





امکان‌سنجی مقدماتی تولید ترانسفورماتور



تاریخچه نگارش

ردیف	شماره بازنگری	تاریخ بازنگری	شرح
۱	۰	۸۶/۴/۲۳	نسخه اولیه

تهیه کننده	تأیید کننده	تصویب کننده
مشاورین گسترش الکترونیک ایما (مگا)	نسترن حاجی حیدری مدیر واحد خدمات مشاوره فا	محمدرضا حائری یزدی مدیر عامل
تاریخ: ۸۶/۴/۲۳	تاریخ: ۸۶/۴/۲۴	تاریخ: ۸۶/۴/۲۴
امضا:	امضا:	امضا:

سازمان صنایع کوچک و شهرکهای صنعتی ایران	امکان سنجی مقدماتی تولید ترانسفورماتور	
فهرست مطالب		

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	۱-۱. مقدمه
۳	۲-۲. معرفی محصول
۴	۲-۱. انواع ترانسفورماتورها و موارد کاربرد آنها
۷	۲-۲. ویژگی‌های ترانسفورماتور توزیع
۸	۲-۳. نام و کد آیسیک ISIC ترانسفورماتور
۸	۲-۴. استانداردهای ملی و بین‌المللی
۹	۲-۵. قیمت داخلی و خارجی ترانسفورماتور توزیع
۱۱	۲-۶. نقش ترانسفورماتورهای توزیع در شبکه برق
۱۲	۲-۷. کشورهای عمده تولیدکننده و مصرف‌کننده ترانسفورماتور
۱۹	۳-۳. مطالعات بازار
۱۹	۳-۱. بررسی ظرفیت بهره‌برداری و روند تولید
۱۹	۳-۲. بررسی روند واردات و صادرات
۲۰	۳-۳. بررسی روند آتی نیاز به ترانسفورماتور
۲۱	۴-۴. مطالعات فنی و تکنولوژیکی
۲۱	۴-۱. اجزاء تشکیل دهنده ترانسفورماتور توزیع
۲۴	۴-۲. تلفات در ترانسفورماتورهای توزیع
۲۶	۴-۳. وضعیت ترانس‌های توزیع در کشور
۲۹	۵-۵. سازندگان ترانسفورماتور
۲۶	۵-۱. شرکتهای سازنده ترانسفورماتور در جهان
۲۳	۵-۲. سازندگان داخلی ترانسفورماتور توزیع
۳۷	۶-۶. تحلیل مالی-اقتصادی
۳۷	۶-۱. هزینه ساخت ترانسفورماتور 250 KVA
۳۷	۶-۲. هزینه‌های محوطه‌سازی و تامین تاسیسات زیر بنایی
۳۸	۶-۳. نیروی انسانی مورد نیاز
۴۰	۷-۷. نتیجه گیری و پیشنهادات
۴۰	۸-۸. لیست منابع و مقالات استفاده شده در این پروژه



بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

۱. مقدمه

در حال حاضر در حدود بیست و پنج درصد از برق تولیدی کشور بدلیل تلفات سیستم‌های تولید، انتقال و توزیع نیرو به هدر می‌رود و علیرغم فعالیت‌های پراکنده‌ای که در زمینه کاهش چنین تلفاتی صورت گرفته است، هنوز نتیجه مثبت به چشم نمی‌خورد. وجود اینگونه تلفات بخصوص در سیستم توزیع نیروی کشور، از یک طرف باعث از بین رفتن حجم قابل توجه انرژی الکتریکی است و از طرف دیگر این تلفات فراوان به توسعه روز افزون اما غیر منطقی شبکه برق می‌انجامد. از سالیان دور کشورهای مختلف تلاشهای فراوانی نموده‌اند تا با استفاده از روشها و تکنیکهای مختلف مقدار تلفات را کاهش دهند و در این رابطه مناسبترین نتایج وقتی بدست آمده است که قبل از اعمال هر روش، بررسی‌های دقیق در مورد آنها صورت گرفته باشد.



یکی از مناسب‌ترین و اقتصادی‌ترین روشهای کاهش تلفات شبکه توزیع کشور بهبود بازدهی ترانسفورماتورهای توزیع می‌باشد. لذا باید با استفاده از طراحی و مواد مناسب و با در نظر گرفتن طرحهای فنی - اقتصادی با زمانهای برگشت سرمایه کوتاه مدت نسبت به بهبود بازده ترانسفورماتورهای توزیع و کاهش تلفات آنها اقدامات مؤثری انجام شود و در نتیجه هرگونه فعالیت در زمینه بهینه‌سازی راندمان آنها بسیار با ارزش خواهد بود.

طبق برآوردهای انجام‌شده و محاسبات صورت‌گرفته نشان می‌دهد که در پایان برنامه سوم توسعه کشور (سال ۱۳۸۳) سالانه حدود ۴/۵ الی ۵/۵ میلیارد کیلووات ساعت از انرژی الکتریکی تولیدشده در کشور به دلیل تلفات ترانس‌های توزیع به هدر رفته که این میزان معادل با توان تولیدی یک نیروگاه بظرفیت تقریبی ۶۰۰-۵۰۰ مگاوات دربار کامل خود می‌باشد. بدیهی است که با توسعه تولید برق کشور در دهه‌های آینده پتانسیل بالقوه کاهش تلفات برق از طریق بهبود بازده ترانسفورماتورهای توزیع افزایش بیشتری خواهد یافت.

۲. معرفی محصول

ترانسفورماتورها تجهیزاتی هستند که وظیفه تبدیل ولتاژ و جریان الکتریکی را در سیستمهای توزیع و انتقال در یک فرکانس ثابت و مشخص بر عهده دارند. در میان انواع مختلف این تجهیزات، ترانسفورماتورهای توزیع، آمار فروش و استفاده فراوانی داشته است، لذا از اهمیت ویژه برخوردار می‌باشد. براساس استانداردهای موجود ترانسفورماتورهای توزیع برای تبدیل ولتاژهایی در حدود ۴۸۰ ولت تا ۳۵ کیلو ولت (ولتاژ فشار قوی) به ولتاژهای در حدود ۱۲۰ تا ۴۸۰ ولت (ولتاژ فشار ضعیف) و در محدوده توان ۰/۲۵ تا ۲۵۰۰ کیلو ولت آمپر مورد استفاده قرار می‌گیرند. با توجه به این امر مشخص می‌شود که حجم زیادی از ترانس‌های مورد استفاده در دنیا از نوع ترانس‌های توزیع می‌باشند.



ترانسفورماتورهای توزیع روغنی



ترانسفورماتورهای توزیع خشک رزینی

۱-۲. انواع ترانسفورماتورها و موارد معرف و کاربرد آنها

مهمترین انواع ترانسفورماتورها شامل ترانسفورماتورهای برق مورد استفاده در تبدیل ولتاژ Power Transformers، ترانسفورماتورهای اندازه‌گیری Instrument Transformers، ترانسفورماتورهای راه‌اندازی Starting Transformers و ترانسفورماتورهای وسایل نقلیه متحرک بر روی خط آهن Truction Transformers و ترانسفورماتورهای جوشکاری می‌باشند، که در میان آنها ترانسفورماتورهای برق مورد استفاده در تبدیل ولتاژ که برای انتقال و توزیع انرژی الکتریکی بکار می‌روند اهمیت ویژه‌ای دارند.

ترانسفورماتورهای توزیع معمولاً به دو دسته اصلی تقسیم‌بندی می‌شوند که شامل: ترانس‌های توزیع روغنی Oil Immersed Transformers و ترانس‌های توزیع خشک رزینی Dry Type Transformers می‌باشند.

در ترانسفورماتورهای روغنی Oil Immersed Trans، هسته و سیم‌پیچ آن در داخل روغن قرار دارند در حالیکه در ترانس‌های خشک هسته و سیم‌پیچ در داخل مایع عایق (عمدتاً روغن) قرار ندارند. از طرف دیگر ترانسفورماتورها عمدتاً به دو گروه ترانسفورماتورهای تک فاز و ترانسفورماتورهای چند فاز (معمولاً سه فاز) تقسیم‌بندی می‌شوند که در ترانس‌های تک فاز از یک سیم‌پیچ اولیه و یک سیم‌پیچ ثانویه استفاده می‌شود، در حالیکه در ترانس‌های سه فاز سه سیم‌پیچ اولیه و سه سیم‌پیچ ثانویه موجود می‌باشد. ذیلاً نمودار انواع ترانسفورماتورها و قطعات ترانسفورماتور نشان داده می‌شوند:



انواع ترانسفورماتور:

ترانسفورماتورهای قدرت: - ترانسفورماتورها و اتوترانسفورماتورهای پست های فشار قوی

- ترانسفورماتورهای نیروگاهی

- ترانسفورماتورهای سه سیم پیچ

- ترانسفورماتورهای دو ولتاژ

ترانسفورماتورهای توزیع: - ترانسفورماتورهای توزیع خشک رزینی

- ترانسفورماتورهای توزیع روغنی: ۱. نوع هرمتیک

۲- نوع دارای منبع انبساط

ترانسفورماتورهای خاص: - ترانسفورماتورهای موبایل

- ترانسفورماتورهای یکسوساز

- ترانسفورماتورهای مخصوص کوره های قوس الکتریک

- ترانسفورماتورهای مخصوص تست

- ترانسفورماتورهای زمین

راکتورهای روغنی: - راکتورهای شنت

- راکتورهای سری

- راکتورهای زمین

- نقطه نوترال کننده



<p>۱- مواد عایقی (از جنس پرس اشبایان، چوب فشرده و کاغذ عایقی)</p>	<p>قطعات ترانسفورماتور</p>
<p>۲- مقره های سرامیکی (شامل مقره های فشار ضعیف، فشار متوسط و فشار قوی تا 36KV جهت استفاده بعنوان پوشینگ روغنی در ترانسفورماتورها و مقره چینی در خطوط توزیع می باشد).</p>	
<p>۳- رادیاتور (برای استفاده در سیستم خنک کننده ترانسفورماتورهای توزیع ، قدرت و راکتورهای روغنی می باشد . ظرفیت خنک کنندگی رادیاتورها بر اساس تعداد و ابعاد پره های آن تعیین می گردد).</p>	
<p>۴- کابل های ترانسپوزها CIC (این نوع کابل ها از ملزومات ساخت ترانسفورماتورهای قدرت با کیفیت بالا محسوب میشوند).</p>	
<p>۵- متعلقات ترانسفورماتور (در جهت استفاده در ترانسفورماتور های توزیع روغنی بوده و شامل متعلقات : کلیدهای تنظیم ولتاژ بی باری محفظه رطوبت گیر، ترمومتر روغن و روغن نما میباشد</p>	



۲-۲. ویژگی‌های ترانسفورماتور توزیع

همانگونه که قید شد، ترانسفورماتورهای توزیع شامل دو نوع ترانسفورماتورهای توزیع خشک رزینی و ترانسفورماتورهای توزیع روغنی می‌باشد.

ترانسفورماتورهای خشک رزینی بهترین گزینه برای توزیع انرژی الکتریکی با درجه بالای ایمنی می‌باشند. علاوه بر آنکه خودشان آتشگیر نیستند، سبب انتشار آتش نیز نبوده و در صورت آسیب دیدن آن، خطر نشت مواد آتشزا با آلوده‌کننده‌ای مثل روغن وجود دارند. این موارد باعث می‌شود که ترانس‌های خشک رزینی ایمن‌ترین و قابل اطمینان‌ترین نوع ترانس در بازار باشد. اینگونه ترانسها دارای مزایایی چون: مناسب برای فضای محدود، تلفات پایین، استقامت بالا در برابر اتصال کوتاه و نصب آسان می‌باشند. کاربرد آن در ساختمان‌های بلند و برج‌های مسکونی، تجاری، کارخانجات سیمان، راه‌آهن و فرودگاه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ترانسفورماتورهای توزیع روغنی از نقطه نظر ارتباط روغن با بیرون (تنفس ترانسفورماتور) به دو دسته نوع هرمتیک و نوع دارای منبع انبساط می‌توان تقسیم کرد.

ترانسفورماتورهای توزیع هرمتیک دارای سیستم نگهداری روغنی هستند که از تماس روغن عایق، اکسیژن و رطوبت که عوامل اصلی فساد روغن و کاهش استقامت الکتریکی آن می‌باشد جلوگیری می‌کند. ترانسفورماتورهای هرمتیک برای نصب در محیط‌های مرطوب، مواردی که محدودیت عملیات نگهداری وجود دارد و ترانس‌های با نصب هوایی و فضاهای محدود مثل پست‌های پکیج بر انواع معمولی برتری دارند.

ترانسفورماتورهای توزیع منبع انبساط (Conservator) در زمان تغییرات درجه حرارت روغن ترانس و در نتیجه تغییرات در حجم روغن کنسرواتور نوسانات در حجم روغن را متعادل و کنترل می‌کند.

۲-۳. نام و کد آیسیک ISIC ترانسفورماتور

آیسیک که یک طبقه‌بندی مرجع برای طبقه‌بندی کلیه فعالیت‌های اقتصادی در سطح بین‌المللی می‌باشد، در اغلب سازمان‌های اقتصادی و صنعتی ایران نیز بکارگرفته شده است. در ذیل که آیسیک انواع ترانسفورماتورها مشاهده می‌شود.

شرح محصول	کد محصول
ترانسفورماتور قدرت	۳۱۱۰۱۵۱۱
ترانسفورماتور توزیع	۳۱۱۰۱۵۱۲
ترانسفورماتور فشار ضعیف	۳۱۱۰۱۵۱۳
ترانسفورماتور تک‌فاز	۳۱۱۰۱۵۱۵
ترانسفورماتور سه فاز	۳۱۱۰۱۵۱۶

شماره تعرفه گمرکی ترانسفورماتور نیز ۸۵۰۲۳۳۲۰ می‌باشد.

۲-۴. استانداردهای ملی و بین‌المللی

استانداردهایی نظیر IEC76 که در کارخانه ایران ترانسفورماتور و سایر کارخانجات تولیدکننده ترانسفورماتور توزیع در ایران رایج است می‌توان بعنوان معیاری برای بازده ترانسفورماتورها استفاده نمود. این نوع استاندارد برای هر رده از ترانسفورماتورهای توزیع حداقل بازده الکتریکی مورد نیاز را ارائه می‌دهد. این استاندارد بگونه‌ای تهیه شده است که هدف که هدف آن افزایش بازده ترانسفورماتورها است. در استاندارد IEC076 از آزمایش‌های اندازه‌گیری تلفات بی‌باری و اتصال کوتاه می‌توان بعنوان معیاری برای بازده ترانسفورماتورها استفاده نمود. استانداردهای بین‌المللی برای تولید ترانسفورماتور توزیع Ansi, Cenelec, Nematp می‌باشند.

پراستفاده‌ترین استاندارد استفاده شده Nema می‌باشد که برای چهارده ترانسفورماتور توزیع تک فاز و چهارده ترانسفورماتور توزیع سه فاز بکار گرفته شده است.

۲-۵. قیمت داخلی و خارجی ترانسفورماتور توزیع

در این قسمت در رابطه با قیمت ترانسفورماتورهای توزیع از آنجا که شرکت ایران ترانسفو بزرگترین تولیدکننده و سازنده انواع ترانسفورماتورها در ایران است قیمت محصولات آنرا براساس قیمت ترانس داخلی معیار قرار می‌دهیم. قیمت ترانسفورماتورهای توزیع تولیدی در شرکت ایران ترانسفو در سال ۱۳۸۵ در جدول ۱ آورده شده است. این قیمت‌ها برای فروش ترانسفورماتورهای مورد نیاز شرکت‌ها ارایه گردیده و شامل قیمت پایه ترانسفورماتور همراه با تجهیزات رطوبت‌گیر برای کلیه قدرت‌ها می‌باشد. در مورد ترانسفورماتورهای بزرگتر ۶۳۰KVA قیمت تجهیزات اضافی شامل رله، بوخلتس و ترمومتر نیز لحاظ گردیده است.

جدول ۱. حدود قیمت فروش ترانسفورماتورهای توزیع سه فاز
روغنی برای ولتاژ اولیه 20KV در شرکت ایران ترانسفو

حدود قیمت (ریال)	قدرت (KVA)
۸/۹۴۶/۳۳۰/	۲۵
۱۱/۴۵۰/۳۶۵/	۵۰
۱۴/۶۵۵/۸۳۰/	۱۰۰
۱۶/۷۹۵/۳۴۵/	۱۲۵
۲۰/۰۴۲/۴۲۰/	۲۰۰
۲۲/۴۷۰/۰۳۰/	۲۵۰
۲۵/۷۰۵/۲۵۰/	۳۱۵
۳۵/۱۰۰/۴۰۰/	۴۰۰
۴۱/۵۵۷/۲۶۵/	۵۰۰
۴۹/۰۶۶/۱۵۵/	۶۳۰
۶۰/۱۳۵/۳۸۰/	۸۰۰
۷۳/۰۹۳/۳۱۰/	۱۰۰۰
۸۴/۲۲۰/۶۰۵/	۱۲۵۰
۱۰۴/۱۹۱/۳۸۰/	۱۶۰۰
۱۴۲/۱۲۰/۷۵۵/	۲۰۰۰



قیمت ترانسفورماتور توزیع در خارج بموجب جدول (۲) از شرکت Tower electric motor company که نماینده فروش ترانسفورماتور شرکت‌های بین‌المللی چون Teuco transformator manufacturing, General electric, Acme transformator, Hammond transformator می‌باشد استخراج شده است. این قیمت‌ها بدون در نظر گرفتن مالیات و هزینه حمل و نقل بوده و دارای ۱۰ سال گارنتی نیز می‌باشند.

جدول ۲. قیمت ترانسفورماتورهای تک فاز به دلار آمریکا

KVA	bs۱ وزن دستگاه به پوند	قیمت به دلار
۲۵,۰۰	۲۵۰	۴,۱۱۲
۳۷,۵۰	۲۸۰	۵,۲۰۶
۵۰,۰۰	۳۵۰	۶,۱۸۳
۷۵,۰۰	۴۳۰	۸,۳۸۴
۱۰۰,۰۰	۵۲۵	۱۰,۸۴۷
۱۶۷,۰۰	۷۰۰	۱۷,۶۸۴
۲۵۰	۱۴۴۰	۲۶,۸۷۴



۲-۶. نقش ترانسفورماتورهای توزیع در شبکه برق

ترانسفورماتورهای توزیع از جمله تجهیزات اصلی مورد نیاز برای انتقال الکتریسیته به مصرف‌کنندگان نهائی این انرژی در منازل، صنایع و بخش‌های تجاری و کشاورزی می‌باشد. این ترانسفورماتورها بر اساس استانداردهای موجود برای تبدیل ولتاژهایی در محدوده ۴۸۰ ولت تا ۳۶ کیلو ولت (ولتاژ فشار قوی) به ولتاژی در حدود ۱۲۰ تا ۱۱۰۰ ولت (ولتاژ فشار ضعیف) مورد استفاده قرار می‌گیرند.

با توجه به این امر مشخص می‌گردد که حجم زیادی از ترانسهای مورد استفاده در شبکه‌های برق از نوع ترانس‌های توزیع می‌باشند. با توجه به این که قیمت این ترانسفورماتورهای توزیع چندان بالا نمی‌باشد و بعلاوه ظرفیت و توان اسمی آنها در مقایسه با ترانسهای قدرت و انتقال بسیار کمتر می‌باشد، عموماً توجه کافی به مساله راندمان آنها نمی‌شود.

معمولاً ترانسفورماتورهای توزیع بیش از ۹۰ درصد کل ترانسهای مورد استفاده در شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع را شامل می‌گردند لذا تلفات کلی این ترانس‌ها بسیار چشمگیر بوده و بایستی دقت فراوان در این زمینه بعمل آید. این امر بخصوص با در نظر گرفتن این موضوع که ضرایب بارگیری از این نوع ترانس‌های کوچک عموماً در مقادیر بسیار کمتری از ترانس‌های قدرت و فوق توزیع قرار دارد، بر اهمیت موضوع می‌افزاید.

لازم به ذکر است که از آنجائی که کلیه ترانسفورماتورهای توزیع در تمامی ساعات سال فعال بوده و حتی در ساعات بی‌باری نیز انرژی مصرف می‌نمایند، افزایش راندمان آنها حتی به مقادیر نسبتاً کم می‌تواند مزایای اقتصادی و فنی فراوانی به همراه داشته و لذا به هیچ وجه نبایستی از آنها غافل بود. این موضوع برای کشورهای با خصوصیات جغرافیائی و ملی نظیر ایران با پراکندگی جمعیت فراوان و روستاهای متعدد و تعداد مصرف‌کنندگان کم بار اهمیت دو چندان می‌یابد.

مهمترین روش‌های کاهش تلفات شبکه‌های توزیع نیرو شامل موارد ذیل می‌باشد:

الف- خازن‌گذاری

ب- افزایش سطح مقطع هادی‌ها

ج- افزایش ولتاژ شبکه

د- اضافه کردن خطوط یا فیدرهای جدید

و- بهبود بازدهی و مدیریت بار ترانسفورماتورها



۵- تجدید آرایش شبکه (فیدرها)

استفاده صحیح از هر یک از روشهای فوق می‌تواند تلفات شبکه را تا حد قابل قبولی کاهش دهد هر چند در نظر گرفتن پارامترهای اقتصادی در این رابطه همواره نقش اساسی را ایفا می‌نماید.

۲-۷. کشورهای عمده تولیدکننده و مصرف‌کننده ترانسفورماتور

جدول (۳) اسامی حدود ۲۳۰ شرکت کلیدیدر زمینه ساخت ترانسفورماتورها در دنیا را ارائه می‌دهد. همانطور که از این جدول مشاهده می‌شود برخی شرکتهای بزرگ علاوه بر کارخانه اصلی در کشور مادر، دارای کارخانه‌ها و کارگاههای ساخت متعدد در کشورهای دیگر نیز می‌باشند که از جمله آنها می‌توان به ABB ، Vatech Elin ، Alstom اشاره کرد. شرکتهای یادشده در جدول فوق خود نیز مصرف‌کننده انواع ترانسفورماتورها در کشورشان می‌باشند.



جدول ۳. شرکتهای بزرگ سازنده انواع ترانسفورماتورها در دنیا

1.ABB Asea Brown Boveri Ltd.(Switzerland)	34.Chengdu Decheng Transformers Co.Ltd(China)
ABB Australia(Australia)	35.Chuan Shun Electric Industrial (Shenzhen) Co.Ltd (China)
ABB Automation(France)	36.Cooper Power Systems (Australia)
ABB, Inc(USA)	37.Craftec AB (Sweden)
ABB Limited(UK)	38.Crompton Greaves Limited.(India)
ABB Ltd.(Ireland)	39.Dalian Sanken Transformers Co.Ltd(China)
ABB Power Technology Products AB (Sweden)	40.Delta Star .Inc. (USA)
ABB Power Technology S.A(Spain)	41.Dongwoo Electric Corporation (South Korea)
ABB Powertech Transformers (South Africa)	42.Eaton Electric (Australia)
ABB Limited (Thailand)	43.Eegholm AS(Denmark)
ABB Transformeren GmbH(Germany)	44.EFACEC – Empresa Fabril De Maquiras Electricas SA (Portugal)
2.Acme Electric Corporation(USA)	45.Ekarat Engineering Public Company Limited (Thailand)
3.Acutran(USA)	46.Elcar AG (Check Republic)
4.Aggreko Deutschland GmbH(Germany)	47.Elco Industries .Ltd (Israel)
5.Alkargo. S.Coop.L.(Spain)	48.Electro Coll SA (Spain)
6.Allis Electric Co.Ltd.(Taiwan)	49.Electro-Magnetic .Ltd (Ireland)
7.Alstom(France)	50.Elektro Dermo BVBA (Belgium)
Alstom Australia Limited(Australia)	51.Elektroproduktion AB(Sweden)
Alstom Ltd.(India)	52.Eletrafor V.D.A. S.r.l.(Italy)
Alstom Power Transformers (South Africa).....IV-68	53.ELME-Elektromechnik GmbH Germany)
Alstom Schorch Transformeren GmbH(GERMANY)..IV-68	54.Elmowa GmbH (Germany)
Alstom T&D Belgium SA (Belgium).....IV-68	55.Eloff Transformers CC (South Africa)
Alstom T&D Pte.Ltd.(Singapore)IV-69	56.ELREX Elektromaschinenbau GmbH (Germany)
Alstom Power Conversion .Inc.(USA).....IV-70	57.Elsteel (China) Limited (Hong Kong)
Alstrom T&D .Inc.(USA)...IV-72	58.Eltra Elektromaschinen –Und Transformatorenbau GmbH (Germany)
8.AM Transformers (UK)IV-73	59.Eltrans Gesellschaft Fur Elektrotechnik GmbH (Germany)
9.Ames IMPEX Electicals Pvt.Ltd.(India)	60.Email Limited (Australia)
10.AMP Control Pty.Ltd.(Australia)	61.EMCO .Ltd .(India)
11.Anshan Transformers Co.Ltd(China)	
12.Arcontrol .Ltd (UK)	



13.Arlih Ind co.Ltd (Taiwan)
14.Arya Transformers Pvt.Limited.(India)
15.Asata Utama Elecrical Industries Pt (Indonesia)
16.Augier Energy (France)
17.Ba Shyang Co.Ltd . (Taiwan)
18.Basler Electric Company(USA)
19.Belelli.Sas (Italy)
20.Belyea Company .Inc. (USA)
21.Bharat Heavy Electricals .Ltd.(India)
22.Biing Jey Enterprise Co.Limited(Taiwan)
23.Birmingham Transformers .Ltd(UK)
24.Bobinados Zarel SA(Spain)
25.Bodo Ehmman Gmbh (Germany)
26.Brush Transformers .Ltd(UK)
27.C.Seydell &Zoon BV (The Netherlands)
28.Celme.Srl(italy)
29.Cetas .Sas (Italy)
30.Chllenge Ind.Co.Ltd(China)
31.Changchun Transformers Co.Ltd(China)
32.Changsha Shunte Transformers Sci-Ind-Trade Co.
(China)
33.Changzhou Lianhuan Group Co.Ltd(China)

79.General Electric Company (USA)
GE Industrial Systems (USA)
80.Gerta .Spa (Italy)
81.Gobart Nutransco Transformers (Pty) .Ltd
(South Africa)
82.Grant Transformers Pty .Ltd (Australia)
83.Guanhwa Electric Co .Ltd(Taiwan)
84.Hammond Power Solutions.Inc(Canada)
85.Hans O.Habermann Transformers
Electrical Apparatuses

62.Elektro Machine Selling
Magmettechvik And
Forschungs Gmbh (Germany)
63.Energie Totgau Gmbh (Germany)
64.Engler ALLTRONIC
Industrievertretung Gmbh
(Germany)
65.Era Electro-Technology Gmbh
(Germany)
66.Eremu SA (Spain)
67.ESPA Srl (Italy)
68.Espey Mfg.& Electronics Corp.
(USA)
69.Estel Co.Ltd (Thailand)
70.Eternity Thai Electric Co
.Ltd(Thailand)
71.ETI- Elektrotechnische Industrie BV
(The Netherlands)
72.Eurotrasformatori Srl (Italy)
73.Eximet Trafo Spol Sro (Czech
Republic)
74.Fatma Italia. Srl (Italy)
75.Federal Pacific(USA)
76.Fe-Fe Elektronik OHG (Germany)
77.First Philippine Holdings Corporation
(Philippines)
78.Fortune Electric Co .Ltd (Taiwan)

126.Mediatel .srl(Italy)
127.mega kfz systeme gmbh (Germany)
128.megatech co. .Ltd(south korea)
129.meyer Transformatoren gmbh
(Germany)
130.mgm Transformers company (USA)
131.michael riedel Transformatorenbau
gmbh (Germany)
132.milone .srl(Italy)
133.mimaven elictrica .s.a(spain)
134.mitsubishi electric power products
.inc. (USA)



(Germany)	135.moeller Electric nv (belgium)
86.Helmke Orbis Gmbh (Germany)	136.moloney Electric .inc .(canada)
87.HICO America(USA)	137.muco-Transformatoren boxheimer gmbh (Germany)
88.Hon-Tay Electric Co .Ltd(Taiwan)	138.mwb messwandler gmbh (Germany)
89.Howard Industries Inc. (USA)	139.neeltran. inc (USA)
90.Hsin Kang Electric Mfg.Co.Ltd(China)	140.nei Transformers (South Africa)
91.Hydromat Gmbh (Germany)	141.new korea Electric co.Ltd (korea)
92.Hyosung Corporation(Korea)	142.niagara Transformers corp. (USA)
93.Hyundai Heavy Industries Co .Ltd(South Korea)	143.nissin Electric co. .Ltd(japan)
94.Ideomat Italia Srl (Italy)	144.noratel as (norway)
95.IEO Transformatoren BV (The netherlands)	Noratel denmark a/s (denmark)
96.Industrias Mecano Electricas Fontecha Yebenes.SL.	Noratel sweden ab (sweden)
(Spain)	145.nordtrafo ab (sweden)
97.Imel Energy SA (Switzerland)	146.nwl Transformers. Inc (USA)
98.IMP Power Limited .(India)	147.nyanders elektromekaniaska ab (sweden)
99.Incoesa(Spain)	148.oasa Transformadores (spain)
100.Industrie Automation Energiesysteme Gmbh &Co.KG	149.ocrev srl (italy)
(Germany)	150.oliver Transformers pty .Ltd(Australia)
101.INTER TRAFKO CO. .Ltd.(BANGKOK)	151.ortea spa (Italy)
102.international Electric co. .Ltd(korea)	152.osborne Transformers corp (USA)
103.international Transformers (UK)	153.paul prengel &sohn gmbh Transformatoren
104.iran transfo company (iran)	(Germany)
105.j.siebmans fabrik fur elektrotechnik gmbh	154.pauwels international n.v. (belgium)
(Germany)	Pauwels canada, inc (canada)
106.jefferson Electric .inc. (USA)	Pauwels trafo gent n.v.(belgium)
107.k.biesinger gmbh (Germany)	Pauwels trafo ireland, .Ltd(ireland)
108.ken Electric.srl.(italy)	155.pennsylvania Transformers technology,inc
109.key tone Electric ent co . .Ltd(Taiwan)	156.p.m.electroics limited .(India)
110.kirloskar Electric co. .(India)	157.power and distribution Transformers .Ltd (UK)
111.kl industri ab (sweden)	158.power magnetics ,inc (USA)
112.knud overgaard aps (denmark)	159.radix pty .Ltd (Australia)
113.koerppen gmbh + co (Germany)	160.rauscher&stoecklin ag (switzerland)
114.kotsons pvt . .Ltd.(India)	161.rhona s.a (chile)
115.krauser .s.l.(spain)	



116.kuffer ag .ernst(switzerland)	162.rohde gmbh &co .kg (Germany)
117.kuhlman Electric corporation(USA)	163.roqmo s,l.(spain)
118.landwehr +schulstz trafo gmbh Germany)	164.ruhstrat gmbh (Germany)
119.laybox.s.l (spain)	165.rod1 & lorenzen gmbh (Germany)
120.lekens & co bvba (belgium)	166.salom Electric (Thailand)Co .Ltd (Thailand)
121.lloyd dynamowerke gmbh co.kg(Germany)	167.sarelem sa (france)
122.luxor Transformatoren fabriek bv (the netherlands)	168.schmidt antriebs-technik industrie- elektronik (Germany)
123.malaysia Transformers manufacturing sdn bhd (malaysia)	169.schneider Electric sa (france)
124.martel gmbh (Germany)	Schneider Electric South Africa (pty) .Ltd (South Africa)
125.marx Transformatorenbau gmbh(Germany)	Schneider Electric austria gesmbh(austria)



<p>Schneider Electric bv (the netherlands)</p> <p>j. schneider elektrotechnik gmbh (Germany)</p> <p>170.seg schaltanlagen-electronik –gerate gmbh & co,kg (Germany)</p> <p>171.setzermann elektronik (Germany)</p> <p>172.shilin Electric & engineering corporation .Ltd (Taiwan)</p> <p>173.siemens ag (Germany)</p> <p>Siemens france sas(france)</p> <p>Siemens power transmission & distribution,inc (USA)</p> <p>174.sin tai Electric co .Ltd (Taiwan)</p> <p>175.sire electronica,s.l(spain)</p> <p>176.sirmet electrica ,srl (Italy)</p> <p>177.sirten ,srl (Italy)</p> <p>178.smc co .Ltd(korea)</p> <p>179.smit Transformatoren b.v,(the netherland)</p> <p>180.spitznagoel gmbh (Germany)</p> <p>181.spx corporation (USA)</p> <p>Waukesha Electric systems,inc (USA)</p> <p>182.starkstrom-geratebau gmbh (Germany)</p> <p>183.ste servicios technicos especiales s.l.(ste)(spain)</p> <p>184.suenn liang Electric co, .Ltd (Taiwan)</p> <p>185.sun kwang hitech co, .Ltd(south korea)</p> <p>186.taiwan marine Electric co .Ltd (Taiwan)</p> <p>187.tallers Electricos reacflux s.a.(spain)</p> <p>188.talleres elictricos arbi,sa(spain)</p> <p>189.tamini Transformatori srl (italy)</p> <p>190.tatung co (Taiwan)</p> <p>191.taylor Transformers (UK)</p> <p>192.telekraft industri ab (sweden)</p> <p>193.telsa (france)</p>	<p>199.tmt &d corp.(japan)</p> <p>200.torel,srl (Italy)</p> <p>201.trafo equipamentos electricos sa (brazil)</p> <p>202.trafotek oy (finland)(a part of the trafo-group)</p> <p>203.trafolux Transformers industries .Ltd(israel)</p> <p>204.trafomec s.p.a. (Italy)</p> <p>205.trafomodernr Transformatoren gesmbh (austria)</p> <p>206.transfix (france)</p> <p>207.transfo matelec (france)</p> <p>208.transfonix .Ltd(cyprus)</p> <p>209. Transformacion Electrica ,s.a.(trelsa)(spain)</p> <p>210. Transformacion ch, .Ltd(chile)</p> <p>211. Transformadores lvalex s.l (spain)</p> <p>212. Transformadores trama ,s.l.(spain)</p> <p>213. Transformadores tusan ltda (chile)</p> <p>214. Transformateurs aem (france)</p> <p>215. Transformatik oy ab (finland)</p> <p>216. Transformers & rectifiers (i) limited .(India)</p> <p>217. Transformers manufacturing co,pty, .Ltd (Australia)</p> <p>218.trasfor s.a.(switzerland)</p> <p>219.tunisie Transformateurs sa (tunisia)</p> <p>220.uresh ag (switzerland)</p> <p>221.uttam (bharat) electricals pvt ,limited .(India)</p> <p>222.va technologie ag (austria)</p> <p>Va tech elin Transformatoren (austria)</p> <p>Va tech jst sa (france)</p> <p>Va tech transmission & distribution (austria)</p> <p>223.vertola .,srl (Italy)</p> <p>224.vs lighting controls pty ., .Ltd (Australia)</p> <p>225.warner power llc (USA)</p>
--	---



194.temi,snc (Italy)
195.tesar ,srl (Italy)
196.tesla Transformers .Ltd .(India)
197.the delta group (canada)
198.ths- Transformatoren franz hvlsch gmbh
(Germany)

226.westingcorp group (South Africa)
227.wirelec sa (spain)
228.yeou diann Electric ind co, .Ltd
Taiwan)
229.yinchuan Transformers co .Ltd (China)
230.zennaro electrical constructions (Italy)
213.zwotec electrotechnik elektronik gmbh
(Germany)



۳. مطالعات بازار

۳-۱. بررسی ظرفیت بهره‌برداری و روند تولید

در حال حاضر ترانسفورماتور در کشور ما با کیفیت مطلوب و بوسیله متخصصان ایرانی تولید می‌شود. این متخصصان با تکیه بر امکانات داخلی با تولید ترانسفورماتورهای مورد نیاز بخش توزیع صنعت برق کشور عملاً دورنمای مطلوبی را در زمینه بهره‌گیری از ترانسفورماتورهای ساخت داخل، ترسیم می‌کنند. تولید ترانسفورماتور در کشور برای تامین بخش مهمی از نیازهای داخلی و همچنین صادرات آن به خارج انجام می‌شود. ولی ظهور فناوری‌های جدید و تجربیات حاصل از بهره‌برداری انجام مطالعات و بهینه‌سازی در روش‌های طراحی، ساخت و استفاده از مواد مناسب، فعالیت جدی و همگام با فناوری در صنعت ترانسفورماتور را ضروری کرده است. تولید ترانسفورماتورهای توزیع در داخل کشور متناسب با نیازها است.

۳-۲. بررسی روند واردات و صادرات

تولیدات ترانسفورماتور در ایران عمدتاً در محدوده ترانسهای ۲۰ KVA تا ۴۰۰ KVA می‌باشند و کاربرد آنها در شبکه‌های توزیع و انتقال نیرو است. عمده محصولات ترانسفورماتور تولید شده در کارخانه‌های ایران در بازارهای داخلی مصرف می‌شوند و این بازار در حال حاضر اشباع است. شرکت ایران ترانسفو بعنوان بزرگترین تولیدکننده انواع ترانسفورماتور در ایران و تامین‌کننده حدود ۹۰ درصد نیاز داخلی به ترانسفورماتور توان تولید ۳۰,۰۰۰ دستگاه انواع ترانسفورماتور در سال را دارد و بزرگترین تولیدکننده ترانسفورماتور در خاورمیانه است. در سال گذشته این شرکت موفق به صادرات انواع ترانسفورماتور بمبلغ ۱۰ میلیون دلار به کشورهای سوریه و پاکستان شده است.



۳-۳. بررسی روند آتی نیاز به ترانسفورماتور

همانطور که می‌دانیم برق از شریان‌های مهم حیاتی یک کشور محسوب می‌شود. لذا صنعت را می‌توان از صنایع مهم و استراتژیک یک کشور برشمرد. هم‌اکنون ظرفیت نصب‌شده نیروگاه‌ها در ایران در حدود ۲۶۶۰۰ مگاوات است که با توجه به ۱۵ میلیون مشترک مصرفی معادل ۸۵ میلیارد کیلووات ساعت از آن بهره می‌برند. بموجب آمار موجود گسترش پراکندگی توزیع نیروی برق در سطح کشور ایران بسیار بالا است. لذا تجلی این صنعت عظیم را باید در بخش توزیع این شبکه یافت. در حال حاضر ۴۸/۸ درصد نیروی انسانی شاغل در صنعت برق در شرکت‌های توزیع مشغول به کار هستند. یکی از ویژگی‌های منحصر بفرد سیستم توزیع بهره‌گیری از ترانسفورماتورهای گوناگون است که بسیار کاربرد دارد. لذا ترانسفورماتورها از قسمت‌های اصلی سیستم توزیع محسوب می‌شوند.



۴. مطالعات فنی و تکنولوژیکی

۴-۱. اجزاء تشکیل دهنده ترانسفورماتور توزیع

در این مرحله مختصری درباره اجزاء تشکیل‌دهنده ترانسفورماتور توزیع توضیح داده می‌شود و سپس با آگاهی از آنها به نقش ترانسفورماتورهای توزیع در شبکه‌های برق و اهمیت تلفات آنها پرداخته می‌شود.

۴-۱-۱. هسته

هسته ترانسفورماتورهای توزیع جهت کاهش تلفات آهن و بی‌باری از ورق‌های آهن مخصوص سیلیسیم‌دار با شبکه کریستالی تنظیم شده، بوجود آمده است. این ورقها به طریق‌نورد سرد تهیه شده و در طرفین دارای پوششی از عایق می‌باشد. ضخامت این ورقها معمولاً حدود $0/3$ میلیمتر است عرض این ورقها متفاوت بوده و به این نحو ایجاد هسته‌ای با سطح مقطع تقریباً دایره شکل را ممکن می‌سازد.

جهت به هم فشردن و همبستگی این ورقها به یکدیگر از تعدادی پیچ به منظور کاهش تلفات بی‌باری استفاده می‌شود.

۴-۱-۲. سیم پیچ

سیم‌های مورد استفاده در این ترانسفورماتورها ازبهترین و مرغوبترین مس الکترولیت بوجود آمده و سطح مقطع بعضی از آنها گرد و برخی دیگر مستطیل شکل است. عایق روکش سیمها در دو نوع کاغذی و لاک می‌باشد.

در سیم‌پیچها کانال‌های موازی با محور و یا شعاعی پیش‌بینی شده که توسط آنها گرمای حاصله از تلفات مس و آهن به خارج هدایت شده و از تمرکز و ازدیاد گرما در نقاط سیم‌پیچ جلوگیری می‌شود.



۳-۱-۴. مواد عایق

عایق‌بندی این ترانسفورماتورها توسط بهترین مواد عایق مانند کاغذ عایق (جهت عایق‌بندی کابل) مقوای سخت و فیبر استخوانی صورت می‌گیرد. این مواد دارای استحکام الکتریکی کافی در مقابل ولتاژهای یکنواخت دائمی و ولتاژهای دائمی و ولتاژهای مضاعف می‌باشد. رطوبت هوای محیط که به مرور در مواد عایق راه یافته به کمک دستگاه‌های خشک‌کننده با دقت از مواد عایق جدا می‌گردد و به نحوی که مواد عایق موجود در ترانسفورماتور کاملاً خشک و عاری از رطوبت می‌باشد. ایجاد این مواد بر اساس تجربیات و نتایج حاصله از مطالعات تئوریک و اندازه‌گیری‌های ولتاژهای ضربه‌ای در نقاط مختلف در آزمایشگاه‌های فشار قوی استوار است.

۴-۱-۴. مخزن

مخزن ترانسفورماتورها از ورق فولاد و با جوش الکتریکی ساخته می‌شود. برای خنک شدن روغن داخل ترانسفورماتور سطح جانبی ترانسفورماتور را بوسیله کنگره یا لوله افزایش می‌دهند. ترانسفورماتورهای تا قدرت اسمی ۴۰۰ کیلو ولت آمپر دارای مخزنی از ورق‌های کنگره‌دار و با قدرت اسمی بیش از ۵۰۰ کیلو ولت آمپر دارای مخزنی با لوله‌های خنک‌کننده می‌باشد. قسمت تحتانی مخزن محکم‌تر از سایر نقاط آن ساخته شده و شاسی مجهز به چرخ‌های انتقال به آن جوش داده شده است. این چرخ‌ها را به سادگی می‌توان در جهت حرکت دلخواه (طولی یا عرضی) قرار داد. مقره‌های فشار قوی و ضعیف، قرارگاه حرارت سنج، کلیه تنظیم ولتاژ و منبع انبساط روی مخزن اصلی نصب می‌شود.

۵-۱-۴. روغن ترانسفورماتور

روغن ترانسفورماتور از نوع روغن‌های معدنی تقطیر و تصفیه شده با غلظت کم است. جرم مخصوص آن ۰/۸۸ گرم بر سانتیمتر مکعب (در دمای ۲۰ درجه) و نقطه اشتعال آن ۱۴۰ الی ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. روغن ترانسفورماتور دو کار مهم انجام می‌دهد.



الف- تبادل حرارت هسته ترانسفورماتور با محیط خارج بوسیله روغن ترانسفورماتور صورت می‌گیرد. (نقش خنک کننده دارد)

ب- روغن ترانسفورماتور عایق الکتریکی مناسبی است. وجود آن در ترانسفورماتور موجب می‌شود که فواصل سیم پیچها کمتر و در نتیجه حجم کلی ترانسفورماتور کوچکتر شود که خود سبب پائین آمدن هزینه ساخت ترانس می‌شود.

۴-۱-۶. انشعابات سیم پیچ و قابلیت تنظیم ولتاژ

تغییرات جزئی ولتاژ شبکه را می‌توان توسط تغییر نقاط اتصال سیم پیچ فشار قوی برطرف کرد به نوعی که ولتاژ مورد استفاده ثابت بماند. تغییر دادن نقاط اتصال و استفاده از سایر انشعابات در حالت قطع توسط کلیه تنظیم ولتاژ صورت می‌گیرد. این کلیدها تا ۵ درصد می‌توان ولتاژ را تغییر دهد.

توضیح: علاوه بر قسمت‌های فوق در ترانسفورماتور توزیع از وسایل تکمیلی نظیر رله بوخه‌لنس ترموتر و رطوبت‌گیر نیز استفاده می‌شود.

۲-۴. تلفات در ترانسفورماتورهای توزیع

جدول (۴) تلفات سالانه ترانسفورماتورهای توزیع نصب‌شده در نواحی مختلف دنیا را نشان می‌دهد. همانگونه که از این جدول ملاحظه می‌شود در ۶ اقتصاد برتر دنیا در حدود ۲۹۵ میلیارد کیلو وات ساعت از انرژی الکتریکی تولید شده بدلیل تلفات ترانسفورماتورهای توزیع بهدر می‌رود. این ۶ ناحیه اقتصادی بزرگ در حدود ۷۰ درصد از مصرف انرژی الکتریکی دنیا را بخود اختصاص داده‌اند و راندمان شبکه‌های آنها بالاتر از مقادیر متوسط جهانی می‌باشد. پتانسیل تلفات انرژی الکتریکی از طریق استفاده از ترانسفورماتورهای با راندمان بالاتر در این کشورها در حدود ۱۵۰ میلیارد کیلو وات ساعت تخمین زده شده است.

جدول ۴. تلفات ترانسفورماتورهای توزیع و پتانسیل کاهش آنها در اقتصادهای مهم دنیا

نام کشور	تلفات سالانه ترانسفورماتور (Twh)	ذخائر بالقوه سالانه (Twh)	کاهش سالانه گاز کلخانه ای (میلیون تن) (CO2)
اروپا	۵۵	۲۲	۹
امریکا	۱۴۱	۸۴	۶۰
استرالیا	۶	۳	۳
هندوستان	۶	۳	۳
چین	۵۵	۲۵	۲۵
ژاپن	۳۲	۱۳	۶-۸
جمع	۲۹۵	۱۵۰	۱۰۶

مطابق جدول (۵)، تعداد ترانسفورماتورهای توزیع نصب شده در ۶ اقتصاد بزرگ دنیا که مصرف‌کننده ۷۰ درصد از انرژی الکتریکی تولیدی در دنیا می‌باشند، در حدود ۷۸ میلیون عدد می‌باشد، هر چند که تعداد و ظرفیت ترانسفورماتورهای توزیع نصب شده در نواحی مختلف دنیا بسیار گسترده می‌باشد. بعنوان مثال در اروپا به ازاء هر ۸۰ نفر شهروند یک ترانسفورماتور توزیع در شبکه نصب شده است. درحالیکه در آمریکا و ژاپن به ازاء هر ۱۰-۵ نفر یک ترانسفورماتور توزیع درحال بهره‌برداری در شبکه است. به عبارت دیگر متوسط ظرفیت ترانسفورماتورهای توزیع نصب شده در اروپا در حدود ۱۰ برابر ترانسفورماتورهای توزیع نصب‌شده در آمریکا و ژاپن



می‌باشد. همچنین عمده ترانس‌های توزیع نصب شده در آمریکا و ژاپن از نوع ترانس‌های تک فاز بوده، در حالیکه در اروپا ترانسفورماتورهای توزیع سه فاز قسمت عمده ترانس‌های موجود در شبکه را تشکیل می‌دهند.

جدول ۵. تعداد ترانسفورماتورهای توزیع در نواحی مختلف دنیا

نام کشور	ترانسهای نصب شده (۱۰۰۰ عدد)	ترانسهای نصب شده (MVA)	بازار سالانه (۱۰۰۰ عدد)	بازار سالانه (میلیون دلار)
اروپا	۴۰۰۰	۶۲۸/۷۰۰/	۱۲۵	۷۰۰
امریکا	۵۶۰۰۰	۳/۰۰۰/۰۰۰/	۲۰۰۰	۱/۵۵۰/
استرالیا	۶۰۰	۹۲/۷۰۰/	۱۹	۱۲۵
ژاپن	۱۲۰۰۰			
چین	۳۳۰۰	۵۶۰/۰۰۰/	۳۴۶	
هندوستان	۲۱۰۰	۲۵۰/۱۲۰/	۲۰۰	
	۷۸۰۰۰			



۳-۴. وضعیت ترانس‌های توزیع در کشور

ترانس‌های توزیع مورد استفاده در کشور در بخش‌های مختلفی نظیر بخش‌های خانگی، صنعتی، تجاری و کشاورزی در حال بهره‌برداری می‌باشند که اگر چه تعداد نسبتاً زیادی از آنها متعلق به شبکه سراسری برق می‌باشند اما تعدادی نیز در تملک سایر شرکت‌ها و مؤسسات دولتی و خصوصی نظیر پالایشگاه‌ها و پتروشیمی‌ها، صنایع فلزی و غیر فلزی می‌باشند.

جدول (۶) مقایسه آماری ترانسفورماتورهای توزیع نصب شده در شبکه سراسری برق را از سال ۱۳۷۶ تا ۱۳۸۴ را نشان می‌دهد. همانطور که از این جدول مشاهده می‌شود در پایان سال ۱۳۸۴ بیش از ۳۲۷ هزار ترانسفورماتور توزیع در شبکه برق سراسری نصب شده است که در حدود ۳۰۳ هزار واحد از آنها را ترانس‌های هوایی و باقیمانده را ترانس‌های زمینی تشکیل داده‌اند.

جدول ۶. مقایسه آماری ترانس‌های توزیع نصب شده در شبکه سراسری از سال ۱۳۷۶ تا ۱۳۸۴

ظرفیت متوسط KVA	جمع ترانس		ترانس زمینی		ترانس هوایی		سال
	قدرت (MVA)	تعداد دستگاه	قدرت (MVA)	تعداد دستگاه	قدرت (MVA)	تعداد دستگاه	
۲۰۸/۰۹	۴۰۸۳۶	۱۹۶۲۳۸	۱۴۲۲۷	۱۹۸۰۸	۲۶۶۰۹	۱۷۶۴۳۰	۱۳۷۶
۲۰۵/۱۹	۴۲۲۰۴	۲۰۵۶۸۷	۱۴۱۵۵	۲۰۱۹۲	۲۸۰۴۹	۱۸۵۴۹۵	۱۳۷۷
۲۰۲/۳۸	۴۴۴۳۲	۲۱۹۵۴۸	۱۴۶۶۵	۲۰۷۲۶	۲۹۷۶۷	۱۹۸۸۲۲	۱۳۷۸
۲۰۰/۵۱	۴۶۹۳۷	۲۳۴۰۸۶	۱۵۲۱۱	۲۱۳۷۶	۳۱۷۲۶	۲۱۲۷۱۰	۱۳۷۹
۱۹۷/۷	۴۹۴۲۷	۲۵۰۰۱۲	۱۵۴۹۳	۲۱۸۲۱	۳۳۹۳۴	۲۲۸۱۹۱	۱۳۸۰
۱۹۲	۵۲۶۷۰	۲۷۴۳۴۱	۱۵۷۸۲	۲۲۲۱۱	۳۶۸۸۹	۲۵۲۱۳۰	۱۳۸۱
۱۸۹	۵۴۹۵۷	۲۹۱۳۲۴	۱۵۵۳۲	۲۱۱۹۱	۳۹۴۲۵	۲۷۰۱۳۳	۱۳۸۲
۱۸۴/۷	۵۶۹۹۹	۳۰۸۵۹۰	۱۵۹۹۷	۲۲۲۵۰	۴۱۰۰۲	۲۸۶۳۴۰	۱۳۸۳
۱۸۲	۵۹۲۷۸	۳۲۷۱۰۵	۱۶۶۳۶	۲۳۵۸۵	۴۲۶۴۲	۳۰۳۵۲۰	۱۳۸۴

ظرفیت کل این ترانس‌های توزیع نصب شده در شبکه به حدود ۵۹۰۰۰ MVA می‌رسد و بنابراین ظرفیت متوسط هر یک از ترانسفورماتورهای توزیع نصب شده در شبکه به حدود ۱۸۰-۱۸۵ KVA رسیده است. با بررسی اطلاعات مندرج در این جدول همچنین می‌توان مشاهده کرد که تعداد ترانسفورماتورهای توزیع در چند سال اخیر به‌طور متوسط هر سال در حدود ۷-۶ درصد رشد داشته است و ظرفیت (قدرت) آنها نیز هر سال به طور متوسط ۵-۴ درصد افزایش یافته است. با توجه به این موارد می‌توان پیش‌بینی کرد که در پایان سال ۱۳۸۶ تعداد ترانسفورماتورهای توزیع به حدود ۳۷۰-۳۷۵ هزار عدد و ظرفیت آنها بالغ بر ۶۴۷۰۰ MVA گردد. این ترانسفورماتورهای توزیع نصب‌شده در شبکه برق سراسری را ترانس‌های توزیع روغنی سه فاز و تک فاز تشکیل می‌دهند، هر چند که قسمت اعظم آنها شامل ترانس‌های روغنی سه فاز می‌باشند.



علاوه بر ترانسفورماتورهای فوق ذکر، تعدادی ترانسفورماتور نیز در سایر شرکت‌ها و مؤسسات خصوصی و دولتی کشور وجود دارد که اگر چه تعداد آنها بسیار کمتر از ترانس‌های نصب شده در شبکه می‌باشد اما متوسط ظرفیت آنها به مراتب بالاتر از متوسط ظرفیت ترانس‌های موجود در شبکه است. می‌توان پیش‌بینی کرد سهم ترانس‌های نصب شده در خارج از شبکه در حدود ۱۰-۵ درصد کل ترانس‌های موجود در کشور باشد.

بنابراین می‌توان کل آمار ترانس‌های توزیع موجود در کشور را در سال جاری (۱۳۸۶) در حدود ۴۰۰ هزار عدد تخمین زد که متوسط ظرفیت هر یک از آنها در حدود ۱۸۰ KVA می‌باشد. با توجه به قیمت ترانسها کل ارزش ترانس‌های توزیع موجود در کشور در حدود ۷۰۰ میلیارد تومان (۷۰۰ میلیون دلار) برآورد می‌شود. همچنین با توجه به رشد سالانه ترانسفورماتورهای توزیع در کشور، هزینه لازم برای خرید سالانه ترانس‌های توزیع به رقمی در حدود ۵۰ میلیارد تومان بالغ می‌گردد.



۵. سازندگان ترانسفورماتور

۵-۱. شرکتهای سازنده ترانسفورماتور در جهان

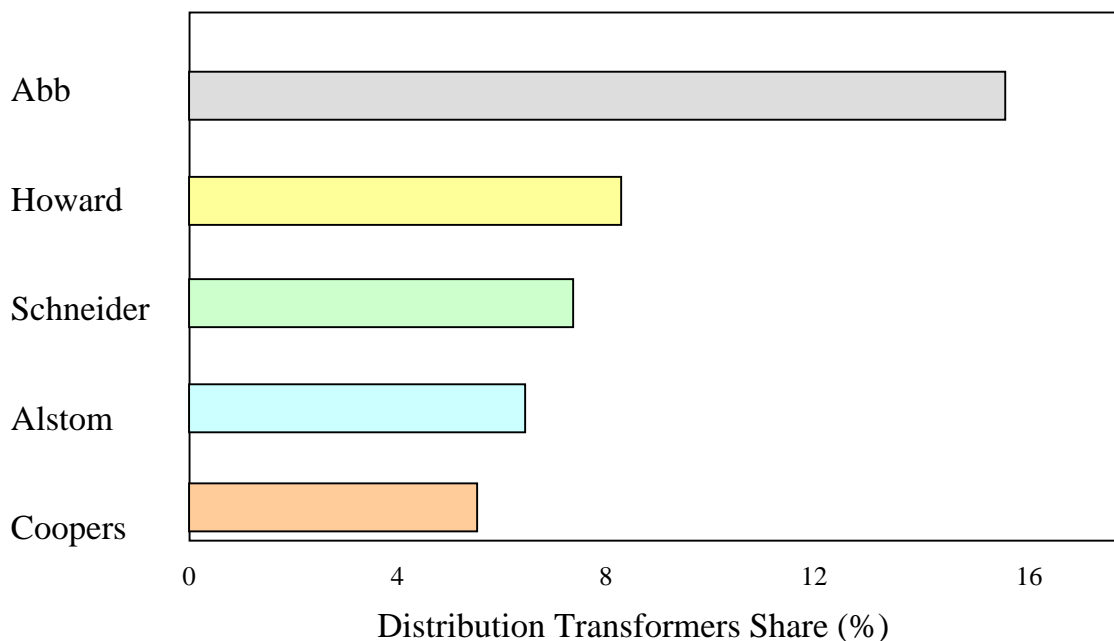
- صنعت ترانسفورماتورها پس از پیدایش آن در بیش از ۱۰۰ سال پیش تاکنون تغییرات فراوانی یافته است. ساخت ترانسفورماتورها که در ابتدا توسط چند شرکت بزرگ نظیر وستینگهاوس و زیمنس صورت می‌گرفت، امروزه گسترش فراوانی یافته است بگونه‌ای که حتی بسیاری از کشورهای عقب مانده صنعتی نیز در زمینه ساخت برخی انواع ترانسفورماتورها (بخصوص ترانسفورماتورهای توزیع و کوچک) پیشرفت‌های محسوسی داشته‌اند. بر اساس اطلاعات منتشر شده حجم فروش جهانی ترانسفورماتورهای توزیع و قدرت به ارقامی در حدود ۱۲-۱۳ میلیارد دلار می‌رسد که سهم ترانسفورماتورهای توزیع بیشتر و در حد ۷ میلیارد دلار بوده است. اگرچه تولید این ترانسفورماتورها در اکثر کشورها و در بیش از ۱۰۰۰ شرکت مختلف صورت پذیرفته است اما برخی از شرکت‌ها نظیر:

Cooper Power Sys ، ABB ، HOWARD ، SEHNEIDER ، AREVA (ALSTOM) در زمینه فروش ترانسفورماتورهای توزیع بیشترین سهم را دارا بوده‌اند. نمودار (۱) آمار فروش ترانسفورماتورهای توزیع در کل دنیا و نیز سهم شرکتهای اصلی را در این زمینه می‌دهد.



نمودار (۱) سهم شرکتهای مختلف سازنده فروش ترانسفورماتورهای توزیع در دنیا

WORLD MARKET: 6.7 BUS \$



همانطور که گفته شد امروزه شرکتهای مختلفی در زمینه ساخت ترانسفورماتورها در دنیا فعال می‌باشند که تیراژ تولید سالانه آنها از حدود ۱۰۰ عدد ترانس تا بیش از ۳۰۰ هزار عدد می‌باشد بسیاری از این شرکتها انواع مختلفی از ترانسفورماتورهای تک فاز و سه فاز و نیز ترانس‌های روغنی و خشک را تولید می‌نمایند و دارای کارخانجات متعدد در بسیاری از نواحی و کشورهای مختلف دنیا می‌باشند.

- شرکت Asea Brown Boveri ABB در حال حاضر بزرگترین تولیدکننده و فروشنده ترانسهای توزیع در دنیا محسوب می‌شود. این شرکت اصلیتی سوئیسی دارد و امروزه به یک شرکت بین‌المللی بزرگ در آمده است. این شرکت در چند سال اخیر حدود ۱۵ درصد فروش ترانسفورماتورهای توزیع را در دنیا به خود اختصاص داده است که مقدار آن به رقمی در حدود یک میلیارد دلار می‌رسد. کارخانه‌های ساخت ترانسفورماتورهای توزیع این شرکت بطور عمده در سوئیس، استرالیا، فرانسه، آمریکا و آفریقای جنوبی، تایلند، آلمان و ترکیه قرار دارند. که امکان فروش انواع مختلف ترانسها را به کل دنیا برای این شرکت فراهم کرده است. شرکت ABB قابلیت تولید انواع ترانسفورماتورهای توزیع را مطابق با استانداردهای Iec، Ansi، Cenelec دارا می‌باشد.

- شرکت Areva T&D (Alstom) یکی از بزرگترین شرکتهای سازنده ترانسفورماتورها در دنیا می‌باشد که اصلیتی فرانسوی داشته و در حدود ۳۰ کارخانه مختلف در کشورهای مختلف دنیا را دارا می‌باشد. این شرکت با شش درصد فروش سالانه این تجهیزات در دنیا بعنوان سومین یا چهارمین شرکت بزرگ مطرح می‌باشد. در زمینه ترانسهای توزیع این شرکت قابلیت ساخت انواع ترانسهای تک فاز و سه فاز روغنی و خشک را مطابق با استانداردهای ملی و بین‌المللی را داراست.

- شرکت Howard Industries با فروش سالانه هفت الی هشت درصد ترانسفورماتورهای توزیع در دنیا دومین شرکت بزرگ سازنده و فروشنده ترانسهای توزیع در دنیا می‌باشد و یکی از پیشرفته‌ترین شرکتهای در این زمینه است. این شرکت اصلیتی آمریکایی دارد و امروزه خط تولید ترانسهای توزیع خود را در اکثر کارخانجات مربوطه بصورت تمام اتوماتیک و روباتیک در آورده و قابلیت تولید انواع ترانسهای توزیع تک‌فاز و سه فاز را مطابق با استانداردهای Ansi و Nema و نظایر آن را دارد.

- شرکت Schneider Electric در رده چهارم بزرگترین سازنده و فروشنده ترانسهای توزیع در دنیا قرار دارد. در رابطه با ترانسهای توزیع مهمترین کارخانجات و شرکتهای وابسته به گروه Schneider شامل Merlin Gerin، Square D، France Transfo، Elvin می‌باشند. در کلیه شرکتهای فوق انواع ترانسفورماتورهای توزیع در محدوده‌های توان ۲۰۰۰-۵ KVA و تا ولتاژ اولیه ۳۶KV ساخته می‌شود. استانداردهای مورد استفاده در این شرکت جهت ساخت ترانسهای توزیع بطور عمده شامل IEC 76، Cenelec می‌باشد.

- شرکت Siemens گرچه در زمینه ترانسفورماتورهای قدرت همانند بسیاری دیگر از تجهیزات فشار قوی یکی از پرفروش‌ترین شرکت‌های مطرح در دنیا می‌باشد اما در زمینه ترانسهای توزیع جزء چند شرکت کلیدی فروشنده دنیا بحساب نمی‌آید. این شرکت اصلیتی آلمانی دارد و ترانسهای خود را بطور عمده مطابق با استاندارد Iec، Din، Cenelec می‌سازد.

- شرکت Pauwels اصلیتی بلژیکی دارد و یکی از بزرگترین سازندگان ترانسهای توزیع در اروپا محسوب می‌شود. این شرکت قابلیت ساخت انواع مختلف ترانسفورماتورهای توزیع و قدرت مطابق با استانداردهای بین‌المللی و اروپایی را داراست و دارای ۶ کارخانه بزرگ در کشورهای بلژیک، ایرلند، آمریکا، اندونزی و کانادا می‌باشد.

- شرکت VA Tech (Elin) با قدمتی بیش از ۱۰۰ سال بعنوان یک شرکت بزرگ سازنده ترانسهای قدرت مطرح می‌باشد. در زمینه ترانسهای توزیع انواع ترانسهای تک فاز و سه فاز روغنی و خشک را در محدوده ۱۵-۲۵۰۰ KVA و با ولتاژ اولیه تا ۳۶ KV تولید می‌نماید. این شرکت اگرچه اصلیتی اتریشی دارد اما در بسیاری از کشورها کارخانجات متعدد ساخت ترانسهای توزیع داشته که از جمله آنها می‌توان به آلمان، فرانسه، آمریکا و چین اشاره کرد.

علاوه بر شرکت‌های فوق‌الذکر شرکت‌های معتبر دیگری نیز در دنیا در زمینه ساخت ترانسهای توزیع سابقه طولانی داشته و جزء شرکت‌های بزرگ در این زمینه بحساب می‌آیند. از جمله این شرکتها:

- IEO Transformatoren
- Brush Transformers
- Cooper Power S.
- MGM, Toshiba
- Hitachi
- Waukesha

همچنین سازندگان کوچک و کم نامی نیز در دنیا وجود دارند که هر سال تعداد نسبتاً کمی ترانسفورماتور توزیع می‌سازند که بعنوان مثال شرکت Marsons در هند را می‌توان نام برد.

برخی از شرکت‌های اشاره شده در فوق علاوه بر ترانسفورماتورهای توزیع با هسته‌های ساخته شده از ورق‌های فولاد سیلیکونی، ترانس‌هایی نیز با هسته آمورف می‌سازند که با توجه به تلفات بسیار کم آنها (تلفات بی‌باری آنها نسبت به بهترین ترانسهای با هسته‌های فولاد

سیلیکونی در حدود ۷۰ درصد کمتر است) امروزه توجه فراوانی را به خود جلب کرده است. تاکنون در حدود ۱۲۵۰۰۰۰ ترانسفورماتور توزیع با هسته آمورف در نواحی مختلف دنیا نصب گردیده و با توجه به روند رو به گسترش استفاده از آنها در کشورهای آمریکا، ژاپن، چین، هند، امروزه سهم فروش سالانه آنها از کل ترانسهای توزیع فروخته شده در دنیا در حدود ۵ درصد رسیده و پیش‌بینی می‌شود که مقدار آن نیز با گذشت زمان رو به افزایش گذارد. لازم به ذکر است که بدانیم اولین مرحله تجاری سازی (ساخت انبوه) ترانسهای توزیع با هسته آمورف از سال ۱۹۸۶ میلادی آغاز شده است.

۲-۵. سازندگان داخلی ترانسفورماتور توزیع

• شرکت ایران ترانسفو

شرکت ایران ترانسفورماتور در سال ۱۹۶۶ میلادی تأسیس گردید. این شرکت بزرگترین سازنده ترانسفورماتورهای توزیع و قدرت در ایران و یکی از شرکت‌های اصلی سازنده انواع ترانسفورماتورها در منطقه خاورمیانه می‌باشد. اولین کارخانه این شرکت در منطقه ری و جهت تولید ترانس‌های توزیع روغنی با ظرفیت ۲۵-۲۵۰۰ کیلو ولت آمپر در محدوده ولتاژی ۱۱/۲۰/۳۳ کیلوولت و تحت لیسانس زیمنس آلمان شروع به فعالیت کرد و پس از آن جهت افزایش تولید و تنوع محصولات، کارخانجات زنجان تأسیس گردید. در حال حاضر این شرکت توانایی ساخت ترانس‌های قدرت تا 500 MVA ظرفیت و نیز ترانس‌های خشک را داراست و همین حالت‌ها همراه با قیمت‌های پیشنهادی شرکت باعث گردیده که تعدادی ترانس نیز هر سال از سوی این شرکت به کشورهای نظیر سوریه، لیبی و یمن صادر گردد.

در سال‌های اخیر هر دو کارخانه ایران ترانسفو زنجان و ری بالغ بر ۳۰ هزار ترانسفورماتورهای توزیع روغنی تولید نموده‌اند. در دو یا سه سال گذشته یکی از الویت‌های فروش این شرکت بر

اساس صادرات محصول بوده است بطوریکه در این مدت بطور متوسط هر سال در حدود ۴ الی ۱۰ هزار ترانسفورماتور تولید و به کشورهای لیبی و سوریه صادر گردیده است.

علاوه بر ترانسفورماتورهای روغنی، کارخانه تولید ترانس‌های توزیع خشک را نیز در سال ۱۳۸۳ راه‌اندازی نموده و نیاز صنایع داخلی به این نوع ترانسها را برآورده می‌سازد.

کارخانه ترانسفورماتورسازی کوشکن نیز که با سرمایه‌گذاری ایران ترانسفو و برخی مؤسسات دیگر در سال ۱۳۸۳ به بهره‌برداری رسیده است، ظرفیت تولید ۲۰ هزار دستگاه ترانسفورماتور توزیع با ظرفیت معادل 500 MVA را داراست و به نظر می‌رسد که این سه کارخانه اصلی امکان تولید ۶۰ هزار دستگاه ترانس توزیع روغنی را در سال دارا باشند.

• سایر سازندگان داخلی

علیرغم آن که شرکت ایران ترانسفو حدود ۹۰ درصد ترانسفورماتورهای توزیع مورد نیاز کشور را تأمین می‌کنند، شرکت‌های دیگری نیز در زمینه ساخت برخی از رده‌های ترانسفورماتورهای توزیع در کشور فعال می‌باشند که مهمترین آنها شامل:

- شرکت توس نیرو
- شرکت ساخت نیرو
- شرکت توسعه نیرو
- شرکت نیرو ترانسفو

شرکت ساخت نیرو در حال حاضر سه رده ترانسفورماتور توزیع با ظرفیت‌های ۲۰۰ و ۳۱۵ و ۵۰۰ کیلو ولت آمپر را تولید می‌کند که ولتاژ آنها به طور عمده 20 KV می‌باشد. این شرکت ترانس‌های خود را مطابق با استاندارد TEC-76 تولید می‌نماید و در سال‌های گذشته بطور متوسط هر سال ۴۰۰-۵۰۰ عدد ترانس توزیع ساخته و به فروش رسانده است. نکته قابل توجه در مورد ترانس‌های توزیع تولیدی در این شرکت آن است که هسته این ترانسفورماتورها به صورت Step-Lap بریده می‌شود و دارای ۷ پله می‌باشد که استفاده از این روش برش هسته‌ها همراه با کاربرد ورق‌های با کیفیت بالا و ضخامت کم (۰/۲۷ میلیمتر) منجر گردیده که تلفات بی‌باری این ترانسها نسبت به سازنده اصلی ترانس‌های توزیع داخلی در حدود ۳۰-۲۰ درصد کاهش می‌یابد. جدول (۷)

مشخصات و قیمت ترانس‌های توزیع سه فاز روغنی تولید شده توسط این شرکت را نشان می‌دهد.

همانگونه که ملاحظه می‌شود علیرغم آنکه تلفات بی‌باری ترانس‌های ساخت این شرکت در حدود ۲۰-۳۰ درصد کمتر از ترانس‌های ساخت ایران ترانسفو می‌باشد. اما قیمت فروش آنها در همان حد می‌باشد.

جدول ۷. مشخصات ترانس‌های توزیع سه فاز روغنی تولیدی در شرکت ساخت نیرو و قیمت تقریبی فروش آنها در سال ۱۳۸۴

قیمت (ریال)	ولتاژ امپدانس %	تلفات بار (W)	تلفات بی‌باری (W)	گروه برداری اتصالات	ولتاژ(ولت)	ظرفیت
۱۹/۴۴۵/۷۰۰	۶	۳۷۹۹	۳۰۰	Yzn5	۲۰۰۰/۴۰۰	۲۰۰
۲۴/۹۴۳/۶۰۰	۶	۵۸۸۹	۶۴۵	Dyn5	۲۰۰۰/۴۰۰	۳۱۵
۴۰/۳۳۳/۹۰۰	۶	۸۰۷۱	۷۵۰	Dyn5	۲۰۰۰/۴۰۰	۵۰۰

شرکت فنی توس نیرو در خراسان نیز ترانسفورماتورهای توزیع با ولتاژ ۲۰/۰/۴ کیلو ولت و با قدرت ۵۰ و ۱۰۰ KVA مطابق با استاندارد IEC-76 تولید می‌نماید. در این شرکت نیز با استفاده از روش Step-laps درهسته چینی، تلفات بی‌باری ترانسفورماتورها به طور چشمگیری کاهش یافته است.

جدول (۸) مشخصات و قیمت فروش ترانس‌های توزیع سه فاز روغنی این شرکت را ارائه می‌دهد. همانگونه که دیده می‌شود اگر چه تلفات بی‌باری ترانس‌های توزیع تولیدی در این شرکت بیش از ۳۰ درصد از ترانس‌های ساخت ایران ترانسفو کمتر می‌باشد، اما قیمت فروش این ترانس‌ها در حد ۵ درصد افزایش یافته است.



جدول (۸) مشخصات ترانسفورماتورهای توزیع سه فاز روغنی تولید شده در شرکت توس
نیرو و قیمت فروش آنها در سال ۱۳۸۴

ظرفیت (KVA)	تلفات بی باری (W)	تلفات بار (W)	قیمت (ریال)
۵۰	۱۴۰	۱۲۴۴	۱۲/۵۰۰/۰۰۰
۱۰۰	۲۳۵	۲۱۴۶	۱۵/۵۰۰/۰۰۰

۶. تحلیل مالی-اقتصادی

در این بخش سرمایه‌گذاری ثابت برای طرح تولید ترانسفورماتور توزیع کوچک ۲۵۰ کیلو ولت آمپر که ورودی ولتاژ ۲۰۰۰ ولت را به ۴۰۰ ولت تبدیل می‌کند و به مقیاس تولید روزانه ۶۰ عدد ترانسفورماتور ارایه می‌شود.

۶-۱. هزینه ساخت ترانسفورماتور 250 KVA

هزینه‌های اجرا برای ساخت ۶۰ دستگاه ترانسفورماتور 250 KVA در روز شامل تهیه و نصب ماشین‌آلات ساخت بدنه، دستگاه پرس ضخیم، دستگاه خم‌کاری، ماشین‌آلات ساخت عایق و ماشین‌فالت (که ورق را بصورت کنگره درمی‌آورد) و عملیات مهندسی و طراحی، سیویل فونداسیون و تهیه و نصب تاسیسات بارگیری و تخلیه هزینه‌ای بالغ بر ۵۰۰,۰۰۰ میلیون ریال پیش‌بینی می‌شود که در محاسبات مالی حداقل قیمت‌ها لحاظ شده است.

۶-۲. هزینه‌های محوطه‌سازی و تامین تاسیسات زیر بنایی

این هزینه‌ها شامل تسطیح زمین، خیابان‌کشی، محوطه‌سازی (شبکه ارتباط داخلی، فضای سبز و شبکه جمع‌آوری آب‌های سطحی) ساخت ابنیه اداری، نگهبانی، سرایداری، واحد تعمیرات، تاسیسات (برق، آب و هوای فشرده) روشنایی محوطه، ایجاد دوربین‌های مدار بسته برای کنترل محوطه، نظارت بر عملیات بارگیری و سیستم اطفاء حریق می‌گردد. براساس استعلام‌های بعمل آمده و در ارزیابی‌های مالی برای این مقدار هزینه ۵۰,۰۰۰ میلیون تخمین زده شده است. (جدول ۹)

جدول ۹. برآورد هزینه‌های اجرای طرح ساخت ترانسفورماتور 250 KVA
به تعداد ۶۰ دستگاه در روز

شرح هزینه	ظرفیت (KVA)	قیمت کل (میلیون ریال)
هزینه ساخت ترانسفورماتور	۲۵۰	۵۰۰,۰۰۰
محوطه‌سازی و تامین تاسیسات زیربنایی	۲۵۰	۵۰,۰۰۰
جمع		۵۵۰,۰۰۰

در واقع حجم سرمایه‌گذاری ثابت جهت تولید ۶۰ دستگاه ترانسفورماتور ۲۵۰ KVA در روز ۵۵۰,۰۰۰ میلیون ریال خواهد بود که باید قیمت زمین را نیز به آن اضافه نمود.

زمین مورد نظر برای این طرح باید ۵ هکتار در نظر گرفته شود که با توجه به موقعیت مکانی قیمت زمین متفاوت خواهد بود ولی حتی‌الامکان بصلاح است زمین مورد نظر نزدیک به خط راه‌آهن بمنظور سهولت در حمل و نقل به نقاط مصرف باشد.

بعنوان مثال در شهر صنعتی ساوه برای ابتیاع ۵ هکتار زمین و به ازاء هر متر مربع ۲۰۰,۰۰۰ ریال قیمت خریداری ۵ هکتار زمین بالغ بر ۱۰,۰۰۰ میلیون ریال می‌گردد. لذا حجم کل سرمایه‌گذاری ثابت طرح فوق‌الذکر ۵۶۰,۰۰۰ میلیون ریال بالغ می‌شود که ۴۴۸,۰۰۰ میلیون ریال (معادل ۸۰ درصد مبلغ کل) آن در قالب وام تامین می‌گردد و ۱۱۲,۰۰۰ میلیون ریال (۲۰ درصد) دیگر از محل آورده متقاضی ساخت ترانسفورماتور تامین خواهد شد.

۳-۶. نیروی انسانی مورد نیاز

نیروی انسانی مورد نیاز برای تولید ۶۰ دستگاه ترانسفورماتور توزیع بقدرت ۲۵۰ KVA در روز و نهایتاً تعداد ۱۵۰۰۰ دستگاه در سال طبق جدول (۱۰) بشرح ذیل می‌باشد:

جدول ۱۰. نیروی انسانی مورد نیاز

جدول ۱۰. نیروی انسانی مورد نیاز				
کارکنان اداری		کارکنان تولیدی		میزان تخصص
زن	مرد	زن	مرد	
	۲		۱۰	فوق لیسانس
	۱۶		۴۳	لیسانس
۱۲	۸		۷۵	فوق دیپلم
			۲۶	دیپلم و زیر دیپلم
۱۲	۲۶		۱۵۴	جمع

لذا مجموعاً تعداد ۱۹۲ نفر برای ساخت ۶۰ دستگاه ترانسفورماتور ۲۵۰ KVA در روز اشتغال خواهند یافت.

۷. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

یکی از مناسبترین روشهای کاهش قیمت تمام شده برق مصرفی در کشور، کاهش تلفات سیستم‌های تولید انتقال توزیع نیرو است. امروزه به نظر می‌رسد در حدود ۲۵ درصد از برق تولیدی در کشور به دلیل این تلفات به هدر می‌رود و علیرغم فعالیتهای پراکنده‌ای که در زمینه کاهش چنین تلفاتی صورت گرفته است هنوز تأثیر مثبت و قابل ارائه‌ای به چشم نمی‌خورد. به گونه‌ای که در چند سال اخیر بر خلاف پیش‌بینی‌های برنامه سوم توسعه کشور و نیز برخلاف روند سایر کشورها، تلفات سیستم انتقال و توزیع نیرو در کشور روند صعودی داشته و عدم توجه به این مسأله بسیار زیان‌بار خواهد بود. مهمترین روش‌های کاهش تلفات شبکه‌های توزیع نیرو شامل خازن‌گذاری، بهبود سطح مقطع هادی‌ها افزایش ولتاژ شبکه، بهبود بازدهی ترانسفورماتورها و تجدید آرایش شبکه (فیدرها) می‌باشند. استفاده صحیح از هر یک از این روشها می‌تواند تلفات شبکه را تا حد قابل قبولی کاهش دهد هر چند که در نظر گرفتن پارامترهای اقتصادی در این رابطه همواره نقش اساسی را ایفا می‌نماید.

در میان تجهیزات مختلف شبکه توزیع، ترانسفورماتورها که وظیفه تبدیل ولتاژ را بر عهده دارند، همواره به عنوان دستگاه‌هایی با بازدهی بسیار بالا مطرح بوده‌اند. بر این اساس در کشور ما، سهم کمی از تلفات توان و انرژی الکتریکی را ناشی از آنها دانسته و یا آن که لااقل پتانسیل فنی-اقتصادی ناچیزی را برای کاهش تلفات توزیع کشور از طریق بهبود بازدهی آنها در نظر داشته‌اند. بررسی‌های انجام شده در گزارش حاضر نشان می‌دهد که در اولین سال برنامه چهارم توسعه (۱۳۸۴) که پیک بار شبکه سراسری بیش از 31000 MW و پیک بار شبکه توزیع در حدود 28000 MW می‌باشد در حدود ۳۴۰ هزار ترانسفورماتور توزیع با متوسط ظرفیت ۱۸۰ KVA در کشور نصب شده‌اند، که تقریباً 700 MW از پیک بار شبکه سراسری به دلیل تلفات آنها به هدر می‌رود. لذا ارزش کل تلفات ترانسفورماتورهای توزیع در کشور بیش از ۸۰۰ میلیون دلار خواهد بود که مقدار آن بیش از قیمت کل ترانسفورماتورهای توزیع نصب‌شده در کشور می‌باشد با توجه به اهمیت تلفات ترانسفورماتورهای توزیع، امروزه در بسیاری از کشورها استانداردهای حداکثر مقادیر مجاز تلفات و یا حداقل مقادیر مجاز راندمان آنها تدوین گردیده است که در برخی از این کشورها نیز به صورت اجباری در آمده است این امر باعث گردیده که اکثر سازندگان ترانسفورماتورهای توزیع در دنیا ترانسفورماتورهای با تلفات بسیار کمتر (بین ۴۰-۱۰ درصد) از تلفات ترانس‌های موجود در کشور (ساخت داخل) بسازند. به گونه‌ای که امروزه یک روند رو به رشد در جهت



ساخت و استفاده از ترانسفورماتورهای با تلفات بسیار کم (نظیر ترانس‌های آمورف) در بسیاری از کشورها نظیر آمریکا، ژاپن، چین، هند و کره جنوبی آغاز گردیده است. با توجه به موارد فوق جهت کاهش تلفات شبکه توزیع از طریق بهبود و راندمان ترانسفورماتورها پیشنهاداتی به صورت ذیل ارائه می‌گردد:

الف - تدوین استاندارد مربوط به حداکثر مقادیر مجاز تلفات ترانسفورماتورهای توزیع در کشور و نحوه تست آنها با توجه به شرایط سازندگان و استفاده‌کنندگان ترانسفورماتورهای توزیع در کشور، یکی از مهمترین روشها برای کاهش تلفات ترانس‌های توزیع کشور، تدوین استاندارد در این زمینه می‌باشد. نکته‌ای که در این مرحله توجه به آن ضروری به نظر می‌رسد آن است که برای تدوین استانداردهای مربوط به بازده دستگاههای الکتریکی و به خصوص ترانسفورماتورها، شرایط باید به گونه‌ای لحاظ گردد که این استانداردها به لحاظ تکنولوژی قابل دسترس بوده و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشند. به علاوه چنین استانداردهائی باید به نحوی ارائه شوند که کاهش قابل ملاحظه‌ای در تلفات انرژی به همراه داشته و از این نظر نیز انگیزه لازم را ایجاد نمایند. این استانداردها می‌بایستی با در نظر گرفتن فرصت و زمان لازم برای تولیدکنندگان داخلی، در فواصل زمانی مناسب ارتقاء یابند تا پس از مدت زمان مشخص به حدود مناسب تلفات ترانسها برای کشور نزدیک گردند.

ب - تشویق و ترغیت به ساخت و استفاده از ترانسفورماتورهای توزیع با راندمان بالا این امر می‌تواند با ایجاد بستر مناسب جهت رقابت واقعی در زمینه ساخت ترانس‌های پر بازده با حضور کلیه سازندگان داخلی و خارجی صورت پذیرد همچنین کمک به استفاده‌کنندگان این تجهیزات پر بازده از طریق پرداخت ما به التفاوت قیمت این تجهیزات با دستگاه‌های با تلفات بیشتر و قدیمی‌تر از نظیر پروژه توسعه استفاده از لامپ‌های کم مصرف) نیز می‌تواند در این زمینه مفید باشد.

ج - ایجاد و تجهیز یک آزمایشگاه معتبر و مرجع در زمینه آزمایش تلفات ترانسفورماتورهای توزیع مورد استفاده در کشور.

د - حمایت از پروژه‌های پژوهشی مربوط به بهبود بازدهی ترانسفورماتورهای توزیع نظیر تهیه نرم‌افزار محاسبه قیمت و مشخصات بهینه ترانسفورماتورهای توزیع با سطوح تلفات مختلف، ساخت ترانس‌های توزیع با هسته آمورف و کاربردی کردن و توسعه نتایج این پژوهش‌ها.



۵ - آموزش و آشنا نمودن کارشناسان و افراد مرتبط با موضوع در شرکت‌های توزیع از طریق برگزاری دوره‌ها و سمینارهای مناسب و همچنین ایجاد حساسیت و توجه به موضوع هنگام تصمیم‌گیری‌ها، خریدها و غیره.



۸. لیست منابع و مقالات استفاده شده در این پروژه

۱. کاتالوگ محصولات تولیدی بسیاری از سازندگان اصلی ترانسفورماتورهای توزیع در دنیا شامل ABB, GE, ALSTOM, Hyundai SGB-Smit
۲. سایت وزارت نیرو www.moe.org.ir سخنرانی دکتر عارف در مراسم افتتاح کارخانه ترانسفورماتورسازی کوشکن
۳. آشنایی با ماشینهای الکتریکی و ترانسفورماتورها (تالیف: جورج مک فرسون، رابرت دی-لامور) (ترجمه: دکتر محمد حسین سالمی)
4. "Distribution Transformers, IEC Liquid Filled" ABB corporation 2002
5. Alstom (Areva T&D) Technical list; Oil Immersed Distribution Transformers 50 to 2500 KVA with and without conservator.
6. Terminology for power and distribution Transformers ANSI/IEEE C57.12.80.1999
7. Oil Immersed Distribution Transformers JISC 4304
8. ABB China Catalogue 2003