



**دانشگاه زنجان**

**دانشکده مهندسی**

**گروه برق**

**پایان نامه کارشناسی**

**گرایش: قدرت**

**عنوان:**

**تدوین نرم افزار ارزیابی هزینه بهره برداری از ترانسفورماتور**

**نگارش: امین شیخی**

**استاد راهنما: سید هادی حسینی**

**شهریور ۱۳۹۴**

تقدیم به :

# بابان نامہ کارستانی

پدر عزیزم

مادر نازنینم

برادر گلم

خواهر مهربانم

## چکیده مطالب:

با توجه به گسترش روزافزون مصرف انرژی الکتریکی، یکی از موضوعات مهم و اساسی در سیستم قدرت رساندن این انرژی از تولیدکننده به مصرف‌کننده با حداقل هزینه می‌باشد. از آنجایی که یکی از بخش‌های مهم تجهیزات شبکه‌ی قدرت، ترانسفورماتورهای قدرت می‌باشند لذا بررسی ترانسفورماتورهای مختلف و استفاده از ترانسفورماتوری با هزینه‌ی مناسب و کارایی بهتر از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. هدف این پروژه آن است که با ارزیابی مؤلفه‌هایی چون منحنی بار، رشد بار شبکه، ظرفیت‌های مختلف، تلفات بار و تلفات بی‌باری فرمولی برای بدست آوردن هزینه‌ی بهره‌برداری از ترانسفورماتور به دست آورد و برنامه‌ای را در نرم‌افزار Matlab تدوین کند تا این هزینه را با استفاده از پارامترهای ذکرشده برآورد نموده و ترانسفورماتور مطلوب و با هزینه‌ی مناسب را پیشنهاد دهد.

## فهرست مطالب

فصل اول - ضرورت برآورد هزینه بهره‌برداری از ترانسفورماتور ..... ۱

فصل دوم - معرفی مؤلفه‌های مؤثر در هزینه بهره‌برداری از یک ترانسفورماتور ..... ۳

۱-۲- مقدمه ..... ۴

۲-۲- ترانسفورماتور چیست؟ ..... ۴

۲-۳- اصول کارکرد و ساختمان ترانسفورماتورها ..... ۴

۲-۴- تلفات انرژی در ترانسفورماتور ..... ۶

۲-۴-۱- تلفات بی‌باری ..... ۶

۲-۴-۱-۱- تلفات آهنی هسته‌ی ترانسفورماتور ..... ۶

۲-۴-۱-۱-۱- تلفات هیستریزیس ..... ۶

۲-۴-۱-۱-۲- تلفات فوکو (جریان گردابی) ..... ۹

۲-۴-۲- نحوه‌ی اندازه‌گیری تلفات بی‌باری ترانسفورماتور ..... ۱۰

۲-۴-۳- تلفات بار ترانسفورماتور ..... ۱۰

۲-۴-۴- نحوه‌ی اندازه‌گیری تلفات بار اسمی ترانسفورماتور ..... ۱۱

۲-۵- محاسبه‌ی هزینه بهره‌برداری ترانسفورماتور ..... ۱۱

۲-۵-۱- قیمت اولیه‌ی ترانسفورماتور ..... ۱۱

۲-۵-۲- هزینه‌ی تلفات توان ..... ۱۱

۲-۵-۳- هزینه‌ی تلفات انرژی ..... ۱۱

۲-۶- اصلاح قدرت اسمی ترانسفورماتور با توجه به دمای محیط و ارتفاع نصب ..... ۱۲

۲-۷- انواع ترانسفورماتورها ..... ۱۳

۲-۷-۱- ترانسفورماتور رزینی (ترانسفورماتور خشک) ..... ۱۳

۲-۷-۲- ترانسفورماتور روغنی ..... ۱۴

فصل سوم - معرفی نرم‌افزار ارزیابی هزینه بهره‌برداری از ترانسفورماتور ..... ۱۶

۱-۳- مقدمه ..... ۱۷

۲-۳- فلوجارت نرم افزار ..... ۱۷

۳-۴- شرح فلوجارت نرم افزار ..... ۱۷

۴-۳- شرح نحوی کار با نرم افزار ..... ۱۸

فصل چهارم - اجرای نرم افزار برای چند ترانسفورماتور نمونه ..... ۲۴

۱-۵- مقدمه ..... ۲۵

۲-۵- مثالها ..... ۲۵

۱-۲-۵- مثال ۱ ..... ۲۵

۲-۲-۵- مثال ۲ ..... ۲۸

۳-۲-۵- مثال ۳ ..... ۲۹

۴-۲-۵- مثال ۴ ..... ۳۰

۵-۲-۵- مثال ۵ ..... ۳۱

۶-۲-۵- مثال ۶ ..... ۳۲

فصل پنجم - پیشنهادات ..... ۳۶

پیشنهادات ..... ۳۷

مراجع ..... ۳۸

# پایان نامه کارشناسی

## فصل اول

### ضرورت بر آورد هزینه‌ی بهره‌برداری از ترانسفورماتور

امروزه ترانسفورماتورها در شبکه‌ی انتقال انرژی نقش مهمی را ایفا می‌کنند، بنابراین بهینه‌سازی هزینه‌ی بهره‌برداری از آنها امری بسیار ضروری می‌باشد. جهت یافتن هزینه‌ی بهره‌برداری از ترانسفورماتور ابتدا باید عوامل مؤثر بر آن را شناخت، در مرحله‌ی بعد باید امکان تغییر این عوامل را در طول زمان در نظر گرفت. ترانسفورماتورهای شبکه جهت تغذیه‌ی بارهای مختلفی نصب می‌شوند، اینکه برای یک بار نمونه چه ترانسفورماتوری گزینش شود، در هزینه‌ی بهره‌برداری از آن تاثیر به‌سزایی دارد. عامل دیگری که باید آن را در نظر گرفت امکان رشد بار منطقه‌ی راه‌اندازی ترانسفورماتور (نرخ رشد بار) می‌باشد. از دیگر پارامترهای مؤثر در هزینه‌ی بهره‌برداری یک ترانسفورماتور تاثیر عوامل محیطی همچون حداکثر دمای منطقه‌ی راه‌اندازی و ارتفاع از سطح دریا برای منطقه‌ی مورد نظر می‌باشد، که این دو عامل بر ظرفیت واقعی ترانسفورماتور تاثیر می‌گذارند. با توجه به عوامل فوق و عمر مفید ترانسفورماتور باید ترانسفورماتوری با ظرفیت و هزینه‌ی مناسب انتخاب شود. در این پایان‌نامه هدف آن است که با توجه به عوامل ذکر شده به کمک رابط گرافیکی GUI در محیط Matlab به تدوین نرم‌افزاری پرداخت که هزینه‌ی بهره‌برداری یک ترانسفورماتور را برآورد کند، همچنین این امکان را برای کاربر فراهم کرد که از روی مشخصات بار منطقه‌ی راه‌اندازی ترانسفورماتور و همچنین ترانسفورماتورهای پیشنهادی خود کاربر، ترانسفورماتورهای پیشنهادی با هزینه‌ی مناسب را ملاحظه نماید.

در فصول آتی به موارد زیر پرداخته خواهد شد:

در فصل دوم مقدمه‌ای راجع به ترانسفورماتور و انواع تلفات ترانسفورماتور و پارامترهای مؤثر در هزینه‌ی بهره‌برداری ترانسفورماتور و فرمول برآورد این هزینه آورده خواهد شد.

در فصل سوم پنجره‌ها و بخش‌های مختلف نرم‌افزار معرفی شده و همچنین نحوه‌ی کار با آن به تفصیل شرح داده خواهد شد.

در فصل چهارم برای چند ترانسفورماتور نمونه، نرم‌افزار اجرا خواهد شد.

در فصل پنجم پیشنهادات مؤثر برای بهینه‌سازی و توسعه‌ی نرم‌افزار ارائه خواهد شد.





## ۲-۱- مقدمه

در این فصل ابتدا مفهوم ترانسفورماتور بیان می‌شود. سپس اصول کارکرد آن شرح داده می‌شود و در ادامه به معرفی انواع تلفات در ترانسفورماتور و تاثیر آنها بر هزینه بهره‌برداری ترانسفورماتور پرداخته خواهد شد.

## ۲-۲- ترانسفورماتور چیست؟

ترانسفورماتور وسیله‌ای است که انرژی الکتریکی AC را از ولتاژی به ولتاژ دیگر تبدیل می‌کند و این را از طریق اندرکنش میدان‌های مغناطیسی انجام می‌دهد. این اسباب از دو یا چند پیچک پیچیده شده به دور یک هسته‌ی فرومغناطیسی معمولی تشکیل می‌شود. این پیچکها (معمولاً) مستقیماً به هم متصل نشده‌اند، تنها ارتباط بین پیچکها توسط شار مغناطیسی درون هسته برقرار می‌شود. یکی از سیم‌پیچهای ترانسفورماتور به منبع قدرت AC متصل می‌شود و دومین (و شاید سومین) سیم‌پیچی، توان الکتریکی بار را تامین می‌کند. سیم‌پیچی‌ای که به منبع قدرت متصل است، سیم‌پیچی اولیه یا سیم‌پیچی ورودی، و سیم‌پیچی متصل به بار، سیم‌پیچی ثانویه یا سیم‌پیچی خروجی نام دارد. اگر سیم‌پیچی دیگری هم وجود داشته باشد، سیم‌پیچی سومی نامیده می‌شود [1]. ترانسفورماتور انرژی الکتریکی را از طریق سیم‌پیچها و از طریق القای الکتریکی<sup>۱</sup> یا کوپلینگ القایی<sup>۲</sup> از یک مدار به مدار دیگر منتقل می‌کند. به این صورت که جریان جاری در اولیه‌ی ترانسفورماتور موجب به وجود آمدن یک میدان مغناطیسی در هسته‌ی مغناطیسی می‌شود، این میدان مغناطیسی نیز به نوبه‌ی خود موجب بوجود آمدن یک ولتاژ در سیم‌پیچ دوم<sup>۳</sup> می‌شود که با اضافه کردن یک بار<sup>۴</sup> به مدار دوم این ولتاژ می‌تواند به ایجاد یک جریان در ثانویه بینجامد. سیم‌پیچها در اطراف هسته‌ای که از آهن نرم سیلیکون دار با حوزه‌های مغناطیسی منظم ساخته شده است، قرار می‌گیرند [6].

## ۲-۳- اصول کارکرد و ساختمان ترانسفورماتورها:

به طور کلی کارکرد یک ترانسفورماتور بر دو اصل استوار است:

- ۱- جریان الکتریکی متناوب می‌تواند یک میدان مغناطیسی متغیر بوجود آورد.
- ۲- یک میدان مغناطیسی متغیر در داخل یک حلقه سیم‌پیچ می‌تواند موجب بوجود آمدن یک جریان الکتریکی متناوب در سیم‌پیچ شود.

<sup>1</sup> Electrical induction

<sup>2</sup> Inductive coupling

<sup>3</sup> Secondary winding

<sup>4</sup> Load

دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه‌ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پروژه گروه برق مراجعه فرمایید.

## پیشنهادات:

این نرم افزار توانایی ذخیره‌ی اطلاعات ترانسفورماتورهای پیشنهادی کاربر را در کتابخانه‌ی خود ندارد. ممکن است ترانسفورماتور پیشنهادی کاربر، ترانسفورماتور بهینه‌تری نسبت به ترانسفورماتورهای کتابخانه‌ی نرم افزار باشد. با ذخیره کردن اطلاعات چنین ترانسفورماتوری امکان دخیل کردن این ترانسفورماتور در مقایسه‌های بعدی فراهم می‌شود. برای توسعه‌ی نرم افزار پیشنهاد می‌شود، کد برنامه به گونه‌ای نوشته شود که پس از ورود اطلاعات ترانسفورماتورهای پیشنهادی کاربر، اطلاعات چنین ترانسفورماتوری در کتابخانه‌ی نرم افزار ذخیره شود.

## مراجع:

[1] استفن ج. چاپمن، مترجمان: محمود دیانی و علیرضا صادقی، مبانی ماشین‌های الکتریکی، چاپ

چهاردهم، انتشارات نص، زمستان ۹۱

[2] تاجپور سعید، کارائی ترانسفورماتورهای هرمتیک در شبکه‌های توزیع و مقایسه‌ی آن با

ترانسفورماتورهای معمولی، شرکت توزیع نیروی جنوب برق کرمان

[3] محسن اولادی - هادی انبیایی - نیما مقیسه، ارزیابی فنی و اقتصادی ترانسفورماتورهای توزیع کم-

تلفات رده‌ی 'AB'، شرکت توزیع نیروی برق استان خراسان

[4] ابوالفضل ایومن، اصول انتخاب و برآورد ظرفیت و بکارگیری بهینه از ترانسفورماتورهای توزیع، شرکت

توزیع نیروی برق استان سمنان

[5] ابوالقاسم کریمی، بررسی تلفات بی‌باری ترانسفورماتور و روشهای کاهش آن، شرکت توزیع نیروی برق

شمالشرق تهران - امور دیسپاچینگ ایران

[6] [www.mechanism.ir](http://www.mechanism.ir)

[7] [www.iran-transfo.com](http://www.iran-transfo.com)

[8] [www.irantransformer.com](http://www.irantransformer.com)

[9] [www.transformer-oil.blog.ir](http://www.transformer-oil.blog.ir)