



اثر ترانسفورماتورهای خانگی بر روی شبکه توزیع کشور

محمود رضا حقی فام

شرکت مهندسی مشاور قدس نیرو

چکیده :

مصرف کنندگان انرژی الکتریکی در شبکه توزیع کشور عموماً با افت ولتاژ در محل مصرف روبرو هستند. تاثیرات عمده افت ولتاژ در عملکرد نامناسب تجهیزات و نیز صدمه دیدن آنها ظاهر میگردد. راه حلی که مصرف کنندگان برای مقابله با این تاثیرات در پیش گرفته‌اند، استفاده از ترانسفورماتورهای خانگی است. به دلیل اعمال نشدن استاندارد مشخصی برای تولید ترانسفورماتورهای خانگی این دستگاهها دارای راندمان پائین بوده و استفاده وسیعی که از آنها در سیستم داخلی مصرف کنندگان برق میشود، منجر به کاهش راندمان سیستم توزیع میگردد. در این مقاله دلایل افت ولتاژ در شبکه توزیع کشور و نیز اثرات ترانسفورماتورهای خانگی در راندمان سیستمهای توزیع مطرح شده و راه‌حلهایی برای برطرف کردن این مشکل از شبکه توزیع کشور پیشنهاد شده است. این روشها در متعادل کردن فازها، دوسو کردن تغذیه مصرف کنندگان، استفاده از جبرانگرها و در نهایت استفاده از ترانسفورماتورهای خانگی استاندارد شده خلاصه میشود. فلوجارت مربوط به نحوه اعمال این راه‌حلهها نیز در این مقاله آمده است.

شرح مقاله :

شبکه توزیع کشور به علت طراحی نامناسب دچار معضلاتی میباشد که یکی از

این معضلات افت ولتاژ در محل مصرف می‌باشد. این افت ولتاژ بر روی بارهای موتوری اثرات مخربی دارد و اکثر مصرف کنندگان برای در امان ماندن از این اثرات با بکارگیری ترانسفورماتور برای بالا بردن ولتاژ برق معرفی اقدام میکنند. اغلب ترانسفورماتورهای خانگی استفاده شده به دو دلیل زیر دارای راندمان پائین می‌باشند.

۱- ترانسفورماتورها دربار مشخصی دارای راندمان ماکزیم هستند، در حالیکه با توجه به تغییرات وسیع بار هر مشترک خانگی در شبانه روز، راندمان روزانه ترانسفورماتورهای خانگی کمتر از راندمان ماکزیم آنها خواهد بود.

۲- با توجه به اینکه استاندارد مشخصی برای تولید این ترانسفورماتورها در کشور اعمال نمی‌گردد، راندمان بعضی از این ترانسها پائین می‌باشد.

جمع شدن این اثرات با این واقعیت که ترانسفورماتورهای خانگی بطور وسیعی در شبکه توزیع برق کشور بکار گرفته شده است این مسئله را آشکار میکند که استفاده از آنها راندمان سیستم الکتریکی را کاهش میدهد. در مقاله حاضر ابتدا دلایل بوجود آمدن افت ولتاژ که انگیزه استفاده از ترانسفورماتورهای خانگی در بین مصرف کنندگان می‌باشد، مطرح شده و سپس اثر این ترانسفورماتورها بر راندمان شبکه بررسی گردیده و همچنین در انتهای مقاله پیشنهاداتی برای مقابله با این مشکل ارائه شده است.

عوامل افت ولتاژ در شبکه توزیع :

عوامل زیادی باعث افت ولتاژ در شبکه توزیع کشور شده که به مهمترین آنها اشاره میشود.

۱- عدم رعایت اصول صحیح در طراحی شبکه‌های توزیع :

با توجه به اینکه سایر کابلها، طول آنها، مقدار توان انتقالی و ساختار کلی شبکه توزیع از نظر محل اجدات پست و نحوه اتصال شبکه به پستها میتواند در مقدار افت ولتاژ اثر بگذارد، لذا عدم طراحی درست هر یک از این موارد میتواند باعث افت ولتاژ شود. به عنوان مثال دوری مصرف کننده‌ها از پست

مربوطه و یا پیش بینی نشدن مناسب رشد بار درسالهای بهره‌برداری از شبکه توزیع میتواند باعث افت ولتاژ شود.

۲- تغذیه بار از یک سو :

معمولا" در شبکه توزیع شهرها از روش خوشه انگوری استفاده شده است که از طرفی باعث کم شدن قابلیت اعتماد شبکه و از سوی دیگر افت ولتاژ در انتهای شاخه‌ها میباشد.

۳- کمبود تولید :

کمبود تولید یکی از انگیزه‌های اساسی برای کم کردن ولتاژ در کشورمان میباشد ، چون کاهش ولتاژ باعث کاهش مصرف میشود. البته در صورتی که کم کردن ولتاژ در یک زمان کوتاه در شبانه روز و در یک محدوده قابل قبول باشد ، مجاز بوده و در اصل یکی از روشهای مدیریت بار در شرکتهای برق دنیا میباشد.

۴- عدم وجود جبران کننده‌ها :

با توجه به اینکه بارهای موتوری دارای ضریب قدرت پائین میباشد ، لذا جریان زیادی در شبکه ایجاد و موجب افت ولتاژ میشود. در صورتی که اگر بطور صحیح از جبران کننده‌ها استفاده شود ، قسمتی از افت ولتاژ در شبکه توزیع برطرف خواهد شد. اما شبکه‌های توزیع کشور در اکثر شهرها از این امکان برخوردار نیستند.

۵- عدم توزیع مناسب بار بین فازها :

چون توزیع مصرف کنندگان بر روی فازها معمولا بوسیله کارگران و بدون نظارت مهندسین اجرا میشود ، لذا این امکان وجود دارد که این توزیع نامتقارن بوده و در نتیجه افت ولتاژی را در فاز اضافه بار شده ، ایجاد کند.

۶- طراحی نامناسب سیستم نول در شبکه توزیع :

این عمل نیز باعث کاهش ولتاژ در دو سر مصرف کننده خواهد شد.

دراکثر شهرها شبکه توزیع مبتلا به مواردی که مطرح شد میباشد و بسیاری از

مصرف کنندگان خانگی را برآن داشته تا از ترانسفورماتور جهت تنظیم ولتاژ استفاده نمایند. در این قسمت ضمن مروری بر راندمان ترانسفورماتورهای خانگی، نقش آنها را دربار شبکه و راندمان سیستم بررسی میکنیم.

راندمان ترانسفورماتورها :

در ترانسفورماتورها با صرفنظر کردن از تلفات دی الکتریک و پراکنده که فرض درستی در مورد ترانسهای خانگی میباشد، تلفات به تلفات در آهن و سیم پیچها منحصر میگردد. تلفات آهن مستقل از بار بوده و وابسته به فرکانس و ولتاژ کارکرد ترانسفورماتور میباشد. تلفات سیم پیچ نیز برابر $I^2 \cdot Re$ است که Re مقاومت انتقال یافته به اولیه یا به ثانویه میباشد.

تلفات

$$(1) \quad \text{راندمان} = 1 - \frac{\text{تلفات} + \text{قدرت خروجی}}{\text{تلفات}}$$

تلفات + قدرت خروجی

راندمان ترانسفورماتور در حالتی ماکزیمم است که تلفات آهن برابر با تلفات مس باشد.

$$(2) \quad \text{تلفات آهن} = I^2 (I_{FL} / I_{FL})^2 \cdot Re$$

$$(3) \quad = (I / I_{FL})^2 \cdot I_{FL}^2 \cdot Re$$

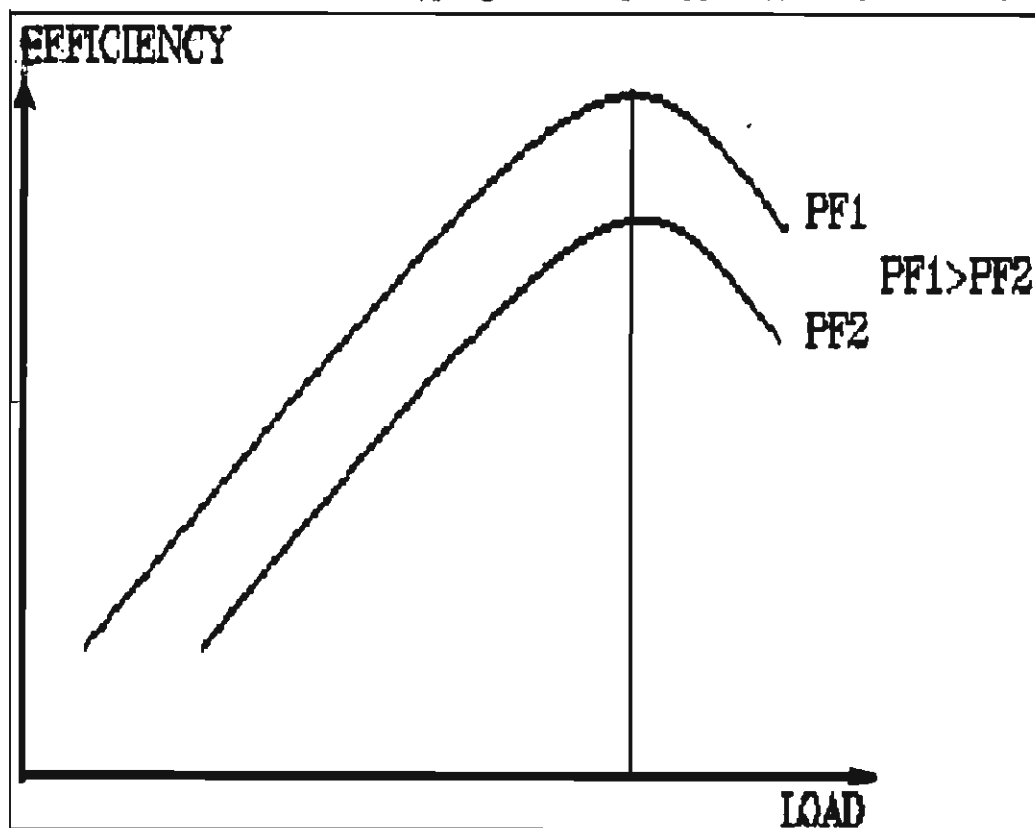
از طرفی در رابطه (3)، عبارت (I / I_{FL}) جریان بار در مبنای واحد بوده و $I_{FL}^2 \cdot Re$ تلفات مس در بار کامل میباشد. بنابراین راندمان ترانسفورماتور وقتی ماکزیمم خواهد بود که :

$$(4) \quad \left[\frac{\text{تلفات آهن}}{\text{تلفات مس در بار کامل}} \right] = \text{جریان بار در مبنای واحد}$$

تلفات مس در بار کامل

بزرگترین مقدار راندمان در ضریب قدرت واحد خواهد بود. چون در این

فربب قءرء به ازاء ؤرربان و ءلفءاء مءربنئ ، قءرء ؤرؤءب ماکزبم ؤواءه بهوء. ءر ؤکل ۱ ءو مئءنئ رانءمان بهرئ ءو فربب قءرء مءءلف بهرئ بءرئ بءرئ ءرانسفورمءءور رسم ؤءه اسء. ؤنانءه ءر اربن ؤکل ملاحظه مبشوء رانءمان ءرانسفورمءءور به مقءار ءوان ؤءرنءه از ءرانسفورمءءور ؤءبءا" ؤساس مبرباشء.



ؤکل ۱ - مئءنئ رانءمان ءرانسفورمءءور

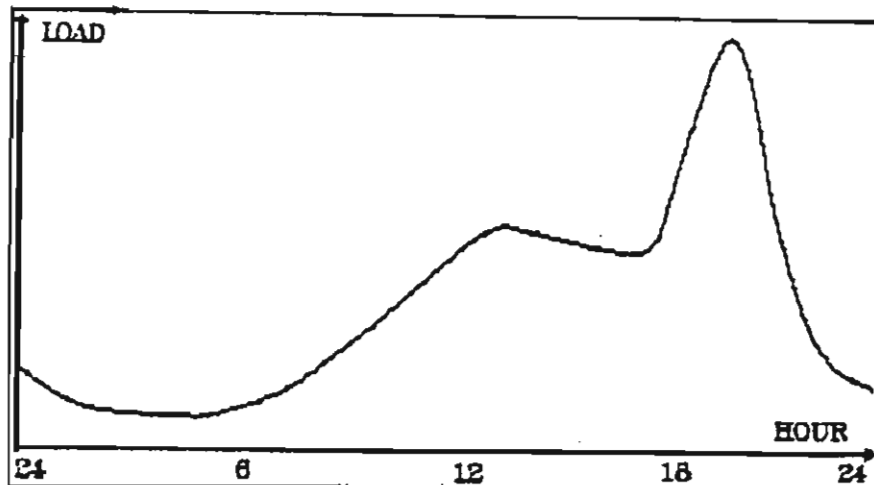
از ءرفئ با ءوءه به اربنءه بهر هر مشءرء ؤانءب ءر ءول ؤبانه روز ءءبببراء زبءاءئ مبرءنء (ؤکل ۲) ، ءر نءبءه با ءوءه به مئءنئ رانءمان ءر ؤکل ۱ ءرانسفورمءءور ءر ءول ؤبانه روز ءر رانءمانهائ مءءلفئ ؤار ؤواءه ؤرء و ءر نءبءه رانءمان روزانه آن بربء بهر اساس انرءئ و نه بهر اساس ءوان مءاسبه ؤرءء. ءر اربن ؤالء رانءمان روزانه با مءاسبه قءرء ؤرؤءب و ءلفءاء ءر ءول ؤبانه روز بهءورء زبر مءاسبه مبرشوء.

ءلفءاء بهر ؤب ؤWh

$$\text{رانءمان} = ۱ - \frac{\text{ءلفءاء بهر ؤب (KWh)}}{\text{قءرء ؤرؤءب بهر ؤب (KWh)}} \quad (۵)$$

$$\text{ءلفءاء بهر ؤب (KWh)} + \text{قءرء ؤرؤءب بهر ؤب (KWh)}$$

با توجه به منحنی بار در شکل ۲ ، ملاحظه میشود که در اکثر مواقع ترانسفورماتور دربار نامی کار نخواهد کرد و در نتیجه راندمان روزانه آن در حد پائینی خواهد بود.



شکل ۲ - منحنی بار روزانه مشترکین خانگی

تاثیر ترانسفورماتور خانگی بر شبکه توزیع :

مباحث مطرح شده در قسمت قبل نشان میدهد که ترانسفورماتورهای خانگی در شبکه توزیع کشور به عنوان تجهیزات پرتلفات ظاهر میشوند ، این مشکل به دو علت تشدید مییابد.

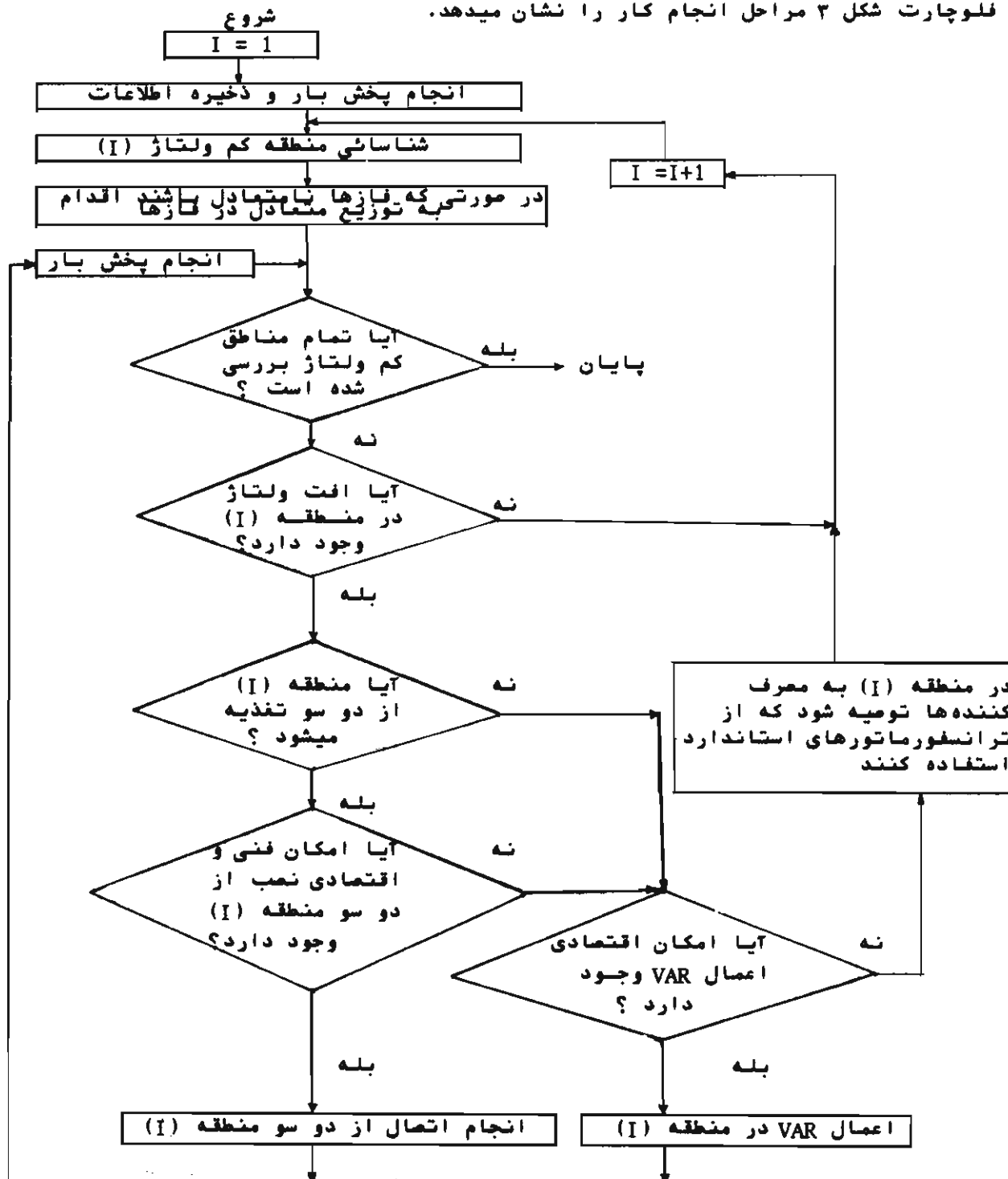
۱- نظارتی از طرف ارگانهای مسئول بر روی ترانسفورماتورهای خانگی ساخته شده اعمال نمیگردد. در نتیجه اکثر سازندگان با آگاهی و دانش کافی عمل نکرده و تولیدات آنها استاندارد نمیباشد.

۲- تعداد ترانسفورماتورهای استفاده شده در منازل در شبکه توزیع کشور بسیار بالاست. بنابراین نتیجه مستقیم استفاده وسیع از ترانسفورماتورهای خانگی اعمال تلفات انرژی و کاهش راندمان شبکه توزیع خواهد بود.

راه‌حلهای پیشنهادی :

منشاء مشکل بوجود آمده در شبکه توزیع ناشی از افت ولتاژ در قسمت مصرف میباشد و طبیعی است که در صورت برطرف شدن این افت نیاز مصرف کنندگان به ترانسفورماتورهای خانگی از بین خواهد رفت. برای حصول به این هدف باید برای

سیستمهای توزیعی که در آینده بوجود خواهند آمد مکانیسمی صحیح برای طراحی و اجراء پیش بینی نمود و در مورد شبکه‌های توزیع موجود با تغییر ساختار شبکه و نیز بکارگیری جبران کننده‌ها ، به رفع مشکل افت ولتاژ پرداخت. در این مورد فلوچارت شکل ۳ مراحل انجام کار را نشان میدهد.



شکل ۳- فلوچارت اعمال روشهای کنترل ولتاژ

نتیجه :

به دلایل عدم طراحی صحیح شبکه توزیع و کمبود تولید ، تعداد زیادی از مصرف کنندگان برق با افت ولتاژ روبرو می‌باشند. در کشور ما مصرف کنندگان برای غلبه بر افت ولتاژ ، اقدام به نصب ترانسفورماتورهای خانگی در منازل خود میکنند . این ترانسفورماتورها با توجه به تعداد زیاد آنها ونیز داشتن راندمان پائین ، افت انرژی قابل توجهی را به شبکه تحمیل میکنند. دراین مقاله ضمن بررسی دلایل افت ولتاژ در شبکه توزیع کشور ، روشهای جلوگیری از افت ولتاژ و در نتیجه بی‌نیاز کردن مصرف کنندگان به نصب ترانسفورماتورها مطرح شده است. این روشها در تغییر ساختار شبکه ، متعادل کردن فازها و نیز نصب جبرانگرها ، خلاصه شده است.

منابع :

- ۱- "مجموعه گزارش افت انرژی در بخشهای توزیع ، انتقال ، تولید" - معاونت امور برق - دفتر مهندسی و نظارت بر بهره‌برداری - مرداد ۱۳۷۱
- 2- J.Hindmarsh , "Electrical machines and their applications" , 3rd Edition , Pergmon press 1977
- 3- T. Gunen "Electrical power distribution system engineering" , McGrawhill , 1986