

مقدمه ای بر روش شناسی تفکیک تلفات فنی و غیرفنی در شبکه توزیع

آزمایشگاه تحلیل حوادث شبکه برق
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه تهران



بررسی مولفه های تلفات غیر فنی (انرژی فروخته نشده) در سیستم توزیع

✓ خطای سیستم اندازه گیری انرژی

- خطای کنتور (آسیب دیدگی، کالیبره نبودن یا تنظیم نامناسب کنتور)
- سیم کشی غیراستاندارد کنتور
- خطای CT و یا PT در مشترکین بزرگ
- خطای مسیر بین ترانسفورماتور اندازه گیری و کنتور در مشترکین بزرگ

✓ برق دزدی (سرقت انرژی)

- دستکاری در کنتور یا خروج آن از مدار
- خطای کنتورنویسان
- انشعابات غیرقانونی

✓ بارهای بدون کنتور (نظیر روشنایی معابر)



بررسی مولفه های تلفات فنی در سیستم توزیع

- تلفات اهمی در فیدرهای فشار ضعیف و فشار متوسط (به تفکیک جریان اکتیو و راکتیو)
- تلفات اهمی و آهنی در ترانسفورماتور و اتوبوستر (به تفکیک جریان اکتیو و راکتیو)
- تلفات اضافی ناشی از نامتعادلی بار
- تلفات اضافی ناشی از اتصالات نامناسب یا پیری هادی ها
- تلفات ناشی از جریان ناشی سطحی و عمقی
- تلفات اضافی ناشی از هارمونیک های جریان
- تلفات اضافی ناشی از افزایش دمای هادی روکش دار و ترانسفورماتور در معرض نور خورشید
- تلفات اضافی ناشی از رخداد خطای متقارن یا نامتقارن (در حین خطا و ناشی از افزایش دما)
- تلفات اضافی در فیوزلینک های فشار ضعیف و فشار متوسط
- توان مصرفی اضافی ناشی از ولتاژ نامناسب (افت/افزایش/عدم تعادل ولتاژ)



✓ مطالعات کتابخانه ای و استفاده از تجارب بین المللی و ملی

✓ شبیه سازی شبکه مورد مطالعه و انجام مطالعات تحلیلی به منظور تعیین سهم هر یک از مولفه های اصلی تلفات فنی (به تفکیک توان و انرژی) و تخمین تلفات غیر فنی

✓ بررسی های میدانی

- مطالعات تقریبی و در سطح شبکه بزرگ عمدتاً با هدف بررسی میزان تلفات انرژی و تعیین تقریبی سهم مولفه های تلفات بر اساس اطلاعات موجود

- ایجاد شبکه پایلوت با هدف

- تعیین دقیق تر سهم مولفه های تلفات توان و انرژی

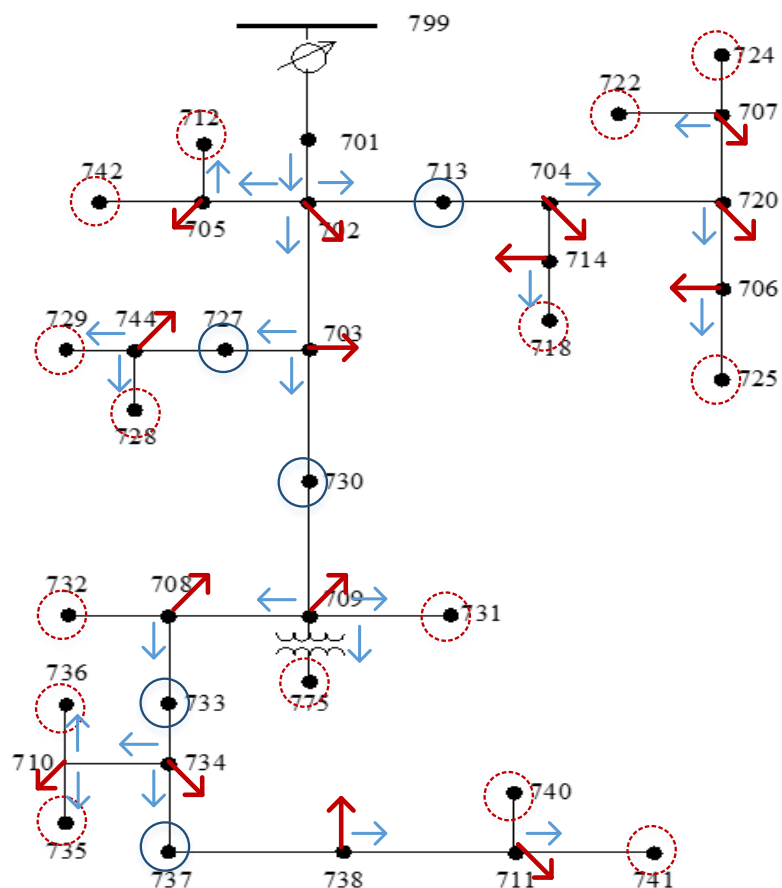
- بررسی دقیق و تجربی میزان اثربخشی روش های پیاده سازی شده

نکته: لزوم رویت پذیر بودن شبکه پایلوت در دو سطح ولتاژ فشار متوسط و فشار ضعیف



رویت پذیری شبکه توزیع

✓ رویت پذیری مبتنی بر تخمین حالت



← اندازه گیری جریان و ولتاژ فشار ضعیف
← اندازه گیری جریان (و ولتاژ) فشار متوسط
○ پست های میانی بدون میتر
○ پست های انتهایی بدون میتر



رویت پذیری شبکه توزیع

✓ رویت پذیری مبتنی بر تخمین حالت

تجهیزات مورد نیاز برای
رویت پذیری فیزیکی

تجهیزات مورد نیاز برای
رویت پذیری مبتنی بر تخمین حالت

- ۳۶ میتر سه فاز برای اندازه گیری جریان خط و ولتاژ سه فاز باس بار ۲۰ کیلوولت
- ۱۵ میتر برای اندازه گیری جریان خط و ولتاژ یک فاز و ۹ تا برای اندازه گیری فقط جریان سه فاز
- ۳۶ میتر برای اندازه گیری جریان بار (خروجی ترانسفورماتور توزیع)
- ۱۵ میتر برای اندازه گیری جریان بار (خروجی ترانسفورماتور توزیع)
- ۱۰۸ دستگاه ترانسفورماتور ولتاژ فاز به زمین (در شبکه ۲۰ کیلوولت)
- ۱۵ دستگاه ترانسفورماتور ولتاژ فاز به زمین (در شبکه ۲۰ کیلوولت)



رویت پذیری شبکه توزیع

✓ بررسی عملیاتی روش تخمین حالت برای رویت پذیر کردن شبکه

- تکمیل اطلاعات GIS شبکه

- GIS شبکه فشار ضعیف

- به روز کردن وضعیت توپولوژی شبکه

- ترجیحا فازیابی مشترکین

- تهیه snapshot از وضعیت بارهای شبکه با کمترین هزینه ممکن

- تعیین ساختار شبکه توزیع بر اساس آخرین اطلاعات دیسپاچینگ

- استفاده از روش تخمین حالت برای تعیین جریان عبوری از خطوط و ترانسفورماتورها



رویت پذیری شبکه توزیع

✓ رویت پذیری مبتنی بر داده کاوی (مناسب برای فشار ضعیف)

- خوشه بندی مشترکین فشار ضعیف

- تحلیل آماری برای تعیین پروفیل بار خوشه های مختلف

- تخمین مصرف لحظه ای مشترکین و دستیابی به تجمیع آنها

- بهبود دقت با روشهای داده کاوی و بکارگیری اندازه گیریهای مجتمع

- محاسبه تلفات فنی شبکه (محاسبه تلفات فیدر و ترانسفورماتور، به همراه مقدار تخمینی از سایر مولفه های تلفات)



رویت پذیری شبکه توزیع

✓ رویت پذیری مبتنی بر داده کاوی (مناسب برای فشار ضعیف) – تکنیک های داده کاوی

- تعیین خطای اندازه گیری و بهبود دقت (تحلیل برخط)

- در نظر گرفتن تلفات لحظه ای

- ضریب اصلاح تطبیقی با روش دستیابی به حداقل مربعات خطا

- تعیین منحنی بار مرجع بر اساس منحنی بار ژن های آن دسته با روشهای آماری و ریاضی



محاسبه تلفات

• محاسبه تلفات بخش های مختلف در شبکه توزیع مورد مطالعه شامل موارد زیر :

محاسبه تلفات آهنی و اهمی ترانسفورماتور با در نظر گرفتن موارد زیر

- لحاظ کردن اثر هارمونیک های جریان در تلفات اهمی
- تلفات اهمی جریان چرخشی در اتصال مثلث (در ترانسفورماتور Dyn)
- تصحیح تلفات اهمی بر اساس تخمین دمای سیم پیچ (سایر کاربردها)
- بررسی اثر تپ ترانسفورماتور در تلفات اهمی و آهنی
- لحاظ کردن دامنه ولتاژ (مقدار اصلاح شده) در میزان تلفات آهنی
- اندازه گیری ضریب تلفات عایقی ترانسفورماتور با انجام تست مربوطه



تفکیک تلفات فنی و غیر فنی

- ✓ محاسبه تلفات فنی در شبکه فشار ضعیف و فشار متوسط پس از رویت پذیری
- ✓ اندازه گیری انرژی ورودی و خروجی و تعیین کل تلفات انرژی
- ✓ تخمین تلفات غیر فنی