰) – جدول ابعاد ترانسفورماتورهای روغنی ۳۳ کیلو ولت

ردیف	توان نامی (KVA)	شماره نقشه	ابعاد (mm)								
			L	W	H	a1	a2	ER	T	h1	B	C
۱	۲۵	۱	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
۲	۵۰	۱	۱۱۵۰	۸۴۰	۱۶۰۰	–	–	۵۲۰	۶۹۰	–	–	–
۳	۱۰۰	۲	۱۱۵۰	۷۷۰	۱۶۸۰	–	–	۵۲۰	۶۹۰	–	–	–
۴	۱۲۵	۲	۱۰۸۰	۸۰۰	۱۵۵۰	–	–	۵۲۰	–	–	–	–
۵	۲۰۰	۳	۱۱۶۰	۷۳۰	۱۷۳۰	–	–	۵۲۰	۶۹۰	–	–	–
۶	۲۵۰	۳	۱۲۹۰	۸۲۰	۱۷۴۰	–	–	۵۲۰	۶۹۰	–	–	–
۷	۳۱۵	۳	۱۴۲۰	۹۹۵	۱۸۱۰	–	–	۶۷۰	۸۴۰	۱۷۶	۵۰	۱۵۰
۸	۴۰۰	۴	۱۳۸۵	۱۰۲۵	۱۹۲۵	۱۷۹۰	–	۶۷۰	۸۴۰	۱۷۶	۵۰	۱۵۰
۹	۵۰۰	۴	۱۴۶۰	۱۱۰۰	۱۹۵۰	۱۸۲۰	–	۶۷۰	۸۴۰	۱۷۶	۵۰	۱۵۰
۱۰	۶۳۰	۴	۱۵۶۵	۱۰۷۰	۱۹۹۰	۱۸۶۰	–	۶۷۰	۸۴۰	۱۷۶	۵۰	۱۵۰
۱۱	۸۰۰	۴	۲۰۳۰	۱۱۷۰	۲۱۴۵	۱۹۷۰	–	۶۷۰	۸۴۰	۲۳۲	۶۸	۲۰۰
۱۲	۱۰۰۰	۴	۲۱۱۰	۱۱۶۵	۲۳۲۵	۲۱۴۵	–	۸۲۰	۱۰۳۰	۲۳۲	۶۸	۲۰۰
۱۳	۱۲۵۰	۴	۲۱۳۰	۱۲۶۰	۲۴۶۰	۲۲۸۰	–	۸۲۰	۱۰۳۰	۲۳۲	۶۸	۲۰۰
۱۴	۱۶۰۰	۴	۱۹۶۰	۱۵۲۰	۲۴۹۰	۲۳۱۰	–	۸۲۰	۱۰۳۰	۲۳۲	۶۸	۲۰۰
۱۵	۲۰۰۰	۴	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

tazanif.company

جدول (۱۱) – جدول ابعاد ترانسفورماتورهای هرمتیک ۲۰ کیلو ولت

ردیف	توان نامی (KVA)	شماره نقشه	ابعاد (mm)			
			A	B	C	D
۱	۲۵	۵	۸۰۴	۷۲۸	۱۳۳۸	۵۲۰
۲	۵۰	۵	۸۳۴	۷۳۸	۱۳۶۸	۵۲۰
۳	۱۰۰	۶	۱۲۰۸	۶۹۰	۱۵۶۰	۵۲۰
۴	۱۲۵	۶	–	–	–	–
۵	۲۰۰	۷	۱۱۹۶	۷۶۴	۱۵۷۸	۵۲۰
۶	۲۵۰	۷	–	–	–	–
۷	۳۱۵	۷	۱۳۳۲	۸۴۰	۱۵۸۰	۶۷۰
۸	۴۰۰	۷	۱۵۶۲	۹۵۶	۱۶۲۲	۶۷۰
۹	۵۰۰	۷	۱۵۹۲	۹۷۲	۱۷۳۲	۶۷۰
۱۰	۶۳۰	۷	۱۶۹۲	۹۵۶	۱۸۰۲	۶۷۰
۱۱	۸۰۰	۷	۱۷۴۲	۱۰۶۲	۱۹۱۲	۶۷۰
۱۲	۱۰۰۰	۷	۱۷۹۲	۱۰۷۲	۲۲۶۶	۸۲۰
۱۳	۱۲۵۰	۸	۲۰۹۲	۱۱۷۲	۲۲۷۶	۸۲۰
۱۴	۱۶۰۰	۸	۲۳۹۲	۱۱۶۲	۲۳۱۶	۸۲۰
۱۵	۲۰۰۰	۸	–	–	–	–

tavanir.company

جدول (۱۲) – جدول ابعاد ترانسفورماتورهای خشک ۲۰ کیلو ولت

ردیف	توان نامی (KVA)	شماره نقشه	ابعاد (mm)			چرخ ها		
			L	W	H	E	قطر	عرض
۱	۱۶۰	۹	۱۲۵۰	۶۰۰	۱۱۳۷	۵۲۰	۱۲۵	۵۰
۲	۲۰۰	۹	۱۳۰۰	۶۰۰	۱۱۸۷	۵۲۰	۱۲۵	۵۰
۳	۲۵۰	۹	۱۳۰۰	۶۰۰	۱۲۳۲	۵۲۰	۱۲۵	۵۰
۴	۳۱۵	۹	۱۴۰۰	۷۵۰	۱۳۸۷	۶۷۰	۱۲۵	۵۰
۵	۴۰۰	۹	۱۴۰۰	۷۵۰	۱۴۰۲	۶۷۰	۱۲۵	۵۰
۶	۵۰۰	۹	۱۴۵۰	۷۵۰	۱۴۸۳	۶۷۰	۱۵۰	۶۰
۷	۶۳۰	۹	۱۵۰۰	۸۵۰	۱۵۷۰	۶۷۰	۱۵۰	۶۰
۸	۸۰۰	۹	۱۶۰۰	۸۵۰	۱۷۴۰	۶۷۰	۱۵۰	۶۰
۹	۱۰۰۰	۹	۱۶۵۰	۱۰۰۰	۱۸۲۸	۸۲۰	۲۰۰	۶۸
۱۰	۱۲۵۰	۹	۱۷۵۰	۱۰۰۰	۲۰۰۸	۸۲۰	۲۰۰	۶۸
۱۱	۱۶۰۰	۹	۱۸۵۰	۱۰۰۰	۲۱۷۰	۸۲۰	۲۰۰	۶۸
۱۲	۲۰۰۰	۹	۱۹۵۰	۱۳۱۰	۲۲۱۲	۱۰۷۰	۲۰۰	۶۸
۱۳	۲۵۰۰	۹	۲۰۵۰	۱۳۱۰	۲۳۶۷	۱۰۷۰	۲۰۰	۶۸
۱۴	۳۱۵۰	۹	۲۳۰۰	۱۳۱۰	۲۶۰۰	۱۰۷۰	۲۰۰	۶۸

tavanir.company

ضمیمه ۳

(راهنمای مربوط به سیستم خنک کنندگی ترانسفورماتورها)

tavanir.company

شکل (۱۰) – راهنمای سیستم خنک کنندگی ترانسفورماتورهای روغنی و هرمتیک

X X X X

نوع واسط حرارتی داخلی :
O : مایعات و روغنهای معدنی با دمای اشتعال پایینتر از ۳۰۰ درجه سانتیگراد
K : مایعات و روغنهای معدنی با دمای اشتعال پایینتر از ۳۰۰ درجه سانتیگراد
L : مایعات و روغنهای معدنی با دمای اشتعال بغیر قابل اندازه گیری

نحوه گردش واسط حرارتی داخلی :
N : چرخش طبیعی سیال
F : چرخش اجباری سیال (با استفاده از پمپ و ...) بدون جهت دهی چرخش سیال درون سیم پیچ
L : چرخش اجباری سیال (با استفاده از پمپ و ...) با در نظر گرفتن تجهیزات لازم برای جهت دهی چرخش سیال درون سیم پیچ

نوع واسط حرارتی خارجی :
A : هوا
W : آب

نحوه گردش واسط حرارتی داخلی :
N : چرخش طبیعی سیال
F : چرخش اجباری سیال (با استفاده از وسایلی مانند پمپ ، فن و ...)

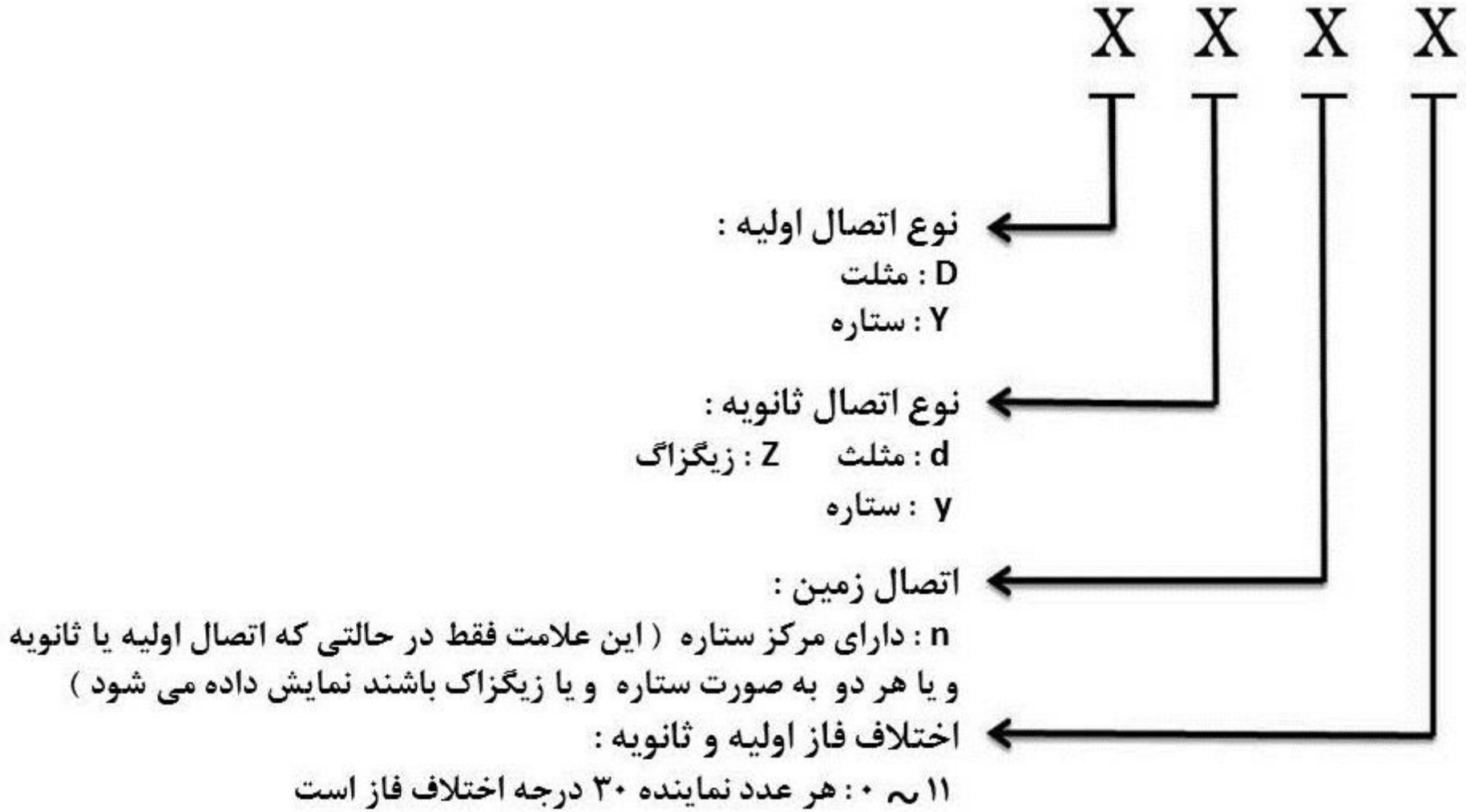
tavanir.company

ضمیمه ۴

(راهنمای مربوط به گروه اتصال ترانسفورماتورها)

tavanir.company

شکل (۱۱) – راهنمای گروه اتصال ترانسفورماتورهای روغنی ، هرمتیک و خشک



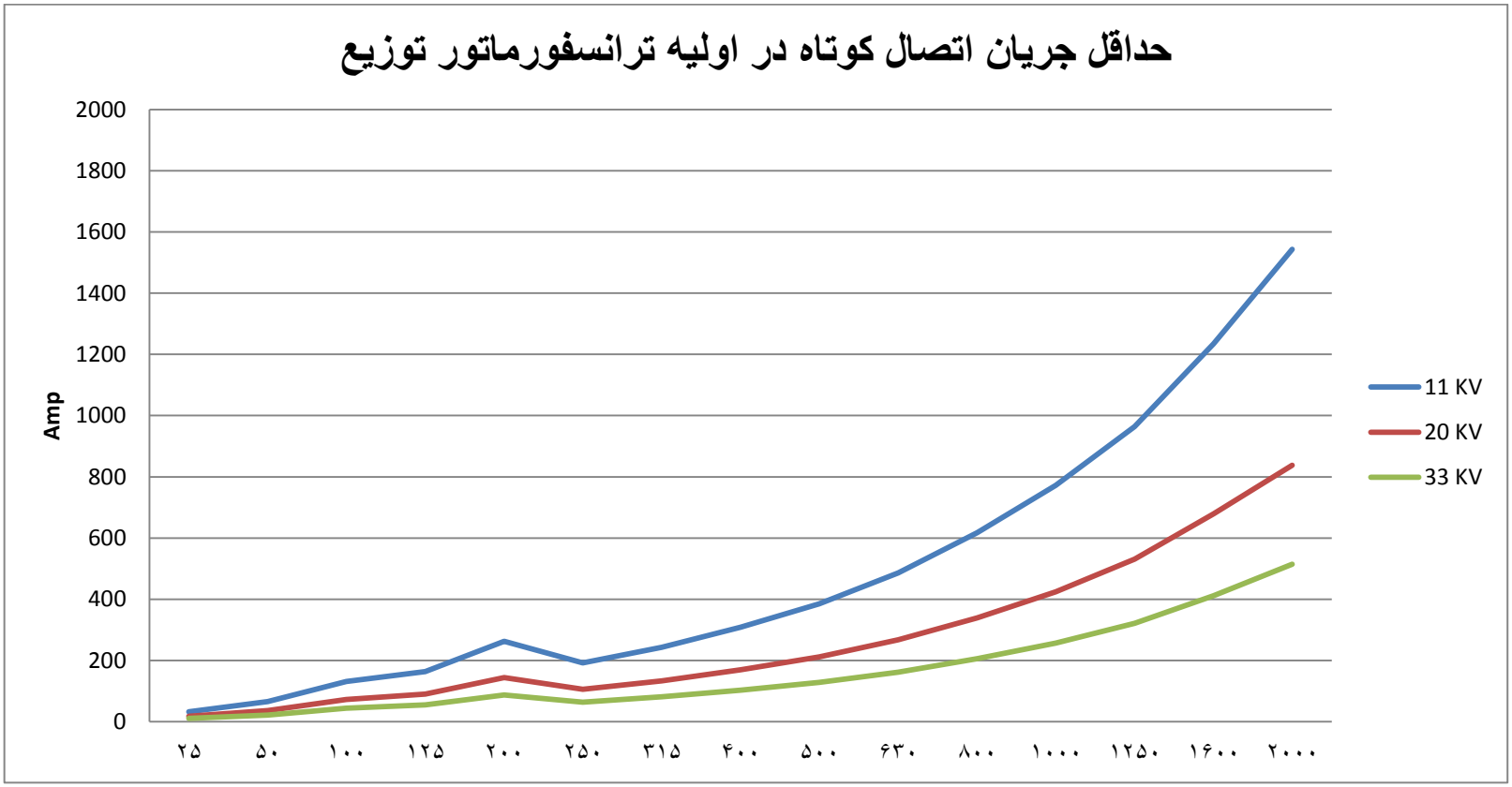
tavanir.company

ضمیمه ۵

(راهنمای مربوط به حداقل جریان اتصال کوتاه اولیه ترانسفورماتورها)

tavanir.company

شکل (۱۲) – نمودار حداقل جریان اتصال کوتاه در اولیه ترانسفورماتورها



tavanir.company