



پژوهشگاه نیرو

شرح خدمات پروژه

طراحی نظام و مدل پایش و ارزیابی میزان تلفات برق شبکه‌های
توزیع انرژی الکتریکی و تدوین الگوریتم تشخیص سهم عوامل آن

تاریخ تصویب پروژه:

1396/07/02

هدف اصلی پروژه:

کاهش تلفات انرژی الکتریکی یکی از نکات حائز اهمیت در طراحی و بهره‌برداری از شبکه‌های توزیع است. تلفات در شبکه‌های توزیع به علت ولتاژ پایین، ساختار شعاعی و وسعت بالای شبکه به طور قابل ملاحظه‌ای نسبت به تلفات شبکه‌ای انتقال بالاتر است و سهم زیادی از تلفات کل شبکه را به خود اختصاص می‌دهد. بنابراین سرمایه‌گذاری در کاهش تلفات شبکه‌های توزیع می‌تواند سبب صرفه‌جویی اقتصادی قابل توجه در صنعت برق شود.

یکی از ابتدایی‌ترین اقدامات در کاهش تلفات شبکه‌ای توزیع، اندازه‌گیری و برآورد آن در شبکه است، زیرا تا هنگامی که میزان تلفات مشخص نباشد، تصمیم‌گیری برای کاهش آن امکان‌پذیر نیست. تعریفی که هم‌اکنون برای بیان تلفات در شبکه‌های توزیع به کار می‌رود، اختلاف انرژی خریداری شده از شبکه بالادست (که از کنتورهای پست‌های فوق توزیع قابل قرائت می‌باشد) و انرژی فروخته شده به مشتریان است (که از سامانه‌ی بیلینگ شرکت‌های توزیع در دسترس است). لیکن کاستی‌های مختلفی وجود دارد که سبب می‌شود این تعریف، معیار مناسبی برای اندازه‌گیری تلفات در شبکه نباشد. می‌توان این کاستی‌ها را در چهار دسته‌ی محدودیت در پایش تلفات، خطا در پایش تلفات، کاستی در فرمول‌سازی تلفات و کاستی در محاسبه‌ی تلفات دسته‌بندی نمود.

I. از جمله موارد محدودیت در پایش تلفات می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- همه‌ی بارهای متصل به شبکه‌ی توزیع (مانند روشنایی بعضی از معابر و بعضی از اماکن عمومی) دارای کنتور برای اندازه‌گیری انرژی مصرفی نیستند؛

- دسترسی به کنتور بعضی از اماکن (مانند اماکن با فعالیت‌های محرمانه) امکان‌پذیر نمی‌باشد؛
- در هنگام مانور در شبکه‌های توزیع (چه در حالت عادی شبکه و چه در هنگام خطا) انرژی الکتریکی ممکن است از بخشی از شبکه‌ی توزیع یک شرکت توزیع به شبکه‌ی شرکتی دیگر منتقل شود، ولی در بعضی از مناطق کشور سامانه‌ای برای پایش این انتقال انرژی وجود ندارد و بنابراین تلفات ناحیه‌ی گیرنده‌ی انرژی کمتر و تلفات ناحیه‌ی دهنده‌ی انرژی بیش‌تر از مقدار واقعی برآورد می‌شود؛

II. از جمله موارد خطا در پایش تلفات می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- امکان کالیبره نبودن کنتورها وجود دارد؛

- امکان اشتباه انسانی در قرائت، ثبت و جمع‌بندی اطلاعات مربوط به کنتورهای مشترکین وجود دارد؛

III. از جمله موارد کاستی در فرمول‌سازی تلفات می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- در دنیا معیارهای بسیار گوناگونی برای اندازه‌گیری تلفات یک شبکه‌ی توزیع به کار می‌رود که استفاده از این معیارها می‌تواند دید بهتری نسبت به تلفات شبکه ایجاد نماید، حال این که در ایران تنها معیار اصلی مورد استفاده در ارزیابی تلفات شبکه‌های توزیع، اختلاف انرژی خریداری شده از شبکه بالادست و انرژی فروخته شده به مشتریان است.

- با این تعریف تلفات (درصد تفاوت کل انرژی ورودی و فروش شرکت‌های توزیع)، تلفات غیرفنی (مربوط به برق‌دزدی از شبکه) و تلفات فنی (مربوط به طراحی و بهره‌برداری شبکه) قابل تفکیک نمی‌باشد؛

IV. از جمله موارد کاستی در محاسبه تلفات می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- عدم هم‌زمانی قرائت انرژی فروخته شده و انرژی خریداری شده در شرکت‌های توزیع؛
- با توجه به اینکه میزان تلفات و میزان کاهش تلفات به عنوان یکی از معیارهای ارزیابی عملکرد شرکت‌های توزیع به کار گرفته می‌شود و به علت عدم وجود نهادی مستقل از متولیان توسعه و بهره‌برداری شبکه‌ی توزیع برای ارزیابی تلفات، امکان داده‌سازی به منظور سرپوش نهادن بر ضعف عملکرد وجود دارد (داده‌سازی).

با توجه به موارد فوق نیاز است نظام نوینی برای پایش و محاسبه‌ی تلفات در شبکه‌های توزیع ایران طراحی و پیاده‌سازی گردد.

مشکل دیگری که در نظام فعلی ارزیابی تلفات در ایران وجود دارد این است که مشخص نیست تلفات گزارش شده‌ی شبکه‌ی توزیع مربوط به چه قسمت و به چه دلیل می‌باشد. باید گفت ایجاد تلفات فنی در یک شبکه‌ی توزیع می‌تواند علل مختلفی داشته باشد. به طور معمول تلفات فنی شبکه‌های توزیع را به دو قسمت ثابت و متغیر تقسیم می‌نمایند. تلفات ثابت با تغییر جریان عبوری از خطوط تغییر نمی‌کند و شامل مواردی از قبیل تلفات کرونا، تلفات جریان ناشی، تلفات دی‌الکتریک و ... می‌شود. حدود $1/4$ تا $1/3$ تلفات شبکه‌ی توزیع مربوط به تلفات ثابت می‌شود. تلفات متغیر متناسب با مربع جریان عبوری از خطوط می‌باشد و شامل مواردی از قبیل تلفات اهمی خطوط، تلفات اهمی ترانس‌ها و ... می‌شود. حدود $2/3$ تا $3/4$ تلفات شبکه‌ی توزیع مربوط به تلفات متغیر است. دلایلی که سبب می‌شود تلفات یک شبکه‌ی توزیع بیش‌تر از حد نرمال آن باشد را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی کرد:

- طول بیش از حد استاندارد خطوط؛
 - سائز نامناسب خطوط؛
 - فاصله‌ی زیاد ترانس توزیع از مرکز مصرف؛
 - ضریب بار پایین شبکه؛
 - اتصالات نامناسب در شبکه و تلفات ناشی از آن؛
 - عدم تعادل بار در خطوط؛
 - سائز نامناسب ترانس‌ها؛
 - عدم قطع ترانس‌های اضافی در کم‌باری؛
 - ...
- با توجه به مطالب بالا می‌توان گفت که عوامل و اجزای مختلفی در ایجاد تلفات در شبکه‌ی توزیع دخیل هستند و در صورت وجود تلفات بیش از حد استاندارد در شبکه، می‌بایست در ابتدا سهم هر یک از عوامل مختلف شبکه به درستی مشخص شده و اجزای ایجادکننده‌ی این تلفات شناسایی شوند و سپس روش‌های مختلف کاهش تلفات متناسب با عامل مربوطه به کار گرفته شود.

نتایج مورد انتظار و دستاوردهای جانبی پروژه:

با اجرای این پروژه، یک نهاد مستقل از برنامه ریزان و بهره برداران شبکه های توزیع، مسئول ارزیابی تلفات شرکت های توزیع می شود و با استفاده از دستورالعمل هایی که در این پروژه تدوین می گردد، تلفات فنی و غیرفنی (از قبیل سرقت انرژی) شبکه های توزیع از یکدیگر تفکیک شده و با استفاده از آیین نامه هایی که در این پروژه تدوین می گردد ارزیابی و گزارش دهی تلفات نظام مند شده و با دقت و اعتبار بالاتری صورت می گیرد. همچنین در این پروژه الگوریتمی تدوین می گردد که سهم هر یک از عوامل ایجاد و افزایش تلفات در شبکه مشخص شده و آیین نامه ای جهت ارزیابی و گزارش دهی سهم هر یک از این عوامل تدوین می گردد.

مراحل اجرای پروژه:

شماره مرحله	عنوان / توضیحات
1	تعریف و تدوین ساختار نهاد مستقل ارزیابی تلفات شرکتهای توزیع برق در این مرحله تعریف و تدوین ساختار یک نهاد مستقل از متولیان توسعه و بهره‌برداری شبکه‌های توزیع برای ارزیابی تلفات شبکه‌های توزیع (به‌منظور جلوگیری از داده‌سازی) صورت می‌گیرد.
2	تدوین معیارها و روش ارزیابی تلفات در شبکه‌های توزیع برق در این مرحله با انجام مطالعات تطبیقی بررسی می‌شود در کشورهای پیشرفته چه معیارهایی برای ارزیابی تلفات شبکه‌های توزیع مورد استفاده قرار می‌گیرد و با چه روش‌هایی این ارزیابی صورت می‌گیرد. سپس بررسی می‌شود زیرساخت‌های مورد نیاز هر یک از این معیارها و همچنین محدودیت‌ها و الزامات آن‌ها چیست. سپس با بررسی وضعیت موجود شبکه‌ی برق ایران و با در نظر گرفتن زیر ساخت‌های مورد نیاز و محدودیت‌ها و الزامات، معیار مناسب ارزیابی تلفات در شبکه‌ی توزیع برق ایران معرفی گردیده و روش پیاده‌سازی آن نیز تشریح می‌گردد.
3	تدوین الگوریتم و رویه‌ی اصلاح پایش میزان تلفات برق شبکه‌های توزیع برق در این مرحله با بررسی وضعیت موجود، کاستی‌های فرآیند پایش تلفات برق شبکه‌های توزیع شناسایی می‌شود. این کاستی‌ها را می‌توان در دو دسته‌ی عدم وجود سامانه‌ی پایش برای بعضی از بارهای الکتریکی و وجود خطا در پایش مصرف بعضی از بارهای الکتریکی تقسیم‌بندی نمود. در ادامه و با انجام مطالعات تطبیقی، رویه‌ی مناسبی برای برآورد مصرف بارهای الکتریکی بدون سامانه‌ی پایش و شناسایی و تصحیح داده‌های خطا در سامانه‌ی پایش مصرف الکتریکی تدوین می‌گردد.
	3-1 بررسی کاستی‌های فرآیند پایش تلفات برق شبکه‌های توزیع برق در این بند با بررسی وضعیت فعلی، کلیه‌ی کاستی‌های مرتبط با فرآیند پایش تلفات برق شبکه‌های توزیع در ایران شناسایی می‌گردد.
	3-2 تدوین رویه‌ی برآورد مصرف انرژی الکتریکی بارهای الکتریکی بدون سامانه‌ی پایش در شبکه‌ی توزیع برق در این بند با انجام مطالعات تطبیقی، رویه‌ی برآورد مصرف بارهای الکتریکی متصل به شبکه‌ی توزیع، که به دلایلی امکان پایش آن‌ها وجود ندارد (به عنوان مثال دارای کنتور نیستند و یا قرائت کنتور آن‌ها به دلایلی میسر نیست)، تدوین می‌گردد.
	3-3 تدوین الگوریتم شناسایی و تصحیح داده‌های دارای خطا در سامانه‌ی پایش مصرف بارهای الکتریکی شبکه‌ی توزیع برق در این بند با انجام مطالعات تطبیقی و با استفاده از روش‌های ریاضی، الگوریتم شناسایی و تصحیح داده‌های دارای خطا در سامانه‌ی پایش مصرف بارهای الکتریکی شبکه‌ی توزیع برق در ایران تدوین می‌گردد.

تدوین الگوریتم شناسایی سهم عوامل ایجاد تلفات در شبکه‌ی توزیع برق در این مرحله الگوریتم شناسایی سهم عوامل ایجاد تلفات در شبکه‌ی توزیع برق تدوین می‌گردد. با این کار می‌توان برآوردی از تلفات فنی شبکه‌ی توزیع به دست آورد و لذا مشخص کرد چه سهم از تلفات شبکه‌ی توزیع مربوط به تلفات فنی (که مربوط به بهره‌برداری و طراحی شبکه است) و چه سهم مربوط به تلفات غیر فنی (از قبیل سرقت انرژی) است.	
4-1 بررسی و شناسایی کلیه عوامل ایجاد و افزایش تلفات در شبکه‌های توزیع برق در این بند با بررسی مراجع معتبر، کلیه عوامل ایجاد و افزایش تلفات در شبکه‌های توزیع برق شناسایی شده و دسته‌بندی می‌گردد.	4
4-2 بررسی روش‌های برآورد سهم هر یک از عوامل، در ایجاد تلفات در شبکه‌ی توزیع برق در این بند با انجام مطالعات تطبیقی بررسی می‌شود سهم کدامیک از عوامل شناسایی شده در بند 4-1 در شبکه‌ی توزیع برق ایران قابل برآورد می‌باشد و سپس روش‌های ارائه شده برای برآورد سهم هر یک از این عوامل بررسی می‌گردد.	4
4-3 تدوین الگوریتم برآورد سهم هر یک از عوامل، در ایجاد تلفات در شبکه‌ی توزیع برق در این بند با توجه به نتایج حاصل از بند 4-2، الگوریتم برآورد سهم هر یک از عوامل ایجاد و افزایش تلفات در شبکه‌ی توزیع برق در ایران تدوین می‌گردد.	4
4-4 تدوین الگوریتم شبیه‌سازی و برآورد تلفات فنی شبکه‌ی توزیع برق در این بند با توجه به شناسایی سهم عوامل ایجاد تلفات در شبکه‌ی توزیع در بند 4-4، الگوریتم شبیه‌سازی و برآورد تلفات فنی شبکه‌ی توزیع تدوین می‌گردد. با شناسایی تلفات فنی، شناسایی این که چه سهم از تلفات شبکه‌ی توزیع مربوط به تلفات غیر فنی است، امکان‌پذیر خواهد بود.	4
تدوین آیین‌نامه‌ی جامع ارزیابی تلفات شرکت‌های توزیع برق در این مرحله با توجه به ساختار نهاد ارزیابی تلفات در مرحله‌ی 1، و دستورالعمل‌ها و الگوریتم‌های تدوین شده در مراحل 2 تا 4، آیین‌نامه‌ی جامع ارزیابی تلفات شرکت‌های توزیع برق تدوین می‌گردد.	5