بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده فنی و مهندسی

بخش مهندسی مکانیک

پایان نامه تحصیلی برای دریافت درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی مکانیک

گرایش تبدیل انرژی

بررسی حرارتی اتاقک یک ترانس کامپکت در شرایط مختلف آب و هوایی

مولف:

امیر خشابی

استاد راهنما:

دکتر مظفر علی مهرابیان

: مشاور استاد

دکتر مرتضی عبدل‌زاده

بهمن ماه ۱۳۹۱

این پایان نامه به عنوان یکی از شرایط درجه کارشناسی ارشد به

گروه مهندسی مکانیک
دانشکده فنی و مهندسی
دانشگاه شهید باهنر کرمان

تسلیم شده است و هیچگونه مدرکی به عنوان فراغت از تحصیل دوره مزبور شناخته نمی شود.

دانشجو : امیر خشابی

استاد راهنما : آقای دکتر مظفر علی مهرابیان

استاد مشاور: آقای دکتر مرتضی عبدل‌زاده

داور ۱ : آقای دکتر سید حسین منصوری

داور۲ : آقای دکتر محمد رهنما

نماینده تحصیلات تکمیلی دانشکده در جلسه دفاع: آقای دکتر محمد رضا دشت بیاض

معاونت پژوهشی و تحصیلات تکمیلی دانشکده : خانم دکتر مریم احتشام زاده

حق چاپ محفوظ و مخصوص به دانشگاه شهید باهنر کرمان است.

تقدیم به:

به پاس تعبیر عظیم و انسانی‌شان از کلمه ایثار و از خودگذشتگی

به پاس عاطفه سرشار و گرمای امیدبخش وجودشان که در این سردترین روزگاران بهترین پشتیبان است

به پاس قلب های بزرگشان که فریاد رس است و سرگردانی و ترس در پناهشان به شجاعت می‌گراید

و به پاس محبت های بی دریغشان که هرگز فروکش نمی‌کند

این مجموعه را به پدر و مادرم، نگاهان سبز زندگی تقدیم می‌کنم.

تشکر و قدردانی:

تشکر و سپاس فراوان را از استاد کاردان، جناب آقای دکتر مهرابیان بر خود واجب می‌دانم که در همه لحظات با متانت و بزرگواری بنده را در راه این تحقیق یاری و راهنمایی نمودند، به طوریکه بدون کمک‌های ایشان هرگز قادر به انجام این تحقیق نبوده‌ام. امیدوارم با مهربانی همیشگی خود کاستی‌های این پایان نامه را بر من ببخشند. در ادامه لازم می‌دانم از راهنمایی‌ها و مشاوره‌های راه‌گشای جناب آقای دکتر عبدل‌زاده در انجام این مجموعه تشکر فراوان به عمل بیاورم.

چکیده

ترانس‌های کامپکت برای خطوط انتقال قدرت متوسط(۳۱۵kW_۱۶۰۰kW) به کار گرفته می‌شوند. این ترانس‌ها تلفات در شبکه‌های قدرت را بیشتر از ترانس‌های هوایی کاهش می‌دهند. از عمده ترین مشکلات ترانس‌های کامپکت تهویه نامناسب هوای درون اتاقک و خنک‌کاری ترانس می‌باشد. در این پژوهش شبیه سازی اتاقک و جریان هوای داخل آن با استفاده از نرم افزار فلوئنت انجام پذیرفته است. ابتدا عملکرد حرارتی اتاقک از طریق حل عددی مورد بررسی قرار گرفته و سپس نتایج حاصل از حل عددی با داده های تجربی مقایسه شده است. در حل عددی، ترانس به عنوان یک منبع حرارتی دما ثابت در نظر گرفته شده و دیواره‌های اتاقک در معرض شار حرارتی خورشید و جابه‌جایی هوای بیرون قرار دارند. توزیع سرعت، فشار و دمای هوای داخل اتاقک پس از حل عددی معادلات پیوستگی، مومنتوم و انرژی درشرایط مختلف تعیین شده است. برای مدل سازی جریان آشفته از مدل k-ε استفاده شد. همچنین اثرات تغییرات دمای ترانس و شرایط محیطی بر روی رفتار جریان مورد بررسی قرار گرفت. اعتبار سنجی نتایج حل عددی از راه مقایسه با داده‌های اندازه‌گیری شده انجام شد. مقایسه نتایج عددی با نتایج تجربی نشان داد که روش عددی با دقت نسبتا خوبی مشخصات حرارتی جریان هوای داخل اتاقک را پیش‌بینی می‌کند و می تواند ابزار مناسبی برای طراحی بهینه این اتاقک‌ها باشد. نتایج حاصل از بررسی انتقال حرارت اتاقک نشان داد که طراحی فعلی اتاقک مناسب نمی‌باشد و ضرورت یک بازنگری در طراحی اتاقک در جهت بهبود انتقال توان الکتریکی ترانس احساس می‌شود.

کلمات کلیدی: ترانس کامپکت، انتقال حرارت، حل عددی، نرم افزار فلوئنت

فصل اول: مقدمه ۱

۱-۱) مقدمه ۲

۱-۲) ترانسفورماتور ۲

۱-۲-۱) تعاریف و اصول کار ترانسفورماتور ۲

۱-۲-۲) انواع ترانسفورماتورها ۲

۱-۲-۳) قسمتهای مختلف ترانسفورماتور ۳

۱-۲-۳-۱) مخزن روغن ۳

۱-۲-۳-۲) تانک روغن ۴

۱-۲-۳-۳) بدنه ۴

۱-۲-۳-۴) ترمومتر روغن ۵

۱-۲-۳-۵) فشارشکن ۶

۱-۲-۳-۶) رلهٔ بوخهلتس ۶

۱-۲-۳-۷) روغن نمای مغناطیسی ۷

۱-۲-۳-۸) شیرآلات ۷

۱-۲-۳-۹) رطوبت گیر ۷

۱-۲-۳-۱۰) فشار سنج ۸

۱-۳) سیستمهای خنک کننده ی ترانسها ۹

۱-۳-۱) ترانسفورماتور خشک ۹

۱-۳-۲) ترانسفورماتور روغنی ۱۰

۱-۳-۲-۱) خنک کردن طبیعی ۱۰

۱-۳-۲-۲) خنک کردن غیر طبیعی ۱۰

۱-۴) اتاقک ۱۱

۱-۴-۱) محل ورود هوا ۱۲

۱-۴-۲) محل خروج هوا ۱۲

۱-۵) مزایا و معایب ترانس‌های کامپکت ۱۳

۱-۵-۱) مزایا ۱۳

۱-۵-۲) معایب ۱۳

۱-۶) ضرورت تحقیق ۱۳

۱-۷) مروری بر کارهای گذشته ۱۴

۱-۸) اهداف تحقیق ۱۹

فصل دوم: مطالعات تجربی بر روی ترانس کامپکت ۲۰

۲-۱) معرفی سیستم تجربی مورد مطالعه و نحوه داده برداری ۲۱

۲-۲) نتایج اندازه‌گیری و عملکرد حرارتی اتاقک ۲۲

فصل سوم: حل عددی انتقال حرارت درون ترانس کامپکت ۲۵

۳-۱) مدل سازی ترانس کامپکت ۲۶

۳-۲)شبکه بندی ۲۹

۳-۳) معادلات حاکم و روش حل ۳۰

۳-۴) شرایط مرزی ۳۱

۳-۴-۱) شار جابجایی هوا ۳۱

۳-۴-۲) شار تشعشعی روی دیواره‌ها بواسطه انرژی خورشیدی ۳۱

۳-۴-۳) محاسبه شار حرارتی ورودی بواسطه انرژی خورشید به دیوارهای اتاقک با استفاده از داده‌های تشعشعی هواشناسی ۳۶

فصل چهارم: بررسی عملکرد ترانس بر اساس شرایط روز آزمایش و اعتبار سنجی نتایج مدل محاسباتی ۳۸

۴-۱) بررسی عملکرد ترانس بر اساس شرایط روز آزمایش ۳۹

۴-۲) اعتبار سنجی ۴۹

فصل پنجم: نتایج حل عددی ۵۷

۵-۱) بررسی اثرات دمای ترانس بر روی رفتار جریان با استفاده از حل عددی ۵۸

۵-۲) بررسی اثرات دمای محیط بر روی رفتار جریان با استفاده از حل عددی ۶۳

۵-۳) بررسی اثرات ضریب انتقال حرارت جابجایی بر روی رفتار جریان با استفاده از حل عددی ۶۹

فصل ششم: نتیجه گیری کلی ۷۳

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱: مخزن روغن ۳
شکل ۱-۲: تانک روغن ۴
شکل ۱-۳: بدنه ترانسفورماتور ۵
شکل ۱-۴: ترمومتر روغن ۵
شکل ۱-۵: فشار شکن ۶
شکل ۱-۶: رلهٔ بوخهلتس ۷
شکل ۱-۷: رطوبت گیر ۸
شکل ۱-۸: فشارسنج ۸
شکل ۱-۹: اتاقک ترانس کامپکت ۱۱
شکل ۱-۱۰: خروجی روی دیوارها ۱۲
شکل ۱-۱۱: خروجی روی سقف ۱۲
شکل ۲-۱: نمای درونی اتاقک و محل قرار گیری ترمومترها ۲۱
شکل ۲-۲: ترموکوپل PT100 ۲۱
شکل ۲-۳: دمای ترانس در طی روز آزمایش ۲۴
شکل ۳-۱: ترانسفورماتور مدل سازی شده در گمبیت ۲۶
شکل۳-۲: دیواره‌های اتاقک ۲۷
شکل۳-۳: مقاومت حرارتی دیواره اتاقک ۲۷
شکل ۳-۴: صفحه‌ی مشبک زیر ترانس ۲۸
شکل ۳-۵: ترانس کامپکت مدل سازی شده و نحوه قرارگیری اتاقک در جهت‌های اصلی ۲۸
شکل ۳-۶: شبکه‌بندی اتاقک در صفحه‌ی y=۰/۵m ۲۹
شکل ۳-۷: نمایی کلی از یک کلکتور خورشیدی ۳۲
شکل ۳-۸: زوایای مشخص کننده جهت و وضعیت صفحه و نیز زوایای مشخص کننده موقعت خورشید ۳۳
شکل ۳-۹: زوایای اصلی عرض جغرافیایی، ساعت و میل ۳۴
شکل۴-۱: کانتورهای فشار نسبی(Pa) در ساعت ۱۳:۳۰ در روز آزمایش ۴۰

شکل۴-۲: کانتورهای سرعت (m/s) در جهت y در ساعت ۱۳:۳۰ در روز آزمایش ۴۱
شکل ۴-۳: کانتورهای دما(K) در ساعت ۱۳:۳۰ در روز آزمایش ۴۲
شکل ۴-۴: کانتورهای دما در صفحه‌یx=۱/۷ m برای ساعت ۱۳:۳۰ روز آزمایش ۴۳
شکل ۴-۵: کانتورهای دما در صفحه‌یx=۰/۳ m برای ساعت ۱۳:۳۰ روز آزمایش ۴۳
شکل ۴-۶: خروجی واقع شده در سقف اتاقک ۴۴
شکل ۴-۷: کانتورهای سرعت (m/s) در جهت y در صفحه‌ی y=۱m ۴۴
شکل۴-۸: کانتورهای سرعت (m/s) در جهت y در صفحه‌ی y=۲m ۴۴
شکل ۴-۹: کانتورهای فشار نسبی(Pa) در ساعت ۹:۳۰ در روز آزمایش ۴۶
شکل ۴-۱۰: کانتورهای سرعت (m/s) در جهت y در ساعت ۹:۳۰ در روز آزمایش ۴۷
شکل ۴-۱۱: کانتورهای دما(K) در ساعت ۹:۳۰ در روز آزمایش ۴۸
شکل ۴-۱۲: نرخ انتقال حرارت خالص خروجی از اتاقک در ساعات مختلف در روز آزمایش ۴۹
شکل ۴-۱۳: کانتورهای دما (K) در ساعت ۱۵:۳۰ در مقطع y=۲/۱m ۵۰
شکل ۴-۱۴: توزیع دما روی خط حاصل از تلاقی دو صفحهٔ z=۰/۳m و y=۲/۱ در ساعت ۱۵:۳۰ ۵۰
شکل ۴-۱۵: کانتورهای دما (K) در ساعت ۲۰:۳۰ در مقطع y=۲/۱m ۵۰
شکل ۴-۱۶: توزیع دما روی خط حاصل از تلاقی دو صفحهٔ z=۰/۳m و y=۲/۱ در ساعت ۲۰:۳۰ ۵۰
شکل ۴-۱۷: کانتورهای دما (K) در ساعت ۱۲:۳۰ در مقطع y=۲/۱m ۵۱
شکل ۴-۱۸: توزیع دما روی خط حاصل از تلاقی دو صفحهٔ z=۰/۳m و y=۲/۱ در ساعت ۱۲:۳۰ ۵۱
شکل ۴-۱۹: کانتورهای دما (K) در ساعت ۱۴:۳۰ در مقطع y=۲/۱m ۵۱
شکل ۴-۲۰: توزیع دما روی خط حاصل از تلاقی دو صفحهٔ z=۰/۳m و y=۲/۱ در ساعت ۱۴:۳۰ ۵۱
شکل ۴-۲۱: کانتورهای دما (K) در ساعت ۱۷:۳۰ در مقطع y=۲/۱m ۵۲
شکل ۴-۲۲: توزیع دما روی خط حاصل از تلاقی دو صفحهٔ z=۰/۳m و y=۲/۱m در ساعت ۱۷:۳۰ ۵۲
شکل ۴-۲۳: کانتورهای دما (K) در ساعت ۱۸:۳۰ در مقطع y=۲/۱m ۵۲

شکل ۴-۲۴: توزیع دما روی خط حاصل از تلاقی دو صفحهٔ z=۰/۳m و y=۲/۱m در ساعت ۱۸:۳۰ ۵۲
شکل ۴-۲۵: کانتورهای دما (K) در ساعت ۱۹:۳۰ در مقطع y=۲/۱m ۵۳
شکل ۴-۲۶: توزیع دما روی خط حاصل از تلاقی دو صفحهٔ z=۰/۳m و y=۲/۱ در ساعت ۱۹:۳۰ ۵۳
شکل ۴-۲۷: کانتورهای دما (K) در ساعت ۲۱:۳۰ در مقطع y=۲/۱m ۵۳
شکل ۴-۲۸: توزیع دما روی خط حاصل از تلاقی دو صفحهٔ z=۰/۳m و y=۲/۱ در ساعت ۲۱:۳۰ ۵۳
شکل ۴-۲۹: توزیع دما حاصل از اندازه‌گیری تجربی و حل عددی برای سمت راست اتاقک در تمامی ساعات ۵۴
شکل ۴-۳۰: توزیع دما حاصل از اندازه‌گیری تجربی و حل عددی برای سمت چپ اتاقک در تمامی ساعات ۵۴
شکل۵-۱: کانتورهای دما (K) در y=۰/۸m و دمای ترانس ۳۱۳K در ساعت ۱۴:۳۰ ۵۹
شکل ۵-۲: کانتورهای دما (K) در y=۰/۰۵m و دمای ترانس ۳۱۳K در ساعت ۱۴:۳۰ ۵۹
شکل۵-۳: کانتورهای دما (K) در y=۲m و دمای ترانس ۳۱۳K در ساعت ۱۴:۳۰ ۶۰
شکل۵-۴: کانتورهای دما (K) در y=۰/۸m و دمای ترانس ۳۳۸K در ساعت ۱۴:۳۰ ۶۱
شکل۵-۵: کانتورهای دما (K) در y=۰/۰۵m و دمای ترانس ۳۳۸K در ساعت ۱۴:۳۰ ۶۱
شکل۵-۶: کانتورهای دما (K) در y=۲m و دمای ترانس ۳۳۸K در ساعت ۱۴:۳۰ ۶۲
شکل۵-۷: تغییرات شار حرارتی خروجی از ترانس بر حسب دمای ترانس در ساعت ۱۴:۳۰ ۶۲
شکل۵-۸: نرخ انتقال حرارت ورودی کل از دیوارها به داخل اتاقک بر حسب دمای محیط در ساعت ۱۳:۳۰ ۶۴
شکل۵-۹: کانتور دما (K) در y=۰/۰۵m و دمای محیط ۳۱۳K در ساعت ۱۳:۳۰ ۶۶
شکل۵-۱۰: کانتور دما (K) در y=۰/۰۵m و دمای محیط ۲۸۸K در ساعت ۱۳:۳۰ ۶۶
شکل۵-۱۱: کانتور دما (K) در y=۰/۸m و دمای محیط ۳۱۳K در ساعت ۱۳:۳۰ ۶۷
شکل۵-۱۲: کانتور دما (K) در y=۰/۸m و دمای محیط ۲۸۸K در ساعت ۱۳:۳۰ ۶۷
شکل۵-۱۳: کانتور دما (K) در y=۲m و دمای محیط ۳۱۳K در ساعت ۱۳:۳۰ ۶۸
شکل۵-۱۴: کانتور دما (K) در y=۲m و دمای محیط ۲۸۸K در ساعت ۱۳:۳۰ ۶۸

شکل۵-۱۵: نرخ انتقال حرارت ورودی کل از دیواره ها به داخل اتاقک ۱۴:۳۰ ۷۱

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۲-۱: داده‌های به دست آمده از آزمایش ۲۳

جدول ۳-۱: ضرایب و جمله های های منبع برای معادله ۳-۱ ۳۰

جدول ۳-۲: شار دریافتی (W/m^2) روی صفحه تخت افقی از ساعت ۵:۳۰ تا ۳۶
۱۱:۳۰ در روز آزمایش

جدول ۳-۳: شار دریافتی (W/m^2) روی صفحه تخت افقی از ساعت ۱۲:۳۰ تا ۳۶
۱۸:۳۰ در روز آزمایش

جدول ۳-۴: شار حرارتی ورودی بواسطه انرژی خورشیدی (W/m^2) به دیوارهای ۳۷
اتاقک با ضریب جذب $\alpha_0 = 0.1$ برای رنگ سفید در روز آزمایش

جدول۴-۱: مقایسه بین داده‌های تجربی و عددی در ساعت روز آزمایش ۵۵

جدول ۵-۱: شار حرارتی ورودی بواسطه انرژی خورشیدی (W/m^2) به دیوارهای اتاقک با ۵۸
ضریب جذب $\alpha_0 = 0.1$ برای رنگ سفید در ساعت ۱۴:۳۰ روز آزمایش

جدول۵-۲: شار حرارتی ورودی بواسطه انرژی خورشیدی (W/m^2) به دیوارهای اتاقک با ۶۳
ضریب جذب $\alpha_0 = 0.1$ برای رنگ سفید در ساعت ۱۳:۳۰ در روز آزمایش

جدول۵-۳: نرخ انتقال حرارت ورودی به اتاقک از دیواره‌ها در دماهای مختلف ۶۴
محیط در ساعت ۱۳:۳۰

جدول۵-۴ : شار حرارتی ورودی بواسطه انرژی خورشیدی (W/m^2) به دیوارهای اتاقک با ۶۹
ضریب جذب $\alpha_0 = 0.1$ برای رنگ سفید در ساعت ۱۴:۳۰ روز آزمایش

جدول۵-۵: نرخ انتقال حرارت ورودی به اتاقک از دیواره‌ها در دمای محیط ۷۰
۳۰۱K/ در ساعت ۱۴:۳۰

جدول ۵-۶: نرخ انتقال حرارت ورودی به اتاقک از دیواره‌ها در دمای محیط ۳۱۸K ۷۱
در ساعت ۱۴:۳۰

فهرست علائم :

مساحت	$A(m^2)$
گرمای ویژه فشار ثابت	$C_p(\frac{J}{kg.K})$
شتاب گرانشی زمین	$g(^m/_{s^2})$
گراشف	$Gr = \frac{g\beta(\mathrm{T} - T_0)L^3}{\upsilon^2}$
ثابت خورشیدی	G_{SC}
تولید انرژی جنبشی آشفته بواسطه گرادیان‌های سرعت	G_k
ضریب انتقال حرارت متوسط	$h_m(^W/_{m^2k})$
مقادیر ساعتی شار تشعشع خورشیدی	$I(^W/_{m^2})$
مقادیر ساعتی شار تشعشع مستقیم خورشیدی	$I_b(^W/_{m^2})$
مقادیر ساعتی شار تشعشع پخشی خورشیدی	$I_d(^W/_{m^2})$
مقادیر ساعتی شار تشعشع خورشیدی خارج از جو	$I_o(^W/_{m^2})$
مقادیر شار تشعشع ساعتی روی سطح شیبدار	$I_T(^W/_{m^2})$
انرژی جنبشی آشفته	$k(^{m^2}/_{s^2})$
ضریب هدایت حرارتی	$k'(^W/_{m.K})$
شاخص دریافت ساعتی	k_T
طول مشخصه	$L(m)$
ضخامت	L'
ناسلت متوسط	$Nu_m = \frac{h_m L}{k}$

فشار	$P(^{N}/_{m^2})$
عدد پرانتل	$Pr = {\upsilon}/{\alpha}$
شار حرارتی	$q''(^{W}/_{m^2})$
عدد رایلی	$Ra = Gr.Pr$
جمله منبع	S_ϕ
نسبت تابش مستقیم روی سطح شیبدار به سطح افقی	R_b
دما	$T(K)$
مولفه سرعت در جهت x	$u(^{m}/_{s})$
مولفه سرعت در جهت y	$v(^{m}/_{s})$
مولفه سرعت در جهت z	$w(^{m}/_{s})$

فهرست علائم یونانی:

ضریب پخش مولکولی حرارت	$\alpha(^{m^2}/_{s})$
ضریب جذب	α_0
زاویه ارتفاع خورشید	$\alpha_s(°)$
زاویه شیب	$\beta(°)$
ضریب انبساط حرارتی	$\beta'(K^{-1})$
زاویه سمت الرأس	$\gamma(°)$
زاویه میل	$\delta(°)$
زاویه برخورد اشعه خورشید با سطح	$\theta(°)$

زاویه سمت الرأس خورشید	$\theta_Z(°)$
ویسکوزیته	$\mu(\frac{kg}{m.s})$
ویسکوزیته آشفته	$\mu_t(\frac{kg}{m.s})$
اتلاف انرژی جنبشی	$\varepsilon({}^{m^2}/_{s^3})$
چگالی	$\rho({}^{kg}/_{m^3})$
ضریب انعکاس زمین	ρ_g
عدد پرانتل برای انرژی جنبشی آشفته	σ_k
عدد پرانتل برای دما	σ_T
عدد پرانتل برای نرخ اتلاف آشفته	σ_ε
متغیرهای جریان	ϕ
ویسکوزیته سینماتیکی	$\upsilon({}^{m^2}/_{s})$
پاسخها در تکرار j ام	φ_j
زاویه عرض جغرافیایی	$\varphi(°)$
زاویه ساعت	$\omega(°)$
ضریب نفوذ مؤثر	$\Gamma_{\phi,eff}(\frac{kg}{m.s})$

فصل اول

مقدمه

۱-۱) مقدمه

ترانس‌های کامپکت، به مجموعهٔ ترانس‌های با قدرت بین (315kW – 1600kW) که درون اتاقک‌هایی با ابعاد مشخص قرار می‌گیرند گفته می‌شود. ترانس‌های کامپکت برای خطوط انتقال قدرت متوسط به کار گرفته می‌شوند. ترانس های کامپکت دارای دو قسمت اصلی هستند:

۱- ترانسفورماتور

۲- اتاقک

۱-۲) ترانسفورماتور

۱-۲-۱) تعاریف و اصول کار ترانسفورماتور

ترانسفورماتور وسیله ای است که انرژی الکتریکی را در یک سیستم جریان متناوب از یک مدار به مدار دیگر انتقال می دهد و می تواند ولتاژ مدار را زیاد و کم نماید. ترانسفورماتور یکی از وسایل لازم و حیاتی در سیستم های الکتریکی و همچنین سیستم های تبدیل انرژی می باشد و از دو بخش اصلی زیر تشکیل می گردد :

۱- هسته که از ورقه های نازک فولادی ساخته می شود.

۲- دو یا چند سیم پیچ که در ترانسفورماتور های معمولی با هم رابطه مغناطیسی و در اتوترانسفورماتورها رابطه الکتریکی و مغناطیسی دارند.

ترانسفورماتورهایی که ولتاژ سیم پیچ ثانویه آنها از ولتاژ اولیه کمتر باشد ترانسفورماتور کاهنده و آنکه ولتاژ ثانویه اش از ولتاژ اولیه بیشتر باشد ترانسفورماتور افزاینده نامیده می شود.

۱-۲-۲) انواع ترانسفورماتورها

۱- ترانسفورماتورهای قدرت برای انتقال و توزیع الکتریسیته

۲- ترانسفورماتورهای قدرت برای مقاصد خاص مثل کوره ها

۳- یکسو کننده ها در واحدهای جوشکاری

۴- ترانسفورماتورهای تنظیم ولتاژ در شبکه های توزیع

۵- اتوترانسفورماتورهای تبدیل ولتاژ با نسبت کم در موتورهای القایی

۶- ترانسفورماتورهای وسایل اندازه گیری