

طراحی و ساخت ترانسفوماورها و القاگرها

تألیف و ترجمه:

دکتر حمید لسانی

استاد دانشکده برق و کامپیوتر

پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران

www.ketab.ir

سرشناسه

: لسانی، حمید

عنوان و نام پدیدآور

: طراحی و ساخت ترانسفورماتورها و القاگرها/تألیف و ترجمه حمید لسانی.

مشخصات نشر

: تهران : دانش و فن، ۱۳۹۷.

مشخصات ظاهری

: ۲۴۰ص.

شابک

: ۲۵۰۰۰۰ ریال 4-50-2945-978-964

وضعیت فهرست

: فیا

نویسی

موضوع

: مبدل‌ها -- طرح و ساختمان

موضوع

: Electric transformers -- Design and construction

موضوع

: القای مغناطیسی

موضوع

: Magnetic induction

رده بندی کنگره

: TK۲۵۵۱/۵ط۴ ۱۳۹۱

رده بندی دیویی

: ۶۲۰/۱۰۰۰

شماره کتابشناسی ملی

: ۵۲۳۴۰۱۶



انتشارات دانش و فن

عنوان

: طراحی و ساخت ترانسفورماتورها و القاگرها

تألیف و ترجمه

: دکتر حمید لسانی

ناشر

: دانش و فن

تیراژ

: ۵۰۰ جلد

نوبت چاپ

: چاپ اول ۱۳۹۷

صفحه‌آرایی

: سحر محیط مافی

چاپ و صحافی

: چاپ برتر

شابک

: ۹۷۸-۹۶۴-۲۹۴۵-۵۰-۴

قیمت

: ۳۵۰۰۰۰ ریال

حق چاپ برای ناشر محفوظ است.

انتشارات دانش و فن: مقابل در اصلی دانشگاه تهران، خیابان فخررازی، کوچه نیکوپرپلاک ۲

تلفکس: ۶۶۹۷۱۵۱۲

تلفن: ۶۶۹۷۵۱۲۹-۶۶۹۷۱۴۸۹-۶۶۹۵۴۳۶۵-۶۶۴۱۶۵۶۳

۹	پیشگفتار.....
۱۱	مقدمه.....
۱۱	۱ - کاربردهای ترانسفورماتور.....
۱۲	۲ - منابع A.C.....
۱۲	۳ - چرا موج سینوسی.....
۱۳	فصل اول مشخصه های هسته مغناطیسی.....
۱۵	مقاومت مخصوص الکتریکی.....
۱۶	پسماند.....
۱۷	۵ - جان مربعی.....
۱۸	آلیاژهای هسته.....
۱۸	فولاد کم کربن.....
۱۸	فولاد سیلیسیم.....
۱۹	آلیاژ نیکل - آهن (پرمالی).....
۲۰	آهن کبالت - نیکل - آهن (آهن رار).....
۲۰	کبالت - آهن (پرمندور).....
۲۰	فریت های نرم.....
۲۱	خواص dc فریتها.....
۲۲	فریتها در فرکانس بالا.....
۲۳	آلیاژها و فریتها.....
۲۳	تلفات هسته.....
۲۴	ساختار هسته.....
۲۶	شکل هسته.....
۲۸	هسته های نواری.....
۲۹	هسته های بریده.....
۳۱	هسته های نابریده.....
۳۲	فریت ها.....
۳۳	قابلیت بهره گیری توان.....
۳۴	انتخاب هسته.....
۳۷	فصل دوم بیچک ها و چک های فرکانس بالا.....
۳۷	بیچک های تنظیم کننده.....
۳۹	بیچک های با هسته هوایی.....
۴۰	بیچک های یک لایه.....

۴۳	ظرفیت خازنی پیچک
۴۳	پیچک های چند لایه
۴۵	پیچک های مارپیچی
۴۶	مثال طراحی
۴۸	پیچک های تلویزیون
۴۹	القاگرهای چنبره ای
۴۹	چک های فرکانس بالا
۵۱	صافی های خط قدرت
۵۲	سیم پیچی غیر هارمونیک
۵۳	ساختمان پیچک
۵۴	آزمایش پیچکها
۵۵	فصل سوم: چک های فرکانس پائین
۵۶	چک های ورودی صافی ها
۵۶	چک های نوسانی
۵۷	چک های فرکانس پائین
۵۷	طراحی چک
۵۸	طراحی سیم پیچی
۵۹	چک برای مخلوط جریان ها
۶۰	طراحی فاصله هوایی
۶۰	طراحی عملی
۶۱	سوار کردن چک ها
۶۳	فصل چهارم: ترانسفورماتور قدرت
۶۷	تقویت و کاهش ولتاژ
۶۹	اتصالات سیم پیچی اولیه
۶۹	تقویت جریان
۷۰	شناسایی ترانسفورماتورهای نامعلوم
۷۱	تقویت یا تضعیف ولتاژ خط
۷۱	اتوترانسفورماتور
۷۳	واریاک
۷۴	تنظیم
۷۴	ترانسفورماتور جریان
۷۶	اندازه گیری جریان متناوب

۷۹	ترانسفورماتور تطبیق امپدانس
۸۳	فصل پنجم: ترانسفورماتورهای نشئی
۸۴	ترانسفورماتور نشئی
۹۱	فصل ششم: ترانسفورماتور ولتاژ ثابت
۹۳	مشخصه ها
۹۵	فصل هفتم: مدل های مغناطیسی
۹۶	اصول طراحی مدل های مغناطیسی
۹۹	فصل هشتم: ترانسفورماتورهای چنبرهای
۹۹	ترانسفورماتورهای چنبرهای
۱۰۳	فصل نهم: طراحی ترانسفورماتور
۱۰۳	بازده و تنظیم
۱۰۴	ولت آمپر و وات
۱۰۵	سطح مقطع هسته
۱۰۶	ابعاد ورق های هسته و انتخاب ورق
۱۰۶	تعداد ورق ها
۱۰۶	انتخاب قرقره
۱۰۶	معادلات اساسی ترانسفورماتور
۱۰۷	محاسبات طراحی
۱۰۹	محاسبه تعداد دور سیم پیچی ها
۱۱۰	انتخاب سیم
۱۱۰	محاسبه قطر سیم
۱۱۲	محاسبه و ساخت قرقره ترانسفورماتور
۱۱۴	محاسبه قرقره
۱۱۷	فصل دهم: طراحی اتو ترانسفورماتور
۱۱۷	اتو ترانسفورماتور
۱۱۸	اتو ترانسفورماتور کاهنده
۱۱۹	طراحی اولیه
۱۲۰	طراحی سیم پیچی اولیه
۱۲۰	طراحی سیم پیچی خروجی
۱۲۰	انتخاب هسته
۱۲۱	اتو ترانسفورماتور افزایشده
۱۲۲	طراحی اولیه

۱۲۲	طراحی سیم پیچی ورودی
۱۲۲	طراحی سیم پیچی خروجی
۱۲۲	انتخاب هسته
۱۲۳	اتو ترانسفورماتور کاهنده
۱۲۳	طراحی اولیه
۱۲۴	طراحی سیم پیچی ورودی
۱۲۴	طراحی سیم پیچی خروجی
۱۲۷	فصل یازدهم: ترانسفورماتورهای هسته فريت
۱۲۷	انواع فريتها
۱۲۸	رويه طراحی
۱۳۲	دور بر ولت
۱۳۲	طراحی اولیه سيم پيچ
۱۳۴	طراحی سيم پيچي ثانويه
۱۳۴	پايش (چک)
۱۳۴	مونتاژ
۱۳۷	فصل دوازدهم: ترانسفورماتور کلیدزنی
۱۳۹	سيم در پنجره
۱۴۰	انتخاب ماده هسته
۱۴۲	تنظيم دقيق طراحی
۱۴۲	الفاگر ذخيره انرژی
۱۴۷	فصل سیزدهم: طراحی ترانسفورماتورهای کوچک
۱۴۷	طراحی ترانسفورماتورهای کوچک
۱۵۰	محاسبه دور بر ولت
۱۵۰	ولت آمپر نامی
۱۵۱	سطح پنجره
۱۵۳	اندازه و وزن
۱۵۴	محدودیت های عملکرد
۱۵۵	مثال عملی
۱۵۵	ولت آمپر نامی
۱۵۵	دور بر ولت
۱۵۷	ترانسفورماتورهای جشرهای
۱۵۹	فصل چهاردهم: ملاحظات سيم پيچي

۱۵۹	پیچکهای فرکانس بالا
۱۶۰	پیچک های هت آهنی
۱۶۱	عایق کاری
۱۶۲	ساختار
۱۶۳	محاسبه طول سیم
۱۶۴	مقاومت سیم پیچی
۱۶۵	افت ولتاژ
۱۶۵	تلفات مس
۱۶۵	ملاحظات دمایی
۱۶۷	ظرفیت سازی بارزیت
۱۶۸	ضریب القاء نشتن
۱۶۹	حفاظ گذاری
۱۷۰	سیم پیچی متعادل
۱۷۱	سیم پیچی جنبرهای
۱۷۲	تعداد دور هر لایه
۱۷۳	طول سیم
۱۷۳	سیم پیچی جریان قوی
۱۷۵	فصل پانزدهم: پیچیدن پیچک ها
۱۷۶	یافتن هسته
۱۷۸	قرقره
۱۷۹	ساختن قرقره جدید
۱۸۲	سیم پیچی
۱۸۵	ماشین سیم پیچ
۱۸۶	سوار کردن ورق ها
۱۸۷	بند و بست
۱۸۹	فصل شانزدهم: نصب و تهویه
۱۸۹	خنک سازی
۱۹۱	میدان مغناطیسی
۱۹۳	فصل هفدهم آزمایشها و اندازه گیریها
۱۹۳	آزمایشهای اهم متر
۱۹۵	ولتاژ خروجی و تنظیم ولتاژ
۱۹۶	افزایش دما

۱۹۷	اندازه گیری ضریب القاء
۱۹۹	اندازه گیری ضریب القاء با جریان مستقیم
۱۹۹	اندازه گیری ضریب القاء ناشی
۲۰۰	اندازه گیری ضریب القاء با تشدید
۲۰۱	پل ضریب القاء
۲۰۴	پل اون
۲۰۵	پل ضریب القاء افزایشی
۲۰۶	اندازه گیری نسبت تبدیل
۲۰۶	اندازه گیری تعداد دورها
۲۰۷	آزمایش سابق
۲۰۷	آشکار سازی حالت های مدار کوتاه
۲۰۹	فصل ۱۸: ترانسفورما رهای خشک یا پلی استریمید (VPI)
۲۰۹	ترانسفورماتور خشک
۲۱۰	سیمش عایقی
۲۱۱	بارورکننده ها
۲۱۲	کاربرد ترانسفورماتورهای خشک
۲۱۵	پیوست ۱- هسته های ترانسفورماتور
۲۱۹	هسته های فریتی
۲۲۰	نفوذپذیری مغناطیسی (μ)
۲۲۰	نفوذپذیری اولیه (μ_i)
۲۲۰	ضریب هسته
۲۲۰	ضریب القاء مخصوص A_L
۲۲۰	چگالی شار اشباع مغناطیسی (B_s)
۲۲۱	چگالی شار باقی مانده B_r
۲۲۱	نیروی ضد پسماند H_c
۲۲۹	پیوست ۲- جداول سیم ها
۲۳۷	پیوست ۳ - لحیم کاری
۲۴۰	منابع

پیشگفتار

اختراع ترانسفورماتور، تولید، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی را دستخوش انقلاب کرد. ترانسفورماتور تولید قدرت الکتریکی را در محلی که منبع انرژی فراوان است ممکن ساخت و انتقال آن را به فواصل دور و تحویل به مصرف‌کننده بسیار اقتصادی نمود.

ترانسفورماتور وسیله بسیار مناسب و مطمئنی برای تولید ولتاژهای بالا برای موارد کاربردی، همچون تابلوهای نئون و ماشین‌های اشعه ایکس است. ترانسفورماتور هم‌چنین در کاربردهائی مانند جوش کاری که جریان‌های بزرگ در ولتاژ کم نیاز دارد مفید است. پیشرفت در صنعت الکترونیک، تولید انبوه و استفاده از ترانسفورماتورهای کوچک را در فرکانس‌های بالا و با سرعت بخشیده است.

هر مدار الکترونیکی منبع تغذیه‌ای دارد و اولین قلم منبع تغذیه ترانسفورماتور است که ولتاژهای مختلف را در بخش‌های گوناگون مدارهای الکترونیکی فراهم می‌کند. در عرصه ترانسفورماتورهای کوچک پیشرفت زیادی حاصل شده است. مواد جدید باعث کار مؤثرتر ترانسفورماتور حتی در فرکانس‌های خیلی بالا شده‌اند. فناوری جدید سیم پیچی، توسعه ترانسفورماتورهای چنبره‌ای را نتیجه داده است.

پیچک یا القاگر (چک) فقره دیگری است که به‌شريت زیادی کرده است. گونه‌های زیادی از آن‌ها در منابع تغذیه کلیدزنی، صافی‌ها و دیگر موارد به کار برده می‌شود. این کتاب علاوه بر طراحی تفصیلی ترانسفورماتورها، چکها و القاگرهای کوچک در فرکانسهای متنوع برای انواع کاربردها، و همچنین اتو ترانسفورماتورها اطلاعات عمیق در مورد ساخت آن‌ها ارائه می‌دهد. فناوری‌های جدید و مواد مورد استفاده در ترانسفورماتورهای خشک و هسته‌های جدید از جمله مطالبی است که در این کتاب مورد بحث قرار می‌گیرد.

امید است که مطالب این کتاب مورد استفاده طیف وسیعی از مهندسين برق، دانشجویان و دانش‌پژوهان قرار گیرد. امید است خوانندگان محترم با راهنمایی خود ناشر را در جهت بهبود مطالب آن در چاپ‌های بعدی یاری فرمایند.