



شرکت توانیر

معاونت هماهنگی توزیع

دفتر مهندسی و راهبری شبکه

دستورالعمل مطالعات جایابی کلید در شبکه های توزیع



کد سند: TAV122-02/00

بسمه تعالی



«عاشورا درس فداکاریست برای حفظ دین»

(مقام معظم رهبری)

شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ
شرکت توزیع نیروی برق شهرستان مشهد
شرکت توزیع نیروی برق شهرستان اصفهان
شرکت توزیع نیروی برق استان اصفهان
شرکت توزیع نیروی برق استان تهران
شرکت توزیع نیروی برق شمال استان کرمان
شرکت توزیع نیروی برق جنوب استان کرمان
شرکت توزیع نیروی برق استان خراسان رضوی
شرکت توزیع نیروی برق استان همدان
شرکت توزیع نیروی برق تبریز
شرکت توزیع نیروی برق استان آذربایجان شرقی
شرکت توزیع نیروی برق استان آذربایجان غربی
شرکت توزیع نیروی برق استان فارس
شرکت توزیع نیروی برق استان مازندران
شرکت توزیع نیروی برق استان البرز
شرکت توزیع نیروی برق استان اردبیل
شرکت توزیع نیروی برق استان مرکزی
شرکت توزیع نیروی برق استان یزد
شرکت توزیع نیروی برق استان زنجان
شرکت توزیع نیروی برق استان قزوین
شرکت توزیع نیروی برق استان قم
شرکت توزیع نیروی برق استان سمنان
شرکت توزیع نیروی برق اهواز
شرکت توزیع نیروی برق استان خوزستان
شرکت توزیع نیروی برق استان خراسان شمالی
شرکت توزیع نیروی برق استان خراسان جنوبی
شرکت توزیع نیروی برق استان لرستان
شرکت توزیع نیروی برق استان چهارمحال و بختیاری
شرکت توزیع نیروی برق استان هرمزگان
شرکت توزیع نیروی برق شیراز
شرکت توزیع نیروی برق استان کهگیلویه و بویراحمد

بسمه تعالی



«عاشورا درس فداکاریست برای حفظ دین»

(مقام معظم رهبری)

شرکت توزیع نیروی برق استان سیستان و بلوچستان

شرکت توزیع نیروی برق استان گلستان

شرکت توزیع نیروی برق استان گیلان

شرکت توزیع نیروی برق غرب استان مازندران

شرکت توزیع نیروی برق استان کرمانشاه

شرکت توزیع نیروی برق استان کردستان

شرکت توزیع نیروی برق استان ایلام

شرکت توزیع نیروی برق استان بوشهر

موضوع: ابلاغ دستورالعمل مطالعات جایابی کلید در شبکه های توزیع

با سلام و احترام؛

با عنایت به لزوم ایجاد وحدت رویه در ملاحظات فنی و اقتصادی جهت انتخاب آرایش و مکان های بهینه برای نصب کلیدها در شبکه های توزیع، و پیرو ابلاغ مأموریت ویژه به دفتر مهندسی و راهبری شبکه با همکاری شرکت توزیع نیروی برق استان فارس، "دستورالعمل مطالعات جایابی کلید در شبکه های توزیع" پس از بررسی در نشست های تخصصی کمیته مطالعات سیستم و برنامه ریزی فنی شبکه با حضور خبرگان صنعت و دانشگاه تهیه و تصویب شده و بدینوسیله به تمامی شرکت های توزیع نیروی برق جهت اجرا و بهره برداری ابلاغ می گردد.

امید است مجموعه تحت امر آن مدیریت عامل محترم با بکارگیری دستورالعمل فوق اشاره در برنامه ریزی توسعه و نگهداشت شبکه توزیع کشور گام مؤثری برداشته و با ارائه نقطه نظرات مکمل و کارآمد در جهت ارتقاء سند حاضر در آینده، همکاری مقتضی مبذول نمایند. لازم به ذکر است نسخه الکترونیکی فایل دستورالعمل در بخش دستورالعمل های وب سایت دفتر مهندسی و راهبری شبکه شرکت توانیر به نشانی <https://www.tavanir.org.ir/dm/dmnezarat> قابل دسترسی می باشد.

۱۴۰۰/۶/۱۵

تاریخ:

۱۴۰۰/۳۱۳/۱۹۷۵

شماره:

دارد

پیوست:



شرکت مدیریت تولید، انتقال و توزیع نیروی برق ایران
توانیر



بسمه تعالی



«عاشورا درس فداکاریست برای حفظ دین»

ی

غلامعلی رخشانی مهر
معاون هماهنگی توزیع

رونوشت:

- جناب آقای مهندس مدقق مدیرکل محترم دفتر هوشمندسازی و فناوری های نوین جهت اطلاع
- جناب آقای دکتر یاقوتی مدیرکل محترم دفتر مدیریت انرژی و برنامه ریزی امور مشتریان جهت اطلاع
- جناب آقای مهندس صمدی سرپرست محترم طرح کاهش تلفات جهت اطلاع - خاتمه ماموریت ویژه
- جناب آقای مهندس داودی معاون محترم فنی و برنامه ریزی بودجه توزیع جهت اطلاع

اقدام کننده:

میلاد بی آزار-۰۲۱۲۷۹۳۵۰۸۷



شرکت مدیریت تولید، انتقال و توزیع نیروی برق ایران (توانیر)

دستور العمل مطالعات جایابی کلید در شبکه های توزیع

دریافت کنندگان سند:

✓ معاونت هماهنگی توزیع شرکت توانیر

✓ شرکت های توزیع نیروی برق ایران

کد سند	تاریخ تهیه	تاریخ بازنگری	شماره آخرین بازنگری
TAV122-02/00	۱۴۰۰/۰۵/۳۱	-	--

تهیه کننده	تأیید کننده	تصویب کننده
کمیته مطالعات و برنامه ریزی فنی شبکه های توزیع	مدیرکل دفتر مهندسی و راهبری شبکه - مسعود صادقی خمایی	معاون هماهنگی توزیع غلامعلی رخشانی مهر

امضاء:

امضاء:

امضاء:

<http://www.tavanir.org.ir/dm/dmnezarat/>



فهرست مطالب

عنوان	صفحه
پیشگفتار.....	۱
۱- مقدمه.....	۲
۲- هدف و دامنه کاربرد.....	۲
۳- محدوده اجرا.....	۲
۴- مسئولیت نظارت و اجرا.....	۲
۵- تعاریف.....	۳
۵-۱- برنامه ریزی شبکه های توزیع.....	۳
۵-۲- برنامه ریزی بهره برداری و توسعه شبکه های توزیع.....	۳
۵-۳- مدل سازی یا مدل الکتریکی تجهیزات.....	۳
۵-۴- دک مطالعاتی.....	۳
۵-۵- ساختار داده (مدل داده) در دک مطالعاتی.....	۴
۵-۶- واسط داده.....	۴
۵-۷- نقطه کار شبکه.....	۴
۵-۸- دک به هنگام.....	۴
۵-۹- دک بهره برداری.....	۴
۵-۱۰- دک برنامه ریزی.....	۴
۵-۱۱- صحت سنجی پخش بار.....	۴
۵-۱۲- صحت سنجی اتصال کوتاه.....	۴
۵-۱۳- صحت سنجی قابلیت اطمینان.....	۵
۵-۱۴- خاموشی با برنامه.....	۵



فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۵-۱۴-۱- خاموشی برنامه ریزی شده.....	۵
۵-۱۴-۲- خاموشی با موافقت.....	۵
۵-۱۴-۳- خاموشی اضطراری.....	۵
۵-۱۴-۴- خاموشی بی برنامه.....	۵
۵-۱۵-۱- مانور.....	۵
۵-۱۶-۱- مرحله حفاظت.....	۵
۵-۱۷-۱- مرحله جداسازی.....	۶
۵-۱۸-۱- مرحله بازیابی.....	۶
۵-۱۹-۱- کلید.....	۶
۵-۱۹-۱- کلیدهای معمولاً باز (NO).....	۶
۵-۱۹-۲- کلیدهای معمولاً بسته (NC).....	۶
۵-۱۹-۳- قابلیت های کلید.....	۶
۵-۱۹-۳-۱- قابلیت حفاظت.....	۶
۵-۱۹-۳-۲- قابلیت قطع و وصل جریان بار.....	۶
۵-۱۹-۳-۳- قابلیت قطع و وصل به صورت محلی.....	۶
۵-۱۹-۳-۴- قابلیت قطع و وصل از راه دور (کلیدهای اسکادا یا اتوماسیون توزیع).....	۶
۵-۲۰-۲- تغییر آرایش شبکه یا فیدرها.....	۷
۵-۲۱-۲- ناحیه یا زون.....	۷
۵-۲۲-۲- معیار n-1.....	۷
۵-۲۳-۲- معیار n-1 اصلاح شده.....	۷
۵-۲۴-۲- سطح قابلیت اطمینان.....	۷

فہرست مطالب

صفحه	عنوان
۷-۲۵	واحد مطالعات.....
۸-۶	اطلاعات مورد نیاز برای جایابی کلید و توسعه فیدر.....
۸-۶-۱	منابع تهیه دک بهره‌برداری و برنامه‌ریزی.....
۱۳-۲-۶	اطلاعات و الزامات مورد نیاز برای تهیه مدل داده شبکه جهت استفاده در جایابی کلید.....
۱۶-۳-۶	اطلاعات مورد نیاز برای مدل‌سازی بار شبکه فشار متوسط.....
۱۸-۳-۶-۱	اطلاعات مورد نیاز برای مدل‌سازی تغییرات زمانی بار شبکه در طول سال.....
۲۰-۳-۶-۲	اطلاعات مورد نیاز برای پیش‌بینی بار شبکه.....
۲۰-۶-۴	دک برنامه‌ریزی.....
۲۲-۷	مطالعات جایابی کلید.....
۲۲-۱-۷	فلسفه جانمایی نقاط مانوری شبکه.....
۲۲-۲-۷	سطح قابلیت اطمینان بارها.....
۲۵-۳-۷	الزامات کلید گذاری.....
۲۵-۴-۷	تعریف مسأله جایابی کلید و تعیین اهداف.....
۲۶-۵-۷	انواع مطالعات جایابی کلید.....
۲۸-۶-۷	پارامترهای تأثیرگذار در جایابی کلید.....
۲۸-۷-۷	روش انجام جایابی کلید سطح اول.....
۲۸-۱-۷-۷	توجه ویژه به جایابی نقاط مانور دارای قابلیت اتوماسیون.....
۲۹-۲-۷-۷	گام یک بررسی پوشش مخابراتی.....
۳۰-۳-۷-۷	گام دوم بررسی خاموشی‌های شبکه.....
۳۰-۴-۷-۷	گام‌های سوم، چهارم و پنجم (ساخت توپولوژی شبکه و گراف ارتباطات).....
۳۳-۵-۷-۷	گام ششم اولویت‌بندی فیدرها برای انتخاب نقاط اتوماسیون.....



فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۷-۶-۶- گام هفتم اعمال طرح های کلید گذاری روی فیدرهای منتخب	۳۴
۷-۷-۷- گام هشتم تصمیم گیری نهایی برای نقاط اتوماسیون و تعداد کلیدها	۳۵
۷-۸-۸- جایابی کلید سطح دوم	۳۶
۷-۸-۱- الزامات تعیین تابع هدف	۳۸
۷-۸-۲- الزامات تعیین قیود مسئله	۳۹
۷-۸-۳- متغیرهای تصمیم	۴۱
۷-۸-۴- محاسبات مورد نیاز	۴۱
۷-۸-۵- ساده سازی و کاهش ابعاد جستجو	۴۲
۷-۸-۶- برآورد تعداد کل فضای جستجو	۴۳
۷-۸-۷- انتخاب الگوریتم برای جستجوی متغیرهای تصمیم	۴۳
۷-۸-۸- حداقل خروجی های مورد انتظار	۴۴
۸-گردشکار مطالعات جایابی کلید	۴۴
۸-۱- انجام مطالعات جایابی کلید برای کل شبکه	۴۴
۸-۲- گام های مطالعات جایابی کلید	۴۵
۸-۲-۱- جمع آوری داده	۴۵
۸-۲-۲- تهیه دک مطالعاتی	۴۵
۸-۲-۳- تأیید مطالعات طرح	۴۵
۸-۲-۴- ارائه نتایج مطالعات به واحد برنامه ریزی	۴۵
۸-۲-۵- خریداری و کنترل کیفی کلید	۴۶
۸-۲-۶- تعیین و بررسی شاخص های ارزیابی مکان کلیدها در شبکه و انتقال نتایج به واحد مطالعات	۴۶



فهرست مطالب

عنوان	صفحه
پیوست الف - مدل اطلاعات مشترک	۴۸
الف-۱- مدل CIM شبکه توزیع	۴۸
پیوست ب:	۶۱
ب-۱- طرح کلید گذاری بر روی فیدرهای بدون اتصال پشتیبان	۶۱
ب-۲- طرح ۱,۵ کلید	۶۲
پیوست ج:	۶۳
ج-۱- محاسبات در حالت پایه	۸۳
ج-۲- یافتن مکان بهینه کلیدها بر روی فیدرها	۸۴
ج-۳- یافتن مکان بهینه کلیدها بر روی فیدرهای نمونه به روش سطح اول	۹۱
۹- مراجع	۹۳
۱۰- اعضای تدوین کننده دستورالعمل به ترتیب الفبا:	۹۵

فهرست اشکال

صفحه

عنوان

شکل ۱: سامانه ها، سرویس ها، بانک های اطلاعاتی، مازول ها و فرایند ساخت دک بهره برداری پیک بار جهت مطالعات مهندسی	۱۰
شکل ۲: شبکه فشار متوسط فرضی برای نمونه مدلسازی بار شبکه فشار متوسط	۱۷
شکل ۳: موارد کلان تأثیرگذار در انتخاب نقاط اتوماسیون	۲۹
شکل ۴: خلاصه گام های اساسی برای محاسبه مختصات نقاط اتوماسیون شبکه	۲۹
شکل ۵: شناسایی و تفکیک خاموشی های شبکه	۳۰
شکل ۶: مثال ۱ نحوه تکمیل جدول ارتباطات فیدر و خاموشی برای هر فیدر	۳۲
شکل ۷: مثال ۲ نحوه تکمیل جدول ارتباطات فیدر و خاموشی برای هر فیدر	۳۳
شکل ۸: گام های مورد نیاز برای حل مسأله بهینه جایابی کلید به روش سطح دوم	۳۷
شکل ۷: نمودار فرایند مالی پروژه نصب کلیدهای مانوری	۳۸
شکل ۱۰: تعیین مسیرهای اصلی مجموعه فیدرها	۴۳
شکل ۱۱- گردش کاری انجام مطالعات جایابی کلیدها در شبکه	۴۷
شکل ۱۲: فیدر نمونه تنها برای جایابی کلید	۶۱
شکل ۱۳: تغییر مقدار انرژی توزیع نشده نسبت به تعداد کلید برای یک فیدر تنها	۶۲
شکل ۱۴: طرح ۱،۵ کلید برای جانمایی نقاط اتوماسیون	۶۲
شکل ۱۵: طرح ۱،۵ کلید برای جانمایی نقاط اتوماسیون با ارتباط زون های ابتدایی و انتهایی	۶۳
شکل ۱۶: طرح ۱،۵ کلید برای جانمایی نقاط اتوماسیون با ارتباط زون های ابتدایی	۶۳
شکل ۱۷: موقعیت فیدرهای نمونه و کلیدهای موجود بر روی این فیدرها	۶۴
شکل ۱۸: دک بهره برداری فیدرهای نمونه در نرم افزار دیگسایلنت	۶۶
شکل ۱۹: محاسبات پخش بار و قابلیت اطمینان در حالت پایه، جهت دستیابی به تلفات انرژی و انرژی توزیع نشده	۸۴
شکل ۲۰: محدوده مجاز قرارگیری کلید NO	۸۶
شکل ۲۱: فلوچارت جایابی بهینه کلید در دو فیدر نمونه	۸۹
شکل ۲۲: مکان کلیدهای جدید و موجود بعد از جایابی بهینه کلید بر روی فیدرها نمونه به همراه زون های بوجود آمده بر روی فیدرها	۹۰
شکل ۲۳: مکان کلیدهای جایابی شده در فیدرهای نمونه به روش سطح اول	۹۱

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۱: مرجع اطلاعات مورد استفاده در تهیه دک بهره‌برداری و مطالعات جایابی کلید و توسعه فیدر	۱۱
جدول ۲: جزئیات اطلاعات مورد نیاز از بانک‌های اطلاعاتی جهت استفاده در مطالعات توسعه فیدر و جایابی کلید	۱۲
جدول ۳: حداقل اطلاعات مورد نیاز برای ساخت مدل داده استاندارد شبکه	۱۴
جدول ۴: حداقل اطلاعات نوع تجهیزات	۱۵
جدول ۵: پارامترهای مدل بار	۱۷
جدول ۶: انواع مدل تغییرات زمانی بار	۱۸
جدول ۷: اطلاعات مورد نیاز برای مدل‌سازی تغییرات زمانی بار	۱۹
جدول ۸: بارها و سطح قابلیت اطمینان پیشنهادی و حداقل تعداد کلیدهای مورد نیاز	۲۳
جدول ۹: حالات مختلف مطالعات جایابی کلید وابسته به نوع نیاز	۲۷
جدول ۱۰: ماتریس ارتباطات	۳۱
جدول ۱۱: ماتریس مشخصات نقاط	۳۱
جدول ۱۲: اولویت بارها	۳۱
جدول ۱۳: جدول ارتباطات فیدر	۳۱
جدول ۱۴: جدول ماکزیمم خاموشی طبق معیار $n-1$	۳۲
جدول ۱۵: محاسبه بار قطع شده و مقدار بار قابل انتقال طبق معیار $n-1$	۳۲
جدول ۱۶: معیارهای اولویت‌بندی نهایی	۳۳
جدول ۱۷: انواع طرح‌های کلید گذاری متداول در شبکه‌های فشار متوسط	۳۴
جدول ۱۸: جدول نهایی انتخاب نقاط اتوماسیون و تعداد کلیدها	۳۵
جدول ۱۹: درآمدها و هزینه‌های پروژه سرمایه‌گذاری کلیدهای مانوری	۳۸
جدول ۲۰: متغیرهای تصمیم اصلی	۴۱
جدول ۲۱: متغیرهای تصمیم فرعی	۴۱
جدول ۲۲: خلاصه اطلاعات فیدرهای نمونه	۶۴
جدول ۲۳: بررسی اولیه اطلاعات موجود و تصمیم‌گیری در خصوص مدل‌سازی	۶۵
جدول ۲۴: اطلاعات خطوط در دک بهره‌برداری	۶۶
جدول ۲۵: اطلاعات ترانسفورماتورهای توزیع و میزان بار آن‌ها در دک بهره‌برداری	۸۰



فهرست جداول

صفحه

عنوان

۸۳	جدول ۲۶: اطلاعات بار متوسط، ضریب بار، نرخ خرابی، مدت تعمیر و نرخ خرابی استخراج شده از بانک های اطلاعاتی
۸۳	جدول ۲۷: نتایج پخش بار، آنالیز تلفات و قابلیت اطمینان فیدرهای نمونه در حالت موجود و اولیه
۸۴	جدول ۲۸: بررسی گام های حل مسأله جایابی کلید در فیدرهای نمونه
۹۰	جدول ۲۹: انرژی توزیع نشده و تلفات شبکه و وضعیت بهره برداری بعد از جایابی کلید
۹۲	جدول ۳۰: نتایج پخش بار و انرژی از دست رفته در حالت جایابی کلید به روش سطح اول بر روی فیدرهای نمونه ..

پیشگفتار

با توجه به ضرورت یکپارچه سازی روند جاری سازی مطالعات در شبکه های توزیع سطح کشور، معاونت هماهنگی توزیع شرکت توانیر اقدام به ابلاغ ماموریت ویژه به شرکت توزیع نیروی برق استان فارس برای تدوین دستورالعمل های "مطالعات جایابی کلید" و "مطالعات توسعه فیدر" در شبکه های توزیع نمود، تا در قالب دو دستورالعمل جداگانه برای ابلاغ به شرکت های توزیع تدوین گردد.

شرکت توزیع با همکاری شرکت مهندسين مشاور دانشمند و راهبري حوزه معاونت مهندسي دفتر مهندسي و راهبري شبکه شرکت توانیر، و با توجه به اهمیت مطالعات جایابی کلید برای تعیین تعداد و جانمایی کلیدها در فیدرهای فشار متوسط و به منظور بهبود شاخص های قابلیت اطمینان و امکان بهره برداری در شرایط مختلف بار شبکه با کمترین تلفات انرژی، اقدام به تدوین "دستورالعمل مطالعات جایابی کلید در شبکه های توزیع" نمود. دستورالعمل در نشست های تخصصی "کمیته تخصصی مطالعات در شبکه های توزیع برق" با حضور خبرگان صنعت برق و دانشگاه کشور با محوریت شرکت توزیع نیروی برق استان کردستان مطرح، و پس از بررسی مورد تصویب قرار گرفت.

پیشگفتار

فهرست

شکل

جدول

۱

۲

۳

۴

۵

۶

۷

۸

پ الف

پ ب

پ ج

مراجع

اعضا

۱- مقدمه

به طور کلی در شبکه های توزیع از کلیدها به عنوان نقاط انعطاف پذیر شبکه، به منظور انجام عملیات مانور استفاده می شود. با افزایش تعداد کلیدها امکان بهره برداری با کمترین تلفات و بیشترین قابلیت اطمینان فراهم می گردد. در حالت ایده آل وجود کلید در همه نقاط ورود و خروج بارهای شبکه فشار متوسط (ترانسفورماتورهای توزیع یا مشترکین اولیه) منجر به ایجاد شبکه ای با معیار $n-1$ می شود. همچنین اگر تمام کلیدهای شبکه دارای قابلیت اتوماسیون باشند بهترین عملکرد شبکه از نظر قابلیت اطمینان و انعطاف پذیری حاصل می گردد. به دلیل محدودیت های اقتصادی، تعداد کلیدها و فناوری کلیدها محدود می باشد. لذا مسئله تعیین تعداد و جانمایی کلیدها در فیدرهای فشار متوسط به منظور بهبود شاخص های قابلیت اطمینان و امکان بهره برداری در شرایط مختلف بار شبکه با کمترین تلفات انرژی یکی از چالش های اصلی شبکه های توزیع می باشد. بنابراین هدف از تدوین دستورالعمل مطالعات جایابی کلید تعیین یک چهارچوب و راهنما برای انجام مطالعات جایابی کلید در سطح فیدرهای فشار متوسط و الزاماتی است که در این مطالعات باید رعایت شوند.

۲- هدف و دامنه کاربرد

هدف این دستورالعمل راهنمایی برای جمع آوری اطلاعات مورد نیاز برای مطالعات جایابی کلید، نحوه انجام مطالعات و روند گردش کار آن در شرکت های توزیع می باشد. محدوده کاربرد این دستورالعمل، جایابی ریکلوزرها، سکسیونرها، دژنکتورها، فیوزها و سکشنلایزرها در فیدرهای فشار متوسط می باشد. لازم به ذکر است برای انجام مطالعات جایابی کلید نیاز به محاسبات پخش بار، اتصال کوتاه، کانتور اطلاعات از بانک اطلاعات GIS و مدل سازی بار برای محاسبات پخش بار می باشد. این موارد در محدوده این دستورالعمل نمی باشد و در این خصوص باید منطبق با "دستورالعمل جاری سازی مطالعات شبکه در شرکت های توزیع، محاسبات پخش بار و اتصال کوتاه" دفتر مهندسی و راهبری شبکه شرکت توانیر عمل شود [۱].

۳- محدوده اجرا

محدوده اجرای این دستورالعمل معاونت هماهنگی توزیع شرکت توانیر و شرکت های توزیع نیروی برق کشور می باشد.

۴- مسئولیت نظارت و اجرا

مسئولیت اجرای مفاد این دستورالعمل به عهده مدیران عامل شرکت های توزیع نیروی برق بوده و نظارت عالی بر حسن اجرای آن برعهده دفتر مهندسی و راهبری شبکه معاونت هماهنگی توزیع شرکت توانیر می باشد. لازم به ذکر است که از تاریخ صدور و ابلاغ این دستورالعمل، کلیه دستورالعمل های مرتبط با جایابی کلید در شبکه های توزیع از درجه اعتبار ساقط و رعایت این دستورالعمل لازم الاجرا می باشد.

۵- تعاریف

۵-۱- برنامه ریزی شبکه های توزیع: به مجموعه فعالیت هایی برای تدوین برنامه در راستای:

- طراحی، احداث و بهره برداری
- تغییر وضعیت (به عنوان مثال تغییر حالت باز به بسته در انواع کلیدها و یا تغییر پله های بانک های خازنی، تپ اتوترانسفورماتور)

• تغییر در مقدار تولید (مربوط به تولید انرژی منابع تولید پراکنده) تجهیزات شبکه توزیع جهت برآورده سازی نیازهای احتمالی آینده با در نظر گرفتن ملاحظات اقتصادی و پایداری با شروع از یک حالت معین گفته می شود.

۵-۲- برنامه ریزی بهره برداری و توسعه شبکه های توزیع: برنامه ریزی شبکه های توزیع از منظر افق زمانی به برنامه ریزی بهره برداری (در مورد شبکه های توزیع بیشتر به تغییر آرایش شبکه یا همان تغییر وضعیت کلیدهای شبکه، برنامه ریزی خاموشی) و برنامه ریزی توسعه و تعمیرات شبکه تقسیم بندی می گردد. برنامه ریزی توسعه در شبکه های توزیع معمولاً به افق زمانی کوتاه مدت (یک تا سه سال)، میان مدت (سه تا پنج سال) و بلند مدت (پنج تا ده سال) تقسیم می گردد.

۵-۳- مدل سازی یا مدل الکتریکی تجهیزات: عبارت است از استخراج مدار معادل تجهیزات فیزیکی (واقعی) شبکه های توزیع به صورت مدارهای سری یا موازی از عناصر خطی و یا غیرخطی از مقاومت ها، سلف ها، خازن ها و ...، برای توصیف یا پیش بینی رفتار این تجهیزات در واقعیت تحت تأثیر ولتاژ و جریان در بازه های زمانی مختلف (از حالات گذرا در حدود میکروثانیه، حالات دینامیکی میلی ثانیه تا حالات دائم).

۵-۴- دک مطالعاتی: مهم ترین اقدام جهت اجرای مطالعات در شبکه های توزیع، تهیه و ایجاد پایگاه داده الکتریکی مورد نیاز است. پایگاه داده الکتریکی (دک) به مجموعه اطلاعات لازم جهت مدل سازی الکتریکی تجهیزات به منظور انجام محاسبات پخش بار، اتصال کوتاه، قابلیت اطمینان، هماهنگی حفاظتی، پایداری دینامیکی و گذرای شبکه توزیع در یک نرم افزار، طی شرایط مختلف بهره برداری گفته می شود.

^۱ برنامه ریزی بهره برداری در واقع برنامه هایی است که در افق کوتاه مدت و نزدیک به زمان واقعی و زمان اجرای شبکه انجام می شود به عنوان مثال تغییر آرایش شبکه به صورت فصلی برای کاهش تلفات انرژی و مدیریت بار. در این حالت عدم قطعیت های شبکه و بار کم شده و نیاز است نسبت به تغییرات برنامه ریزی گردد. تفاوت بین برنامه ریزی بهره برداری از شبکه و برنامه ریزی توسعه شبکه در این است که، در برنامه ریزی بهره برداری شبکه فرض می شود تجهیزات موجود قادر به تأمین کل بار درخواستی همراه با پوشش دادن قیود می باشند و نیازی به افزودن تجهیزات جدید به شبکه نمی باشد. به عبارت دیگر، فرض برکفایت تجهیزات موجود می باشد. درحالی که هدف در مطالعات برنامه ریزی توسعه، بازگرداندن کفایت به مجموعه شبکه است. به عبارت دیگر، رشد بار درخواستی مصرف کنندگان به همراه دلایل دیگر فنی و اقتصادی ممکن است باعث عدم کفایت شبکه برق موجود گردد. بنابراین همان طور که اشاره شد، هدف از مطالعات برنامه ریزی توسعه شبکه، تعیین ویژگی ها و زمان نیاز به تجهیزات جدید است به گونه ای که، با حفظ کفایت و قیود، تابع هدف مساله نیز بهینه گردد.

۵-۵- ساختار داده (مدل داده) در دک مطالعاتی: نحوه ذخیره سازی و نگهداری، ارتباطات، خصوصیات

و ویژگی های الکتریکی، شکل و مکان جغرافیایی اجزای شبکه توزیع را درون پایگاه داده الکتریکی، مدل داده می گویند. مدل داده در نرم افزارهای مختلف استانداردهای مختلفی دارد.

۵-۶- واسط داده: در نرم افزارهای مختلف مدل داده در دک های مطالعاتی متفاوت می باشد. برنامه ای که

مدل های داده را در نرم افزارهای مختلف به یکدیگر تبدیل و قابل استفاده می کند، واسط داده نام دارد. معمولاً نرم افزارهای مطالعات قدرت از مدل داده مشترک (CIM) طبق استانداردهای IEC61968, IEC61970, IEC62325 برای تبادل به دیگر نرم افزارها پشتیبانی می کنند. این مدل داده تحت ساختارهای مختلف ENTSO-E, CGMES, UCTE و CDPSM پیاده سازی شده است.

۵-۷- نقطه کار شبکه: به وضعیت واقعی شبکه از نظر توپولوژی و ارتباطات، وضعیت کلیدها و مقدار بار در

یک لحظه مشخص گفته می شود.

۵-۸- دک به هنگام: عبارت است از دک که از داده های اندازه گیری های شبکه و سیستم اسکادا به صورت زمان

واقعی تهیه می شود. از این دک برای مطالعات پیشامد و برای بررسی تاثیر اتفاقات شبکه و اتخاذ تصمیم به موقع استفاده می گردد.

۵-۹- دک بهره برداری: عبارت است از دک که برای انجام مطالعات بهره برداری شبکه های توزیع برای

شرایط خاصی (یک نقطه کار مشخص) از شبکه در طول سال تهیه می شود. این شرایط معمولاً برای پیک بار یک یا مجموعه ای از فیدرها، یک یا مجموعه ای از پست های فوق توزیع تعریف می گردد. دک که از شرایط شبکه در بار متوسط ساخته می شود و وضعیت کلیدها در آن به حالت دائم هستند دک پایه نامیده می شود.

۵-۱۰- دک برنامه ریزی: دک که برای انجام مطالعات برنامه ریزی توسعه شبکه های توزیع در افق های زمانی

آینده شبکه از روی دک پایه بهره برداری ساخته می شود را دک برنامه ریزی می گویند. در این دک بار شبکه متناسب با پیش بینی انجام شده رشد داده می شود. معمولاً این پیش بینی برای پیک بار انجام می گردد. در این دک همواره عدم قطعیت از نظر توپولوژی و مقدار بار شبکه وجود دارد.

۵-۱۱- صحت سنجی پخش بار: به تطبیق نتایج محاسبات پخش بار روی دک بهره برداری شبکه در یک نقطه

کار معین (معمولاً پیک بار)، از نظر ولتاژ گره ها و جریان عبوری از خطوط با مقادیر اندازه گیری شده از شبکه گفته می شود. از آنجا که در شبکه های توزیع فشار متوسط روی تمام ترانسفورماتورهای توزیع و کلیدهای شبکه تجهیزات اندازه گیری همگام (همزمان) وجود ندارد، صحت سنجی به صورت تقریبی و با خطای معین قابل انجام است.

۵-۱۲- صحت سنجی اتصال کوتاه: به تطبیق نتایج محاسبات اتصال کوتاه روی دک بهره برداری شبکه از نظر

انواع جریان اتصال کوتاه (تک فاز، دوفاز، سه فاز و غیره) عبوری در نقاط کلیدهای شبکه با شدت اتصال کوتاه

واقعی ثبت شده در این نقاط گفته می شود. معمولاً کلیدهایی که برای صحت سنجی اتصال کوتاه انتخاب می شوند باید دارای رله و تابلوی کنترل جهت ذخیره سازی جریان و ولتاژهای لحظه ای در قبل و بعد از وقوع اتصال کوتاه باشند.

۱۳-۵- صحت سنجی قابلیت اطمینان: معمولاً به تطبیق نتایج محاسبات پیش بینی قابلیت اطمینان شبکه روی دک بهره برداری شبکه، از نظر شاخص انرژی توزیع نشده با مقادیر واقعی ثبت شده در سامانه ثبت خاموشی ها گفته می شود.

۱۴-۵- خاموشی با برنامه: هرگونه قطع برق مشترکین با قصد قبلی (برنامه ریزی شده، با موافقت و یا به صورت اضطراری) را خاموشی با برنامه در حوزه مربوطه می گویند. که به سه دسته ی زیر تقسیم می شوند.

۱-۱۴-۵- خاموشی برنامه ریزی شده: به هرگونه خاموشی با قصد قبلی به منظور سرویس، تنظیم، تعمیرات دوره ای و پیشگیرانه، اصلاح، جابجایی بار، توسعه تأسیسات و تجهیزات در محدوده مرزهای فیزیکی تعیین شده که باعث قطع برق مشترکین گردد، خاموشی برنامه ریزی شده می گویند.

۲-۱۴-۵- خاموشی با موافقت: در صورتی که تجهیز دارای مشکل شود و یا نیاز به انجام کاری خارج از برنامه های تعریف شده دارد، بطوریکه نیاز به اعمال خاموشی اضطراری نبوده و از طرفی امکان رفع مشکل مطابق بازه زمانی تعریف شده به صورت با برنامه نیز نباشد، و اپراتور پست، اکیپ تعمیرات، سرویس و یا واحدهای ذی ربط دیگر درخواست سرویس، اصلاح، تعمیر و یا تنظیم نماید، و خاموشی اعمال شود، این نوع خاموشی را خاموشی با موافقت می گویند.

۳-۱۴-۵- خاموشی اضطراری: در هرگونه اعمال خاموشی به صورت دستی که زمان لازم برای اخذ موافقت های مورد نیاز جهت رفع مشکل وجود نداشته باشد، و عدم قطع برق به صورت فوری باعث بروز خسارت یا آسیب گردد، خاموشی اضطراری می گویند.

۴-۱۴-۵- خاموشی بی برنامه: به هرگونه خاموشی پیش بینی نشده در تأسیسات و تجهیزات که منجر به قطع برق مشترکین شود، خاموشی بی برنامه می گویند.

۵-۱۵- مانور: به هرگونه عملیات قطع و وصل تجهیزات شبکه برای برق دار یا بی برق کردن و جابجایی بار را مانور می گویند. مانورها به دلایل مدیریت بار یا شرایط اضطراری شبکه، اعمال خاموشی های با برنامه، توسعه و بهسازی شبکه و بعد از وقوع خطا در شبکه انجام می گردد. یک مانور کامل به دلیل وقوع خطا شامل مراحل زیر است:

۵-۱۶- مرحله حفاظت: به عملیات خودکار حفاظت و قطع شبکه بعد از وقوع خطا به منظور جلوگیری از آسیب به شبکه مرحله حفاظت می گویند. این عملیات معمولاً توسط مدارشکن، ریکلوزر یا کات اوت فیوز در شبکه های توزیع انجام می شود.

۵-۱۷- مرحله جداسازی^۱: کلیدی عملیات مربوط به شناسایی و جدا کردن محل خطا از بقیه شبکه را مرحله

جداسازی می گویند. این عملیات بعد از عملکرد حفاظت شبکه انجام می شود.

۵-۱۸- مرحله بازیابی^۲: به بازگرداندن یا برق دار کردن قسمت سالم شبکه (بدون خطا) بعد از عملیات

جداسازی مرحله بازیابی می گویند.

۵-۱۹- کلید^۳: در این دستورالعمل منظور از کلید هرگونه تجهیز است که قابلیت قطع و وصل را در شبکه

داشته و می تواند در مانور استفاده شود. در این تعریف مدارشکن، ریکلوزر، سکشنالایزر، سکسیونر و کات اوت فیوزها جزء کلیدها هستند. در این دستورالعمل جمپرهای به عنوان کلید محسوب نمی گردند. کلیدها از نظر نوع به صورت زیر تقسیم بندی می شوند:

۵-۱۹-۱- کلیدهای معمولاً باز (NO): این کلیدها در حالت دائم در وضعیت باز قرار دارند و برای عملیات بازیابی بار استفاده شده و به Tie Switch نیز معروف هستند.

۵-۱۹-۲- کلیدهای معمولاً بسته (NC): این کلیدها در حالت دائم در وضعیت بسته قرار دارند و در عملیات جداسازی استفاده شده و به Sectionalizing Switch نیز معروف هستند.

۵-۱۹-۳- قابلیت های کلید: در این دستورالعمل هر کلید دارای بعضی از قابلیت هایی است که در عملیات مانور تأثیرگذار است.^۴ این خصوصیات به شرح ذیل می باشد:

۵-۱۹-۳-۱- قابلیت حفاظت: کلیدهایی که قدرت قطع جریان اتصال کوتاه را دارند و مجهز به یک رله (غیر از کات اوت فیوز) برای تشخیص جریان اتصال کوتاه هستند.

۵-۱۹-۳-۲- قابلیت قطع و وصل جریان بار: کلیدهایی که توانایی قطع و وصل جریان بار را دارند و می توانند به صورت دستی یا با فرمان از راه دور یا محلی یا از طریق یک کنترل کننده این عملیات را انجام دهند.

۵-۱۹-۳-۳- قابلیت قطع و وصل به صورت محلی: کلیدهایی که بر اساس منطق های محلی به صورت خودکار باز یا بسته شوند.

۵-۱۹-۳-۴- قابلیت قطع و وصل از راه دور (کلیدهای اسکادا یا اتوماسیون توزیع): کلیدهای شبکه که از طریق IED یا RTU و یک پروتکل ارتباطی و از طریق یک بستر مخابراتی به سیستم اسکادا وصل بوده، و فرمان قطع یا وصل را دریافت نموده، و باز یا بسته می شوند.

^۱ Isolation

^۲ Restoration

^۳ Switch

^۴ Normally Open

^۵ Normally Close

^۶ اگر کلیدی هیچ قابلیت نداشت باشد، فرض می گردد که غیر قابل قطع زیر بار است.

۵-۲۰- تغییر آرایش شبکه یا فیدرها: به عملیاتی که منجر به تغییر وضعیت کلیدهای NO و NC در یک مجموعه فیدر شده و محدوده تحت پوشش فیدرها را تغییر می دهد، گفته می شود. این تغییر آرایش به منظور مدیریت بار، امکان انتقال بار یا کاهش هزینه های بهره برداری (تلفات شبکه) انجام می شود.

۵-۲۱- ناحیه یا زون: در این دستورالعمل منظور از زون آن قسمت شبکه فشار متوسط به همراه تمام تجهیزات و بارهای آن بوده که محدود به یک یا چند کلید می شود.

۵-۲۲- معیار n-1: اگر در یک یا قسمتی از یک شبکه توزیع بعد از وقوع یک پیشامد، تمام بارهای آن بعد از مدت زمانی کمتر از ۳۰ دقیقه^۳ برقرار بوده و تمام تجهیزات به غیر از تجهیز آسیب دیده تحت محدودیات بهره برداری (ولتاژ، بارگذاری تجهیزات) باشند، آنگاه معیار n-1 برای آن شبکه یا آن قسمت از شبکه برقرار است.

۵-۲۳- معیار n-1 اصلاح شده: اگر در یک یا قسمتی از یک شبکه توزیع بعد از وقوع یک پیشامد در یک زون، تمام بارهای آن در زون های دیگر بعد از مدت زمانی کمتر از ۳۰ دقیقه^۳ برقرار بوده و تمام تجهیزات زون های دیگر تحت محدودیات بهره برداری (ولتاژ، بارگذاری تجهیزات) برقرار باشند، آنگاه معیار n-1 اصلاح شده برای آن شبکه برقرار است.

۵-۲۴- سطح قابلیت اطمینان: منظور از سطح قابلیت اطمینان در این دستورالعمل برآورده شدن معیارهای n-1 یا n-1 اصلاح شده در سطح شبکه فشار متوسط می باشد.

۵-۲۵- واحد مطالعات: واحد مطالعات واحدی زیر مجموعه حوزه معاونت مهندسی می باشد که وظیفه انجام مطالعات بر روی شبکه های توزیع و از آنجمله توسعه فیدر و جایابی کلید و سایر موارد مرتبط با مطالعات شبکه های توزیع را برعهده دارد. این واحد به منظور انجام مطالعات بهینه و ایجاد تعاملات و هماهنگی لازم برای توسعه و بهینه سازی شبکه، مسئولیت هماهنگی با واحد های مهندسی، بهره برداری، خدمات مشترکین، برآورد بار و سایر بخش های مرتبط در تدوین طرح های مطالعاتی را برعهده دارد.

^۱Feeder Reconfiguration

^۲Zone

^۳ مقدار ۳۰ دقیقه می تواند برای شرکت های توزیع و شبکه های مختلف تعدیل شود.

۶-۱- اطلاعات مورد نیاز برای جایابی کلید و توسعه فیدر

۶-۱-۱- منابع تهیه دک بهره برداری و برنامه ریزی

برای انجام مطالعات توسعه فیدر، جایابی کلید و محاسبات مورد نیاز مانند محاسبات پخش بار، اتصال کوتاه و قابلیت اطمینان نیاز به تهیه دک بهره برداری و برنامه ریزی شبکه توزیع می باشد. از آنجایی که این مطالعات در شبکه برای بررسی تأثیر اقدامات توسعه ای، اصلاحی، حذف یا جابجایی تجهیزات شبکه در آینده صورت می گیرد. لازم است این دک ها در یک نرم افزار مطالعاتی یا یک پایگاه داده مناسب هر سال و بعد از پیک بار شبکه توزیع تهیه و بروزرسانی شوند. اعتبار تهیه این دک ها برای مدت یکسال می باشد.

برای تهیه دک بهره برداری و برنامه ریزی و دیگر موارد مرتبط نیاز به وجود بانک های اطلاعاتی، بسترهای ارتباطی بین بانک ها و نرم افزارهای مناسب برای بهره گیری از آن ها می باشد. نحوه ی تبادل و دریافت اطلاعات و بسترهای مبادله بین این نرم افزارها یا سامانه ها در حوزه ی این دستورالعمل نیست. این موارد در دستورالعمل دیگری با نام دستورالعمل الزامات نرم افزار مطالعات جایابی کلید و توسعه فیدر توسط دفتر مهندسی و راهبری شبکه شرکت توانیر در حال توسعه می باشد. در این دستورالعمل تنها مراجع دریافت اطلاعات شناسایی و نحوه استفاده از اطلاعات و صحت سنجی آن ها برای تهیه دک های بهره برداری و برنامه ریزی تشریح می گردد.

برای تهیه دک بهره برداری شبکه ی توزیع اقدامات زیر نیاز است:

۱- تهیه مدل الکتریکی شبکه

۲- تهیه اطلاعات تایپ تجهیزات مناسب برای محاسبات پخش بار

۳- تهیه اطلاعات مدل بار نقاط مختلف شبکه

برای استفاده از دک بهره برداری برای محاسبات قابلیت اطمینان و اتصال کوتاه به حداقل اطلاعات زیر نیاز است:

۱- اطلاعات تایپ تجهیزات مناسب برای محاسبات اتصال کوتاه

۲- اطلاعات نرخ خرابی و متوسط زمان تعمیر

برای صحت سنجی محاسبات پخش بار، اتصال کوتاه و قابلیت اطمینان به اطلاعات اضافه دیگری نیاز است که در ادامه دستورالعمل تشریح می گردد.

در شکل ۱ سامانه ها، ماژول ها، سرویس ها و بانک های اطلاعاتی مرتبط با تهیه اطلاعات مورد نیاز برای دک بهره برداری شبکه نشان داده شده است. در این شکل مرجع داده برای تهیه مدل الکتریکی شبکه، مدل بار، مدل خرابی جهت تهیه دک بهره برداری مشخص شده است.

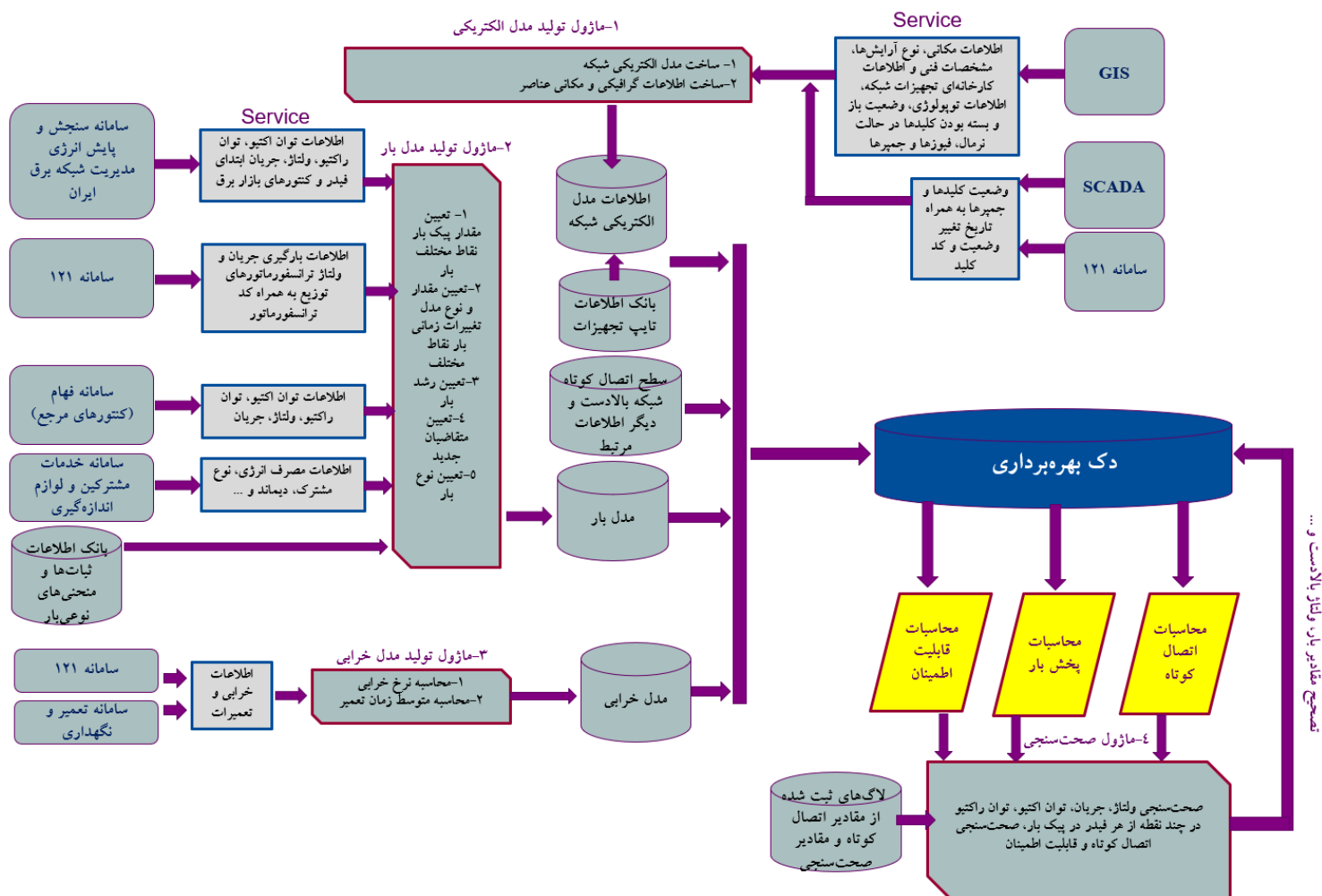
برای دریافت اطلاعات از مراجع مشخص شده نیازمند وب سرویس های تعیین شده است. بعضی از مراجع داده در حال حاضر دارای استاندارد مشخصی جهت نگهداری و بروزرسانی نمی باشد و داده های آن معمولاً به صورت پراکنده ذخیره و نگهداری می شوند. این مراجع داده مانند بانک اطلاعات ثبات و لاگ های ثبت شده از مقادیر اتصال



کوتاه است. برای استفاده از داده های دریافت شده از طریق وب سرویس ها نیازمند ماژول هایی و واسطه هایی برای آماده سازی داده های دریافت شده می باشد. این ماژول ها حداقل شامل ماژول تولید مدل الکتریکی، ماژول تولید مدل بار، ماژول تولید مدل خرابی و ماژول صحت سنجی باید باشند. بانک اطلاعات تایپ تجهیزات شامل مشخصات مدل الکتریکی تجهیزات است. مقدار تولیدی توان اکتیو و راکتیو و اطلاعات سنجش و اندازه گیری واحدهای تولید پراکنده متصل به شبکه فشار متوسط از طریق سامانه فهم در دسترس قرار خواهد گرفت. در ادامه واحد ارائه دهنده این مراجع آورده شده است.

[پیشگفتار](#)[فهرست](#)[شکل](#)[جدول](#)[۱](#)[۲](#)[۳](#)[۴](#)[۵](#)[۶](#)[۷](#)[۸](#)[پ الف](#)[پ ب](#)[پ ج](#)[مراجع](#)[اعضا](#)

دستورالعمل مطالعات جایابی کلید در شبکه های توزیع



شکل ۱: سامانه ها، سرویس ها، بانک های اطلاعاتی، مازول ها و فرایند ساخت دک بهره برداری پیک بار جهت مطالعات مهندسی

در جدول ۱ بانک های اطلاعاتی مورد نیاز مطالعات توسعه فیدر و جایابی کلید و موارد استفاده هریک شرح داده شده است. در جدول ۲ جزئیات اطلاعات برای واکنشی از بانک های اطلاعاتی مراجع داده آورده شده است. طبق جدول دوره های تاریخی اطلاعات پیشنهادی است. بعضی از اطلاعات که نیازمند اطلاعات مختصات مکانی است به صورت اختیاری می باشد.

جدول ۱: مرجع اطلاعات مورد استفاده در تهیه دک بهره برداری و مطالعات جایابی کلید و توسعه فیدر

ردیف	نام واحد ارائه دهنده اطلاعات	مرجع اطلاعات	موارد استفاده
۱	مشترکین	بانک اطلاعات جامع مشترکین (بیلینگ)	مطالعات بار، تحلیل چگالی انرژی و رشد بار، دسته بندی مشترکین، محاسبه سرانه مصرف مشترکین در مناطق مختلف، محاسبات تلفات انرژی
۲	مشترکین	بانک اطلاعات کنتورهای فهام (مرجع)	مطالعات بار، شناسایی رفتار بار، رویت پذیری شبکه، تخمین حالت، مقدار توان تولیدی منابع تولید پراکنده
۳	مهندسی	بانک اطلاعات GIS	تهیه گراف الکتریکی شبکه جهت محاسبات پخش بار، اتصال کوتاه و غیره
۴	مهندسی	بانک اطلاعات مشخصات فنی تجهیزات (تایپ)	تهیه بانک اطلاعات مشخصات الکتریکی تجهیزات برای انجام محاسبات پخش بار و اتصال کوتاه
۵	مهندسی	بانک اطلاعات ثبات	مطالعات بار، محاسبه ضرایب همزمانی و مشارکت، تفکیک مولفه های بار و استخراج منحنی های نوعی بار، کلاس بندی مشترکین، محاسبات تلفات و غیره
۶	بهره برداری	بانک اطلاعات بارگیری تجهیزات (سامانه ۱۲۱)	تخصیص بار، رویت پذیری
۷	بهره برداری	بانک اطلاعات نگهداری و تعمیرات (نت) و PM	محاسبات قابلیت اطمینان، تهیه نرخ خرابی و تعمیرات
۸	بهره برداری	بانک اطلاعات اتفاقات و خاموشی ها (سامانه ۱۲۱)	محاسبات قابلیت اطمینان، تهیه نرخ خرابی و تعمیرات، وضعیت تاریخی کلیدها در تاریخ های مشخص
۹	بهره برداری	بانک لاگ خطاهای اتصال کوتاه	صحت سنجی اتصال کوتاه
۱۰	بهره برداری	نرخ خرید انرژی	بررسی قیمت تلفات
۱۱	مدیریت شبکه (خارج از شبکه توزیع)	بانک اطلاعات بازار برق و اندازه گیرهای ابتدای فیدر	مدل سازی بار
۱۲	بانک مرکزی و مرکز آمار ایران (خارج از شبکه توزیع)	نرخ بهره و تورم	بررسی اقتصادی طرح و نتیجه مطالعه
۱۳	وزارت نیرو (خارج از شبکه توزیع)	تعرفه های برق و مقررات فروش	بررسی قیمت انرژی از دست رفته

ادامه جدول ۱: مرجع اطلاعات مورد استفاده در تهیه دک بهره برداری و مطالعات جایابی کلید و توسعه فیدر

ردیف	نام واحد ارائه دهنده اطلاعات	مرجع اطلاعات	موارد استفاده
۱۴	سازمان برنامه و بودجه (خارج از شبکه توزیع)	فهرست بها	تخمین هزینه اجرای طرح ها و محاسبات اقتصادی
۱۵	شرکت شهرک های صنعتی، شهرداری ها، سازمان صنعت و معدن، سازمان جهاد و کشاورزی، شرکت نفت و گاز و آب و پالایشگاه ها	پروانه های تجاری و صنعتی در حال ساخت، مشترکین بزرگ متقاضی برق	پیش بینی مقدار و مکان بارهای شبکه توزیع

جدول ۲: جزئیات اطلاعات مورد نیاز از بانک های اطلاعاتی جهت استفاده در مطالعات توسعه فیدر و جایابی کلید

ردیف	موارد استفاده	اطلاعات مورد نیاز
۱	بررسی، تحلیل بار شامل شناسایی تغییرات زمانی بار (پروفیل بار سالانه)، ضریب بار، ضریب توان، نوع بار، رشد بار، چگالی بار و غیره	۱- اطلاعات ثابت های موجود در شبکه شامل مکان، محدوده جغرافیایی تحت پوشش، شماره اشتراک مشترکین تحت پوشش، اطلاعات توان اکتیو، راکتیو، آمپر، ولتاژ ۲- اطلاعات دیماند، کنتورهای فهم، مکان و نوع فعالیت مشترکین دیماندی موجود در فیدرهای منتخب ۳- اطلاعات بیلینگ شامل شماره اشتراک، کد GIS، شماره تعرفه، میران دیماند، مقدار ولتاژ، میزان مصرف انرژی اکتیو و راکتیو دوره به دوره و زمان های قرائت قبلی و فعلی به تفکیک تعرفه طی ۶ سال اخیر
۲	تهیه اطلاعات پایه دک بهره برداری و برنامه ریزی جهت محاسبات پخش بار، اتصال کوتاه، قابلیت اطمینان و صحت سنجی محاسبات	۱- اطلاعات توان اکتیو، راکتیو، آمپر و ولتاژ کنتورهای بازار برق پست های فوق توزیع و اندازه گیرهای ابتدای فیدرهای فشار متوسط طی دو سال اخیر ۲- اطلاعات بارگذاری ترانسفورماتورهای عمومی و خصوصی شامل ظرفیت، کد GIS، آمپر، ولتاژ ۳- اطلاعات آمپر و ولتاژ اندازه گیری شده توسط ریکلوزرها و سکسیونرهای دارای تابلوی اندازه گیری در طول فیدر فشار متوسط، طی یک سال اخیر به همراه کد GIS و مختصات مکان جغرافیایی ۴- اطلاعات پخش باری و تایپ تجهیزات فیدرهای منتخب فشار متوسط موجود در GIS شامل پست های فوق توزیع، ترانسفورماتورهای فوق توزیع، خط هوایی و زمینی، پست های زمینی، ترانسفورماتور هوایی و زمینی، پایه، خازن، مقره، سکسیونر، سکشنالایزر، جداساز، کات اوت فیوز، ریکلوزر، خازن ۵- اطلاعات منابع تولید پراکنده متصل به شبکه به صورت آنلاین شامل نوع (دیزل، خورشیدی و غیره)، ظرفیت، تکنولوژی، فانکشن های حفاظتی نقطه PCC، توان اکتیو، راکتیو، ولتاژ

ادامه جدول ۲: جزئیات اطلاعات مورد نیاز از بانک های اطلاعاتی جهت استفاده در مطالعات توسعه فیدر و جایابی کلید

ردیف	موارد استفاده	اطلاعات مورد نیاز
۳	محاسبات قابلیت اطمینان، بررسی، تحلیل و شناسایی اتفاقات شبکه	<p>۱- اطلاعات خاموشی فیدرهای نمونه، شامل زمان خروج، زمان وصل، مدت خروج، نوع اشکال، علت اشکال، نوع خروج (اضطراری، طبق برنامه و غیره)، نوع کلید عمل کننده، نوع فانکشن حفاظتی عمل کننده، آدرس مکان اشکال و بار متاثر از خروج طی ۶ سال گذشته</p> <p>۲- اطلاعات چک لیست های بازدید و تعمیرات پیشگیرانه تجهیزات شبکه، شامل مشخصات نامی، کد کالا، فضای نصب، آدرس (مختصات مکان جغرافیایی در صورت وجود)، نام فیدر، نام پست، تاریخ ساخت، تاریخ نصب، تاریخ بازدید، نوع عیب، اولویت عیب، تاریخ تعمیر، تاریخ تعویض، تاریخ شستشو یا سرویس و غیره طی حداقل ۶ سال گذشته</p> <p>۳- نقشه های مانوری و کلیدزنی، اطلاعات عملیات مانور و سناریوهای مانوری در فیدرهای منتخب</p>
۴	تحلیل هزینه فایده و محاسبات اقتصادی برای انواع روش های بهبود قابلیت اطمینان	<p>۱- اطلاعات طرح های تفصیلی و جامع شهری، درخواست ها و تقاضیان جدید دیماندی دارای پروانه، طرح های توسعه، تقویت و بهینه سازی و کاهش تلفات در دست اقدام یا در حال برنامه ریزی</p> <p>۲- نرخ خرید انرژی از بازار برق، نرخ تعرفه ها</p> <p>۳- نرخ بهره، نرخ تورم</p> <p>۴- فهرست بهای جاری</p>
۵	بررسی وضعیت هماهنگی حفاظتی و حفاظت شبکه	<p>۱- گزارشی از آمار اطلاعات عدم هماهنگی حفاظتی بین فیوز و رله بالا دست، ریکلوزر- ریکلوزر، ریکلوزر-رله و ...</p> <p>۲- نقشه تک خطی پست فوق توزیع فیدرهای منتخب شامل سطح اتصال کوتاه شینه فشار متوسط پست، ظرفیت ترانسفورماتورها</p> <p>۳- اطلاعات لاگ خطاهای شبکه در ریکلوزرها و رله های ابتدای فیدر، فایل تنظیمات فانکشن ها</p>

۲-۶-۲- اطلاعات و الزامات مورد نیاز برای تهیه مدل داده شبکه جهت استفاده در جایابی کلید

اطلاعات اصلی در تهیه مدل داده (مدل الکتریکی) شبکه در بانک اطلاعات GIS می باشد. برای استفاده از این بانک جهت تهیه مدل الکتریکی لازم است تبدیل به یک ساختار استاندارد گردد. ساختار استاندارد، نمایه ها (Profile های) مبتنی بر مدل داده مشترک (CIM)^۱ می باشد. ساختارهای مورد تأیید یکی از ساختارهای IEC 61968-11 و IEC 61968-13 ارائه شده است. این ساختار در پیوست الف این دستورالعمل آورده شده است. علاوه بر مدل های ارائه شده مبتنی بر CIM، استفاده از مدل های مخصوص ارائه شده در نرم افزارهای PowerFactory، CYME و ETAP بلامانع است. استفاده از مدل های نرم افزارهای متن باز یا مدل های دیگر تنها با رعایت الزامات این بخش قابل قبول هستند.

^۱ با توجه به اینکه CIM برای اهداف مختلفی استفاده می شود، Profile های مخصوصی برای هر کاربرد تعریف می شود. این Profile ها بیانگر زیرمجموعه ای از یک مدل بوده که برای کاربردهایی که توسط پروفایل پوشش داده می شوند قابل استفاده هستند. در واقع پروفایل مجموعه ای از کلاس ها، مشخصه ها و ارتباطات CIM است که برای انجام کاربرد مربوطه ضروری هستند.

^۲ Common Information Model

مدل ها باید از سه قسمت مختلف به شرح ذیل تشکیل گردند:

- داده های عنصر (element data)
- داده های نوع (type data)
- داده های گرافیکی (graphic data)

دو نوع اول به ترتیب ویژگی های اصلی و نحوه ی ارتباطات و خصوصیات مدل الکتریکی المان های شبکه را مشخص می کنند و نوع سوم شکل و محل قرارگیری آن ها را نشان می دهند. داده های نوع (Type) اطلاعات کارخانه ای تجهیزات را ذخیره می کند و داده های عنصر وضعیت بهره برداری و خصوصیات هر تجهیز را در بردارد. به عنوان مثال، مقاومت و راکتانس در واحد طول (ohm/km)، ویژگی های نوع یک کابل هستند. نوع کابل، طول کابل و وضعیت سرویس دهی کابل از ویژگی های عنصر کابل هستند.

در جدول ۳ و جدول ۴ حداقل اطلاعات مورد نیاز برای تهیه مدل داده شبکه با استفاده از مدل مفهومی GIS (دستورالعمل مدل مفهومی GIS صنعت توزیع برق) و حداقل اطلاعات نوع داده مخصوص محاسبات پخش بار آورده شده است.

جدول ۳: حداقل اطلاعات مورد نیاز برای ساخت مدل داده استاندارد شبکه

نام المان در مدل داده	نام المان یا لایه معادل در GIS	نوع المان از نظر ارتباطات در مدل داده	اطلاعات عنصر
ترمینال	مقره، سرکابل، مفصل	گره	ولتاژ
شینه	شینه فشار متوسط	گره	ولتاژ
خط	خط هوایی، خط زمینی، کابل خودنگهدار، کابل زمینی	خط (دوسر)	ولتاژ، طول، گره ابتدا و انتها، نوع تایپ
خط	جمپر	خط (دوسر)	ولتاژ، طول، گره ابتدا و انتها، نوع تایپ، وضعیت باز یا بسته بودن
ترانسفورماتور	ترانسفورماتور	خط (دوسر)	ولتاژ نامی اولیه، ولتاژ نامی ثانویه، گره ابتدا و انتها، نوع اتصال سیم پیچی، نوع تایپ
خازن	خازن	شنت (تک سر)	مقدار ظرفیت، ولتاژ نامی، تعداد پله ها، ظرفیت هر پله، گره ابتدا
بار مشترکین اولیه	مشترکین سنگین، MOF (تنها مشترکینی که مستقیماً به ثانویه ترانسفورماتور متصل هستند یا بعد از تابلو اندازه گیری MOF قرار می گیرند).	شنت (تک سر)	گره ابتدا، مدل بار

ادامه جدول ۳: حداقل اطلاعات مورد نیاز برای ساخت مدل داده استاندارد شبکه

نام المان در مدل داده	نام المان یا لایه معادل در GIS	نوع المان از نظر ارتباطات در مدل داده	اطلاعات عنصر
بار	ندارد-به صورت خودکار برای ثانویه ترانسفورماتورها در نظر گرفته می شود	شنت (تک سر)	گره ابتدا، مدل بار
کلید	سکسیونر، ریکلوزر، سکشنالایزر، دژنگتور، فیوز	خط (دوسر)	گره ابتدا و انتها، وضعیت باز یا بسته بودن، نوع تایپ، نوع عملکرد
اتوبوستر	اتوبوستر	خط (دوسر)	ولتاژ نامی اولیه، ولتاژ نامی ثانویه، گره ابتدا و انتها، حالت اتوماتیک یا دستی، نوع تایپ، ولتاژ نقطه کار اتوماتیک و محل اعمال (اولیه و ثانویه)
ترانسفورماتور فوق توزیع	ترانسفورماتور فوق توزیع	خط (دوسر)	ولتاژ نامی اولیه، ولتاژ نامی ثانویه، گره ابتدا و انتها، نوع تایپ
واحد تولید پراکنده	واحد تولید پراکنده	شنت (تک سر)	گره ابتدا، نوع واحد، ظرفیت نامی، ولتاژ نامی، نوع کنترل (توان راکتیو، ولتاژ)، تنظیم ولتاژ، نوع مدل دینامیکی، وضعیت سرویس
فیدر ^۱ (المان الکتریکی نیست)	ابتدای فیدر	-	-
منبع	ندارد (می تواند المان ابتدای فیدر هم باشد)	شنت (تک سر)	ولتاژ نامی، گره ابتدا، حداقل توان اکتیو و راکتیو، ولتاژ تنظیمی، سطح اتصال کوتاه بیشینه و کمینه، نسبت I/X شبکه بالا دست، مقدار نسبت مولفه منفی به مثبت امپدانس بالا دست

جدول ۴: حداقل اطلاعات نوع تجهیزات

نام المان در مدل داده	اطلاعات تایپ مخصوص محاسبات بخش بار
خط	در این حالت نوع هادی بکار رفته شامل مقاومت واحد طول در دمای مشخص، جریان نامی، آرایش هندسی فازهای خط هوایی در کراس آرم نسبت به سر تیر، قطر، ضریب دمایی مقاومت ویژه، بیشترین دمای عملکرد هادی های فاز، ترانسپوز شدن خط، هدایت زمین زیر خط بر طول مشخص می شود. سپس براساس مختصات فضایی قرارگیری هادی های فاز ماتریس امپدانس مشخصه خط محاسبه می گردد.
	جریان نامی، مقاومت واحد طول در دمای مشخص، ضریب دمایی مقاومت ویژه، راکتانس و سوسپتانس واحد طول
	مشخصات آرایش فضایی کابل و هادی های فاز، نوع زمین، ضریب هدایت گرمایی و الکتریکی زمین، عمق دفن، نوع عایق، مشخصات لایه های کابل به همراه قطر هر لایه، مقاومت واحد طول هادی مشخص می شود سپس جریان نامی تصحیح شده، مقاومت و راکتانس و سوسپتانس واحد طول محاسبه می گردد.

^۱ منظور از فیدر عبارت است از یک شبکه پیوسته از تجهیزات، خطوط هوایی و زمینی که از ابتدای سرکابل متصل به کلیدهای خروجی فشار متوسط پست فوق توزیع شروع می شود و به ترانسفورماتورهای توزیع ختم می گردد.

^۲ در این نوع مدل سازی محل قرارگیری فازهای خط در فضا به صورت مختصات مکانی مدل می شوند.

ادامه جدول ۴: حداقل اطلاعات نوع تجهیزات

نام المان در مدل داده	اطلاعات تایپ مخصوص محاسبات پخش بار
ترانسفورماتور	تلفات آهنی، تلفات مسی، امپدانس درصد، درصد جریان بی باری، ظرفیت نامی، ولتاژ نامی اولیه و ثانویه، مشخصات تپ شامل محدوده تنظیم ولتاژ نامی، درصد دامنه تغییر ولتاژ، تعداد پله رو به بالا، تعداد پله رو به پایین
کلید	-
بار	مدل پیک بار، مدل تغییرات زمانی بار
خازن	-
واحد تولید پراکنده	منحنی محدودیت های عملکردی
اتوبوستر	محدوده تنظیم ولتاژ نامی، درصد دامنه تغییر ولتاژ، تعداد پله رو به بالا، تعداد پله رو به پایین، تلفات مسی، تلفات آهنی، درصد جریان بی باری، امپدانس درصد

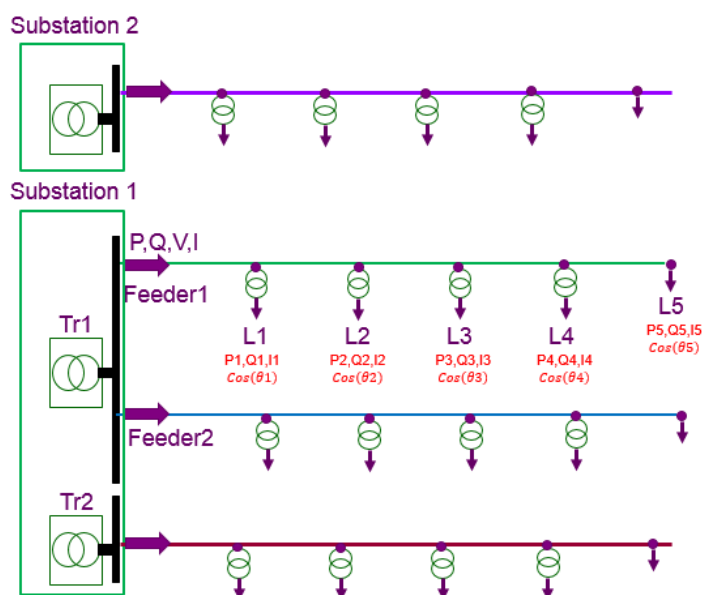
۶-۳- اطلاعات مورد نیاز برای مدل سازی بار شبکه فشار متوسط

در تهیه دک های برنامه ریزی و بهره برداری، بارهای شبکه فشار ضعیف به همراه تلفات خطوط فشار ضعیف به صورت مجتمع به ثانویه ترانسفورماتورهای توزیع عمومی و خصوصی یا مستقیماً به شبکه فشار متوسط (مشترکین اولیه) متصل می گردند. به طور خلاصه نکات زیر در مدل سازی بار شبکه فشار متوسط باید رعایت گردد.

- مشخص شدن زمان بررسی طرح در سال های آتی (به عنوان مثال پیک بار سال افق، میان باری سال افق، کم باری سال افق)
- آمپر یا توان اکتیو مصرفی
- ضریب توان یا توان راکتیو مصرف
- ضرایب وابستگی ولتاژ مشترک بخصوص برای مشترکین دیماندی
- نوع مدل بار مشترک برای مشترکین بزرگ و صنعتی (موتوری، روشنایی)
- منحنی نوعی بار برای بررسی تلفات انرژی
- نوع مدل بار هارمونیک برای مشترکین بزرگ صنعتی در صورت نیاز به بررسی کیفیت توان (مدل منبع جریانی، مدل امپدانس ثابت)
- توجه به وجود عملیات مانور موقت یا خاموشی (در زمان پیک بار و مبنای دک بهره برداری) و نقطه مانور و مقدار بار مانور شده در استفاده از داده های اندازه گیری شده در ابتدای فیدر

نکته اساسی در مدل سازی بار شبکه فشار متوسط در دک بهره برداری همزمانی بارهای محدوده مورد بررسی در نقطه کار مشخص است. این محدوده می تواند در سطح یک فیدر، چندین فیدر، یک پست یا چندین پست فوق توزیع باشد. برای روشن تر شدن موضوع در شکل ۲ یک شبکه فشار متوسط فرضی به همراه بارهای آن که تا سطح ثانویه (L1 الی L4) ترانسفورماتورهای توزیع یا اولیه (L5) مدل شده اند، نشان داده شده است. باتوجه

به شکل اطلاعات و الزامات مورد نیاز برای پارمتر بارهای شبکه به شرح جدول ۵ است. در استفاده از این جدول در حالت کلی به صورت زیر عمل گردد:



شکل ۲: شبکه فشار متوسط فرضی برای نمونه مدلسازی بار شبکه فشار متوسط

جدول ۵: پارامترهای مدل بار

ردیف	هدف از استفاده	پارامترها	توضیحات
۱	دک بهره برداری در پیک بار فیدر یک	در این حالت برای مدل سازی بار شبکه در حالت متقارن به مقادیر P, Q توان اکتیو و راکتیو بارهای یک فیدر در لحظه پیک بار آن نیاز است. در حالت نامتقارن از مقادیر $P_a, P_b, P_c, Q_a, Q_b, Q_c$ به ترتیب توان اکتیو و راکتیو فازهای a, b, c استفاده می شود.	۱- حداکثر تاخیر مجاز در همزمانی بارهای شبکه در این حالت با مقدار پیک بار فیدر ۶۰ دقیقه می باشد. ۲- در صورتی که امکان فراهم آوری اطلاعات بارها با تاخیر در همزمانی مجاز وجود نداشته باشد می توان از روش های تقریبی استفاده نمود. ۳- می توان بجای پارامترهای P, Q از زوج های $I, \cos(\theta)$ و یا $P, \cos(\theta)$ وابسته به مقادیر در دسترس نیز استفاده نمود. (برای تبدیل این مقادیر به یکدیگر می توان از مقدار ولتاژ نامی استفاده نمود).
۲	دک بهره برداری در پیک بار همزمان فیدر یک و دو	در این حالت به پارامترهای بارهای فیدر یک و دو در لحظه پیک بار مجموع فیدرهای یک و دو نیاز است.	همانند شرایط ردیف یک می باشد.
۳	دک بهره برداری در پیک بار همزمان پست یک	در این حالت به پارامترهای بارهای فیدر یک در لحظه پیک بار مجموع فیدرهای پست یک نیاز است.	همانند شرایط ردیف یک می باشد.

ادامه جدول ۵: پارامترهای مدل بار

ردیف	هدف از استفاده	پارامترها	توضیحات
۴	دک بهره‌برداری در پیک بار همزمان پست یک و دو	در این حالت به پارامترهای بارهای فیدر یک و دو در لحظه پیک بار مجموع فیدرهای پست یک و دو نیاز است.	همانند شرایط ردیف یک می‌باشد.
۵	دک برنامه‌ریزی در پیک بار	در این حالت علاوه بر اطلاعات بار دک بهره‌برداری در پیک بار به درصد رشد بار نقاط بار موجود در دک بهره‌برداری و مقدار بار نقاط جدید در افق مطالعاتی مورد نظر نیاز است.	رشد بار نقاط باید پیک بار همزمان را پیش‌بینی کند. لذا ابتدا به‌تراست پیک بار همزمان پیش‌بینی شود و سپس رشد بار نقاط اعمال شود.
۶	انجام مطالعات پخش بار شبه‌دینامیکی	در این حالت علاوه بر اطلاعات دک بهره‌برداری در پیک بار به پروفیل بار مقیاس شده تمامی بارها با دقت یکسان در یک بازه زمانی (روزانه، ماهانه، سالانه) نیاز است	پروفیل بار می‌تواند به‌صورت پیوسته یا در چند سطح باشد.
۷	انجام مطالعات قابلیت اطمینان	در این حالت علاوه بر اطلاعات دک بهره‌برداری در پیک بار به اطلاعات منحنی تداوم بار همزمان شده در طول یک سال نیز نیاز است	۱- می‌توان از پروفیل بار یکساله نیز استفاده نمود. ۲- می‌توان بجای منحنی تداوم بار از مقدار بار متوسط نیز استفاده نمود. در این حالت به ضریب بار نیاز است.

۶-۳-۱- اطلاعات مورد نیاز برای مدل سازی تغییرات زمانی بار شبکه در طول سال

به منظور محاسبات قابلیت اطمینان، بررسی وضعیت شبکه در نقاط کاری مختلف و یا محاسبه تلفات نیاز است تقریب مناسبی از تغییرات زمانی بار شبکه فشار متوسط به دست آید. به منظور یکسان نمودن مدل تغییرات زمانی در دک بهره‌برداری باید مطابق جدول ۶ عمل گردد. در ادامه دستورالعمل به هر مدل با شماره آن اشاره می‌گردد.

جدول ۶: انواع مدل تغییرات زمانی بار

شماره مدل	نوع مدل تغییرات زمانی	پارامترهای مدل	کاربرد
۱	استفاده از ضریب متوسط بار (مدل تک سطحی بار)	متوسط بار شبکه مورد مطالعه (یک فیدر، چندین فیدر یا چند پست) با یک ضریب یکسان برای یکایک نقطه بارهای موجود در شبکه از بار پیک به بار متوسط تبدیل می‌شوند. این ضریب بین صفر تا یک می‌باشد و در بار پیک هر نقطه بار ضرب می‌گردد.	استفاده در پیش‌بینی قابلیت اطمینان
۲	استفاده از ضریب بار چند سطحی به همراه مدت تداوم مربوطه به صورت یکسان برای کل شبکه	در این حالت بار شبکه با ضریب‌های یکسان برای هر نقطه بار به یک سطح بار (S_i) تبدیل می‌گردد. علاوه بر سطح بار عددی مبنی بر مدت تداوم آن سطح یا احتمال وقوع آن سطح در طول سال (t_i) ذکر می‌گردد، به‌طوری‌که $\sum S_i = 1$ و $S_i \leq 1$ با ضرب S_i در پیک بار هر نقطه مقدار بار هر نقطه در سطح i مشخص می‌گردد.	استفاده در پیش‌بینی قابلیت اطمینان و محاسبات تلفات انرژی

دستورالعمل مطالعات جایابی کلید در شبکه های توزیع

ادامه جدول ۶: انواع مدل تغییرات زمانی بار

شماره مدل	نوع مدل تغییرات زمانی	پارامترهای مدل	کاربرد
۳	استفاده از منحنی بار پریونیت شده برای هر نقطه بار در طول سال	در این حالت به هر نقطه بار (L) یک منحنی بار (C_L) متناسب می گردد. در این حالت باید برای تمام نقاط بار شرط $Max(C_L) = 1$ صادق باشد و همچنین بازه های زمانی در تمام منحنی ها باید یکسان باشد. به عنوان مثال در تمام منحنی ها بازه ی زمانی یک ساعته باشد.	استفاده در پیش بینی قابلیت اطمینان و محاسبات تلفات انرژی

مهمترین نکته در مدل سازی تغییرات زمانی بار همزمان بودن اطلاعات در مجموعه فیدر و یا پست های مورد بررسی است. در جدول ۷ اطلاعات مورد نیاز و روش استفاده از این اطلاعات برای دستیابی به مدل های تغییرات زمانی بار ذکر شده است.

جدول ۷: اطلاعات مورد نیاز برای مدل سازی تغییرات زمانی بار

شماره مدل	اطلاعات مورد نیاز	بانک اطلاعاتی	روش استفاده	خروجی مورد انتظار
۱	اطلاعات اندازه گیری های ابتدای فیدر	بانک اطلاعاتی اندازه گیری های ابتدای فیدر (سامانه سنجش و پایش انرژی مدیریت شبکه برق ایران)	برای تمامی فیدرهای شبکه مورد مطالعه منحنی بار فیدر در طول سال با بازه های زمانی یکسان (معمولا یک ساعته) استخراج می گردد. سپس تمامی منحنی ها پردازش می گردند. ممکن است به دلیل وجود خاموشی یا عملیات مانور مقدار بار ابتدای بعضی از فیدرها صفر بوده یا به طور ناگهانی جهش داشته باشد، که قبل از استفاده باید اصلاح گردد. بعد از استخراج و اصلاح منحنی های بار، تمام منحنی های بار باهم جمع شده و نسبت مقدار متوسط منحنی حاصل به مقدار پیک به عنوان ضریب متوسط بار لحاظ می گردد.	ضریب متوسط بار مجموعه بارهای شبکه
۲	اطلاعات اندازه گیری های ابتدای فیدر	بانک اطلاعاتی اندازه گیری های ابتدای فیدر (سامانه سنجش و پایش انرژی مدیریت شبکه برق ایران)	همانند اقدامات مدل یک بعد از محاسبه منحنی بار مجموع فیدرها، منحنی تداومی بار مجموع محاسبه می گردد و به تعداد سطوح مورد نیاز به صورت پله ای تقریب زده می شود. نسبت بار هر سطح به پیک بار به عنوان ضریب سطح S_i و مقدار طول پله به نسبت کل زمان منحنی تداوم بار برابر با احتمال وقوع آن t_i است.	جدول ضریب سطح و احتمال وقوع سطح
۳	اطلاعات اندازه گیری کنتورهای فهام (مجمع)، اطلاعات اندازه گیری های ثبات	بانک سامانه فهام، بانک مطالعات بار	در این روش از دو طریق می توان منحنی های بار را به دست آورد: ۱- استفاده مستقیم از اندازه گیری های فهام (در خصوص داده های ثبت نشده که ممکن است به علت خاموشی کنتور یا موارد دیگر باشد لازم است داده ها تصحیح گردد) ۲- استفاده از نتایج مطالعات بار و استفاده از منحنی های نوعی بار برای هر نقطه بار	منحنی های بار همزمان شده در طول سال برای هر نقطه بار

۶-۳-۲- اطلاعات مورد نیاز برای پیش بینی بار شبکه

برای تهیه دک برنامه ریزی نیاز به مقدار بار شبکه در سال افق و نقاط بار جدید وجود دارد. به این منظور لازم است درصد رشد بار شبکه برای نقاط بار مختلف شناسایی شود که اطلاعات زیر مورد نیاز است:

- میزان بار گذشته نقاط بار (اطلاعات تاریخی مربوط به نقاط بار)
- اطلاعات بار مناطق مشابه: از این اطلاعات می توان پیش بینی نقاط بار جدید مشابه نقاط بار موجود را در دستور کار قرار داد.
- نوع مشترکین
- درخواست انشعابات ثبت شده در شرکت توزیع
- طرح های توسعه شهری
- پروانه های صنعتی و ساختمانی صادر شده در مناطق مختلف.

۶-۴- دک برنامه ریزی

دک برنامه ریزی براساس دک بهره برداری تهیه می گردد. لذا بعد از تهیه دک بهره برداری اقدامات زیر برای تهیه دک برنامه ریزی انجام شود.

- ۱- تعیین سال افق برنامه ریزی و تعیین میزان رشد بار نقاط بار موجود در افق زمانی
- ۲- اعمال رشد بار نقاط موجود
- ۳- تعیین مکان نقاط بار در حال پیدایش در افق زمانی برنامه ریزی
- ۴- ایجاد نقاط بار جدید در دک بهره برداری
- ۵- تعیین مدل و مقدار بار نقاط جدید
- ۶- بروزرسانی توپولوژی شبکه موجود در سال افق بر اساس طرح های در دست اجرای شرکت توزیع تا سال افق:

- پیاده کردن طرح های در دست احداث تا سال افق در دک. این طرح ها شامل تصمیمات اتخاذ شده توسط شرکت برای اجرا تا سال افق برنامه ریزی است. به طور مثال بکارگیری بانک خازنی و رگولاتور ولتاژ در نقاطی از شبکه، نصب انواع کلید و تجهیزات حفاظتی در شبکه، نصب واحدهای تولید پراکنده در شبکه، احداث پست فوق توزیع، احداث فیدر/ تکه فیدر و المان های جدید باید به صورت دقیق در مکان مشخص به دک اضافه شده و مشخصات آنها به صورت کامل وارد شوند.

- اجرای تغییرات برنامه ریزی شده در شبکه تا سال افق، به طور مثال حذف المانی از شبکه، حذف نقطه بار، جایگزینی تجهیزات با تجهیزات جدید، تغییر مکان و نوع کلیدهای موجود و سایر تغییرات. در اجرای این تغییرات باید تغییرات دقیق و مشخصات دقیق تجهیزات تغییر یافته در دک پیاده سازی شوند.

[پیشگفتار](#)[فهرست](#)[شکل](#)[جدول](#)[۱](#)[۲](#)[۳](#)[۴](#)[۵](#)[۶](#)[۷](#)[۸](#)[پ الف](#)[پ ب](#)[پ ج](#)[مراجع](#)[اعضا](#)

۷- مطالعات جایابی کلید

۷-۱- فلسفه جانمایی نقاط مانوری شبکه

فلسفه جانمایی نقاط مانوری درواقع تعیین سطح قابلیت اطمینان مورد نیاز برای بارهای شبکه در طول فیدرهای فشار متوسط است به طوری که با قراردادن نقاط مانور از نوع NO و NC در طول فیدر و تعیین حداقل تعداد و نوع آن‌ها، تعیین ظرفیت‌های رزرو فیدر اصلی و پشتیبان، تعیین تعداد ارتباطات یک فیدر با دیگر فیدرها، تعیین تعداد فیدرهای پشتیبان یک زون، تعیین سطح موردنظر از قابلیت اطمینان بار به دست آید.

۷-۲- سطح قابلیت اطمینان بارها

در تعیین فلسفه جانمایی نقاط مانور توجه به نوع بارها و سطح قابلیت اطمینان برای هر بار از موارد اساسی می‌باشد. بدین منظور برای تعیین حداقل سطح قابلیت اطمینان برای بارهای شبکه توزیع در زمان طراحی شبکه و تعیین نقاط مانور توصیه می‌شود حداقل سطوح قابلیت اطمینان جدول ۸ رعایت گردد. در جدول ۸ بارهای مختلف شبکه توزیع از نظر اهمیت تقسیم‌بندی شده و سطح قابلیت اطمینان و حداقل تعداد کلیدها و شرایط ظرفیت رزرو فیدرهای پشتیبان برای هر یک از انواع بارها پیشنهاد شده است. در زون‌هایی که چندین نوع بار وجود دارد، بار با اولویت بالاتر برای تعیین سطح قابلیت اطمینان انتخاب گردد.

پیشگفتار

فهرست

شکل

جدول

۱

۲

۳

۴

۵

۶

۷

۸

پ ا الف

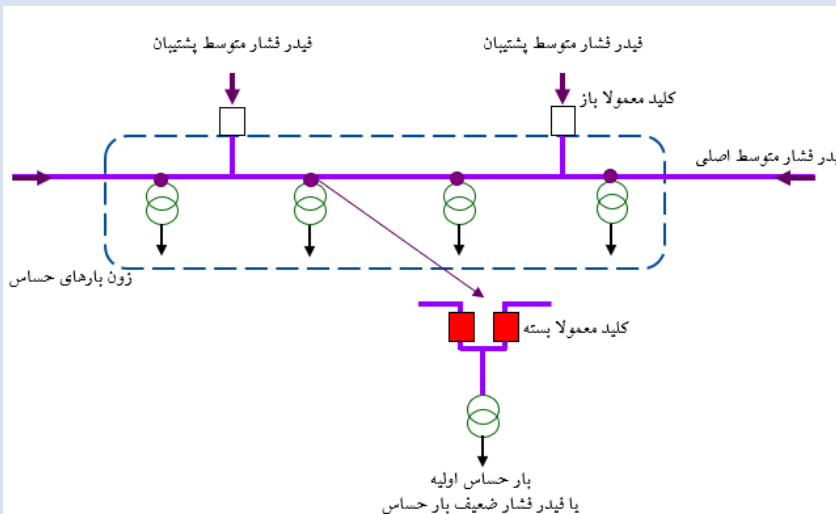
پ ب

پ ج

مراجع

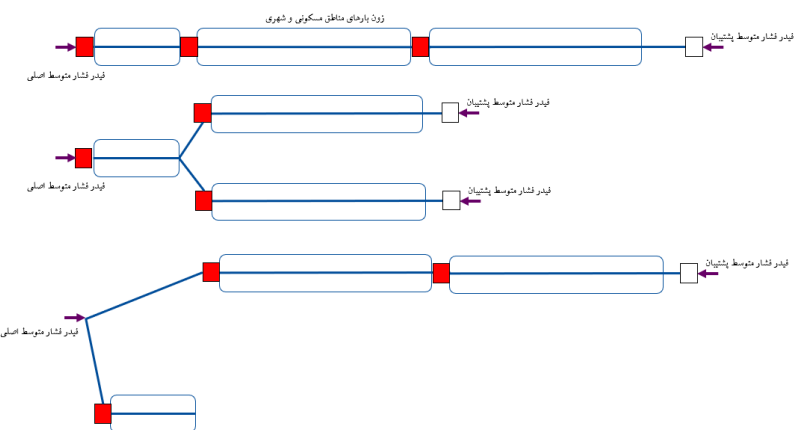
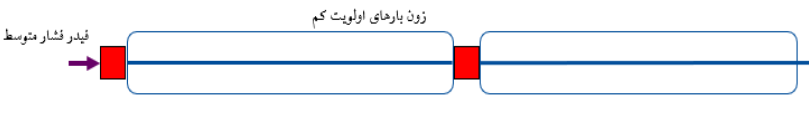
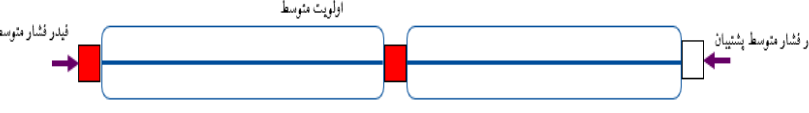
اعضا

جدول ۸: بارها و سطح قابلیت اطمینان پیشنهادی و حداقل تعداد کلیدهای مورد نیاز

نوع بار	سطح قابلیت اطمینان و حداقل تعداد کلیدها	نمونه شرایط کلید گذاری ^۱
حساس	<p>شامل مراکز درمانی بزرگ، تأسیسات آب و فاضلاب، مراکز حساس کنترل شبکه برق، مراکز نظامی و مراکز حیاتی که باعث انهدام کل یا بروز بحران و صدمات جدی و مخاطره آمیز با سطح تأثیرگذاری سراسری گردد.</p> <p>معیار $n-1$ برای بارهای حساس برآورده شود، تعداد فیدرهای پشتیبان برای هر زون از بارهای حساس دو مورد با حداقل ظرفیت رزرو به اندازه مجموع بار زون حساس باشد.</p>	

^۱ در این دستورالعمل منظور از بلوکهای سفیدرنگ، کلیدهای معمولاً باز و منظور از بلوکهای قرمز رنگ کلیدهای معمولاً بسته می باشد.

ادامه جدول ۸ : بارها و سطح قابلیت اطمینان پیشنهادی و حداقل تعداد کلیدهای مورد نیاز

نوع بار	سطح قابلیت اطمینان و حداقل تعداد کلیدها	نمونه شرایط کلید گذاری ^۱
مناطق مسکونی و تجاری شهری	بارهای مناطق مسکونی و شهری و بارهای مراکز صنعتی و مراکز دولتی نیمه حساس از این دست می باشد.	
اولویت کم	بارهای مسکونی روستایی و روستایی کشاورزی از این دست می باشد.	
اولویت متوسط	بارهای کشاورزی و صنعتی معمولی جزو این گروه هستند.	

^۱ در این دستورالعمل منظور از بلوک های سفید رنگ، کلیدهای معمولاً باز و منظور از بلوک های قرمز رنگ کلیدهای معمولاً بسته می باشد.

۷-۳- الزامات کلید گذاری

در تعیین نقاط مانور علاوه بر رعایت کلیه ضوابط و قیود دستورالعمل های مرتبط، باید موارد ذیل لحاظ گردد.

- ۱- در جایگذاری کلیدها، الزامات و فلسفه حفاظت شبکه توزیع طبق "دستورالعمل فنی حفاظت الکتریکی شبکه توزیع برق" تدوین شده در دفتر مهندسی و راهبری شرکت توانیر، رعایت شود.
- ۲- هر فیدر شهری به فیدر پست های دیگر حداقل یک نقطه مانور داشته باشد.
- ۳- هر پست حداقل به اندازه ظرفیت یک فیدر خود با پست مجاور مانور داشته باشد.
- ۴- تعداد نقاط مانور (کلیدهای NO) بین دو فیدر از ۳ نقطه بیشتر نباشد. ایجاد نقاط NO بیشتر باید از نظر پیچیدگی بهره برداری بررسی گردند و هماهنگی معاونت بهره برداری و دیسپاچینگ باید صورت گیرد.
- ۵- در ابتدای انشعابات طولانی^۱ یک کلید با قابلیت حفاظت قرار گیرد.
- ۶- ابتدا و انتهای هر یک از قسمت های فیدر با تعداد وقوع خطای بیش از ۳ مورد در سال و یا مناطق صعب العبور با متوسط زمان دستیابی بیش از یک ساعت کلید قرار گیرد.
- ۷- تا حد امکان از قرار دادن کلیدها در مکان های صعب العبور و با دسترسی زمان بر جلوگیری شود.

۷-۴- تعریف مسأله جایابی کلید و تعیین اهداف

به طور کلی اهداف فنی که باید در جایابی کلیدها مدنظر قرار بگیرد به شرح ذیل است:

- بازیابی بار و بهبود قابلیت اطمینان شبکه

بازیابی بار در شرایط اضطراری مانند وقوع خطا بکار می رود تا کلیدها به گونه ای باز و یا بسته شوند که ناحیه خطا را جداسازی و بار سایر قسمت ها را در صورت امکان وصل نماید. مکان و آرایش فیدرها (حالت دائمی وضعیت باز یا بسته بودن کلیدها) باید به گونه ای برنامه ریزی و کنترل گردد تا کمترین زمان بازیابی، بیشترین مقدار بار بازیابی شده و کمترین تعداد عملکرد کلیدها را به همراه داشته باشد [۱].

- تعادل بار

جایابی مناسب کلیدها در شبکه درواقع تعیین کننده ساختار بهینه شعاعی است که بار میان فیدرها و ترانسفورماتورها متعادل گردد. جایگذاری بهینه کلیدها در شبکه، انتقال مناسب بارها را از فیدرهای پر بار و یا ترانسفورماتورهای دارای اضافه بار به فیدرهای کم بار امکان پذیر می سازد؛ به گونه ای که بیشترین بازدهی در این انتقال بار حاصل آید [۲].

^۱ منظور انشعابات است که زمان رسیدن از ابتدای انشعاب به انتهای آن با وسیله نقلیه متعارف بیش از ۵ دقیقه باشد.

-کاهش تلفات

کاهش تلفات یکی از اهداف در جایابی کلیدها و بازآرایی شبکه محسوب می گردد. تلفات در شبکه تابع عوامل مختلفی مانند عدم تعادل بار، افت ولتاژ و طولانی بودن خطوط توزیع است.

-بهبود پروفیل ولتاژ

به طور طبیعی ولتاژ در طول هر فیدر افت پیدا می کند. برای حفظ ولتاژ در محدوده مجاز در نقاط مختلف فیدر استراتژی های کنترلی مختلفی استفاده می شود. این استراتژی ها شامل استفاده از رگولاتورهای ولتاژ، و یا جبران توان راکتیو می باشد. با بازآرایی بهینه فیدرها توپولوژی شبکه به گونه ای تغییر پیدا می کند که شارش توان و جهت آن از اضافه بار و در نتیجه کاهش ولتاژ در طول فیدر جلوگیری نماید.

۷-۵-انواع مطالعات جایابی کلید

با توجه به نوع نیاز در طرح های پیش روی شرکت های توزیع، یکی از حالات جدول ۹ برای انجام مطالعات جایابی کلید باید انتخاب گردد. در ردیف یک از این جدول وضعیت باز یا بسته بودن کلیدهای NO و NC شبکه موجود با توجه به تغییرات زمانی بار با اهداف اصلی بهبود پروفیل ولتاژ، مدیریت بار و افزایش قابلیت اطمینان انجام می گیرد. از آنجایی که در این مطالعه (تغییر آرایش شبکه) منجر به انتخاب مکان کلیدهای NO از بین کلیدهای موجود می گردد می توان این مطالعه را مکان یابی کلیدهای NO در بین نقاط کلیدهای شبکه نیز در نظر گرفت.

دستورالعمل مطالعات جایابی کلید

جدول ۹: حالات مختلف مطالعات جایابی کلید وابسته به نوع نیاز

حالت	نوع مطالعه جایابی کلید	طرح‌های مرتبط	شرایط بررسی	مکان کلیدهای NO	مکان کلیدهای NC	قابلیت کلیدهای موجود	قابلیت کلیدهای جدید	اهداف مورد بررسی
۱	بهینه‌سازی وضعیت کلیدهای معمولاً باز و بسته شبکه موجود (تغییر آرایش شبکه)	کاهش تلفات، مدیریت بار، افزایش قدرت مانور	با توجه به تغییرات زمانی بار به‌منظور حفظ تعادل بار بین فیدرها و کاهش تلفات (بهبود پروفیل ولتاژ) حداقل یکبار در سال	✓	✓	-	-	کاهش تلفات (بهبود پروفیل ولتاژ)، مدیریت بار فیدرها، کاهش خاموشی
۲	بهینه‌سازی مکان کلیدهای شبکه موجود	افزایش قدرت مانور، بهینه‌سازی و توسعه فیدر، کاهش خاموشی و افزایش قابلیت اطمینان	هرسال برای پیک بار سال آتی - به‌منظور استفاده بهینه از کلیدهای موجود	✓	✓	فقط کلیدهای با قابلیت قطع و وصل جریان بار و حفاظت موردبررسی مجدد قرار گیرند.	-	کاهش انرژی توزیع نشده
۳	بهینه‌سازی همزمان مکان کلیدهای موجود و کلیدهای جدید	افزایش قدرت مانور، بهینه‌سازی و توسعه فیدر	هرسال تا حداکثر افق پنج ساله	✓	✓	فقط کلیدهای با قابلیت قطع و وصل جریان بار مورد بررسی مجدد قرار گیرند.	فقط کلیدهای با قابلیت قطع و وصل جریان بار و حفاظت مورد جایابی قرار گیرند.	کاهش تلفات (بهبود پروفیل ولتاژ) و کاهش انرژی توزیع نشده
۴	بهینه‌سازی برای برنامه‌ریزی نقاط اتوماسیون	طرح جامع اتوماسیون	هر سال تا حداکثر افق پنج ساله	✓	✓	فقط کلیدهای با قابلیت اتوماسیون مورد بررسی مجدد قرار گیرند.	فقط کلیدهای با قابلیت اتوماسیون اضافه شوند.	کاهش تلفات و کاهش انرژی توزیع نشده

۶-۷- پارامترهای تأثیرگذار در جایابی کلید

پارامترهای تأثیرگذار در جایابی کلید عبارت‌اند از:

- هزینه سرمایه‌گذاری و تعمیر و نگهداری
- حداکثر بودجه تخصیص داده شده
- وضعیت فعلی شبکه شامل آرایش، تعداد و نوع کلیدهای موجود در شبکه و توپولوژی شبکه
- تأثیر پیاده‌سازی بستر اتوماسیون و کنترل از راه دور
- منافع ناشی از بهبود قابلیت اطمینان
- اولویت بارها از نقطه نظر قابلیت اطمینان
- رشد بار
- عدم قطعیت در بار پیش‌بینی شده
- قیود بهره‌برداری و الزامات فنی شبکه
- محدودیت‌های جغرافیایی محل احداث
- محدودیت‌های اجتماعی و اقتصادی

۷-۷- روش انجام جایابی کلید سطح اول

در این سطح از مطالعات جایابی کلید بدون بهره‌گیری از محاسبات پخش بار با دیدگاه سرانگشتی و با استفاده از توپولوژی شبکه و مقدار بار گره‌های شبکه انجام می‌شود. در این سطح تمرکز روی جایابی کلیدهای دارای قابلیت اتوماسیون می‌باشد.

۷-۷-۱- توجه ویژه به جایابی نقاط مانور دارای قابلیت اتوماسیون

از آنجایی که طراحی و برنامه‌ریزی سیستم اتوماسیون برای شبکه‌ی توزیع وابسته به برنامه‌ریزی‌های کلان شرکت توزیع می‌باشد، برای جایابی نقاط اتوماسیون به موارد متعددی از قبیل برنامه‌ریزی توسعه شبکه، برنامه‌ریزی تعمیرات و نگهداری، برنامه‌ریزی بهره‌برداری، مدیریت دارایی و خاموشی‌ها و برنامه‌ریزی حفاظت و اتوماسیون شبکه باید توجه نمود. لذا توجه به برنامه‌ریزی‌ها، فناوری‌ها و پروتکل‌های مرتبط، بر طراحی بهینه و کارآمد سیستم اتوماسیون تأثیرگذار بوده و در نتیجه انتخاب نقاط اتوماسیون شبکه را تغییر می‌دهد. بعضی از این موارد در شکل ۳ نشان داده شده است. با توجه به این موضوع گام‌های مهمی که برای انتخاب نقاط اتوماسیون باید انجام شود در شکل ۴ نشان داده شده است، در ادامه نحوه انجام گام‌های شکل ۴ و تعیین مختصات نقاط جدید و شاخص جدید اتوماسیون تشریح می‌گردد.

دستورالعمل مطالعات جایابی کلید در شبکه های توزیع



شکل ۳: موارد کلان تأثیرگذار در انتخاب نقاط اتوماسیون



شکل ۴: خلاصه گام های اساسی برای محاسبه مختصات نقاط اتوماسیون شبکه

۷-۲- گام یک بررسی پوشش مخابراتی

بستر مخابراتی اتوماسیون شرکت توزیع شامل خطوط تلفن، فیبر نوری، امواج رادیویی، ماکروویو و شبکه سلولی رادیویی می باشد. قبل از انجام جایابی کلیدهای اتوماسیون باید نقشه جغرافیایی پهنه های دسترس پذیری

بستر مخابرات اتوماسیون شبکه تهیه شود و با مقایسه این نقشه با نقشه GIS فیدرهای فشار متوسط مناطقی که خارج از دسترس بستر مخابرات اتوماسیون شبکه هستند، شناسایی شوند. از به کارگیری کلیدهای اتوماسیون در این مناطق باید اجتناب نمود.

۷-۳-۲- گام دوم بررسی خاموشی های شبکه

راهکارهای بهبود قابلیت اطمینان شبکه به دو دسته تقسیم می شوند. ۱- راهکارهایی که به دنبال کاهش تعداد دفعات وقوع خاموشی ها در سیستم هستند (کاهش شاخص λ برای نقاط بار) و ۲- راهکارهایی که کاهش مدت تداوم خاموشی مشترکین را دنبال می کند (کاهش شاخص r برای نقاط بار).

برای کاهش تعداد وقوع خاموشی های مشترکین دو رویکرد کلی وجود دارد: یا می بایست اقداماتی انجام داد تا فیدر کمتر با خطا مواجه شود و یا اینکه در هنگام وقوع خطا در یک نقطه از فیدر، تعداد و مدت زمان مشترکینی که از آن تأثیر می پذیرند را محدود نمود. ایجاد نقاط اتوماسیون در شبکه جزء رویکرد دوم می باشد. قبل از ایجاد نقاط اتوماسیون باید راهکارهای رویکرد اول (مانند اقداماتی نظیر عملیات مناسب سرویس و نگهداری و تعویض شبکه فرسوده) انجام شود. لذا لازم است قبل از اولویت بندی فیدرها و انتخاب نقاط اتوماسیون خاموشی های فیدرهای شبکه شناسایی گردیده و خاموشی هایی که با راهکارهای دیگر قابل جبران نیستند برای اولویت بندی فیدرها استفاده گردند.

لذا در این گام باید خاموشی های شبکه در چهار سطح بررسی شوند. در شکل ۵ سطوح مختلف بررسی و نتایج قابل استنتاج از بررسی ها نشان داده شده است.



شکل ۵: شناسایی و تفکیک خاموشی های شبکه

۷-۳-۴- گام های سوم، چهارم و پنجم (ساخت توپولوژی شبکه و گراف ارتباطات)

در گام سوم ابتدا کل اطلاعات شبکه از نظر توپولوژی و ارتباطات در سطح فشار متوسط از نرم افزار GIS دریافت شده و برنامه های توسعه و بهسازی شبکه از نظر بهسازی شبکه فرسوده، ضعف ولتاژ، کاهش تلفات،

توسعه شهری و روستایی به این توپولوژی اضافه یا اصلاح می گردد.^۱ به عنوان مثال سطح مقطع و یا نوع هادی تغییر می کند، مداری یا مسیری اضافه می گردد.

بعد از اعمال تغییرات فوق الذکر ماتریس های توپولوژی ساخته می شود. منظور از ماتریس های توپولوژی ماتریس های شاخه و نقاط (گره) شبکه می باشد.^۲ ساختار ماتریس های توپولوژی شبکه مطابق جدول ۱۰ و جدول ۱۱ است. در مورد ساخت ماتریس ارتباط علاوه بر کد نقاط ابتدا و انتهای هر شاخه باید نوع شاخه نیز مشخص گردد. نوع شاخه می تواند یک هادی هوایی یا زمینی یا یک کلید باشد. در مورد هادی های هوایی و زمینی نوع آن ها و در مورد کلیدها نوع کلید از نظر قابلیت اتوماسیون ثبت می گردد. در مورد نقاط، مقدار بار متصل به هر نقطه و اولویت آن باید مشخص گردد.

بارهای شبکه (نقاط بار همان نقاط ترانسفورماتورهای توزیع می باشد) می تواند به پنج دسته شهری، روستایی، کشاورزی، صنعتی و بار خاص تقسیم گردند. امتیازدهی به بارها بر اساس اولویت های تعیین شده همانند جدول ۱۲ می باشد. در اینجا اهمیت بارها با اعداد ۱ الی ۴ مشخص شده اند. این اعداد پیشنهادی بوده و هر شرکت توزیع می تواند وابسته به اهمیت بارهای خود وزندهی متفاوتی داشته باشد.

جدول ۱۰: ماتریس ارتباطات

نوع شاخه	کد نقطه انتها	کد نقطه ابتدا
-	J	I

جدول ۱۱: ماتریس مشخصات نقاط

مقدار اولویت	مقدار بار ترانس	کد نقطه
-	KW	I

جدول ۱۲: اولویت بارها

شهری	روستایی	کشاورزی	صنعتی	بار خاص
۲	۱	۱,۵	۱,۵	۴

بعد از تهیه ماتریس های توپولوژی شبکه با استفاده از این ماتریس ها، جدول ۱۳ و جدول ۱۴ تشکیل می گردد. در تهیه جدول ۱۳ ارتباطات یک فیدر با فیدر دیگر تنها وقتی که از طریق کلید اتوماسیون انجام می شود باید ثبت گردد. در تهیه این جداول از معیار $n-1$ اصلاح شده برای محاسبه ماکزیمم بار قابل انتقال و خاموشی استفاده می گردد.

جدول ۱۳: جدول ارتباطات فیدر

نام پست اول	نام فیدر اول	نام پست دوم	نام فیدر دوم
پست I	فیدر M	پست J	فیدر N

^۱ این برنامه ها در واحد مطالعات به صورت دستی یا از طریق ساخت دک برنامه ریزی ایجاد می شود و در این قسمت مورد استفاده قرار می گیرد.

^۲ ساخت این ماتریس ها باید توسط یک برنامه کاربردی انجام گیرد.

جدول ۱۴: جدول ماکزیمم خاموشی طبق معیار $n-1$

نام فیدر	ماکزیمم درصد بار خاموش شده در صورت وقوع یک خطا	ماکزیمم درصد بار قابل انتقال
فیدر M	EP	TL

به عنوان مثال در شکل ۶ فیدر F_I تنها از طریق یک کلید اتوماسیون به فیدر F_J متصل است و در کل فیدر به غیر از کلید حفاظتی ابتدای فیدر هیچ کلید اتوماسیون دیگری وجود ندارد. در این صورت کل فیدر در یک Zone قرار می گیرد و در صورت وقوع خطا در این Zone کل بار فیدر قطع می گردد. بنابراین طبق معیار $n-1$ 1 ماکزیمم بار خاموش شده در صورت وقوع یک خطا در این فیدر برابر با ۱۰۰ درصد می باشد. از آنجایی که این فیدر از طریق فیدر F_J امکان انتقال بار را ندارد درصد انتقال بار صفر می باشد، لذا جدول ۱۳ برای این فیدر سطری ندارد.



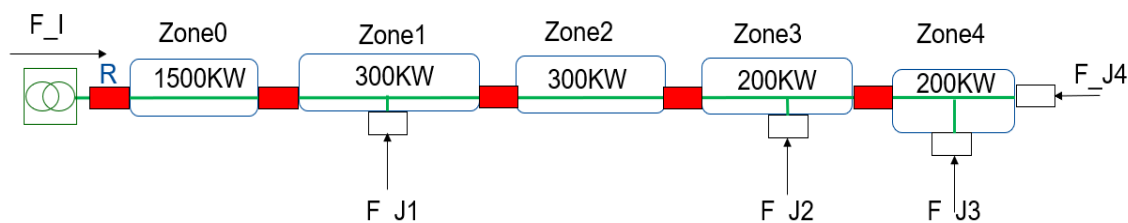
شکل ۶: مثال ۱ نحوه تکمیل جدول ارتباطات فیدر و خاموشی برای هر فیدر

در شکل ۷ فیدر F_I از طریق کلیدهای اتوماسیون به فیدرهای F_J1 الی F_J3 متصل است. ارتباط این فیدر با فیدر F_J4 از طریق کلید اتوماسیون نیست، لذا جدول ۱۳ برای این فیدر تنها سه سطر دارد. برای بررسی معیار $n-1$ و محاسبه ماکزیمم بار قابل انتقال و خاموشی طبق جدول ۱۵ عمل می گردد. یعنی برای هر خطا در هر زون مقدار باری که قابل بازیابی از فیدرهای مجاور است و مقدار باری که قطع می گردد محاسبه می گردد. در این بررسی فقط ظرفیت فیدرها در نظر گرفته می شود. طبق محاسبات انجام شده درصد بیشنه بار خاموش شده برای این فیدر ۷۲٪ و ماکزیمم بار قابل انتقال ۲۸٪ است^۱.

جدول ۱۵: محاسبه بار قطع شده و مقدار بار قابل انتقال طبق معیار $n-1$

زون خطا دیده	مقدار بار قطع شده (KW)	مقدار بار قابل بازیابی (KW)
Zone0	۱۸۰۰	۷۰۰
Zone1	۶۰۰	۴۰۰
Zone2	۳۰۰	۴۰۰
Zone3	۲۰۰	۲۰۰
Zone4	۲۰۰	۰

^۱ در این محاسبات فرض شده است بار زون ۲ از طریق فیدرهای پشتیبان به دلیل محدودیت ظرفیت این فیدرها قابل تأمین نیست.



شکل ۷: مثال ۲ نحوه تکمیل جدول ارتباطات فیدر و خاموشی برای هر فیدر

۷-۵-۲- گام ششم اولویت بندی فیدرها برای انتخاب نقاط اتوماسیون

بعد از محاسبات انجام شده در گام های سوم تا پنجم بر اساس معیارهای نشان داده شده در جدول ۱۶ فیدرهای شرکت توزیع امتیازدهی می شوند.^۱ برای نرمال سازی مقادیر هر معیار طبق فرمول (۱) عمل شود. در این رابطه X_i مقدار معیار مرتبط به فیدر i می باشد. معکوس مقادیر صفر برابر با مقدار ۱۰ در نظر گرفته شود. به عنوان مثال اگر تعداد فیدرهایی که قرار است اولویت بندی شوند ۴ مورد بوده و تعداد ارتباطات فیدرها به ترتیب برابر با ۲، ۰، ۴، ۱ باشد. معیار یک طبق جدول ۱۶ برای این فیدرها به ترتیب برابر با ۰،۰۸۵، ۰،۰۲۱، ۰،۰۴۳ و ۰،۸۵۱ می باشد.

$$Norm(X_i) = X_i / \sum X_i \quad (1)$$

بعد از امتیازدهی طبق جدول ۱۶ (بر اساس مجموع امتیاز وزن دار از تمامی معیارها) فیدرها مرتب شده و فیدرهای با امتیاز بالا برای جایابی کلید انتخاب می شوند.

جدول ۱۶: معیارهای اولویت بندی نهایی

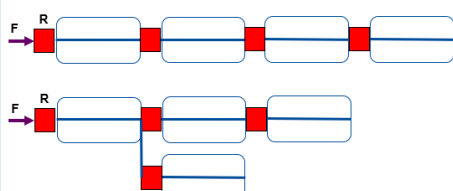
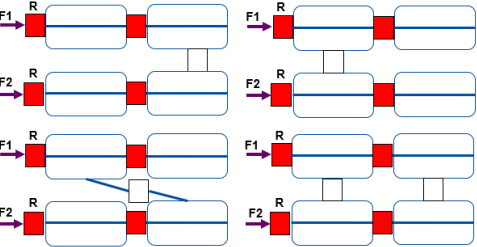
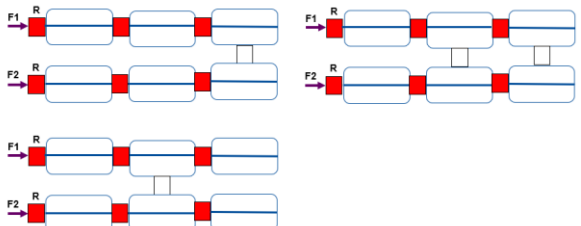
شماره معیار	نام معیار	وزن	نحوه محاسبه
۱	معکوس تعداد ارتباطات (همبندی) نرمال شده	۱	طبق روش تشریح شده در گام های سوم تا پنجم
۲	مقدار EP نرمال شده	۲	طبق روش تشریح شده در گام های سوم تا پنجم
۳	معکوس TL نرمال شده	۲	طبق روش تشریح شده در گام های سوم تا پنجم
۴	مجموع اندازه اولویت بارهای یک فیدر نرمال شده	۳	طبق روش تشریح شده در گام های سوم تا پنجم - برای هر فیدر اندازه اولویت بارهای مربوط به یک فیدر باهم جمع می گردد.
۵	مقدار نرخ خرابی پدیده های تصادفی نرمال شده	۱	بعد از پالایش اتفاقات شبکه طبق گام سوم، نرخ خرابی (λ) برای مدهای باقی مانده محاسبه می گردد.
۶	متوسط زمان خاموشی پدیده های تصادفی نرمال شده	۱	بعد از پالایش اتفاقات شبکه طبق گام سوم، متوسط زمان خاموشی (r) برای مدهای باقی مانده محاسبه می گردد.

^۱ علاوه بر معیارهای بیان شده می توان از معیارهای دیگری وابسته به نوع نیاز شرکت نظیر زمان دسترسی فیدر، تعداد نقاط حساس نیز استفاده نمود.

۷-۶-۷- گام هفتم اعمال طرح های کلید گذاری روی فیدرهای منتخب

بعد از اولویت بندی فیدرها، لازم است تا روی فیدرهای با اولویت بالا کلید گذاری شود. برای کلید گذاری ابتدا باید طرح کلید گذاری روی فیدر یا مجموعه فیدرهای با اولویت بالا تعیین شود. طرح کلید گذاری درواقع تعیین آرایش زون های قرارگرفته روی یک فیدر یا مجموعه فیدرها و نحوه ی ارتباط این زونها با دیگر زونها از طریق کلیدهای NC و NO می باشد. طرح کلید گذاری تعداد کلیدهای مورد نیاز برای شبکه را تعیین می کند. لذا برای تعیین بهینه تعداد کلیدهای مورد نیاز برای شبکه لازم است انواع طرح کلید گذاری برای مجموع دو الی چند فیدر مشخص گردد سپس با مقایسه نتایج طرح های کلید گذاری برای آن مجموعه فیدر بهترین طرح کلید گذاری به عنوان طرح اصلی انتخاب گردد. در جدول ۱۷ چند نمونه طرح کلید گذاری متداول نشان داده شده است.

جدول ۱۷: انواع طرح های کلید گذاری متداول در شبکه های فشار متوسط

ردیف	نام طرح	انواع حالات کلید گذاری رو یک فیدر
۱	فیدر بدون اتصال پشتیبان، کلید گذاری از نوع NC روی مسیر اصلی یا شاخه ها	
۲	یک کلید NC روی هر فیدر به همراه یک NO مشترک (طرح ۱،۵ یا ۲ کلید)	
۳	دو کلید NC روی هر فیدر به همراه ۱ الی ۲ کلید NO مشترک (طرح ۲،۵ یا ۳ کلید)	

در اعمال طرح های کلید گذاری علاوه بر مسائل مرتبط با کاهش خاموشی و افزایش قدرت مانور و انعطاف شبکه پیچیدگی عملیات کلیدزنی و بهره برداری نیز مدنظر است. لذا در انتخاب طرح کلید گذاری موارد زیر باید مورد توجه قرار گیرد.

- حداکثر تعداد ارتباطات هر فیدر با فیدرهای دیگر (با فیدرهای همان پست، با فیدرهای یک پست دیگر، با شاخه های فیدر خودی)
- ظرفیت رزرو و ظرفیت حرارتی فیدرها

- افت ولتاژ مجاز و ماکزیمم بارگذاری مجاز در مواقع بازیابی بار
- امکان عملیات کلیدزنی و پیچیدگی بهره برداری
- حداکثر تعداد ارتباطات زون ها با زون های دیگر از طریق کلیدهای معمولاً باز (Tie Switch) یا همان مانوری
- بهره برداری با حداقل تلفات و افت ولتاژ
- برآورده شدن معیار $n-1$ برای بارهای با اولویت خاص
- محدودیت تعداد کلید و بودجه سرمایه گذاری برای نصب کلید

۷-۲-۷- گام هشتم تصمیم گیری نهایی برای نقاط اتوماسیون و تعداد کلیدها

در این گام لازم است در مورد طرح های کلید گذاری و تعداد نهایی کلیدها تصمیم گیری شود. لذا لازم است برای فیدرها یا مجموعه فیدرهای اولویت بندی شده حداقل سه نوع طرح کلید گذاری ممکن انتخاب شود. برای هر طرح کلید گذاری مکان بهینه کلیدها در هر طرح مطابق روش پیوست این دستورالعمل محاسبه می شود. سپس در هر طرح کلید گذاری بعد از بهینه سازی مکان کلیدها، مطابق جدول ۱۸ نتایج کلید گذاری ثبت می شود. در این جدول N تعداد کلیدهای مورد نیاز، E_2 و E_1 به ترتیب مقدار انرژی توزیع نشده برحسب کیلووات ساعت قبل و بعد از کلید گذاری و CE برابر با مقدار $1000 \times (E_2 - E_1)$ و CN هزینه خرید کلیدهای جدید و جابجایی کلیدهای موجود در هر طرح کلید گذاری برحسب ریال می باشد. بعد از تکمیل جدول ۱۸ طرح هایی که مقدار CE/CN بیشتری دارند به عنوان طرح اصلی برای هر اولویت انتخاب می شوند. اگر در روش سطح اول روی تعداد کلیدها یا بودجه کل اختصاص یافته محدودیت وجود داشته باشد، طرح کلید گذاری برای اولویت ها تا جایی ادامه می یابد که محدودیت تعداد کلیدها رعایت شود یا هزینه خرید کلیدها یا جابجایی کلیدهای موجود از تعداد کلیدها یا مقدار بودجه تخصیص یافته بیشتر نشود.

جدول ۱۸: جدول نهایی انتخاب نقاط اتوماسیون و تعداد کلیدها

نتیجه طرح			نام فیدر یا مجموعه فیدر
CE/CN	E2-E1	N	
-	-	-	-
-	-	-	
-	-	-	
-	-	-	
-	-	-	

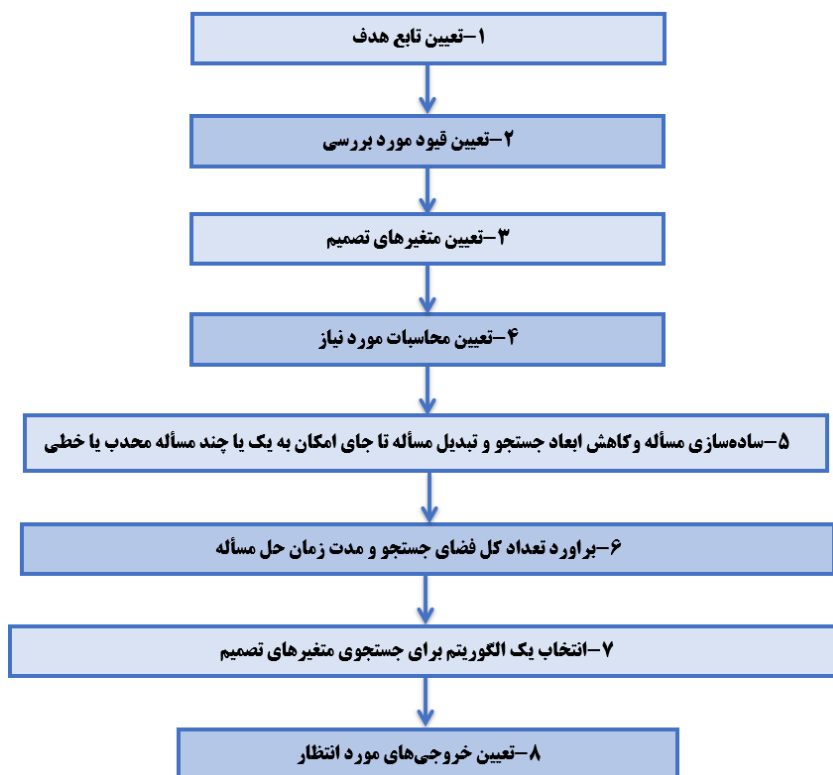
۸-۷- جاییابی کلید سطح دوم

در سطح دوم مطالعات جاییابی کلید، هدف جاییابی بهینه کلید در شبکه با استفاده از ابزارهای بهینه سازی و تحلیل شبکه است. در این سطح تعیین تعداد و مکان بهینه کلیدهای مانوری در شبکه با در نظر گرفتن معیارهای تلفات، شاخص های قابلیت اطمینان شبکه و هزینه خرید، نصب و بهره برداری از کلیدهای مانوری باید انجام شود. در این سطح باید اطلاعات دک بهره برداری و دک برنامه ریزی شبکه به همراه اطلاعات مورد نیاز برای مطالعات قابلیت اطمینان و اتصال کوتاه، تعیین هزینه خرید و نصب کلید، هزینه انرژی توزیع نشده و هزینه تلفات جمع آوری شود.

در خصوص بررسی احداث Tie Line ها در مطالعات جاییابی کلید باید قبل از انجام مطالعات دک بهره برداری و برنامه ریزی با احداث فرضی Tie Line ها به روز رسانی می شود. سطح مقطع این Tie Line برابر با بزرگ ترین سطح مقطع مسیرهای انشعاب شده از آن می باشد. لازم به ذکر است تنها نقاطی از دو فیدر مجزا می توانند کاندید احداث Tie Line و نقطه NO شوند که کمتر از ۱۰۰ متر فاصله داشته باشند. برای فواصل بیشتر باید طبق دستورالعمل توسعه فیدر تهیه شده در دفتر مهندسی و راهبری معاونت توزیع شرکت توانیر عمل شود.

قبل از اقدام به جاییابی کلید در این سطح باید همانند سطح اول اقدامات انجام شده در گام های یک الی شش انجام شود. بعد از اولویت بندی فیدرها و تعیین مجموعه فیدرهای مورد نیاز برای جاییابی کلید، برای بهینه سازی مکان کلیدها طبق این سطح اقدامات لازم مطابق با شکل ۸ انجام شود.

دستورالعمل مطالعات جایابی کلید در شبکه های توزیع



شکل ۸: گام های مورد نیاز برای حل مسأله بهینه جایابی کلید به روش سطح دوم

برای انجام مطالعات جایابی کلید در سطح دوم لازم است ابتدا مدل مسئله تعیین شود و سپس با استفاده از ابزارهای بهینه سازی و تحلیل شبکه این مدل حل شود. در تهیه مدل پیشنهادی برای جایابی کلید در این سطح موارد ذیل باید مورد توجه قرار گیرد^۱:

- تغییرات زمانی بار شبکه توزیع به صورت تقریب های پله ای منحنی تداومی بار در نظر گرفته شود.
- در محاسبات هزینه های مربوط به خاموشی از شاخص ENS استفاده شود. مدل سازی و استفاده از دیگر شاخص های قابلیت اطمینان در تابع هدف یا قیود بلامانع است.
- در ارزیابی اقتصادی مدل مسأله از روش ارزش خالص فعلی پروژه (NPW)^۲ استفاده شود. ارزش خالص فعلی یک پروژه عبارت است از تبدیل ارزش کلیه دریافت ها و پرداخت های سالیانه در طول عمر مفید پروژه به زمان حال یا مبدأ با لحاظ نمودن حداقل نرخ مورد انتظار سرمایه گذاری و نرخ تورم.
- برای در نظر گرفتن تلفات در فرمول بندی مسأله از تلفات انرژی استفاده گردد. برای محاسبه تلفات انرژی باید از منحنی تداومی بار شبکه استفاده شود.

^۱ لازم به ذکر است برای محاسبه هزینه خاموشی مشترکین می تواند از تابع خسارت (CDF) یا شاخص ارزش بار از دست رفته نیز استفاده نمود.

^۲ Net Present Worth

- پیشنهاد می شود تابع هزینه تعریف شده برای جابجایی کلیدها (تابع هدف) به صورت یک تابع تک هدفه مدل سازی شود.

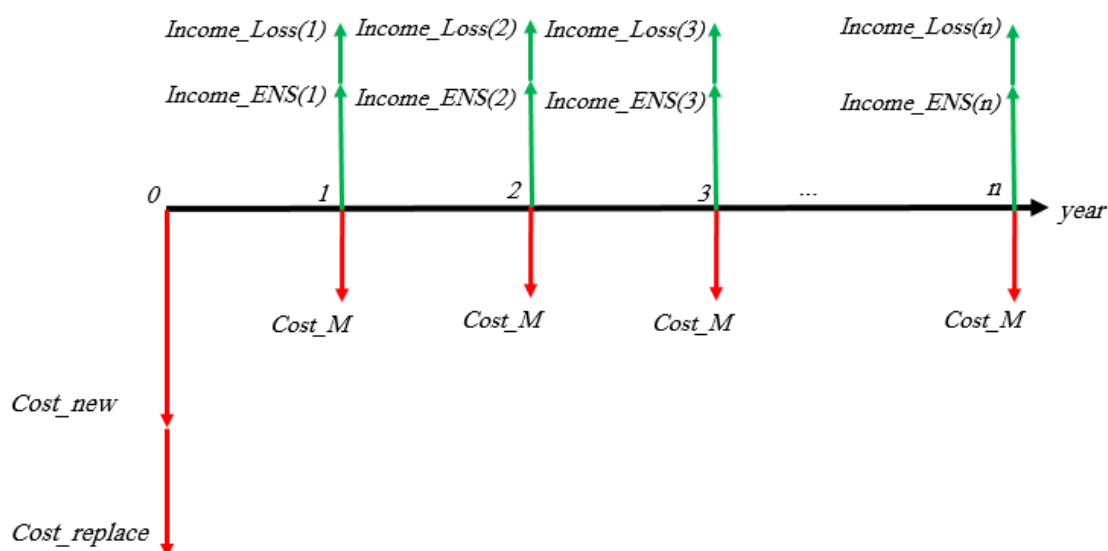
۷-۸-۱- الزامات تعیین تابع هدف

برای تشکیل تابع هدف یا فرمول بندی این مسأله نیاز است تا هزینه ها و درآمدهای این پروژه در طول عمر مفید پروژه شفاف گردد. بنابراین در تعیین تابع هدف باید حداقل معیارها نشان داده شده در جدول ۱۹ در نظر گرفته شوند.

جدول ۱۹: درآمدها و هزینه های پروژه سرمایه گذاری کلیدهای مانوری

درآمدها	هزینه ها
درآمد ناشی از کاهش انرژی توزیع نشده نسبت به حالت اولیه ($Income_ENS$)	هزینه ی سرمایه گذاری اولیه برای خرید و نصب کلیدهای مانوری جدید ($Cost_new$)
درآمد ناشی از کاهش تلفات انرژی نسبت به حالت اولیه ($Income_Loss$)	هزینه ی سرمایه گذاری برای جابجایی کلیدها موجود در شبکه ($Cost_replace$)
درآمد ناشی از فروش کلیدهای اسقاط شده در پایان پروژه	هزینه تعمیر و نگهداری کلیدها ($Cost_M$)

بعد از شناسایی درآمدها و هزینه های مسأله نیاز است تا فرایند مالی آن نیز تعیین شود. به عنوان مثال فرایند مالی جابجایی کلید با طول عمر مفید n سال به صورت شکل ۹ قابل نمایش خواهد بود.



شکل ۹: نمودار فرایند مالی پروژه نصب کلیدهای مانوری

باتوجه به نمودار شکل ۹ با فرض نرخ بهره ثابت i و نرخ تورم ثابت f در طول مدت زمان پروژه، ارزش خالص فعلی پروژه به صورت معادله (۲) محاسبه می گردد. در معادله (۳) $Loss_new(\tau)$ و $Loss_old(\tau)$ به ترتیب مقدار تلفات انرژی سالانه شبکه جدید (بعد از نصب کلیدهای جدید و جابجایی کلیدهای قدیمی) و تلفات انرژی سالانه شبکه قدیم (بدون نصب هیچ گونه کلید جدید و جابجایی کلیدهای موجود) در سال τ برحسب کیلووات ساعت می باشد. در معادله (۴) $ENS_new(\tau)$ و $ENS_old(\tau)$ به ترتیب مقدار انرژی توزیع نشده شبکه جدید و قدیم در سال τ برحسب کیلووات ساعت می باشد. $Price_{loss}$ نرخ هزینه خرید انرژی و $Price_{ENS}$ نرخ هزینه فروش انرژی به مشترکین در تعرفه های مختلف برحسب ریال بر کیلووات ساعت می باشد.

$$NPW = -Cost_new - Cost_replace + \sum_{\tau=1}^n (Income_loss(\tau) + Income_ENS(\tau) - Cost_M) \times \left(\frac{1+f}{1+i} \right)^{\tau} \quad (2)$$

$$Income_Loss(\tau) = (Loss_old(\tau) - Loss_new(\tau)) \times Price_{loss} \quad (3)$$

$$Income_ENS(\tau) = (ENS_old(\tau) - ENS_new(\tau)) \times Price_{ENS} \quad (4)$$

$Price_{loss}$ باتوجه به قیمت خرید انرژی توسط شرکت توزیع از بازار برق تعیین می گردد که در طول سال متغیر است. همچنین $Price_{ENS}$ برای تعرفه های مختلف مشترکین (خانگی، سایر مصارف، عمومی، دیماندی و غیره) متفاوت است.

باید توجه داشت که به دلیل رشد بار در شبکه مقادیر $Income_Loss(\tau)$ و $Income_ENS(\tau)$ همواره نسبت به مقادیر مشابه در سال قبل از خود تغییر می کنند اما ثابت فرض نمودن این مقادیر بلامانع است. در صورت ثابت فرض نمودن این مقادیر معادله (۲) را می توان به صورت معادله (۵) نوشت، ضریب F در این معادله، برای تبدیل خالص درآمد سالانه به سال صفر استفاده می گردد که رابطه آن در معادله (۷) آورده شده است.

$$NPW = -Cost_new - Cost_replace + (Income_loss(\tau) + Income_ENS(\tau) - Cost_M) \times F \quad (6)$$

$$F = \frac{1 - \left(\frac{1+f}{1+i} \right)^n}{i - f} \times (1 + f) \quad (7)$$

۲-۸-۲- الزامات تعیین قیود مسئله

در مکان یابی کلید در شبکه توزیع حداقل قیود زیر باید در مسئله مدل شوند.

- محدودیت های فنی شبکه و تجهیزات شبکه

^۱ نرخ سود علی الحساب سپرده سرمایه گذاری یک ساله اعلام شده توسط بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران.

^۲ آخرین نرخ تورم سالانه اعلام شده توسط مرکز آمار جمهوری اسلامی ایران.

- قیود تعادل توان اکتیو و راکتیو در شین های شبکه
- محدودیت بارگذاری فیدرها و ترانسفورماتورهای توزیع
- محدودیت افت ولتاژ فیدر
- حفظ ساختار شعاعی شبکه
- محدودیت ظرفیت پست و ترانسفورماتورها فوق توزیع
- محدودیت های کلیدها
- الزام به استفاده از کلیدی خاص در مکانی مشخص
- ممنوعیت نصب کلیدی خاص در مکانی مشخص
- محدودیت جابجایی کلیدها (امکان جابجایی کلید یا تجهیزات اتوماسیون به خصوص اگر قدیمی باشند باید بررسی و همخوانی آن ها با تجهیزات جدید مورد بازبینی قرار گیرد. گاهی حتی جابجایی کلیدهای قدیمی موجب کاهش عمر آن ها می شود)
- به دلیل وجود کلیدهای ورودی و خروجی در پست های زمینی و رویکرد و محدودیات بهره برداری از پست های زمینی شاید لازم باشد که کل کلیدهای یک پست از نوع اتوماسیون انتخاب گردند. لذا در این حالت باید توجه شود که کلیه کلیدهای یک پست همزمان می توانند دارای اتوماسیون شوند یا قابلیت اتوماسیون نداشته باشند.
- اگر کلید اتوماسیونی در نقطه ای قرار گیرد که قبلاً کلید غیر اتوماسیونی در آن وجود داشته باشد دو حالت پیش می آید:
- ۱- آن کلید قابل ارتقاء به نقطه اتوماسیون است (به عنوان مثال کلید موتور داری که هنوز متور آن خریداری نشده است) در این حالت به دلیل مدیریت دارایی و استفاده حداکثری از دارایی های شرکت توزیع تنها آن کلید ارتقاء پیدا می کند و در هزینه ها فقط هزینه ارتقاء در نظر گرفته می شود.
- ۲- آن کلید قابل ارتقاء نیست در این حالت آن کلید به انبار بازگشت داده می شود و هزینه یک کلید اتوماسیون در نظر گرفته می شود.
- محدودیت در تأمین توان از شبکه بالادستی
- محدودیت در بودجه سرمایه گذاری
- سطح قابلیت اطمینان مورد نیاز شبکه (مقدار حداقلی شاخص های قابلیت اطمینان)
- در نظر گرفتن اولویت بارها از نقطه نظر قابلیت اطمینان

۲-۸-۳- متغیرهای تصمیم

حل مساله جاییابی کلید برای تعیین متغیرهای تصمیم انجام می شود. این متغیرها در مدل مساله باید مشخص شوند. لذا لازم است متغیرهای تصمیم مدل حداقل شامل متغیرهای تصمیم معرفی شده در این قسمت باشد. متغیرهای تصمیم در مساله جاییابی کلید به دو دسته متغیرهای تصمیم اصلی و فرعی تقسیم بندی می گردند. متغیرهای تصمیم اصلی در جدول ۲۰ نشان داده شده اند.

جدول ۲۰: متغیرهای تصمیم اصلی

متغیر تصمیم	نماد	نوع
تعداد کل کلیدهای خریداری شده	N_{new}	عدد صحیح
تعداد کلیدهای جابجا شده	N_{rep}	عدد صحیح
مکان کلیدهای معمولاً بسته	N_{NC}	وابسته به نوع مدل سازی مساله می تواند حقیقی یا عدد صحیح باشد
مکان کلیدهای معمولاً باز	N_{NO}	وابسته به نوع مدل سازی مساله می تواند حقیقی یا عدد صحیح باشد
قابلیت کلیدها	N_{type}	عدد صحیح

متغیرهای تصمیم فرعی در واقع بعد از تعیین مکان کلیدهای مانوری معمولاً باز و معمولاً بسته در مساله حضور پیدا می کنند. این متغیرهای تصمیم در واقع برای محاسبه ی انرژی توزیع نشده و تلفات انرژی در سطح بار S از شبکه باتوجه به تقریب منحنی تداومی بار فیدر ظاهر می گردند. این متغیرهای تصمیم درواقع توپولوژی جدید شبکه را در هر سطح بار می سازند.

جدول ۲۱: متغیرهای تصمیم فرعی

متغیر تصمیم	نوع
باز یا بسته بودن کلیدهای NO در سطح بار S از شبکه	باینری
باز یا بسته بودن کلیدهای NC در سطح بار S از شبکه	باینری

۲-۸-۴- محاسبات مورد نیاز

الگوریتم های حل مساله جاییابی کلید از روش های تکراری برای جستجوی مقدار بهینه متغیرهای تصمیم استفاده می کنند، لذا در هر مرحله از جستجو محاسبات زیر انجام شود. مورد شماره یک اختیاری بوده و موارد دو و سه اجباری می باشد.

۱- تعیین آرایش بهینه شبکه: به منظور تعیین وضعیت بهینه شبکه از نظر بارگذاری فیدرها و تلفات باتوجه به تغییرات زمانی بار لازم است در هر سطح باری از شبکه وضعیت بهینه کلیدهای جایگذاری شده یا جابجا شده تعیین گردد.

۲- محاسبات پخش بار: به منظور محاسبه ولتاژ شین ها، بارگذاری تجهیزات و میزان تلفات توان و انرژی محاسبات پخش بار در هر مرحله از جستجو باید بکار گرفته شود.

۳- محاسبات قابلیت اطمینان: به منظور محاسبه شاخص های قابلیت اطمینان و هزینه های مرتبط با قطع بار بکارگیری محاسبات قابلیت اطمینان در مسئله جایابی کلید الزامی است.

۲-۸-۵- ساده سازی و کاهش ابعاد جستجو

مسئله جایابی کلید در سطح دوم در حالت کلی یک مسئله NP سخت (به دلیل وجود متغیرهای باینری، عدد صحیح و ذات ترکیبیاتی مدل مسئله) می باشد. حل این مسئله بدون توجه به ابعاد پاسخ بهینه امری غیرممکن است. لذا قبل از تعیین الگوریتم حل مسئله نیاز است تا ابعاد جستجو کاهش یابد. برای این منظور اقدامات زیر توصیه می شود.

۱- هیچگاه مسئله برای کل مجموعه فیدرهای منتخب همزمان حل نشود و مکان بهینه برای هر مجموعه فیدر به صورت جداگانه حل شود.

۲- قبل از استفاده از دک بهره برداری تعداد گره های مدل الکتریکی شبکه ساده شود و فقط نقاط ترانسفورماتورها به عنوان گره در نظر گرفته شود. از شاخه های فرعی فیدرها با بار کمتر از ۵ درصد مقدار بار کل فیدر می توان صرف نظر نمود و کل شاخه به صورت یک گره بار در مسیر اصلی فیدر جایگزین شود.

۳- در تعریف پیشامدها در محاسبات قابلیت اطمینان، کل پیشامدها برابر با تعداد زون ها تعریف شود.

۴- برای مدل سازی تغییرات زمانی بار مدل سه سطحی کفایت می کند.

۵- عدم قطعیت نقاط بار فیدرها را می تواند لحاظ نگردد.

۶- می توان برای مجموعه فیدرها ابتدا چند سناریو کلید گذاری همانند جدول ۱۷ تعیین شود و با مشخص شدن تعداد کلیدها NO و NC تنها مکان و قابلیت کلیدها از مدل مسئله تعیین شوند.

۷- می توان ابتدا مکان کلیدهای NO و NC را تعیین نمود سپس قابلیت آنها تعیین شوند.

۸- در ابتدا می توان مسیرهای اصلی بین مجموعه فیدرها را تعیین نمود و بعد از حذف اشتراک مسیرهای اصلی تعداد کلیدهای NO برابر تعداد مسیرهای باقیمانده است. سپس به تعداد مسیرهای باقی مانده یک کلید NO می توان در نظر گرفت در این حالت دیگر نیازی به بررسی قید بهره برداری شعاعی نیست. به عنوان مثال در شکل ۱۰ برای جایابی کلیدها در ۴ فیدر نمونه (حالت الف) ابتدا مسیرهای اصلی بین فیدرها تعیین می شود (حالت ب ۴ مسیر اصلی و یک اشتراک) و مکان و تعداد کلیدهای NO با توجه به مسیرهای اصلی و مسیرهای اشتراکی انتخاب می شود.

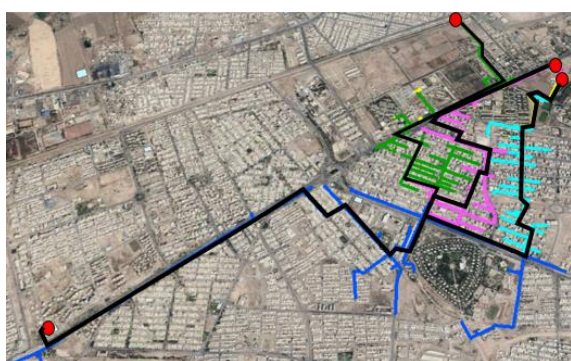
۹- مکان های غیر مجاز نصب کلید مانند مناطق صعب العبور، مناطق با مشکلات حریم و اجتماعی از مکان های جستجو حذف گردند.

۱۰- در شبکه های زمینی به دلیل وجود کلیدهای ورودی و خروجی در پست های توزیع تنها نقاط اتوماسیون (قابلیت اتوماسیون) و مکان کلید NO بهینه شود.

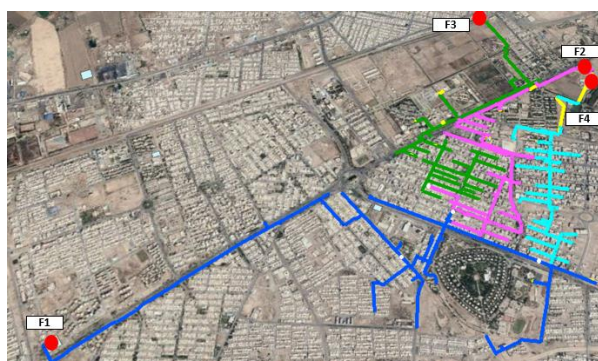
۱۱- محدودیت تعداد و مکان قرارگیری ریکلوزرهای قابل انتخاب روی یک فیدر باتوجه به عدم امکان هماهنگی آنها تعیین شود.

۱۲- در ابتدا کلیدهای بدون قابلیت حفاظت در شبکه بهینه شوند سپس کلیدهای با قابلیت حفاظت بررسی شوند.

۱۳- باتوجه به محدودیت های جریان بارگذاری فیدرها و افت ولتاژ مجاز فیدر محدوده ی انتخاب کلیدهای NO قبل از حل مسأله در حالت کلی تعیین شود.



(ب)



(الف)

شکل ۱۰: تعیین مسیرهای اصلی مجموعه فیدرها

۷-۸-۶- برآورد تعداد کل فضای جستجو

بعد از ساده سازی و کاهش ابعاد جستجو و تعیین مدل مسأله از نظر پیچیدگی محاسباتی (خطی، غیر خطی، محدب، NP و غیره) لازم کل فضای ممکن برای حل مسأله تعیین شود. کل فضای جستجو تابعی از تعداد گره های توپولوژی فیدرهای نمونه می باشد.

۷-۸-۷- انتخاب الگوریتم برای جستجوی متغیرهای تصمیم

برای مدل هایی که خطی یا غیر خطی محدب شده اند می توان مسأله را باتوجه به نوع آن با یک الگوریتم مناسب در زمان چند جمله ای حل نمود. اما برای مسائلی که مدل آن NP باقی می ماند حالات زیر پیشنهاد می گردد.

۱- اگر تعداد کل فضای جستجو از یک میلیون حالت کمتر است مقدار تابع هدف و قیود برای کل حالات بررسی شود. بعد از حذف حالاتی که قیود مسأله را رعایت نمی کنند ۱۰ حالت اول با بهترین مقدار تابع هدف به عنوان پیشنهاد کلید گذاری تعیین شوند.

۲- اگر تعداد کل فضای جستجو از یک میلیون حالت بیشتر باشد ابتدا پیشنهاد می شود یک روش جستجوی حریصانه برای حل مسأله تعیین شود و با استفاده از این روش مسأله حل گردد. در صورتیکه روش جستجوی حریصانه برای حل مسأله یافت نشد می توان از روش های جستجوی تکاملی و مبتنی بر جمعیت استفاده شود.

۸-۸-۲- حداقل خروجی های مورد انتظار

بعد از حل مسأله جایابی کلید باید نتایج زیر برای حداقل سه طرح کلید گذاری تعیین گردد.

- تعداد و مختصات جغرافیایی کلیدهای جدید

- قابلیت کلیدهای جدید

- تعداد کلیدهای جابجا شده ی موجود و مختصات جدید آنها

- هزینه های سرمایه گذاری، تعمیر و نگهداری و بهره برداری

- مقدار تلفات و شاخص های قابلیت اطمینان قبل و بعد از کلید گذاری به تفکیک فیدر

- مقدار ولتاژ و بازگذاری تجهیزات قبل و بعد از کلید گذاری به تفکیک فیدر

- مقدار بار جابه جا شده بین فیدرها شبکه بعد از کلید گذاری به تفکیک فیدر

- انواع سناریوهای مانوری برای بهره برداری فیدر با اعمال پیشامدهای مختلف (این سناریوها باید شامل مشخصات پیشامد و اقدامات قدم به قدم برای جداسازی زون خطادیده و بازیابی بار باشد).

۸-گردشکار مطالعات جایابی کلید

منظور از گردشکار مطالعات جایابی کلید مجموعه مطالعاتی است که به منظور یافتن بهترین مکان نصب انواع کلیدها در شبکه با حفظ قیود و ملاحظات اقتصادی انجام می شود. مسئولیت انجام این مطالعات بر عهده واحد مطالعات در شرکت های توزیع است که لازم است بصورت سالیانه و یا در دوره های مشخص این مطالعات برای شبکه انجام پذیرد. زیرا توپولوژی شبکه پیوسته در حال تغییر است و این موضوع مکان مناسب کلیدها و نیاز به کلیدهای بیشتر یا حذف برخی از آنها را موجب می شود. گردش کار انجام مطالعات جایابی بهینه کلیدها در شبکه مطابق با شکل ۱۱ و به شرح گام های زیر می باشد:

۸-۱- انجام مطالعات جایابی کلید برای کل شبکه

- نیاز به جایابی کلید در شبکه ابتدا توسط واحد مطالعات باید برای کل شبکه انجام گردد. نتایج این مطالعات بخش اعظم نیاز کلی شرکت را فراهم می نماید که با توجه به اختصاص بودجه و خریداری کلید های مورد نیاز مطابق با مطالعات انجام شده امکان کلید گذاری بر روی شبکه فراهم می گردد.

- در مواردی که مطالعات جایابی کلید برای کل شبکه انجام نشده باشد و به دلایل مختلف نیاز فوری به جایابی انواع کلید در شبکه باشیم در این صورت صرف نظر از اینکه این درخواست از کدام واحد مطرح می شود لازم

است انجام مطالعه و بررسی آن در واحد مطالعات شبکه صورت پذیرد. برخی از دلایلی که ممکن است بصورت ضروری به انجام این مطالعات منجر شود عبارتند از:

- ضرورت ایجاد نقطه مانور
- ایجاد دیماند و تغییر توپولوژی شبکه

۸-۲- گام های مطالعات جایابی کلید

۸-۲-۱- جمع آوری داده

مطابق با شکل ۱۱ پس از درخواست انجام مطالعات جایابی کلید به واحد مطالعات شبکه لازم است این واحد کلیه داده های مورد نیاز را فراهم نماید. هر یک از داده های مورد نیاز در بخش ۶ توضیح داده شده است. بصورت کلی این داده ها از سوی واحد GIS، داده های خاموشی و اتفاقات از واحد اتفاقات و دیسپاچینگ، داده های بار و پیش بینی آن از واحد برآورد بار و مقادیر بارگیری ترانسفورماتورها از واحدهای بهره برداری جمع آوری می گردد.

۸-۲-۲- تهیه دک مطالعاتی

به منظور انجام مطالعات جایابی کلید لازم است علاوه بر اطلاعات مورد نیاز برای پخش بار، اطلاعات مورد نیاز برای قابلیت اطمینان نیز تهیه گردد. همچنین با توجه به اینکه نتایج جایابی کلید به طور مستقیم در واحدهای بهره برداری قابل رویت بوده و بر عملکرد این واحدها بسیار تأثیرگذار است، دک موسوم به بهره برداری نیز لازم است تهیه گردد که اطلاعات دریافتی از سوی واحد بهره برداری و دیسپاچینگ در آن مدل سازی شود. با انجام مطالعات و لحاظ نمودن پارامترهای اقتصادی بهترین مکان جای گذاری انواع کلیدها در شبکه مشخص می گردد.

۸-۲-۳- تأیید مطالعات طرح

پس از جمع آوری اطلاعات و انجام مطالعات پیش بینی شده در بخش ۷ این دستورالعمل، نتایج حاصل از آن با رعایت اولویت بندی لازم باید در کمیته فنی مطالعات طرح بررسی و مورد تأیید اعضا کمیته قرار گیرد.

۸-۲-۴- ارائه نتایج مطالعات به واحد برنامه ریزی

بعد از تأیید مطالعات طرح توسط اعضا کمیته فنی مطالعات باید مطابق با روند نمای پیش بینی شده در شکل ۱۱ برای تامین اعتبار هزینه خرید انواع کلید، مستند مطالعات و برآورد هزینه لازم برای معاونت برنامه ریزی ارسال گردد تا متناسب با اولویت بندی تعیین شده نسبت به تخصیص اعتبار اقدام لازم صورت پذیرد. تبصره: در برخی شرکت های توزیع برنامه ریزی و مهندسی در قالب یک معاونت تحت عنوان معاونت برنامه ریزی و مهندسی مدیریت می گردد، که در متن دستورالعمل معاونت برنامه ریزی با عنوان معاونت برنامه ریزی و مهندسی باید در نظر گرفته شود.

۸-۲-۵- خریداری و کنترل کیفی کلید

پس از تأمین بودجه و مطابق با مطالعات و مشخصات فنی تعیین شده باید نسبت به خریداری کلید ها مطابق با وندور لیست مورد تأیید شرکت توزیع اقدام گردد. ذکر این نکته لازم است که واحدهای کنترل کیفی در شرکت های توزیع مسئولیت تست و اطمینان از کیفیت و صحت عملکرد کلیدهای تهیه شده را دارند. همچنین تصمیم گیری در خصوص خرید انواع خاص کلید با توجه به نیاز شرکت و از طریق طرح موضوع در کمیته فنی مطالعات امکان پذیر می باشد.

۸-۲-۶- تعیین و بررسی شاخص های ارزیابی مکان کلیدها در شبکه و انتقال نتایج به واحد مطالعات

پس از اجرای پروژه و جای گذاری کلیدها در شبکه و ارسال طرح ازبیلت برای واحد مطالعات، لازم است به منظور اطمینان از صحت انجام مطالعات و اجرای پروژه مطابق با شاخص های ارزیابی میزان خاموشی ها و یا پارامترهای دیگر تعیین شده و نتایج حاصل از آن مطابق با بازه تعیین شده از سوی واحد مطالعات به این واحد انتقال داده شود. بهبود شاخص ها در بازه های زمانی معین نشان دهنده صحت مطالعات خواهد بود.

پیشگفتار

فهرست

شکل

جدول

۱

۲

۳

۴

۵

۶

۷

۸

پ الف

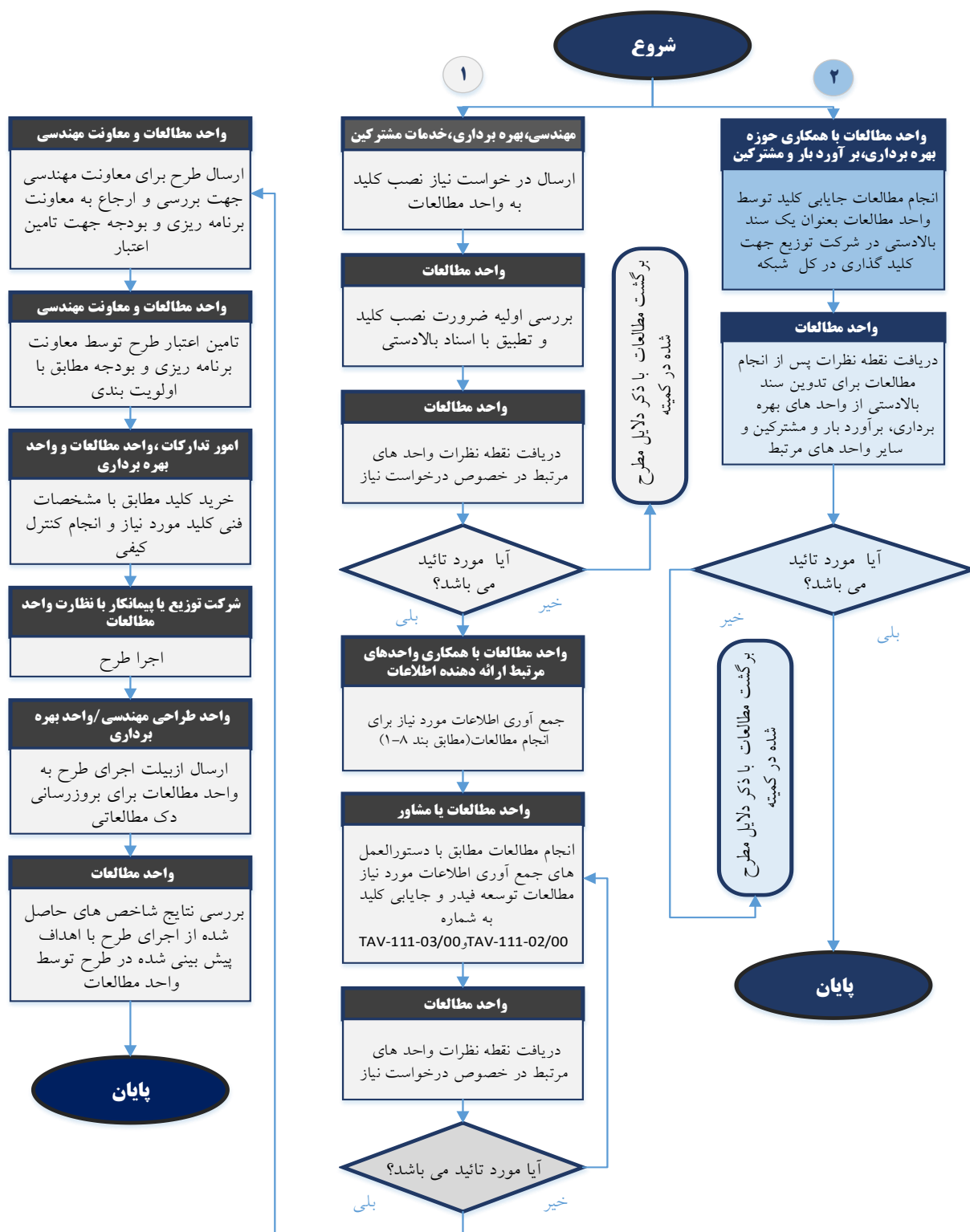
پ ب

پ ج

مراجع

اعضا

دستورالعمل مطالعات جایابی کلید در شبکه های توزیع



توضیح: در روش سرانگشتی پیش بینی شده در دستورالعمل جایابی کلید باید جای گذاری کلید مطابق با روند دستورالعمل و با نظر واحد مطالعات و با هماهنگی دیگر واحد های مرتبط انجام شود.

شکل ۱۱- گردش کاری انجام مطالعات جایابی کلیدها در شبکه

پیوست الف - مدل اطلاعات مشترک

الف-۱-مدل CIM شبکه توزیع

CIM چکیده و بیانی رسمی از اجزای سیستم، مشخصه های مربوط به آن ها، ارتباطات با دیگر اجزا و عملیاتی که می تواند بر روی آن ها انجام شود است. ساختار مدل CIM بر پایه استانداردهای IEC 61970، IEC 61968 و IEC 62325 پایه گذاری شده است. هسته اصلی مدل داده CIM در استاندارد IEC 61970-301 که بخشی از استاندارد IEC 61970 است ارائه شده است. همچنین در نسخه IEC 61968-11، کلاس هایی که در مدیریت سیستم توزیع مورد نیاز است گسترش داده شده اند.

CIM از یک مدل تجهیز محور در قالب چندین پکیج بهره می برد. هر پکیج در CIM شامل یک کلاس یا بیشتر است که در آن کلاس های موجود در هر پکیج و ارتباط بین آن ها مشخص می شود. هر کلاس نیز بر اساس مشخصه های آن و ارتباط با سایر کلاس ها تعریف می شود. پکیج ها برای طراحی، فهم و بررسی راحت تر مدل تعریف شده اند. در هر کاربرد با توجه به نوع آن از اطلاعات چندین پکیج استفاده می شود. لازم به ذکر است که کلاس های هر پکیج بیانگر تجهیزاتی است که در عمل در شبکه های قدرت وجود دارند. نوع دیگری از کلاس ها نیز مربوط به داده های اندازه گیری است.

در این بخش کلاس های مرتبط با تجهیزات شبکه توزیع و مشخصه های مربوط به آن ها به منظور مدل کردن شبکه توزیع در قالب CIM ارائه می شود. در این راستا سعی شده است مشخصه ها و ارتباطات بین کلاس ها برای فهم راحت تر در قالب جدول پیاده شوند. ستون اول در هر جدول بیانگر نام کلاس بود و مشخصه های هر کلاس و توضیحات مربوط به هر مشخصه به ترتیب در ستون دوم و سوم ارائه شده است.

۱. کلاس های BaseVoltage، BasePower و VoltageLevel

این کلاس ها پایه بوده و در پکیج هسته مدل اطلاعات قرار دارند. برای تعریف بقیه تجهیزات لازم است ارتباط تجهیزات با این کلاس ها مشخص شود. نمونه ای از این ارتباطات عبارتند از:

- ✓ برای هر ولتاژ کاری در شبکه یک **BaseVoltage** تعریف می شود.
- ✓ **ACLLineSegment** مرتبط با یک **BaseVoltage** است.
- ✓ **TransformerWinding** مرتبط با یک **BaseVoltage** است.
- ✓ هر **Substation** مرتبط با یک یا بیشتر **VoltageLevel** است که هر کدام از سطوح ولتاژ مرتبط با **BaseVoltage** است.

✓ تمامی اجزای شبکه غیر از **ACLineSegment**، **PowerTransformer** و **TransformerWinding** باید درون یک **VoltageLevel** باشند.

BasePower	ID	شناسه یکتا
	ApparentPower	توان مبنا (MVA)

BaseVoltage	ID	شناسه یکتا
	nominalVoltage	ولتاژ نامی (kV)

VoltageLevel	ID	شناسه یکتا
	name	نام
	MemberOf_Substation	شناسه پست دربردارنده VoltageLevel
	BaseVoltage	شناسه ولتاژ پایه
	highVoltageLimit	محدوده بالایی ولتاژ (kV)
	lowVoltageLimit	محدوده پایینی ولتاژ (kV)

۲. کلاس Substation

- این کلاس بیانگر پست های شبکه است. نکات زیر در رابطه با این کلاس باید در نظر گرفته شوند:
- ✓ پست های موجود در شبکه دارای چندین سطح ولتاژ هستند. از این رو نوع پست باید مشخص شود که در این راستا کلاس **PSRType** مورد استفاده قرار می گیرد.
- ✓ برای تفکیک پست های **HV/MV**، **MV/MV**، **MV/LV** و ... باید **PSRType** تعریف شود.
- ✓ کلاس **Location** برای تعریف محل پست تعریف می شود.
- ✓ مختصات محل نصب هر تجهیز توسط کلاس **GmlPosition** تعریف می شود.
- ✓ هر تجهیز رسانایی (نظیر خط، ترانسفورماتور و ...) عضوی از **Substation** یا **Line** هستند.
- ✓ پست **HV/MV** به عنوان ریشه ساختار سلسله مراتبی در **CIM** شبکه توزیع تعریف می شود.

Substation	ID	شناسه یکتا
	Name	نام
	PSRType	کلاس بیانگر نوع پست

PSRType	ID	شناسه یکتا
	Name	نام

Location	ID	شناسه یکتا
	PowerSystemResources	شناسه تجهیز مربوطه

GmlPosition	ID	شناسه یکتا
	xPosition	مختصات X
	yPosition	مختصات Y
	Location	شناسه مکان

۳. کلاس Junction

در CIM طریقه اتصال تجهیزات به یکدیگر به گونه ای است که ترمینال تجهیز به یک ConnectivityNode مشترک متصل می شود. ConnectivityNode می تواند دارای تعدادی ترمینال باشد که به آن متصل شده اند. در شبکه توزیع ConnectivityNode عمدتاً درون Substation قرار دارد اما ممکن است درون Line نیز وجود داشته باشد. در این حالت Junction تعریف می شود و لازم است Junction و ConnectivityNode در یک پست مجازی قرار داده شوند؛ اما در شبکه توزیع با توجه به تعدد آنها نیازی به تعریف Junction وجود ندارد.

۴. کلاس Switch

سوئیچ ها باید درون VoltageLevel یا Bay تعریف شوند. در صورتی که درون VoltageLevel تعریف شوند نیازی به Bay ندارند.

CIM سوئیچ های زیر را تعریف می کند.

– Breaker: قابلیت قطع جریان خطا

- LoadBreakSwitch: قابلیت قطع جریان بار
- Disconnecter: عدم توانایی قطع جریان
- Fuse: قابلیت قطع جریان خطا
- Jumper
- GroundDisconnecter

Switch	ID	شناسه یکتا
	name	نام
	normalOpen	وضعیت سوئیچ false/true
	SwitchState	open/close
	phases	آرایش فازها { ABCN , ABC, ABN, ACN, BCN, AB, AC, BC, AN, BN, CN, A, B, C, N }
	MemberOf_EquipmentContainer	شناسه Bay یا VoltageLevel

انواع EquipmentContainers: Bay, VoltageLevel, Substation, Line

Fuse	ID	شناسه یکتا
	Name	نام
	ampRating	جریان قابل تحمل (A)
	MemberOf_Switch	شناسه سوئیچ مربوطه

Breaker	ID	شناسه یکتا
	Name	نام
	ampRating	جریان قابل تحمل (A)
	inTransitTime	زمان گذر از باز به بسته (S)
	MemberOf_Switch	شناسه سوئیچ مربوطه

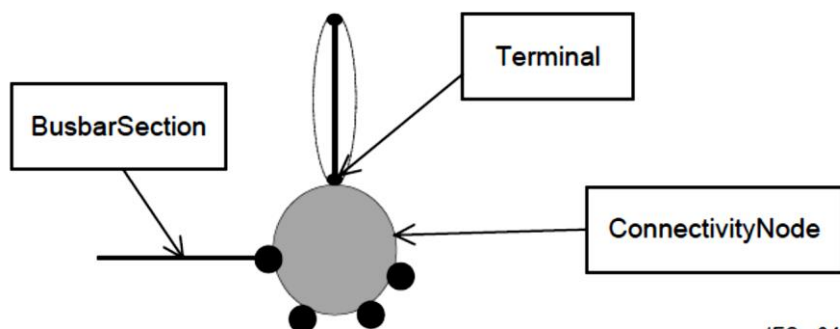
۵. کلاس Bay

Bay به عنوان محفظه ای برای Switch و ConnectivityNode در یک پست تعریف می شود.

Bay	ID	شناسه یکتا
	Name	نام
	MemberOf_Substation	شناسه مربوط به پست
	PSRType	نوع Bay، به طور مثال ورودی / خروجی
	BreakerConfiguration	singleBreaker/ breakerAndAHalf/ doubleBreaker/ noBreaker
	BusbarConfiguration	singleBus/ doubleBus/ mainWithTransfer/ ringBus

۶. کلاس BusbarSection

شکل زیر اتصال BusbarSection که دارای یک ترمینال است را مشخص می کند. کلاس های مربوطه در ادامه معرفی شده اند.



BusbarSection	ID	شناسه یکتا
	Name	نام
	MemberOf_EquipmentContainer	شناسه مربوط به VoltageLevel

Terminal	ID	شناسه یکتا
	ConductingEquipment	شناسه تجهیز دربردارنده ترمینال
	ConnectivityNode	ConnectivityNode شناسه

ConnectivityNode	ID	شناسه یکتا
	MemberOf_EquipmentContainer	شناسه کلاس دربردارنده (به طور مثال پست یا Bay)

۷. کلاس PowerTransformer

PowerTransformer باید در یک Substation قرار داشته باشد. از مدل ترانسفورماتور می توان برای مدل سازی اتوترانسفورماتور نیز استفاده کرد. به عبارت دیگر، به منظور مدل سازی اتوترانسفورماتور، اگرچه سیم پیچی ها مجزا نیستند، اما در CIM با فرض دو سیم پیچی مجزا نسبت تبدیل تعریف می شود.

در شبکه های توزیع از رگولاتور ولتاژ خط که معمولاً اتوترانسفورماتور با نسبت تبدیل ۱:۱ است استفاده می شود. مشکلی که در مدل سازی رگولاتور وجود دارد تعریف امپدانس نشستی بوده که در حالت نسبت ۱:۱ این امپدانس برابر صفر است. بنابراین برای اتوترانسفورماتورها با نسبت تبدیل ۱:۱ امپدانس نشستی باید در شرایطی تعریف شود که تپ آن روی حداکثر مقدار قرار دارد.

مجموعه های مرتبط با ترانسفورماتور عبارتند از:

Substation → PowerTransformer → TransformerWinding
لینک مرتبط با TransformerWinding → BaseVoltage باید در نظر گرفته شود.

BaseVoltage باید مرتبط با سطح ولتاژ TransformerWinding باشد.

PowerTransformer	ID	شناسه کتا
	Name	نام
	transfCoolingType	نوع سیستم خنک کننده
	MemberOf_Substation	شناسه پست دربردارنده ترانسفورماتور

TransformerWinding	ID	شناسه یکتا
	MemberOf_PowerTransformer	شناسه ترانسفورماتور در بردارنده سیم پیچی
	BaseVoltage	شناسه ولتاژ پایه
	windingType	نوع سیم پیچی (اولیه / ...)
	ratedKV	ولتاژ نامی
	ratedMVA	ظرفیت نامی
	r	مقاومت (اهم)
	x	راکتانس (اهم)
	g	رسانایی (زیمنس)
	shortTermMVA	ظرفیت کوتاه مدت
	WindingConnection	D(delta)/ Y(Wye)/ Z(ZigZog)

۸. کلاس Line

Line در شبکه توزیع همان فیدر است که از چندین ACLineSegment و Junction تشکیل شده است. علاوه بر این می تواند شامل سوئیچ، ترانسفورماتور MV/LV، خازن و رگولاتور ولتاژ باشد. با توجه به تعداد زیاد اجزا در نظر گرفتن هر Junction در یک پست مجازی منطقی نیست و می توان این تجهیزات را به عنوان عضوی از Line در نظر گرفت.

در صورتی که برای ترانسفورماتور و سوئیچ یک پست تعریف شود با توجه به اینکه پست نمی تواند عضوی از Line باشد لازم است دو Line مجزا تعریف شوند.

ConnectivityNode و هر تجهیز به غیر از ACLineSegment، PowerTransformer و TransformerWinding باید داخل یک VoltageLevel تعریف شوند که خود VoltageLevel در Substation تعریف می شود. PowerTransformer و TransformerWinding نیز در Substation قرار دارند. هر Line دارای لیستی از GmlPosition است که به ترتیب با توجه به مشخصه SequenceNumber تعریف می شود.

ظرفیت خط در کلاس WireType تعریف می شود.

Line	ID	شناسه یکتا
	Name	نام

ACLineSegment	ID	شناسه یکتا
	Bch	سوسپتانس (زیمنس)
	Length	طول (کیلومتر)
	r	مقاومت (اهم)
	x	راکتانس (اهم)
	ConductorType	نوع هادی
	Phases	آرایش فازها { ABCN , ABC, ABN, ACN, BCN, AB, AC, BC, AN, BN, CN, A, B, C, N }
	MemberOf_Line	شناسه فیدر
	BaseVoltage	شناسه ولتاژ پایه

GmlPosition	ID	شناسه یکتا
	xPosition	مختصات x
	yPosition	مختصات y
	Location	شناسه مکان
	SequenceNumber	شمارنده مختصات

۹. کلاس WireArrangment

به منظور محاسبه امپدانس خط نامتعادل لازم است آرایش خط مشخص شود.

WireArrangment	ID	شناسه یکتا
	WireType	شناسه نوع سیم
	ConductorType	نوع هادی

WireType	ID	شناسه یکتا
	ampRating	ظرفیت سیم (A)

برای محاسبه امپدانس در شرایط نامتعادل باید داده های مکانی X و Y (با توجه به رابطه Carson) علاوه بر WireType نیز در نظر گرفته شود.

WireArrangement	ID	شناسه یکتا
	WireType	شناسه نوع سیم
	ConductorType	نوع هادی
	mountingPointX	مقدار X محل نصب (عدد صحیح)
	mountingPointY	مقدار Y محل نصب (عدد صحیح)
	phase	کد فاز (A/B/C/N)

WireType	ID	شناسه یکتا
	ampRating	ظرفیت سیم
	resistance	مقاومت (اهم)
	gMR	شعاع متوسط هندسی
	radius	شعاع سطح مقطع (mm)
	phaseConductorCount	تعداد رشته هادی ها
	phaseConductorSpacing	فاصله بین رشته هادی ها (mm)

۱۰. کلاس EquivalentSource

بیانگر منبع ولتاژ بالادست بوده که به عنوان باس بی نهایت مدل می شود.

EquivalentSource	ID	شناسه یکتا
	Name	نام
	MemberOf_EquipmentContainter	شناسه کلاس دربردارنده به طور مثال
	VoltageLevel	
	nominal Voltage	ولتاژ نامی (kV)
	r	مقاومت (اهم)
	x	راکتانس (اهم)
	voltageAngle	زاویه ولتاژ مدار باز
	voltageMagnitude	دامنه ولتاژ فاز به فاز مدار باز (kV)
	PSRType	نوع منبع

۱۱. کلاس Compensator

Compensator می تواند خازن یا راکتور باشد.

مشخصه اصلی این کلاس mVArPerSection است که در صورت مثبت بودن کلاس بیانگر خازن و در صورت منفی بودن بیانگر راکتور است. این تجهیز می تواند یک یا دو ترمینال داشته باشد که در صورت وجود یک ترمینال از نوع شانت است.

Compensator	ID	شناسه یکتا
	name	نام
	compensatorType	shunt/series
	impedance	امپدانس (اهم)
	maximumkV	حداکثر ولتاژ (kV)
	minimumkV	حداقل ولتاژ (kV)
	nominalkV	ولتاژ نامی (kV)
	maximumSections	حداکثر تعداد پله ها
	mVArPerSection	ظرفیت هر پله جبران ساز (MVar)
	nominalMVar	ظرفیت نامی (MVar)
	MemberOf_EquipmentContainer	شناسه کلاس دربردارنده به طور مثال VoltageLevel

۱۲. کلاس EquivalentLoad

بار موجود در شبکه MV با کلاس CustomerLoad بیان می شود و بار موجود در شبکه LV تحت عنوان EquivalentLoad بیان می شود. مشخصه اصلی این کلاس customerCount است که بیانگر تعداد مشترکین متصل به ترانس هستند.

در صورت عدم وجود داده های جزئی مرتبط با مشترکین می توان از کلاس چکیده EnergyConsumer استفاده کرد.

EquivalentLoad	ID	شناسه یکتا
	MemberOf_EquipementContainer	شناسه کلاس دربردارنده به طور مثال VoltageLevel
	Pfixed	توان اکتیو (MW)
	Qfixed	توان راکتیو (MVar)
	powerFactor	ضریب توان
	customerCount	تعداد مشترک

۱۳. کلاس OutageSchedule و SwitchingOperation:

مرجع وضعیت تجهیزات نظیر کلیدها، خطوط و ترانسفورماتورها از نقطه نظر در مدار بودن، پکیج Outage است.

OutageSchedule	ID	شناسه یکتا
	name	نام
	startTime	زمان مربوط به وضعیت تجهیزات
	SwitchingOperation	شناسه مربوط به کلاس بیان کننده وضعیت تجهیزات
SwitchingOperation	ID	شناسه یکتا
	name	نام
	operationTime	زمان مربوط به وضعیت تجهیز
	newState	وضعیت مربوط به سوئیچ یا سایر تجهیزات نظیر ترانسفورماتور و ...
	Memberof_OutageSchedule	شناسه مربوط به برنامه خروج

۱۴. کلاس Asset

در مدیریت دارایی شبکه توزیع کلاس های موجود در پکیج Asset مورد استفاده قرار می گیرند که در ادامه کلاس های کاربردی آن معرفی می شوند.

Asset	utcNumber	کد یکتای تجهیز
	serialNumber	سریال تجهیز
	assetType	نوع کاربرد اطلاعات تجهیز (تعمیر و نگهداری، سمت مشترک و ...)
	manufactureDate	تاریخ تولید
	warrentyDate	زمان انقضای گارانتی
	financialValue	ارزش مالی
	critical	وضعیت اهمیت تجهیز
	condition	شرایط تجهیز
	plantTransferDate	تاریخ انتقال به محل
	usage	نوع استفاده

	purchaseDate	زمان خرید
	purchasePrice	قیمت خرید
	purchaseOrderNumber	شماره ثبت سفارش
	testStatus	وضعیت آزمایش تجهیز
	statusDate	تاریخ وضعیت
	currentStatus	وضعیت فعلی تجهیز
	lotNumber	شماره Lot

۱۵. کلاس FailureEvent

FailureEvent	failureCode	کد مربوط به خطا
	isolationMethod	روش جداکردن خطا
	faultLocationMethod	روش مکان یابی خطا
	locationOfFailure	مکان وقوع خطا

۱۶. کلاس SwitchingSchedule

این کلاس برنامه زمانی اجرای تغییر در وضعیت سوئیچ ها در شبکه را مشخص می کند. این کلاس برای تعیین زمان اعمال وضعیت سوئیچ ها با کلاس ScheduleStep ارتباط دارد. این کلاس در در پکیج Operation تعریف می شود.

SwitchingSchedule	endDateTime	زمان خاتمه
	reason	دلیل سوئیچینگ
	startDateTime	زمان شروع
	memberOf_ScheduleStep	شناسه ScheduleStep

ScheduleStep	completedDateTime	زمان تکمیل فرآیند
	desiredEndState	وضعیت نهایی
	requiredControlAction	اقدامات کنترلی مورد نیاز
	status	وضعیت مربوطه

۱۷. کلاس OutageRecord

این کلاس برای مشخص کردن خروجی های شبکه مورد استفاده قرار می گیرد. در این راستا زمان خروج و زمان بازگشت به مدار، نوع خروجی، نوع خرابی و اقدامات انجام شده به عنوان مشخصه تعیین می شوند.

OutageRecord	actionTaken	اقدامات انجام شده
	currentStatus	وضعیت فعلی
	damageCode	کد مربوط به خطا
	endDateTime	زمان خاتمه
	isPlanned	آیا خروج از نوع برنامه ریزی شده است؟
	mode	مدخرابی
	outageType	نوع خروج
	startDateTime	زمان شروع

۱۸. کلاس OperationalRestriction

محدودیت های ویژه در بهره برداری توسط این کلاس مشخص می شود.

OperationalRestriction	endDateTime	زمان خاتمه
	reason	دلیل لحاظ شرایط خاص
	restriction	نوع محدودیت
	startDateTime	زمان شروع

پیوست ب:

ب-۱- طرح کلید گذاری بر روی فیدرهای بدون اتصال پشتیبان

بسیاری از فیدرهای روستایی به صورت اجتناب ناپذیر بدون اتصال پشتیبان بهره برداری می گردند. اگر در این فیدرها بخواهد کلید اتوماسیونی قرار گیرد تنها مزیت این کلید جداسازی قسمت خطا دیده بوده و بازیابی بار از دیگر فیدرها امکان پذیر نیست. در این حالت برای جانمایی کلیدها بر روی این فیدر و محاسبه مختصات مکان های نصب کلید فرض های زیر انجام می گردد.

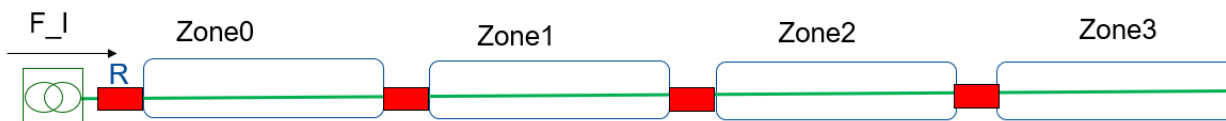
۱- نرخ خرابی در طول فیدر یکنواخت $(\lambda(l) = \text{const})$ است.

۲- متوسط زمان تعمیر برای همه ی المان ها یکسان و ثابت است.

۳- منحنی تغییرات زمانی بار در نقاط مختلف طول فیدر یکسان می باشد.

۴- مدت زمان عملیات کلیدزنی (جداسازی و بازیابی) صفر ثانیه باشد.

در این سطح از مطالعات از مقدار تلفات صرف نظر می گردد و برای بهینه سازی مکان نقاط اتوماسیون تنها مقدار انرژی توزیع نشده در نظر گرفته می شود و هدف کاهش مقدار انرژی توزیع نشده می باشد. در این حالت تابع هدف و قیود ساده شده جایابی کلید به صورت رابطه (۸) می باشد. در این رابطه U ها نمایانگر مجموع زمان خاموشی $(\sum \lambda r)$ در هر زون می باشد و P ها مجموع بار هر زون را نشان می دهد.



شکل ۱۲: فیدر نمونه تنها برای جایابی کلید.

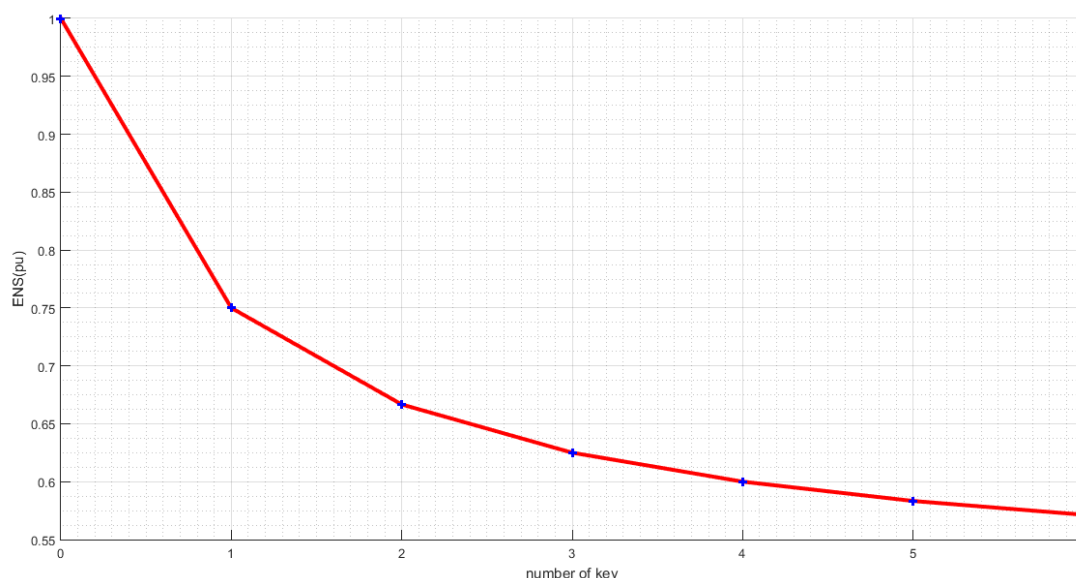
باتوجه به فرضیات در نظر گرفته شده می توان فرض کرد که $U_i = \alpha \times L_i$ و $P_i = \beta \times L_i$ که L_i طول کل فیدر در زون i می باشد. سپس برای حل این تابع هدف اگر از روش لاگرانژ استفاده شود، با اعمال شرایط Kuhn-Tucker، نقاط بهینه برای انتخاب مختصات سه کلید معمولاً باز به صورت رابطه (۹) در می آید. در این رابطه L_{tot} برابر با کل طول فیدر با احتساب تمام شاخه ها می باشد. این رابطه بیان می دارد مکان بهینه کلیدها طوری باید در طول فیدر قرار گیرند که طول فیدر به ۴ قسمت مساوی تقسیم گردد.

طبق این رابطه که برای سه کلید اثبات شد می توان به همین شکل برای n کلید نیز اثبات نمود. در این صورت مقدار شاخص انرژی توزیع نشده بهینه بر حسب پریونیت برای تعداد مختلف کلید در شکل ۱۳ نشان داده شده است.

$$ENS = U_0 \times (P_0 + P_1 + P_2 + P_3) + U_1 \times (P_1 + P_2 + P_3) + U_2 \times (P_2 + P_3) + U_3 \times P_3 \quad (۸)$$

$$sb: P_0 + P_1 + P_2 + P_3 = \text{Const}, U_0 + U_1 + U_2 + U_3 = \text{Const}$$

$$L_i = \frac{1}{4} \times L_{tot} \quad (۹)$$



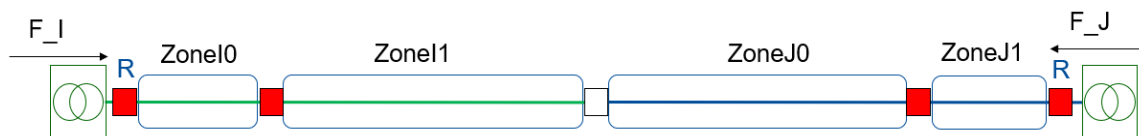
شکل ۱۳: تغییر مقدار انرژی توزیع نشده نسبت به تعداد کلید برای یک فیدر تنها.

با کمی تامل و ساده سازی می توان این موضوع را برای حالت هایی که مقدار انرژی توزیع نشده و بار در طول فیدر به صورت یکنواخت توزیع نشده اند به صورت رابطه (۱۰) تعمیم داد. طبق این رابطه مکان نقاط اتوماسیون در طول فیدر طوری باید قرار گیرند که در تمام زون ها مقدار $U_i \times P_i$ برابر باشد.

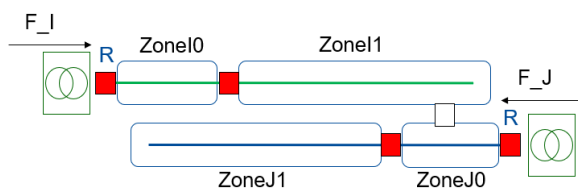
$$U_i \times P_i = U_j \times P_j \quad (10)$$

ب-۲- طرح ۱,۵ کلید

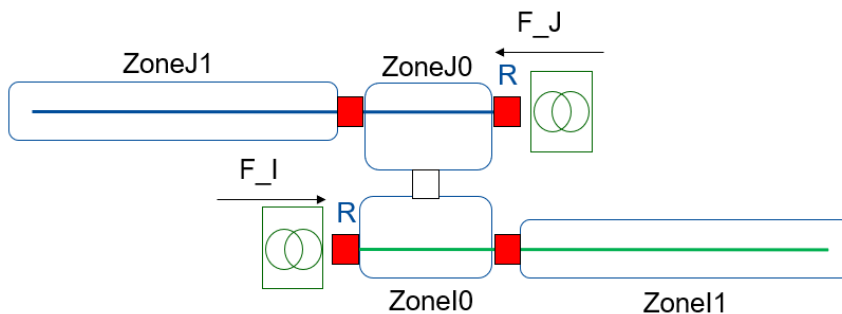
در طرح ۱,۵ کلید مطابق با شکل ۱۴ یک کلید مانوری بین دو فیدر در زون های انتهایی قرار می گیرد و برای هر فیدر یک کلید معمولاً بسته در طول فیدر قرار می گیرد. این طرح با حالت های غیر متعارف دیگری همانند شکل ۱۵ و شکل ۱۶ از جمله ارتباط مانوری زون ابتدای یک فیدر با زون انتهایی یک فیدر و یا ارتباط مانوری زون های ابتدایی نیز قابل پیاده سازی است. اما به راحتی می توان ثابت نمود که طرح شکل ۱۴ بهینه ترین طرح ممکن است.



شکل ۱۴: طرح ۱,۵ کلید برای جانمایی نقاط اتوماسیون.



شکل ۱۵: طرح ۱،۵ کلید برای جانمایی نقاط اتوماسیون با ارتباط زون های ابتدایی و انتهایی.



شکل ۱۶: طرح ۱،۵ کلید برای جانمایی نقاط اتوماسیون با ارتباط زون های ابتدایی.

در این قسمت روابط انرژی توزیع نشده مطابق رابطه (۱۱) می باشد. البته این در صورتی است که هر دو فیدر ماکزیمم به اندازه ۲/۳ ظرفیت اضطراری خود بارگذاری شده باشند و بقیه ظرفیت فیدر برای عملیات مانور به عنوان رزرو در نظر گرفته شود. در این حالت نیز بهینه ترین حالت ممکن برای مختصات نقاط اتوماسیون زمانی بدست می آید که روابط (۱۲) یا (۱۳) صدق نماید.

$$ENS = U_{10} \times P_{10} + U_{11} \times P_{11} + U_{20} \times P_{20} + U_{21} \times P_{21} \quad (11)$$

$$sb: P_{10} + P_{11} + P_{20} + P_{21} = Const, U_{10} + U_{11} + U_{20} + U_{21} = Const$$

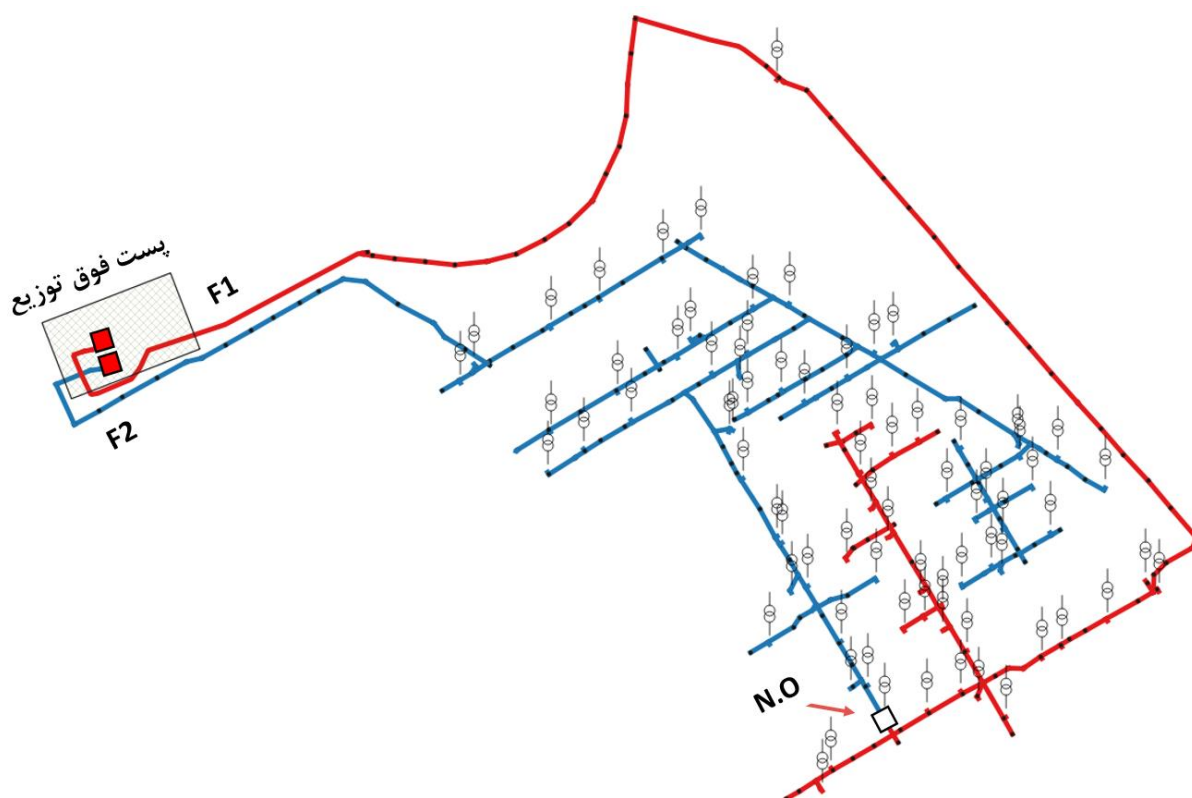
$$Li = \frac{1}{4} \times (L_{tot1} + L_{tot2}) \quad (12)$$

$$U_{1i} \times P_{1i} = U_{2j} \times P_{2j} \quad (13)$$

در روابط (۱۱) الی (۱۳) U_{ij} و P_{ij} به ترتیب مجموع بار و مدت کل خاموشی در زون j فیدر i می باشد. L_{tot1} و L_{tot2} به ترتیب کل طول فیدر یک و دو است.

پیوست ج:

به منظور شناسایی دقیق تر فرایند بهینه سازی جایابی کلید در شبکه های توزیع و اطلاعات مورد نیاز در این پیوست مثالی از فرایند جایابی کلید آورده شده است. در این مثال بر روی دو فیدر نمونه شهری مطالعات جایابی کلید به منظور یافتن مکان بهینه کلیدهای اتوماسیون (ردیف چهارم جدول ۹) انجام می شود. این دو فیدر در شکل ۱۷ نشان داده شده است. این مثال طبق الزامات سطح دوم دستورالعمل انجام می گیرد.



شکل ۱۷: موقعیت فیدرهای نمونه و کلیدهای موجود بر روی این فیدرها.

این دو فیدر دارای یک حفاظت اصلی در ابتدای فیدر و در پست فوق توزیع هستند و دارای یک کلید معمولاً باز (با قابلیت اتوماسیون) در محل نشان داده شده در شکل می باشند. خلاصه ای از اطلاعات این دو فیدر در جدول ۲۲ آورده شده است.

جدول ۲۲: خلاصه اطلاعات فیدرهای نمونه

نام فیدر	طول هوایی (KM)	طول زمینی (KM)	تعداد ترانسفورماتور توزیع	بار پیک (MW)	ENS سال اخیر (MWh)
F1	۳,۷۱	۰,۸۶	۲۶	۵,۴۹	۱۶,۲۸
F2	۵,۵۹	۰,۱۲	۵۱	۱۲,۰۵	۱۶,۵۷

طبق ملاحظات سطح دوم جایابی کلید باید ابتدا اطلاعات دک بهره برداری و دک برنامه ریزی شبکه به همراه اطلاعات مورد نیاز برای مطالعات قابلیت اطمینان و اتصال کوتاه، تعیین هزینه خرید و نصب کلید، هزینه انرژی توزیع نشده، هزینه تلفات، محدودیات خاص در بارها و کلیدها و ... جمع آوری شود. بدین منظور ابتدا اطلاعات موجود از این فیدرهای نمونه طبق جدول ۲۳ بررسی اولیه و در مورد نحوه مدل سازی تصمیم گیری می شود.

جدول ۲۳: بررسی اولیه اطلاعات موجود و تصمیم گیری در خصوص مدل سازی

ردیف	نام اطلاعات	منبع دستیابی	میزان اطلاعات	تصمیم گیری در خصوص نحوه مدل سازی
۱	اطلاعات استاتیکی شبکه	پایگاه داده اطلاعات مکانی	کافی-تمامی المان های مورد نیاز طبق [۱] وجود دارد.	امکان ایجاد مدل الکتریکی شبکه وجود دارد
۲	اطلاعات بار و وضعیت بهره برداری در پیک	پایگاه داده ۱۲۱ سامانه بارگیری ترانسفورماتورها- پایگاه داده سامانه سنجش و پایش انرژی مدیریت شبکه	اطلاعات بارگیری ترانسفورماتورهای توزیع وجود دارد، اطلاعات توان اکتیو و راکتیو ابتدای فیدر در بازه یک سال اخیر با دوره نمونه برداری ساعت به ساعت، اطلاعات ولتاژ ابتدای فیدر در زمان پیک بار وجود دارد	مطابق [۱] و جدول یک برای بار در دک بهره برداری مدل سطح چهار استفاده می شود. برای تغییرات زمانی بار مطابق جدول پنج مدل تک سطحی استفاده می شود.
۳	اطلاعات وضعیت کلیدها و جمپر ها	سامانه ۱۲۱	کافی	مطابق با آرایش شبکه در پیک بار عمل می شود.
۴	اطلاعات قابلیت اطمینان	سامانه ۱۲۱	تنها اطلاعات خاموشی به تفکیک علت، زمان وقوع، مدت تداوم و بار متأثر موجود است.	از نرخ متوسط خرابی و مدت متوسط تعمیرات یکنواخت در طول فیدر استفاده می شود.
۵	اطلاعات مورد نیاز برای دک برنامه ریزی	-	دستورکاری در خصوص این دو فیدر وجود ندارد و بقیه اطلاعات مورد نیاز در دسترس نیست.	از درصد رشد بار متوسط منطقه برای میزان رشد بارهای موجود استفاده می شود.
۶	محدودیت بودجه و تعداد کلید	-	-	تعداد و نوع کلیدهای تخصیص یافته جدید از قبل مشخص است لذا متغیرهای تصمیم تنها شامل مکان کلیدهای جدید و تغییر مکان کلیدهای قدیمی می باشد.

خلاصه اطلاعات هر دو این فیدرها در جدول ۲۲ آمده است. همانطور که در دستورالعمل بیان شده است اولین گام برای مطالعات جایابی کلید، تهیه دک بهره برداری می باشد. در این مثال این دک در نرم افزار PowerFactory (دیگسایلنت) همانند شکل ۱۸ با توجه به مرجع [۱] از پایگاه داده GIS کانورت شده است. این دک مربوط به پیک بار سال اخیر این دو فیدر که همزمان با پیک بار پست فوق توزیع می باشد. اطلاعات خطوط و نقاط ترانسفورماتور و بار شبکه به ترتیب در جدول ۲۴ و جدول ۲۵ آورده شده است



شکل ۱۸: دک بهره‌برداری فیدرهای نمونه در نرم افزار دیگسایلنت

جدول ۲۴: اطلاعات خطوط در دک بهره‌برداری

شماره خط	شماره گره ابتدا	شماره گره انتها	مقاومت (%pu)	راکتانس (%pu)	طول (m)
۱	۱۰۱	۳۵۶	۰,۰۱۸۷۴۴	۰,۰۱۰۵۱	۳,۷
۲	۱۰۱	۳۵۷	۰,۰۲۰۴۰۸	۰,۰۱۱۴۴۳	۴,۰
۳	۱۰۱	۳۵۸	۰,۰۱۹۲۳۳	۰,۰۱۰۷۸۴	۳,۸
۴	۳۵۹	۲۲۷	۰,۰۱۹۲۸۳	۰,۰۱۰۸۱۲	۳,۸
۵	۲۰۰	۳۶۰	۰,۰۱۹۹۶	۰,۰۱۱۱۹۲	۳,۹
۶	۳۶۱	۲۰۷	۰,۰۱۹۲۲۹	۰,۰۱۰۷۸۲	۳,۸
۷	۳۶۲	۲۰۸	۰,۰۲۱۶۴	۰,۰۱۲۱۳۴	۴,۲
۸	۱۹۰	۳۶۳	۰,۰۲۱۴۴	۰,۰۱۲۰۲۱	۴,۲
۹	۱۹۲	۳۶۴	۰,۰۲۲۷۲۹	۰,۰۱۲۷۴۴	۴,۴
۱۰	۱۹۶	۳۶۵	۰,۰۱۸۳۵۴	۰,۰۱۰۲۹۱	۳,۶
۱۱	۱۷۵	۳۶۶	۰,۰۱۹۲۴۸	۰,۰۱۰۷۹۲	۳,۸
۱۲	۱۷۳	۳۶۷	۰,۰۱۹۰۰۸	۰,۰۱۰۶۵۸	۳,۷
۱۳	۱۷۲	۳۶۸	۰,۰۲۲۴۷۵	۰,۰۱۲۶۰۲	۴,۴
۱۴	۳۶۹	۱۶۷	۰,۰۲۰۴۳۱	۰,۰۱۱۴۵۶	۴,۰
۱۵	۲۳۲	۳۷۰	۰,۰۱۸۸۳۲	۰,۰۱۰۵۵۹	۳,۷
۱۶	۲۳۸	۳۷۱	۰,۰۱۹۸۷۱	۰,۰۱۱۱۴۲	۳,۹
۱۷	۳۷۲	۲۴۱	۰,۰۱۹۶۸۴	۰,۰۱۱۰۳۷	۳,۸

دستورالعمل مطالعات جایابی کلید در شبکه های توزیع

ادامه جدول ۲۴: اطلاعات خطوط در دک بهره‌برداری

طول (m)	راکتانس (%pu)	مقاومت (%pu)	شماره گره انتها	شماره گره ابتدا	شماره خط
۳,۹	۰,۰۱۱۲۷	۰,۰۲۰۰۹۹	۳۷۳	۲۳۶	۱۸
۴,۰	۰,۰۱۱۴۴۲	۰,۰۲۰۴۰۶	۳۷۴	۲۴۴	۱۹
۳,۸	۰,۰۱۰۸۳۶	۰,۰۱۹۳۲۵	۳۷۵	۱۹۵	۲۰
۵,۵	۰,۰۱۵۶۸۶	۰,۰۲۷۹۷۶	۳۷۶	۱۸۲	۲۱
۵,۴	۰,۰۱۵۳۷۸	۰,۰۲۷۴۲۷	۳۷۷	۱۸۲	۲۲
۴,۰	۰,۰۱۱۵۵۴	۰,۰۲۰۶۰۶	۳۷۸	۱۷۰	۲۳
۴,۰	۰,۰۱۱۵۷۹	۰,۰۲۰۶۵۲	۳۷۹	۱۶۴	۲۴
۳,۷	۰,۰۱۰۶۰۷	۰,۰۱۸۹۱۸	۳۸۰	۱۴۵	۲۵
۴,۵	۰,۰۱۲۹۰۵	۰,۰۲۳۰۱۶	۳۸۱	۱۴۸	۲۶
۴,۲	۰,۰۱۲۱۴۸	۰,۰۲۱۶۶۶	۳۸۲	۱۵۱	۲۷
۴,۳	۰,۰۱۲۴۶۹	۰,۰۲۲۲۳۸	۳۸۳	۱۲۰	۲۸
۳,۹	۰,۰۱۱۱۷۱	۰,۰۱۹۹۲۲	۳۸۴	۱۲۶	۲۹
۴,۳	۰,۰۱۲۳۴۸	۰,۰۲۲۰۲۲	۳۸۵	۱۲۸	۳۰
۴,۱	۰,۰۱۱۸۳۳	۰,۰۲۱۱۰۴	۳۸۶	۱۳۵	۳۱
۳,۹	۰,۰۱۱۱۵۶	۰,۰۱۹۸۹۷	۳۸۷	۱۳۰	۳۲
۴,۰	۰,۰۱۱۶۱۴	۰,۰۲۰۷۱۳	۳۸۸	۱۳۹	۳۳
۳,۹	۰,۰۱۱۱۰۲	۰,۰۱۹۸	۳۸۹	۱۴۰	۳۴
۳,۹	۰,۰۱۱۲۹۹	۰,۰۲۰۱۵۱	۳۹۰	۲۴۸	۳۵
۴,۱	۰,۰۱۱۶۵۳	۰,۰۲۰۷۸۲	۲۵۱	۳۹۱	۳۶
۴,۰	۰,۰۱۱۵۵	۰,۰۲۰۵۹۹	۳۹۲	۱۵۹	۳۷
۳,۷	۰,۰۱۰۶۹۹	۰,۰۱۹۰۸۱	۳۹۳	۱۵۸	۳۸
۴,۴	۰,۰۱۲۶۸۴	۰,۰۲۲۶۲۲	۳۹۴	۱۵۵	۳۹
۳,۹	۰,۰۱۱۱۱۱	۰,۰۱۹۸۱۶	۳۹۵	۲۲۱	۴۰
۴,۳	۰,۰۱۲۴۲	۰,۰۲۲۱۵۱	۳۹۶	۲۲۴	۴۱
۳,۹	۰,۰۱۱۱۷۲	۰,۰۱۹۹۲۵	۴۰۱	۱۳۳	۴۲
۴,۳	۰,۰۱۲۳۷۵	۰,۰۲۲۰۷	۴۱۳	۳۰۶	۴۳
۴,۴	۰,۰۱۲۶۶۳	۰,۰۲۲۵۸۵	۴۱۴	۳۰۷	۴۴
۴,۵	۰,۰۱۳۰۶۹	۰,۰۲۳۳۰۹	۴۱۵	۳۰۹	۴۵
۳,۸	۰,۰۱۰۹۴۲	۰,۰۱۹۵۱۵	۳۱۴	۴۱۸	۴۶
۴,۴	۰,۰۱۲۶۱۷	۰,۰۲۲۵۰۳	۳۱۳	۴۱۹	۴۷
۴,۱	۰,۰۱۱۷۲۲	۰,۰۲۰۹۰۶	۴۲۰	۳۱۸	۴۸

دستورالعمل مطالعات جایابی کلید در شبکه های توزیع

ادامه جدول ۲۴: اطلاعات خطوط در دک بهره برداری

طول (m)	راکتانس (%pu)	مقاومت (%pu)	شماره گره انتها	شماره گره ابتدا	شماره خط
۳,۹	۰,۰۱۱۱۹۳	۰,۰۱۹۹۶۲	۴۲۱	۳۱۹	۴۹
۴,۳	۰,۰۱۲۳۳۴	۰,۰۲۱۹۹۸	۴۲۴	۲۵۳	۵۰
۴,۰	۰,۰۱۱۴۶۶	۰,۰۲۰۴۴۹	۴۲۵	۲۵۹	۵۱
۴,۵	۰,۰۱۲۸۳	۰,۰۲۲۸۸۲	۳۲۳	۴۲۶	۵۲
۴,۵	۰,۰۱۳۰۰۹	۰,۰۲۳۲۰۱	۴۴۰	۳۳۳	۵۳
۴,۷	۰,۰۱۳۵۲۶	۰,۰۲۴۱۲۴	۳۳۴	۲۸	۵۴
۳,۹	۰,۰۱۱۲۹۴	۰,۰۲۰۱۴۲	۳۳۵	۵۱	۵۵
۳,۸	۰,۰۱۰۹۹۲	۰,۰۱۹۶۰۵	۳۳۶	۶۰	۵۶
۴,۴	۰,۰۱۲۵۵۴	۰,۰۲۲۳۹	۳۳۷	۵۶	۵۷
۴,۷	۰,۰۱۳۴۵۲	۰,۰۲۳۹۹۲	۳۳۸	۵۹	۵۸
۴,۰	۰,۰۱۱۵۳۷	۰,۰۲۰۵۷۶	۳۳۹	۵۴	۵۹
۳,۹	۰,۰۱۱۲۰۲	۰,۰۱۹۹۷۸	۳۴۰	۸۰	۶۰
۳,۹	۰,۰۱۱۲۱۲	۰,۰۱۹۹۹۷	۳۴۱	۶۱	۶۱
۳,۷	۰,۰۱۰۶۵	۰,۰۱۸۹۹۴	۳۴۲	۷۰	۶۲
۳,۸	۰,۰۱۱۰۴۸	۰,۰۱۹۷۰۴	۳۴۳	۷۱	۶۳
۳,۷	۰,۰۱۰۷۱۷	۰,۰۱۹۱۱۳	۷۹	۳۴۴	۶۴
۴,۴	۰,۰۱۲۶۳۶	۰,۰۲۲۵۳۶	۳۴۵	۷۳	۶۵
۴,۴	۰,۰۱۲۷۱۱	۰,۰۲۲۶۷	۳۴۶	۷۴	۶۶
۴,۴	۰,۰۱۲۶۴۶	۰,۰۲۲۵۵۴	۳۴۷	۲۶۲	۶۷
۴,۶	۰,۰۱۳۳۴۱	۰,۰۲۳۷۹۴	۳۴۸	۲۶۴	۶۸
۴,۰	۰,۰۱۱۴۵۵	۰,۰۲۰۴۳	۳۴۹	۲۶۸	۶۹
۳,۸	۰,۰۱۰۹۴۱	۰,۰۱۹۵۱۳	۳۵۰	۲۶۶	۷۰
۴,۰	۰,۰۱۱۶۰۴	۰,۰۲۰۶۹۶	۳۵۱	۲۷۱	۷۱
۴,۰	۰,۰۱۱۵۲	۰,۰۲۰۵۴۵	۳۵۲	۲۶۹	۷۲
۴,۴	۰,۰۱۲۶۷۴	۰,۰۲۲۶۰۴	۳۵۳	۳۰۰	۷۳
۴,۹	۰,۰۱۴۲۱	۰,۰۲۵۳۴۲	۳۵۴	۳۰۱	۷۴
۱,۲	۰,۰۰۳۵۷۳	۰,۰۰۶۳۷۳	۱۷۹	۱۸۱	۷۵
۴,۳	۰,۰۱۲۴۰۹	۰,۰۲۲۱۳۱	۴۳۵	۳۲۷	۷۶
۲۷,۸	۰,۰۷۹۸۸۹	۰,۱۴۲۴۸	۳۹۸	۱۶۰	۷۷
۲۷,۸	۰,۰۷۹۸۸۹	۰,۱۴۲۴۸	۱۶۲	۳۹۸	۷۸
۱۸,۴	۰,۰۵۲۹۴۳	۰,۰۹۴۴۲۲	۱۶۳	۱۶۲	۷۹

دستورالعمل مطالعات جایابی کلید در شبکه های توزیع

ادامه جدول ۲۴: اطلاعات خطوط در دک بهره‌برداری

طول (m)	راکتانس (%pu)	مقاومت (%pu)	شماره گره انتها	شماره گره ابتدا	شماره خط
۴۷,۳	۰,۱۳۵۸۴۱	۰,۲۴۲۲۷	۱۶۴	۱۶۳	۸۰
۳۱,۹	۰,۰۹۱۷۱۱	۰,۱۶۳۵۶۵	۱۶۵	۱۶۴	۸۱
۱۱,۴	۰,۰۱۷۳۴۹	۰,۰۰۸۲۰۴	۴۴۲	۴۰۶	۸۲
۱۱,۲	۰,۰۱۷۰۹۹	۰,۰۰۸۰۸۶	۴۴۱	۴۰۸	۸۳
۵۷,۷	۰,۰۸۸۰۰۱	۰,۰۴۱۶۱۵	۳۹	۴۰۷	۸۴
۵۹۵,۴	۰,۹۰۷۵۵۸	۰,۴۲۹۱۷۷	۶	۴۰۵	۸۵
۲۲۵,۷	۰,۳۴۴۰۷۴	۰,۱۶۲۷۱	۲۶	۲۷	۸۶
۳۶,۰	۰,۰۵۲۷۴۲	۰,۱۸۷۸۱۹	۲۲۹	۲۲۸	۸۷
۳۳,۴	۰,۰۴۸۸۵۸	۰,۱۷۳۹۹	۲۳۰	۲۲۹	۸۸
۱,۰	۰,۰۰۳۰۷۷	۰,۰۰۲۶۸۸	۱۲	۱۱	۸۹
۰,۷	۰,۰۰۲۲۴۲	۰,۰۰۱۹۵۹	۱۷	۱۶	۹۰
۱,۱	۰,۰۰۳۳۷	۰,۰۰۲۹۴۴	۲۴	۲۳	۹۱
۱,۶	۰,۰۰۵۱۹۸	۰,۰۰۴۵۴۱	۲۹	۳۰	۹۲
۲,۰	۰,۰۰۶۴۴۴	۰,۰۰۵۶۲۹	۴۶	۴۵	۹۳
۰,۶	۰,۰۰۱۷۷۷	۰,۰۰۱۵۵۲	۴۱	۴۰	۹۴
۱,۲	۰,۰۰۳۷۲۹	۰,۰۰۳۲۵۷	۳۹	۳۸	۹۵
۱,۶	۰,۰۰۵۲۱۱	۰,۰۰۴۵۵۲	۶۹	۶۸	۹۶
۰,۹	۰,۰۰۲۹۸۵	۰,۰۰۲۶۰۸	۸۴	۸۳	۹۷
۱,۱	۰,۰۰۳۳۸۱	۰,۰۰۲۹۵۴	۸۹	۸۸	۹۸
۲,۰	۰,۰۰۶۳۰۴	۰,۰۰۵۵۰۷	۹۴	۹۳	۹۹
۲,۰	۰,۰۰۶۴۳۵	۰,۰۰۵۶۲۱	۹۹	۹۸	۱۰۰
۱,۱	۰,۰۰۳۶۱۶	۰,۰۰۳۱۵۹	۱۰۰	۹۸	۱۰۱
۱,۰	۰,۰۰۳۱۲۸	۰,۰۰۲۷۳۳	۱۰۴	۱۰۳	۱۰۲
۱,۶	۰,۰۰۵۰۲۴	۰,۰۰۴۳۸۸	۱۰۷	۱۰۶	۱۰۳
۱,۳	۰,۰۰۴۳۰۹	۰,۰۰۳۷۶۴	۱۱۰	۱۱۲	۱۰۴
۱,۹	۰,۰۰۶۱۳۹	۰,۰۰۵۳۶۳	۱۱۴	۱۱۳	۱۰۵
۱,۲	۰,۰۰۳۷۰۱	۰,۰۰۳۲۳۳	۲۰۱	۲۰۰	۱۰۶
۱,۰	۰,۰۰۳۱۷۱	۰,۰۰۲۷۷	۱۸۵	۱۸۶	۱۰۷
۲,۰	۰,۰۰۶۴۷۹	۰,۰۰۵۶۵۹	۱۹۸	۱۹۷	۱۰۸
۱,۷	۰,۰۰۵۵۵۲	۰,۰۰۴۸۵	۱۸۴	۱۸۳	۱۰۹
۲,۱	۰,۰۰۶۵۸۲	۰,۰۰۵۷۵	۱۸۰	۱۷۹	۱۱۰

ادامه جدول ۲۴: اطلاعات خطوط در دک بهره‌برداری

طول (m)	راکتانس (%pu)	مقاومت (%pu)	شماره گره انتها	شماره گره ابتدا	شماره خط
۱,۲	۰,۰۰۳۷۲	۰,۰۰۳۲۴۹	۱۶۷	۱۶۶	۱۱۱
۱,۰	۰,۰۰۳۰۳۶	۰,۰۰۲۶۵۲	۱۵۴	۱۵۳	۱۱۲
۶,۹	۰,۰۲۱۹۶	۰,۰۱۹۱۸۴	۳۹۹	۴۰۰	۱۱۳
۲,۰	۰,۰۰۶۲۸۹	۰,۰۰۵۴۹۴	۲۷۴	۲۷۵	۱۱۴
۱,۹	۰,۰۰۶۱۴۵	۰,۰۰۵۳۶۸	۲۸۱	۲۸۲	۱۱۵
۱,۹	۰,۰۰۵۹۸۳	۰,۰۰۵۲۲۷	۲۸۳	۲۸۴	۱۱۶
۱,۷	۰,۰۰۵۵۴۷	۰,۰۰۴۸۴۶	۲۸۸	۲۸۹	۱۱۷
۱,۷	۰,۰۰۵۵۳۸	۰,۰۰۴۸۳۷	۲۸۶	۲۸۷	۱۱۸
۰,۸	۰,۰۰۲۶۷۸	۰,۰۰۲۳۴	۲۹۷	۲۹۸	۱۱۹
۰,۸	۰,۰۰۲۵۴۱	۰,۰۰۲۲۲	۲۹۹	۲۹۷	۱۲۰
۲,۰	۰,۰۰۶۴۱۷	۰,۰۰۵۶۰۵	۲۱۴	۲۱۳	۱۲۱
۱,۲	۰,۰۰۳۸۹۶	۰,۰۰۳۴۰۴	۳۱۷	۳۱۶	۱۲۲
۱,۷	۰,۰۰۵۳۰۷	۰,۰۰۴۶۳۶	۴۲۷	۴۲۸	۱۲۳
۲,۴	۰,۰۰۷۵۶۸	۰,۰۰۶۶۱۱	۴۳۳	۴۳۴	۱۲۴
۱,۶	۰,۰۰۵۱۲۱	۰,۰۰۴۴۷۳	۳۲۸	۳۲۹	۱۲۵
۱,۷	۰,۰۰۵۵۵۷	۰,۰۰۴۸۵۵	۹۵	۹۶	۱۲۶
۴۷,۰	۰,۱۵۰۱۷۳	۰,۱۳۱۱۸۶	۱۵	۱۴	۱۲۷
۴۹,۶	۰,۱۵۸۵۱۵	۰,۱۳۸۴۷۳	۱۴	۱۳	۱۲۸
۴۷,۷	۰,۱۵۲۳۵	۰,۱۳۳۰۸۷	۱۳	۱۲	۱۲۹
۵۲,۱	۰,۱۶۶۳۹۹	۰,۱۴۵۳۶	۱۱	۱۰	۱۳۰
۴۹,۰	۰,۱۵۶۷۱۱	۰,۱۳۶۸۹۷	۹	۵	۱۳۱
۴۷,۳	۰,۱۵۱	۰,۱۳۱۹۰۸	۱۰	۹	۱۳۲
۵۱,۹	۰,۱۶۵۸۵۵	۰,۱۴۴۸۸۵	۱۶	۱۵	۱۳۳
۴۷,۰	۰,۱۵۰۲۵۷	۰,۱۳۱۲۵۹	۱۷	۱۸	۱۳۴
۴۹,۵	۰,۱۵۸۱۶۵	۰,۱۳۸۱۶۷	۱۹	۱۸	۱۳۵
۵۰,۴	۰,۱۶۱۰۱۷	۰,۱۴۰۶۵۸	۲۲	۱۹	۱۳۶
۴۹,۱	۰,۱۵۷۰۲۴	۰,۱۳۷۱۷	۲۳	۲۲	۱۳۷
۴۹,۳	۰,۱۵۷۶۸۴	۰,۱۳۷۷۴۷	۲۵	۲۴	۱۳۸
۵۶,۷	۰,۱۸۱۲۲۹	۰,۱۵۸۳۱۵	۲۶	۲۵	۱۳۹
۹,۱	۰,۰۲۸۹۷۸	۰,۰۲۵۳۱۴	۲۸	۲۹	۱۴۰
۲۶,۵	۰,۰۸۴۵۳	۰,۰۷۳۸۴۲	۲۷	۲۸	۱۴۱

ادامه جدول ۲۴: اطلاعات خطوط در دک بهره‌برداری

طول (m)	راکتانس (%pu)	مقاومت (%pu)	شماره گره انتها	شماره گره ابتدا	شماره خط
۱۵,۲	۰,۰۴۸۵۷	۰,۰۴۲۴۲۹	۷	۴	۱۴۲
۳۶,۳	۰,۱۱۶۱۳۳	۰,۱۰۱۴۴۹	۵	۴	۱۴۳
۴۷,۰	۰,۱۵۰۱۸۲	۰,۱۳۱۱۹۳	۳۵	۳۶	۱۴۴
۱۷,۱	۰,۰۵۴۵۷۶	۰,۰۴۷۶۷۶	۳۷	۲	۱۴۵
۶۹,۷	۰,۲۲۲۶۹۷	۰,۱۹۴۵۴	۳۸	۴۱	۱۴۶
۴۵,۴	۰,۱۴۵۱۹۱	۰,۱۲۶۸۳۳	۴۲	۴۰	۱۴۷
۴۲,۲	۰,۱۳۴۸۶۲	۰,۱۱۷۸۱۱	۴۳	۴۲	۱۴۸
۶۳,۱	۰,۲۰۱۶۰۲	۰,۱۷۶۱۱۲	۴۳	۴۴	۱۴۹
۵۲,۱	۰,۱۶۶۵۶۷	۰,۱۴۵۵۰۷	۴۵	۴۴	۱۵۰
۵۶,۸	۰,۱۸۱۳۷	۰,۱۵۸۴۳۸	۶۱	۶۲	۱۵۱
۲۳,۱	۰,۰۷۳۹۷۱	۰,۰۶۴۶۱۸	۶۹	۶۶	۱۵۲
۳۲,۱	۰,۱۰۲۷۰۹	۰,۰۸۹۷۲۲	۷۰	۶۸	۱۵۳
۳۶,۸	۰,۱۱۷۶۳	۰,۱۰۲۷۵۷	۷۱	۷۰	۱۵۴
۱۷,۳	۰,۰۵۵۳۳۲	۰,۰۴۸۳۳۶	۷۲	۷۱	۱۵۵
۶۶,۵	۰,۲۱۲۴۵۹	۰,۱۸۵۵۹۶	۶۲	۸۰	۱۵۶
۵۴,۳	۰,۱۷۳۴۵۱	۰,۱۵۱۵۲	۹۱	۹۰	۱۵۷
۵۵,۸	۰,۱۷۸۴۵	۰,۱۵۵۸۸۸	۹۰	۸۹	۱۵۸
۶۱,۶	۰,۱۹۶۸۸۲	۰,۱۷۱۹۸۹	۸۷	۸۸	۱۵۹
۵۵,۷	۰,۱۷۸۱۱۶	۰,۱۵۵۵۹۶	۸۶	۸۷	۱۶۰
۵۲,۲	۰,۱۶۶۶۹۲	۰,۱۴۵۶۱۶	۸۵	۸۶	۱۶۱
۵۶,۵	۰,۱۸۰۵۲۴	۰,۱۵۷۶۹۹	۸۴	۸۵	۱۶۲
۶۱,۳	۰,۱۹۵۸۵۱	۰,۱۷۱۰۸۸	۸۲	۸۳	۱۶۳
۶۱,۲	۰,۱۹۵۵۲۹	۰,۱۷۰۸۰۷	۸۱	۸۲	۱۶۴
۶۱,۰	۰,۱۹۴۹	۰,۱۷۰۲۵۸	۳۴	۸۱	۱۶۵
۱۰,۲	۰,۰۳۲۵	۰,۰۲۸۳۹۱	۴۰۰	۱۲۵	۱۶۶
۱۰,۲	۰,۰۳۲۵	۰,۰۲۸۳۹۱	۱۲۳	۴۰۰	۱۶۷
۲۳,۱	۰,۰۷۳۸۹۱	۰,۰۶۴۵۴۹	۹۷	۹۵	۱۶۸
۳۶,۹	۰,۱۱۸۰۴۵	۰,۱۰۳۱۲	۹۸	۹۷	۱۶۹
۶۸,۷	۰,۲۱۹۶۸۱	۰,۱۹۱۹۰۵	۲۱۹	۱۱۸	۱۷۰
۲۸,۵	۰,۰۹۱۰۸۶	۰,۰۷۹۵۷	۲۲۲	۲۱۹	۱۷۱
۲۵,۲	۰,۰۸۰۴۸۵	۰,۰۷۰۳۰۸	۲۲۴	۲۲۳	۱۷۲

پیشگفتار

فهرست

شکل

جدول

۱

۲

۳

۴

۵

۶

۷

۸

پ الف

پ ب

پ ج

مراجع

اعضا

دستورالعمل مطالعات جایابی کلید در شبکه های توزیع

ادامه جدول ۲۴: اطلاعات خطوط در دک بهره‌برداری

طول (m)	راکتانس (%pu)	مقاومت (%pu)	شماره گره انتها	شماره گره ابتدا	شماره خط
۱۴,۹	۰,۰۴۷۵۵۵	۰,۰۴۱۵۴۲	۲۲۱	۲۲۰	۱۷۳
۴۵,۷	۰,۱۴۶۱۹۴	۰,۱۲۷۷۱	۲۱۷	۲۱۸	۱۷۴
۴۷,۳	۰,۱۵۱۰۱۵	۰,۱۳۱۹۲۱	۲۱۶	۲۱۷	۱۷۵
۴۵,۰	۰,۱۴۳۹۳۸	۰,۱۲۵۷۳۹	۲۱۳	۲۱۶	۱۷۶
۳۲,۰	۰,۱۰۲۲۲۹	۰,۰۸۹۳۰۳	۱۱۲	۲۱۴	۱۷۷
۲۴,۴	۰,۰۷۸۰۸۴	۰,۰۶۸۲۱۱	۱۱۳	۱۱۲	۱۷۸
۳۴,۷	۰,۱۱۰۷۶۶	۰,۰۹۶۷۶۱	۲۰۰	۱۰۰	۱۷۹
۱۸,۸	۰,۰۶۰۲۱۱	۰,۰۵۲۵۹۸	۴۲۷	۲۱۰	۱۸۰
۱۸,۸	۰,۰۶۰۲۱۱	۰,۰۵۲۵۹۸	۲۱۲	۴۲۷	۱۸۱
۳۳,۸	۰,۱۰۸۰۹۹	۰,۰۹۴۴۳۱	۱۹۸	۱۹۹	۱۸۲
۲۷,۵	۰,۰۸۷۸۱۹	۰,۰۷۶۷۱۵	۱۹۹	۱۰۴	۱۸۳
۱۵,۸	۰,۰۵۰۵۲۹	۰,۰۴۴۱۴	۱۸۳	۱۸۶	۱۸۴
۵۹,۹	۰,۱۹۱۳۱۸	۰,۱۶۷۱۲۹	۱۷۹	۱۸۴	۱۸۵
۲۷,۹	۰,۰۸۹۱۵	۰,۰۷۷۸۷۸	۱۲۱	۱۲۰	۱۸۶
۱۷,۲	۰,۰۵۴۸۴۲	۰,۰۴۷۹۰۸	۳۹۹	۱۲۱	۱۸۷
۱۷,۲	۰,۰۵۴۸۴۲	۰,۰۴۷۹۰۸	۱۲۲	۳۹۹	۱۸۸
۲۹,۶	۰,۰۹۴۵۳۶	۰,۰۸۲۵۸۳	۱۲۸	۱۲۲	۱۸۹
۱۸,۲	۰,۰۵۸۰۷۳	۰,۰۵۰۷۳	۴۰۹	۱۲۸	۱۹۰
۱۸,۲	۰,۰۵۸۰۷۳	۰,۰۵۰۷۳	۱۲۹	۴۰۹	۱۹۱
۵۸,۱	۰,۱۸۵۷۲۴	۰,۱۶۲۲۴۲	۲۴۸	۲۴۹	۱۹۲
۳۷,۸	۰,۱۲۰۹۱۵	۰,۱۰۵۶۲۷	۲۴۷	۲۴۸	۱۹۳
۲۸,۶	۰,۰۹۱۴۷۲	۰,۰۷۹۹۰۷	۷۲	۲۴۷	۱۹۴
۲۶,۶	۰,۰۸۴۸۸۶	۰,۰۷۴۱۵۳	۴۳۷	۱۵۹	۱۹۵
۲۶,۶	۰,۰۸۴۸۸۶	۰,۰۷۴۱۵۳	۱۵۶	۴۳۷	۱۹۶
۲۸,۴	۰,۰۹۰۶۷۶	۰,۰۷۹۲۱۱	۴۱۱	۱۵۶	۱۹۷
۲۸,۴	۰,۰۹۰۶۷۶	۰,۰۷۹۲۱۱	۱۵۳	۴۱۱	۱۹۸
۵۴,۹	۰,۱۷۵۵۶۷	۰,۱۵۳۳۶۹	۱۵۲	۱۵۳	۱۹۹
۴۸,۳	۰,۱۵۴۲۷۵	۰,۱۳۴۷۶۹	۱۴۹	۱۵۲	۲۰۰
۳۵,۶	۰,۱۱۳۸۱۴	۰,۰۹۹۴۲۴	۴۰۲	۱۴۹	۲۰۱
۳۵,۶	۰,۱۱۳۸۱۴	۰,۰۹۹۴۲۴	۱۴۳	۴۰۲	۲۰۲
۲۰,۵	۰,۰۶۵۴۸۱	۰,۰۵۷۲۰۲	۱۰۹	۱۰۷	۲۰۳

دستورالعمل مطالعات جایابی کلید در شبکه های توزیع

ادامه جدول ۲۴: اطلاعات خطوط در دک بهره‌برداری

طول (m)	راکتانس (%pu)	مقاومت (%pu)	شماره گره انتها	شماره گره ابتدا	شماره خط
۴۶,۱	۰,۱۴۷۴۰۸	۰,۱۲۸۷۷	۲۴۲	۱۰۹	۲۰۴
۳۰,۰	۰,۰۹۵۷۹۱	۰,۰۸۳۶۷۹	۲۴۳	۲۴۲	۲۰۵
۴۲,۱	۰,۱۳۴۴۸۸	۰,۱۱۷۴۸۳	۲۴۴	۲۴۳	۲۰۶
۹,۲	۰,۰۲۹۲۹۲	۰,۰۲۵۵۸۹	۲۴۵	۲۴۴	۲۰۷
۳۱,۶	۰,۱۰۱۱۲۴	۰,۰۸۸۳۳۸	۲۵۳	۲۵۴	۲۰۸
۴۳,۱	۰,۱۳۷۸۵	۰,۱۲۰۴۲۱	۲۵۷	۲۵۵	۲۰۹
۵۵,۶	۰,۱۷۷۶۹۷	۰,۱۵۵۲۳	۲۵۸	۲۵۷	۲۱۰
۱۲,۱	۰,۰۳۸۶۴۶	۰,۰۳۳۷۶	۲۵۸	۲۵۹	۲۱۱
۴۰,۱	۰,۱۲۸۱۸۶	۰,۱۱۱۹۷۹	۲۵۹	۲۶۰	۲۱۲
۲۴,۹	۰,۰۷۹۴۲۴	۰,۰۶۹۳۸۲	۲۶۱	۲۶۰	۲۱۳
۲۵,۵	۰,۰۸۱۳۶۵	۰,۰۷۱۰۷۷	۲۶۲	۲۶۱	۲۱۴
۲۴,۷	۰,۰۷۹۰۷۴	۰,۰۶۹۰۷۶	۴۶	۲۷۵	۲۱۵
۴۲,۰	۰,۱۳۴۱۱۴	۰,۱۱۷۱۵۷	۲۷۴	۲۷۷	۲۱۶
۴۶,۴	۰,۱۴۸۳۵۸	۰,۱۲۹۶	۲۷۷	۲۷۸	۲۱۷
۴۱,۹	۰,۱۳۳۷۸	۰,۱۱۶۸۶۵	۲۷۸	۲۷۹	۲۱۸
۴۸,۶	۰,۱۵۵۱۶۷	۰,۱۳۵۵۴۸	۲۸۰	۲۷۹	۲۱۹
۳۴,۵	۰,۱۱۰۳۱۱	۰,۰۹۶۳۶۴	۲۷۶	۲۸۰	۲۲۰
۴۲,۳	۰,۱۳۵۱۴۹	۰,۱۱۸۰۶۱	۲۷۶	۲۸۲	۲۲۱
۳۵,۴	۰,۱۱۳۲۷۸	۰,۰۹۸۹۵۶	۲۸۳	۲۸۱	۲۲۲
۶۱,۸	۰,۱۹۷۴۹۵	۰,۱۷۲۵۲۴	۲۸۴	۲۸۵	۲۲۳
۶۳,۳	۰,۲۰۲۳۹	۰,۱۷۶۸	۲۸۵	۲۸۶	۲۲۴
۲۷,۴	۰,۰۸۷۴۶	۰,۰۷۶۴۰۲	۲۸۸	۲۸۷	۲۲۵
۳۶,۸	۰,۱۱۷۶۸۵	۰,۱۰۲۸۰۵	۲۹۰	۲۸۹	۲۲۶
۷۲,۹	۰,۲۳۲۹۳۳	۰,۲۰۳۴۸۱	۲۶۳	۲۶۴	۲۲۷
۴۵,۹	۰,۱۴۶۵۳۳	۰,۱۲۸۰۰۶	۲۶۲	۲۶۳	۲۲۸
۴۶,۶	۰,۱۴۹۰۱۲	۰,۱۳۰۱۷۱	۶۱	۱۴۳	۲۲۹
۱۶,۵	۰,۰۵۲۷۷۴	۰,۰۴۶۱۰۲	۴۲۳	۲۶۴	۲۳۰
۱۶,۵	۰,۰۵۲۷۷۴	۰,۰۴۶۱۰۲	۲۹۲	۴۲۲	۲۳۱
۵,۷	۰,۰۱۸۰۶۲	۰,۰۱۵۷۷۸	۴۲۲	۲۹۴	۲۳۲
۵,۷	۰,۰۱۸۰۶۲	۰,۰۱۵۷۷۸	۴۲۳	۴۲۲	۲۳۳
۵,۷	۰,۰۱۸۰۶۲	۰,۰۱۵۷۷۸	۲۹۵	۴۲۳	۲۳۴

دستورالعمل مطالعات جایابی کلید در شبکه های توزیع

ادامه جدول ۲۴: اطلاعات خطوط در دک بهره‌برداری

طول (m)	راکتانس (%pu)	مقاومت (%pu)	شماره گره انتها	شماره گره ابتدا	شماره خط
۳۸,۲	۰,۱۲۱۹۶	۰,۱۰۶۵۴	۹۲	۲۹۵	۲۳۵
۲۷,۸	۰,۰۸۸۸۷	۰,۰۷۷۶۳۳	۲۹۶	۳۵	۲۳۶
۲۷,۳	۰,۰۸۷۲۳۱	۰,۰۷۶۲۰۲	۲۹۶	۲۹۸	۲۳۷
۲۷,۲	۰,۰۸۶۹۸۹	۰,۰۷۵۹۹	۲۴۹	۲۹۹	۲۳۸
۳۸,۷	۰,۱۲۳۷۷۷	۰,۱۰۸۱۲۷	۲۱	۳۰	۲۳۹
۲۴,۷	۰,۰۷۹۰۱۶	۰,۰۶۹۰۲۵	۲۵۳	۳۱۶	۲۴۰
۱۰,۸	۰,۰۳۴۶۱۱	۰,۰۳۰۲۳۵	۴۳۲	۲۵۵	۲۴۱
۱۰,۸	۰,۰۳۴۶۱۱	۰,۰۳۰۲۳۵	۳۱۶	۴۳۱	۲۴۲
۲۸,۸	۰,۰۹۲۱۶۹	۰,۰۸۰۵۱۵	۹۳	۹۲	۲۴۳
۱۷,۷	۰,۰۵۶۵۲۱	۰,۰۴۹۳۷۵	۱۳۰	۱۲۹	۲۴۴
۳۹,۵	۰,۱۲۶۳۱۴	۰,۱۱۰۳۴۳	۳۲۰	۱۳۰	۲۴۵
۱۱,۳	۰,۰۳۶۲۶۸	۰,۰۳۱۶۸۲	۴۳۳	۳۲۰	۲۴۶
۱۱,۳	۰,۰۳۶۲۶۸	۰,۰۳۱۶۸۲	۳۲۱	۴۳۳	۲۴۷
۱۵,۴	۰,۰۴۹۲۳۸	۰,۰۴۳۰۱۲	۴۳۲	۲۵۶	۲۴۸
۱۵,۴	۰,۰۴۹۲۳۸	۰,۰۴۳۰۱۲	۴۳۱	۴۳۲	۲۴۹
۱۵,۴	۰,۰۴۹۲۳۸	۰,۰۴۳۰۱۲	۲۹۰	۴۳۱	۲۵۰
۳۷,۲	۰,۱۱۸۸۱۲	۰,۱۰۳۷۹	۳۲۹	۱۱۸	۲۵۱
۲۰,۹	۰,۰۶۶۷۸۴	۰,۰۵۸۳۴	۱۱۷	۳۲۸	۲۵۲
۳۳,۷	۰,۱۰۷۶۶۸	۰,۰۹۴۰۵۵	۳۳۰	۲۲۴	۲۵۳
۳۱,۱	۰,۰۹۹۳۱۹	۰,۰۸۶۷۶۲	۱۲۴	۳۳۰	۲۵۴
۲۸,۶	۰,۰۹۱۳۷۴	۰,۰۷۹۸۲۱	۹۶	۹۴	۲۵۵
۱,۲	۰,۰۰۳۷۶۶	۰,۰۰۵۹	۹۴	۳۵۵	۲۵۶
۲,۰	۰,۰۰۶۴۵	۰,۰۱۰۱۰۶	۱۱۱	۱۱۰	۲۵۷
۱,۹	۰,۰۰۶۰۶۶	۰,۰۰۹۵۰۴	۱۱۶	۱۱۷	۲۵۸
۱,۷	۰,۰۰۵۵۱۹	۰,۰۰۸۶۴۷	۲۲۵	۲۲۶	۲۵۹
۱,۰	۰,۰۰۳۳۰۴	۰,۰۰۵۱۷۶	۲۲۳	۲۲۲	۲۶۰
۱,۰	۰,۰۰۳۲۳۹	۰,۰۰۵۰۷۵	۲۱۹	۲۲۰	۲۶۱
۱,۹	۰,۰۰۶۰۱۹	۰,۰۰۹۴۳۱	۱۸۸	۱۸۹	۲۶۲
۰,۸	۰,۰۰۲۵۰۸	۰,۰۰۳۹۳	۱۹۴	۱۹۳	۲۶۳
۰,۴	۰,۰۰۱۳۲۲	۰,۰۰۲۰۷۱	۱۶۹	۱۶۸	۲۶۴
۱,۰	۰,۰۰۳۲۱	۰,۰۰۵۰۳	۲۳۴	۲۳۵	۲۶۵

دستورالعمل مطالعات جایابی کلید در شبکه های توزیع

ادامه جدول ۲۴: اطلاعات خطوط در دک بهره‌برداری

طول (m)	راکتانس (%pu)	مقاومت (%pu)	شماره گره انتها	شماره گره ابتدا	شماره خط
۰,۹	۰,۰۰۲۹۸۶	۰,۰۰۴۶۷۹	۱۴۳	۱۴۴	۲۶۶
۰,۶	۰,۰۰۲۰۲۵	۰,۰۰۳۱۷۳	۱۵۰	۱۴۹	۲۶۷
۱,۳	۰,۰۰۴۲۴۹	۰,۰۰۶۶۵۸	۱۳۲	۱۳۱	۲۶۸
۱,۰	۰,۰۰۳۳۱۷	۰,۰۰۵۱۹۷	۱۳۷	۱۳۸	۲۶۹
۰,۹	۰,۰۰۲۷۴۳	۰,۰۰۴۲۹۷	۱۵۶	۱۵۷	۲۷۰
۴,۳	۰,۰۱۳۶۲۶	۰,۰۲۱۳۴۹	۴۰۲	۴۰۳	۲۷۱
۲,۰	۰,۰۰۶۴۶۳	۰,۰۱۰۱۲۷	۴۰۴	۲۶۵	۲۷۲
۱,۷	۰,۰۰۵۲۶	۰,۰۰۸۲۴۱	۲۷۳	۲۷۲	۲۷۳
۴,۵	۰,۰۱۴۱۴۳	۰,۰۲۲۱۶	۴۰۹	۴۱۰	۲۷۴
۲,۲	۰,۰۰۶۹۱۵	۰,۰۱۰۸۳۴	۴۱۱	۴۱۲	۲۷۵
۰,۹	۰,۰۰۲۷۶۹	۰,۰۰۴۳۳۹	۱۶۱	۱۶۰	۲۷۶
۲,۳	۰,۰۰۷۲۶۱	۰,۰۱۱۳۷۷	۴۱۶	۴۱۷	۲۷۷
۱,۱	۰,۰۰۳۳۸۱	۰,۰۰۵۲۹۷	۵۰	۴۹	۲۷۸
۰,۸	۰,۰۰۲۵۹۱	۰,۰۰۴۰۵۹	۲۹۳	۲۹۲	۲۷۹
۵,۱	۰,۰۱۶۱۹۸	۰,۰۲۵۳۸۱	۱۴۶	۴۲۹	۲۸۰
۴,۶	۰,۰۱۴۵۶۹	۰,۰۲۲۸۲۸	۱۴۷	۴۳۰	۲۸۱
۱,۴	۰,۰۰۴۵۲۳	۰,۰۰۷۰۸۷	۱۴۲	۱۴۱	۲۸۲
۰,۸	۰,۰۰۲۳۹۱	۰,۰۰۳۷۴۷	۱۲۴	۱۲۳	۲۸۳
۰,۹	۰,۰۰۲۷۸۲	۰,۰۰۴۳۵۹	۳۱۴	۳۱۵	۲۸۴
۲,۰	۰,۰۰۳۰۱۸	۰,۰۰۱۴۲۷	۲۰۴	۲۰۳	۲۸۵
۰,۸	۰,۰۰۱۱۶۲	۰,۰۰۰۵۴۹	۲۰۴	۲۰۵	۲۸۶
۱۶,۳	۰,۰۲۴۸۷۸	۰,۰۱۱۷۶۵	۴۰۵	۴۰۶	۲۸۷
۱۷,۴	۰,۰۲۶۵۱۸	۰,۰۱۲۵۴	۴۰۷	۴۰۸	۲۸۸
۰,۶	۰,۰۰۰۹۶۴	۰,۰۰۰۴۵۶	۷	۸	۲۸۹
۷,۷	۰,۰۱۱۷۴۳	۰,۰۰۵۵۵۳	۸	۶	۲۹۰
۲۷,۶	۰,۰۴۲۱۴۵	۰,۰۱۹۹۳	۳۰۸	۱۶۱	۲۹۱
۳۴,۲	۰,۱۲۱۰۶۸	۰,۲۷۵۹۰۸	۲۳۲	۱۱۴	۲۹۲
۳۰,۹	۰,۱۰۹۳۴۲	۰,۲۴۹۱۸۶	۲۳۳	۲۳۲	۲۹۳
۲۸,۸	۰,۱۰۱۷۲۲	۰,۲۳۱۸۲	۲۳۴	۲۳۳	۲۹۴
۱۹,۲	۰,۰۶۷۸۴۹	۰,۱۵۴۶۲۶	۲۳۶	۲۳۴	۲۹۵
۴۶,۰	۰,۱۶۲۶۳۶	۰,۳۷۰۶۴۱	۲۳۷	۲۳۶	۲۹۶

ادامه جدول ۲۴: اطلاعات خطوط در دک بهره‌برداری

طول (m)	راکتانس (%pu)	مقاومت (%pu)	شماره گره انتها	شماره گره ابتدا	شماره خط
۱,۹	۰,۰۰۵۷۱۸	۰,۰۰۳۰۷۸	۳۱	۳۲	۲۹۷
۱,۰	۰,۰۰۲۸۷۹	۰,۰۰۱۵۵	۱	۲	۲۹۸
۱,۱	۰,۰۰۳۳۹۲	۰,۰۰۱۸۲۶	۳۷	۳۶	۲۹۹
۰,۵	۰,۰۰۱۶۲۶	۰,۰۰۰۸۷۵	۵۷	۵۸	۳۰۰
۱,۶	۰,۰۰۴۶۹۶	۰,۰۰۲۵۲۸	۶۶	۶۷	۳۰۱
۱,۲	۰,۰۰۳۵۷۱	۰,۰۰۱۹۲۲	۶۳	۶۲	۳۰۲
۱,۲	۰,۰۰۳۶۹۶	۰,۰۰۱۹۹	۶۴	۶۲	۳۰۳
۱۱,۵	۰,۰۳۴۵۹۳	۰,۰۱۸۶۲۱	۳۹۷	۳۹۸	۳۰۴
۵۹,۰	۰,۱۷۸۲۷۲	۰,۰۹۵۹۶۴	۲۱	۲۰	۳۰۵
۶۲,۷	۰,۱۸۹۴۱۹	۰,۱۰۱۹۶۴	۳۴	۳۳	۳۰۶
۵۹,۶	۰,۱۸۰۱۵۳	۰,۰۹۶۹۷۶	۳۲	۳۳	۳۰۷
۶۶,۲	۰,۱۹۹۹۵۴	۰,۱۰۷۶۳۵	۲۰	۳۱	۳۰۸
۶۱,۸	۰,۱۸۶۸۱۲	۰,۱۰۰۵۶	۱	۳	۳۰۹
۴۰,۲	۰,۱۲۱۵۶۶	۰,۰۶۵۴۳۸	۵۵	۵۴	۳۱۰
۲۹,۹	۰,۰۹۰۲۹۷	۰,۰۴۸۶۰۷	۵۸	۵۵	۳۱۱
۱۱,۹	۰,۰۳۵۹۱۴	۰,۰۱۹۳۳۲	۵۶	۵۸	۳۱۲
۵۴,۴	۰,۱۶۴۳۷۸	۰,۰۸۸۴۸۴	۶۰	۵۶	۳۱۳
۳۱,۳	۰,۰۹۴۶۹	۰,۰۵۰۹۷۱	۵۱	۴۹	۳۱۴
۳۷,۰	۰,۱۱۱۶۳۱	۰,۰۶۰۰۹۱	۵۲	۵۱	۳۱۵
۴۰,۳	۰,۱۲۱۶۴۱	۰,۰۶۵۴۷۹	۵۳	۵۲	۳۱۶
۱۶,۷	۰,۰۵۰۳۶۵	۰,۰۲۷۱۱۱	۷۶	۶۰	۳۱۷
۱۶,۳	۰,۰۴۹۳۷	۰,۰۲۶۵۷۶	۴۳۹	۷۵	۳۱۸
۱۶,۳	۰,۰۴۹۳۷	۰,۰۲۶۵۷۶	۵۳	۴۳۸	۳۱۹
۵۲,۴	۰,۱۵۸۱۹۲	۰,۰۸۵۱۵۴	۷۴	۷۵	۳۲۰
۶۲,۳	۰,۱۸۸۳۵۵	۰,۱۰۱۳۹۱	۷۳	۷۴	۳۲۱
۳۸,۱	۰,۱۱۴۹۶۱	۰,۰۶۱۸۸۳	۷۳	۶۲	۳۲۲
۲۱,۱	۰,۰۶۳۶۹۶	۰,۰۳۴۲۸۷	۶۵	۶۳	۳۲۳
۲۳,۶	۰,۰۷۱۳۳۵	۰,۰۳۸۴	۶۷	۶۵	۳۲۴
۲۶,۲	۰,۰۷۹۱۰۹	۰,۰۴۲۵۸۴	۳۹۷	۱۶۷	۳۲۵
۲۶,۲	۰,۰۷۹۱۰۹	۰,۰۴۲۵۸۴	۲۴۶	۳۹۷	۳۲۶
۵۰,۷	۰,۱۵۳۲۰۱	۰,۰۸۲۴۶۸	۵۴	۲۴۶	۳۲۷

دستورالعمل مطالعات جایابی کلید در شبکه های توزیع

ادامه جدول ۲۴: اطلاعات خطوط در دک بهره‌برداری

طول (m)	راکتانس (%pu)	مقاومت (%pu)	شماره گره انتها	شماره گره ابتدا	شماره خط
۵۷,۵	۰,۱۷۳۸۲۶	۰,۰۹۳۵۷	۲۹۱	۹۱	۳۲۸
۵۶,۸	۰,۱۷۱۶۶۷	۰,۰۹۲۴۰۸	۲۹۱	۳	۳۲۹
۳۱,۴	۰,۰۹۴۸۳۸	۰,۰۵۱۰۵۱	۴۷	۴۹	۳۳۰
۲۴,۰	۰,۰۷۲۵۱۱	۰,۰۳۹۰۳۲	۴۸	۴۷	۳۳۱
۱۰,۰	۰,۰۳۰۲۶۵	۰,۰۱۶۲۹۱	۴۳۹	۷۷	۳۳۲
۱۰,۰	۰,۰۳۰۲۶۵	۰,۰۱۶۲۹۱	۴۳۸	۴۳۹	۳۳۳
۱۰,۰	۰,۰۳۰۲۶۵	۰,۰۱۶۲۹۱	۷۸	۴۳۸	۳۳۴
۱,۲	۰,۰۰۳۷۶۲	۰,۰۰۵۸۹۴	۲۱۵	۲۱۴	۳۳۵
۱۶,۸	۰,۰۵۲۹۲۳	۰,۰۸۲۹۲۲	۵۹	۵۷	۳۳۶
۲۳,۲	۰,۰۷۳۲۴۸	۰,۱۱۴۷۷	۷۹	۶۴	۳۳۷
۱۷,۹	۰,۰۵۶۶۲۱	۰,۰۸۸۷۱۷	۱۲۶	۱۲۷	۳۳۸
۴۹,۳	۰,۱۵۵۷۹۵	۰,۲۴۴۱۰۹	۱۲۵	۱۲۶	۳۳۹
۲۶,۱	۰,۰۸۲۵۲۵	۰,۱۲۹۳۰۵	۱۰۱	۹۹	۳۴۰
۳۰,۲	۰,۰۹۵۴۵۸	۰,۱۴۹۵۶۹	۱۰۲	۱۰۱	۳۴۱
۹,۲	۰,۰۲۹۲۰۲	۰,۰۴۵۷۵۵	۱۰۳	۱۰۲	۳۴۲
۶۱,۴	۰,۱۹۴۱۰۵	۰,۳۰۴۱۳۶	۱۰۵	۱۰۳	۳۴۳
۲۸,۲	۰,۰۸۹۲۱۸	۰,۱۳۹۷۹۲	۱۰۶	۱۰۵	۳۴۴
۲۷,۸	۰,۰۸۷۷۷	۰,۱۳۷۵۲۴	۱۰۸	۱۰۶	۳۴۵
۱۳,۰	۰,۰۴۱۱۴۳	۰,۰۶۴۴۶۵	۱۱۰	۱۰۸	۳۴۶
۴۶,۷	۰,۱۴۷۵۱۹	۰,۲۳۱۱۴۲	۱۱۵	۱۱۱	۳۴۷
۷۱,۶	۰,۲۲۶۰۳۵	۰,۳۵۴۱۶۶	۱۱۶	۱۱۵	۳۴۸
۱۴,۹	۰,۰۴۷۱۳۷	۰,۰۷۳۸۵۷	۲۲۲	۲۲۶	۳۴۹
۲۶,۵	۰,۰۸۳۶۷	۰,۱۳۱۰۹۹	۲۴۰	۲۴۱	۳۵۰
۴۲,۷	۰,۱۳۴۹۶۹	۰,۲۱۱۴۷۷	۲۰۲	۲۰۱	۳۵۱
۴۵,۴	۰,۱۴۳۲۵۸	۰,۲۲۴۴۶۵	۲۰۳	۲۰۲	۳۵۲
۵۳,۸	۰,۱۶۹۸۴۷	۰,۲۶۶۱۲۶	۲۰۸	۲۰۴	۳۵۳
۲۲,۶	۰,۰۷۱۳۲۲	۰,۱۱۱۷۵۱	۲۰۹	۲۰۸	۳۵۴
۱۷,۷	۰,۰۵۶۰۲۴	۰,۰۸۷۷۸۲	۴۲۸	۲۰۹	۳۵۵
۱۷,۷	۰,۰۵۶۰۲۴	۰,۰۸۷۷۸۲	۲۱۱	۴۲۸	۳۵۶
۸,۶	۰,۰۲۷۲۵	۰,۰۴۲۶۹۷	۲۰۶	۲۰۵	۳۵۷
۱۵,۸	۰,۰۵۰۰۰۸	۰,۰۷۸۳۵۶	۲۰۷	۲۰۶	۳۵۸

دستورالعمل مطالعات جایابی کلید در شبکه های توزیع

ادامه جدول ۲۴: اطلاعات خطوط در دک بهره‌برداری

طول (m)	راکتانس (%pu)	مقاومت (%pu)	شماره گره انتها	شماره گره ابتدا	شماره خط
۱۳,۵	۰,۰۴۲۷۶۳	۰,۰۶۷۰۰۴	۱۹۰	۱۹۱	۳۵۹
۶۴,۶	۰,۰۲۰۳۹۷۷	۰,۳۱۹۶۰۳	۱۸۸	۱۹۰	۳۶۰
۷,۰	۰,۰۲۲۰۷	۰,۰۳۴۵۸۱	۲۳۱	۱۸۹	۳۶۱
۲۲,۹	۰,۰۷۲۴۳۳	۰,۱۱۳۴۹۳	۱۸۵	۲۳۱	۳۶۲
۲۵,۷	۰,۰۸۱۲۰۳	۰,۱۲۷۲۳۴	۱۸۵	۱۸۷	۳۶۳
۲۶,۹	۰,۰۸۴۸۷۸	۰,۱۳۲۹۹۲	۱۸۷	۱۹۲	۳۶۴
۴۵,۶	۰,۱۴۴۰۳۹	۰,۲۲۵۶۸۹	۱۹۳	۱۹۲	۳۶۵
۲۰,۴	۰,۰۶۴۳۹۵	۰,۱۰۰۸۹۸	۱۹۳	۱۹۶	۳۶۶
۴۷,۸	۰,۱۵۱۰۷۹	۰,۲۳۶۷۱۹	۱۹۶	۱۹۷	۳۶۷
۲۲,۸	۰,۰۷۱۸۶۶	۰,۱۱۲۶۰۴	۱۹۴	۱۹۵	۳۶۸
۲۶,۴	۰,۰۸۳۵۳۸	۰,۱۳۰۸۹۳	۱۷۸	۱۸۰	۳۶۹
۲۹,۵	۰,۰۹۳۲۱۵	۰,۱۴۶۰۵۴	۱۷۷	۱۷۸	۳۷۰
۱۸,۱	۰,۰۵۷۱۲۳	۰,۰۸۹۵۰۴	۱۷۶	۱۷۷	۳۷۱
۱۲,۳	۰,۰۳۸۹۲۳	۰,۰۶۰۹۸۷	۱۷۵	۱۷۶	۳۷۲
۵۴,۹	۰,۱۷۳۲۸۱	۰,۲۷۱۵۰۷	۱۷۴	۱۷۵	۳۷۳
۵۲,۴	۰,۱۶۵۳۸۱	۰,۲۵۹۱۳	۱۷۳	۱۷۴	۳۷۴
۱۳,۴	۰,۰۴۲۲۳	۰,۰۶۶۱۶۸	۱۷۲	۱۷۳	۳۷۵
۲۹,۴	۰,۰۹۲۸۳۱	۰,۱۴۵۴۵۳	۱۷۱	۱۷۲	۳۷۶
۲۷,۶	۰,۰۸۷۲۲۸	۰,۱۳۶۶۷۴	۱۶۸	۱۷۱	۳۷۷
۲۱,۹	۰,۰۶۹۲۹۹	۰,۱۰۸۵۸۲	۱۶۶	۱۶۸	۳۷۸
۲۷,۵	۰,۰۸۶۷۱۴	۰,۱۳۵۸۶۹	۱۷۰	۱۶۸	۳۷۹
۱۵,۰	۰,۰۴۷۵۲	۰,۰۷۴۴۵۷	۱۲۰	۱۱۹	۳۸۰
۲۵,۶	۰,۰۸۰۷۹۸	۰,۱۲۶۵۹۹	۱۳۲	۱۳۳	۳۸۱
۱۴,۲	۰,۰۴۴۹۲۴	۰,۰۷۰۳۹	۴۱۰	۱۳۱	۳۸۲
۱۴,۲	۰,۰۴۴۹۲۴	۰,۰۷۰۳۹	۱۳۴	۴۱۰	۳۸۳
۴۸,۴	۰,۱۵۳۰۱	۰,۲۳۹۷۴۵	۱۳۴	۱۳۵	۳۸۴
۱۶,۰	۰,۰۵۰۵۰۹	۰,۰۷۹۱۴۱	۲۵۱	۲۵۲	۳۸۵
۳۱,۲	۰,۰۹۸۵۶۷	۰,۱۵۴۴۴	۲۵۰	۲۵۱	۳۸۶
۲۵,۶	۰,۰۸۱۰۲۳	۰,۱۲۶۹۵۲	۱۳۷	۱۳۶	۳۸۷
۱۶,۳	۰,۰۵۱۵۵۸	۰,۰۸۰۷۸۴	۱۴۰	۱۳۷	۳۸۸
۱۴,۸	۰,۰۴۶۷۶۳	۰,۰۷۳۲۷۱	۱۴۱	۱۴۰	۳۸۹

دستورالعمل مطالعات جایابی کلید در شبکه های توزیع

ادامه جدول ۲۴: اطلاعات خطوط در دک بهره‌برداری

طول (m)	راکتانس (%pu)	مقاومت (%pu)	شماره گره انتها	شماره گره ابتدا	شماره خط
۱۱,۱	۰,۰۳۵۰۰۵	۰,۰۵۴۸۴۷	۱۳۹	۱۳۸	۳۹۰
۸,۲	۰,۰۲۶۰۵۲	۰,۰۴۰۸۲	۱۴۴	۱۴۵	۳۹۱
۹,۹	۰,۰۳۱۳۸۶	۰,۰۴۹۱۷۷	۱۵۸	۱۵۷	۳۹۲
۷,۸	۰,۰۲۴۴۹۲	۰,۰۳۸۳۷۵	۱۵۴	۱۵۵	۳۹۳
۸,۰	۰,۰۲۵۳۱۵	۰,۰۳۹۶۶۵	۱۵۱	۱۵۰	۳۹۴
۱۷,۰	۰,۰۵۳۷۱۸	۰,۰۸۴۱۶۹	۴۰۳	۱۴۶	۳۹۵
۱۷,۰	۰,۰۵۳۷۱۸	۰,۰۸۴۱۶۹	۱۴۷	۴۰۳	۳۹۶
۳۷,۷	۰,۱۱۹۱۷۷	۰,۱۸۶۷۳۳	۱۴۸	۱۴۷	۳۹۷
۶۰,۷	۰,۱۹۱۸۴۸	۰,۳۰۰۵۹۹	۲۶۶	۲۶۵	۳۹۸
۵۷,۴	۰,۱۸۱۲۰۱	۰,۲۸۳۹۱۷	۲۶۷	۲۶۶	۳۹۹
۶۶,۹	۰,۲۱۱۲۱۵	۰,۳۳۰۹۴۵	۲۶۸	۲۶۷	۴۰۰
۵۳,۰	۰,۱۶۷۲۹۵	۰,۲۶۲۱۲۸	۲۱۱	۲۶۸	۴۰۱
۴۸,۸	۰,۱۵۴۱۸	۰,۲۴۱۵۷۹	۲۷۳	۲۶۹	۴۰۲
۱۸,۳	۰,۰۵۷۸۹۱	۰,۰۹۰۷۰۷	۲۷۱	۲۷۲	۴۰۳
۳۰,۱	۰,۰۹۴۹۹	۰,۱۴۸۸۳۵	۲۷۰	۲۷۱	۴۰۴
۴۴,۵	۰,۱۴۰۵۵۶	۰,۲۲۰۳۳۱	۱۹۱	۲۷۰	۴۰۵
۱۶,۶	۰,۰۵۲۵۲	۰,۰۸۲۲۹۲	۲۹۷	۳۰۱	۴۰۶
۸,۲	۰,۰۲۵۹۶۶	۰,۰۴۰۶۸۴	۳۰۰	۲۹۷	۴۰۷
۱۹,۶	۰,۰۶۱۸۰۶	۰,۰۹۶۸۴۱	۳۰۵	۳۰۶	۴۰۸
۱,۴	۰,۰۰۴۴۱۳	۰,۰۰۶۹۱۴	۳۰۵	۳۰۴	۴۰۹
۲۴,۹	۰,۰۷۸۵	۰,۱۲۲۹۹۹	۳۰۴	۳۰۳	۴۱۰
۲۴,۳	۰,۰۷۶۶۷۲	۰,۱۲۰۱۳۵	۴۱۲	۳۰۳	۴۱۱
۲۴,۳	۰,۰۷۶۶۷۲	۰,۱۲۰۱۳۵	۳۰۲	۴۱۲	۴۱۲
۲۰,۸	۰,۰۶۵۸۰۶	۰,۱۰۳۱۰۹	۳۰۷	۲۹۳	۴۱۳
۵۱,۶	۰,۱۶۳۱۲۹	۰,۲۵۵۶۰۱	۳۰۹	۳۰۸	۴۱۴
۱۵,۲	۰,۰۴۷۹۴۸	۰,۰۷۵۱۲۸	۴۱۶	۲۳۸	۴۱۵
۱۵,۲	۰,۰۴۷۹۴۸	۰,۰۷۵۱۲۸	۳۱۱	۴۱۶	۴۱۶
۱۳,۲	۰,۰۴۱۸۲۷	۰,۰۶۵۵۳۶	۴۱۷	۲۳۹	۴۱۷
۱۳,۲	۰,۰۴۱۸۲۷	۰,۰۶۵۵۳۶	۳۱۰	۴۱۷	۴۱۸
۴۳,۷	۰,۱۳۸۱۱۸	۰,۲۱۶۴۱۲	۱۵۹	۳۱۱	۴۱۹
۲۵,۴	۰,۰۸۰۳۱۴	۰,۱۲۵۸۴۱	۲۴۰	۲۳۹	۴۲۰

دستورالعمل مطالعات جایابی کلید در شبکه های توزیع

ادامه جدول ۲۴: اطلاعات خطوط در دک بهره برداری

طول (m)	راکتانس (%pu)	مقاومت (%pu)	شماره گره انتها	شماره گره ابتدا	شماره خط
۳۴,۴	۰,۱۰۸۷۰۱	۰,۱۷۰۳۱۹	۳۱۲	۳۱۳	۴۲۱
۱۱,۰	۰,۰۳۴۷۰۷	۰,۰۵۴۳۸۲	۳۱۷	۳۱۸	۴۲۲
۱۴,۱	۰,۰۴۴۵۴۸	۰,۰۶۹۸	۵۰	۳۱۹	۴۲۳
۱۶,۷	۰,۰۵۲۷۷۲	۰,۰۸۲۶۸۶	۲۴۵	۳۲۴	۴۲۴
۲۴,۵	۰,۰۷۷۵۰۷	۰,۱۲۱۴۴۳	۳۲۳	۳۲۲	۴۲۵
۳۷,۸	۰,۱۱۹۳۵۳	۰,۱۸۷۰۰۹	۳۲۴	۳۲۳	۴۲۶
۱۲,۶	۰,۰۳۹۷۵۱	۰,۰۶۲۲۸۵	۳۲۵	۲۲۵	۴۲۷
۲۰,۴	۰,۰۶۴۵۸۵	۰,۱۰۱۱۹۵	۲۲۸	۲۲۷	۴۲۸
۱۹,۴	۰,۰۶۱۳۱۸	۰,۰۹۶۰۷۷	۳۲۵	۲۲۷	۴۲۹
۲۴,۲	۰,۰۷۶۳۷۷	۰,۱۱۹۶۷۳	۱۸۲	۱۸۱	۴۳۰
۱۷,۴	۰,۰۵۴۸۶۹	۰,۰۸۵۹۷۳	۴۳۴	۲۵۰	۴۳۱
۱۷,۴	۰,۰۵۴۸۶۹	۰,۰۸۵۹۷۳	۴۳۴	۱۳۶	۴۳۲
۲۸,۵	۰,۰۸۹۹۴	۰,۱۴۰۹۲۴	۸۰	۳۲۶	۴۳۳
۴۰,۸	۰,۱۲۸۷۸۱	۰,۲۰۱۷۸۱	۳۲۷	۱۴۲	۴۳۴
۱۱,۸	۰,۰۳۷۳۷۷	۰,۰۵۸۵۶۵	۴۳۷	۳۳۲	۴۳۵
۱۱,۸	۰,۰۳۷۳۷۷	۰,۰۵۸۵۶۵	۴۳۶	۴۳۷	۴۳۶
۱۱,۸	۰,۰۳۷۳۷۷	۰,۰۵۸۵۶۵	۳۳۱	۴۳۶	۴۳۷
۳۸,۴	۰,۱۲۱۱۶۴	۰,۱۸۹۸۴۷	۳۱۴	۳۳۱	۴۳۸
۴۶,۴	۰,۱۴۶۷۰۶	۰,۲۲۹۸۶۷	۳۱۳	۳۱۵	۴۳۹
۱۱,۲	۰,۰۳۵۵۳۳	۰,۰۵۵۶۷۵	۳۳۳	۲۱۵	۴۴۰

جدول ۲۵: اطلاعات ترانسفورماتورهای توزیع و میزان بار آنها در دک بهره برداری

بارگیری قرائت شده (KVA)	شماره گره	ظرفیت (KVA)	شماره ترانس
۳۳,۱۲	۳۸۶	۱۲۵	۱
۴۱,۹۲	۳۳۴	۱۲۵	۲
۱۶۱,۱۸۴	۳۵۲	۱۲۵	۳
۱۱۱,۰۸۸	۳۹۰	۱۲۵	۴
۱۱۴,۸۱۶	۳۷۵	۱۲۵	۵
۱۵۷,۳۲	۴۴۰	۱۲۵	۶
۷۳,۳۶	۳۴۰	۱۲۵	۷
۹۱,۷	۳۹۲	۱۲۵	۸

دستورالعمل مطالعات جابجایی کلید در شبکه های توزیع

ادامه جدول ۲۵: اطلاعات ترانسفورماتورهای توزیع و میزان بار آنها در دک بهره برداری

شماره ترانس	ظرفیت (KVA)	شماره گره	بارگیری قرائت شده (KVA)
۹	۱۲۵	۳۴۲	۲۲۵,۳۲
۱۰	۱۲۵	۳۳۷	۱۲۴,۲
۱۱	۱۲۵	۳۷۷	۱۴۶,۲۸
۱۲	۱۲۵	۴۱۴	۸۵,۵۶
۱۳	۱۲۵	۴۲۰	۵۷,۹۶
۱۴	۱۲۵	۴۲۱	۱۴۹,۳۴
۱۵	۱۲۵	۴۲۶	۱۹۸,۲۲۳۲
۱۶	۱۲۵	۴۲۹	۱۸۸,۱۶۸۴
۱۷	۱۲۵	۳۷۸	۳۱۶,۴۶۱۶
۱۸	۱۲۵	۳۳۵	۲۸۰,۶۰۲
۱۹	۱۲۵	۳۵۱	۲۰۸,۶۵۶
۲۰	۱۲۵	۳۷۱	۲۴۷,۵۹
۲۱	۱۲۵	۳۴۵	۲۳۴,۳۸۵۲
۲۲	۱۲۵	۳۸۸	۱۲۵,۱۹۳۶
۲۳	۱۲۵	۳۳۶	۲۸۱,۶۸۵۶
۲۴	۱۲۵	۴۰۱	۲۵۳,۸۶۴۸
۲۵	۱۲۵	۳۸۴	۳۰۹,۵۰۶۴
۲۶	۱۲۵	۳۷۲	۱۵۸,۴۵۷۶
۲۷	۱۲۵	۳۷۰	۲۳۶,۴۷۶۸
۲۸	۱۲۵	۳۶۸	۳۱۶,۴۶۱۶
۲۹	۱۲۵	۳۵۶	۱۴۲,۵۸۱۶
۳۰	۱۲۵	۳۴۷	۲۵۳,۸۶۴۸
۳۱	۱۲۵	۳۶۱	۱۳۲,۱۴۸۸
۳۲	۱۲۵	۴۱۸	۲۱۴,۵۷۸
۳۳	۱۲۵	۴۱۹	۱۶۸,۳۶۱۲
۳۴	۱۲۵	۴۳۵	۱۳۲,۱۴۸۸
۳۵	۱۲۵	۳۷۹	۴۰۱,۸۵۶
۳۶	۱۲۵	۳۶۳	۲۳۸,۴۶۴
۳۷	۱۲۵	۳۴۱	۲۹۳,۴۴
۳۸	۱۲۵	۳۸۰	۳۴۷,۹۳۶

دستورالعمل مطالعات جایابی کلید در شبکه های توزیع

ادامه جدول ۲۵: اطلاعات ترانسفورماتورهای توزیع و میزان بار آنها در دک بهره‌برداری

شماره ترانس	ظرفیت (KVA)	شماره گره	بارگیری قرائت شده (KVA)
۳۹	۱۲۵	۳۸۲	۳۳۵,۳۶
۴۰	۱۲۵	۳۹۴	۲۶۸,۲۸۸
۴۱	۱۲۵	۳۹۳	۲۸۵,۰۵۶
۴۲	۱۲۵	۳۸۳	۲۶۰,۵۴۴
۴۳	۱۲۵	۳۵۳	۳۶۸,۸۹۶
۴۴	۱۲۵	۳۴۳	۱۲۹,۹۵۲
۴۵	۱۲۵	۳۴۴	۱۶۷,۶۸
۴۶	۱۲۵	۳۹۱	۳۶۲,۱۱۲
۴۷	۱۲۵	۳۸۹	۲۶۹,۳۷۶
۴۸	۱۲۵	۳۴۶	۳۶۰,۵۱۲
۴۹	۱۲۵	۳۷۴	۲۲۹,۶۳۲
۵۰	۱۲۵	۳۶۵	۳۰۴,۷۰۴
۵۱	۱۲۵	۳۵۹	۳۱۷,۹۵۲
۵۲	۱۲۵	۳۵۸	۲۹۵,۸۷۲
۵۳	۱۲۵	۳۵۷	۲۹۱,۴۵۶
۵۴	۱۲۵	۳۶۰	۲۶۰,۵۴۴
۵۵	۱۲۵	۳۴۹	۲۸۷,۰۴
۵۶	۱۲۵	۴۱۵	۳۹۷,۴۴
۵۷	۱۲۵	۳۵۰	۳۷۰,۹۴۴
۵۸	۱۲۵	۳۶۲	۴۶۸,۰۹۶
۵۹	۱۲۵	۴۲۴	۳۳۵,۶۱۶
۶۰	۱۲۵	۴۳۰	۲۹۸,۶۸
۶۱	۱۲۵	۳۸۵	۳۱۴,۶۴
۶۲	۱۲۵	۳۸۷	۲۵۳,۹۲
۶۳	۱۲۵	۳۵۴	۳۴۵,۸۴
۶۴	۱۲۵	۳۸۱	۲۷۲,۴۸
۶۵	۱۲۵	۳۹۵	۲۴۲,۸۸
۶۶	۱۲۵	۳۹۶	۲۹۲,۵۶
۶۷	۱۲۵	۴۱۳	۳۷۷,۲۸
۶۸	۱۲۵	۳۷۳	۳۴۲,۲۴
۶۹	۱۲۵	۳۶۷	۳۵۳,۲۸

دستورالعمل مطالعات جایابی کلید در شبکه های توزیع

ادامه جدول ۲۵: اطلاعات ترانسفورماتورهای توزیع و میزان بار آنها در دک بهره‌برداری

شماره ترانس	ظرفیت (KVA)	شماره گره	بارگیری قرائت شده (KVA)
۷۰	۱۲۵	۳۷۶	۷۷,۲۸
۷۱	۱۲۵	۳۴۸	۴۱۹,۵۲
۷۲	۱۲۵	۳۳۹	۳۳۶,۷۲
۷۳	۱۲۵	۳۶۹	۱۳۲,۴۸
۷۴	۱۲۵	۴۲۵	۳۸۰,۸۸
۷۵	۱۲۵	۳۶۴	۲۶۴,۹۶
۷۶	۱۲۵	۳۳۸	۳۱۴,۶۴
۷۷	۱۲۵	۳۶۶	۴۲۴,۲۶۷۲

در ادامه نیاز است تا اطلاعات مورد نیاز برای محاسبات قابلیت اطمینان و مدل‌سازی تغییرات زمانی بار گردآوری شود. در این مثال مدل بار متوسط برای محاسبات قابلیت اطمینان استفاده شده است. مدهای خرابی برای محاسبات قابلیت اطمینان نیز به صورت متوسط در طول فیدر همانند جدول ۲۹ در نظر گرفته شده است.

جدول ۲۶: اطلاعات بار متوسط، ضریب بار، نرخ خرابی، مدت تعمیر و نرخ خرابی استخراج شده از بانک‌های اطلاعاتی

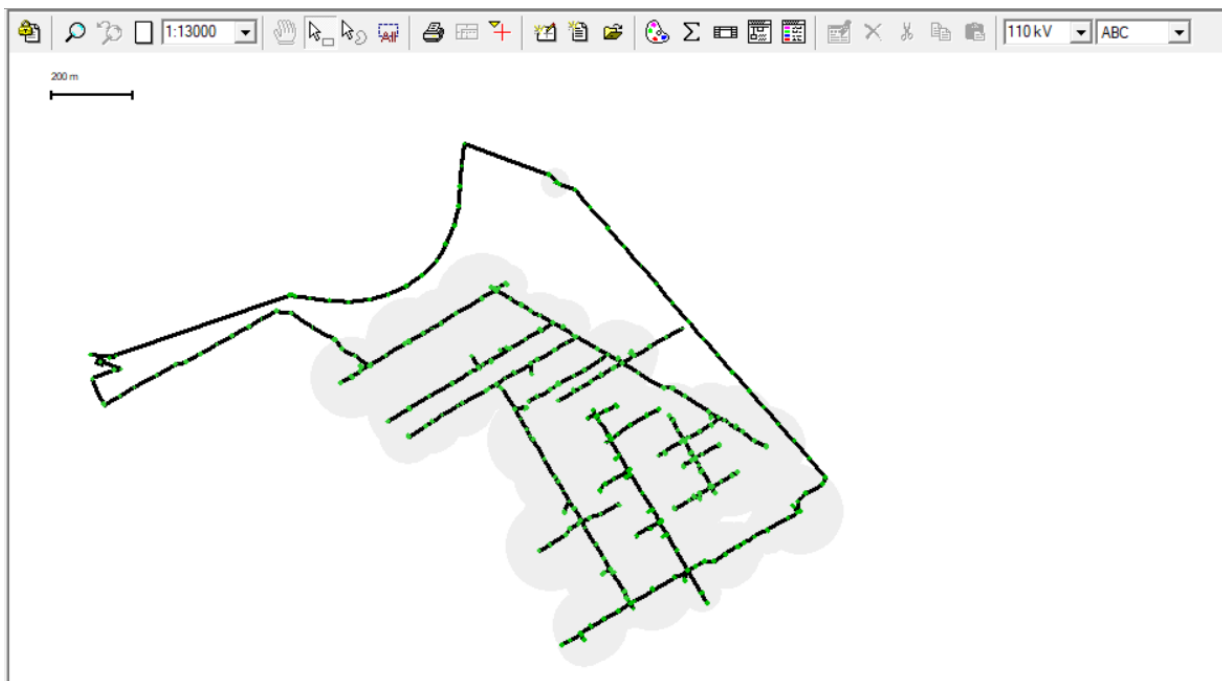
فیدر	بار متوسط سالانه (MW)	ضریب بار	ضریب تلفات	$\lambda(\text{fail/year})$	$r(\text{min})$	طول فیدر (km)	λ/km	$U \times P$
F1	۲,۵۳	۰,۴۵۴	۰,۲۸	۶,۳۳	۳۶,۶۳	۴,۵۷	۱,۳۸۵۷	۹,۷۸
F2	۴,۹۴	۰,۴۱	۰,۲۴	۱۱	۲۰,۲۴	۵,۷۱	۱,۹۲۶۶۴	۱۸,۳۳

ج-۱-محاسبات در حالت پایه

در حالت پایه وضعیت پخش بار و شاخص انرژی توزیع نشده فیدرهای نمونه همانند جدول ۲۷ می‌باشد. از این اعداد برای محاسبه میزان بهبود وضعیت بهره‌برداری شبکه (تلفات، ولتاژ، بارگذاری و انرژی توزیع نشده) بعد از کلید گذاری استفاده می‌شود. این محاسبات در نرم افزار دیگسایلنت همانند شکل ۱۹ انجام شده است.

جدول ۲۷: نتایج پخش بار، آنالیز تلفات و قابلیت اطمینان فیدرهای نمونه در حالت موجود و اولیه

نام فیدر	توان اکتیو ورودی پیک (MW)	ضریب قدرت ورودی در پیک (%)	بیشینه بارگیری در پیک (%)	کمینه ولتاژ فیدر در پیک (pu)	تلفات توان پیک (MW)	انرژی ورودی (MWh)	تلفات انرژی (MWh)	انرژی از دست رفته (MWh)
F1	۵,۵۸	۹۱,۸۸	۳۴	۰,۹۹۷	۰,۱۱۳	۱۳۷۶۰,۵۷	۲۹۷,۳۱	۷,۹۶۷
F2	۱۲,۰۶	۹۱,۸۷	۷۳	۱,۰۱	۰,۲۶۶	۲۶۷۱۵,۹۲	۶۲۹,۹۱	۱۷,۹۶
مجموع همزمان	۱۷,۶۴	-	-	-	۰,۳۲۶	۴۰۴۷۶	۹۲۷	۲۵,۹۳



شکل ۱۹: محاسبات پخش بار و قابلیت اطمینان در حالت پایه، جهت دستیابی به تلفات انرژی و انرژی توزیع نشده

ج-۲- یافتن مکان بهینه کلیدها بر روی فیدرها

در این مثال فرض شده است که بودجه تخصیص یافته برای جایابی کلید تنها شامل ۲ کلید اتوماسیون جدید می باشد. برای سادگی مسأله نیز قیود خاصی نیز برای بارهای شبکه و محدودیت نصب کلید در نظر گرفته نشده است. برای جایابی کلید باید گام های حل مسأله همانند آنچه که در دستورالعمل آمده است بررسی شود. نتایج بررسی این گام ها در جدول ۲۸ آورده شده است.

جدول ۲۸: بررسی گام های حل مسأله جایابی کلید در فیدرهای نمونه

ردیف	گام های حل مسأله جایابی کلید به روش سطح دوم	توضیحات
۱	تعیین تابع هدف	از آنجایی که بودجه تخصیص یافته برای این دو فیدر از قبل مشخص و ثابت است، عبارت سرمایه گذاری و هزینه بهره برداری یک مقدار ثابت بوده و می تواند حذف شود و می توان تابع هدف را به صورت کاهش انرژی توزیع نشده با صرف نظر کردن از تلفات (تلفات در این فیدرهای نمونه کمتر از ۲,۵ درصد است) در نظر گرفت.
۲	تعیین قیود مورد بررسی	قیود در نظر گرفته شده شامل بهره برداری شعاعی، قیود پخش بار، حداقل افت ولتاژ، بارگیری خطوط و ترانسفورماتورهاست

دستورالعمل مطالعات جایابی کلید در شبکه های توزیع

ادامه جدول ۲۸: بررسی گام‌های حل مسأله جایابی کلید در فیدرهای نمونه

ردیف	گام‌های حل مسأله جایابی کلید به روش سطح دوم	توضیحات
۳	تعیین متغیرهای تصمیم	چون تعداد و قابلیت کلیدهای جدید و قدیم مشخص است، متغیرهای تصمیم در این مسأله شامل مکان کلیدهای جدید و قدیم، وضعیت کلیدها (NO یا NC) است.
۴	تعیین محاسبات مورد نیاز	طبق بند ۷-۸-۴ در این مسأله تنها محاسبات پخش بار و قابلیت اطمینان انجام می‌گردد
۵	ساده سازی مسأله و کاهش ابعاد جستجو	از آنجایی که در این دو فیدر امکان برقراری بیش از یک کلید NO نیست، پس متغیرهای تصمیم به مکان‌یابی یک کلید NO و دو کلید NC تغیل می‌گردد. کلید NO تنها در مسیر اصلی بین دو فیدر امکان قرار گیری دارد. باتوجه به وضعیت محدودیات افت ولتاژ و بارگیری ترانسفورماتورها محدوده مجاز قرارگیری کلید NO در شکل ۲۰ روبرو مشخص شده است. باتوجه به الزامات کلید گذاری بند ۷-۲ و ۷-۳ باید برای هر فیدر یک کلید NC جداگانه در نظر گرفت. باتوجه به اینکه در این دو فیدر ۴۴۰ اسپن وجود دارد و ۷۷ نقطه بار، می‌توان فضای جستجو را به نقاط بار کاهش داد.
۶	برآورد تعداد کل فضای جستجو	از آنجایی که در این مرحله مطالعه گر حدود مجاز قرارگیری مکان کلیدها را باید شناسایی کند یکی از گام‌های اصلی برای جایابی است. باتوجه به ساده‌سازی های انجام شده امکان قرارگیری کلیدها NO تنها در ۱۳ نقطه وجود دارد و کلیدها NC در ۷۶ نقطه لذا بیشترین تعداد حالت فضای جستجو برابر است با $13 \times \binom{76}{2} = 37050$
۷	انتخاب الگوریتم جستجو	باتوجه به مقدار بیشترین تعداد حالات جستجو، برای جایابی کلید در این نمونه از روش یکایک شماری استفاده می‌شود.

پیشگفتار

فهرست

شکل

جدول

۱

۲

۳

۴

۵

۶

۷

۸

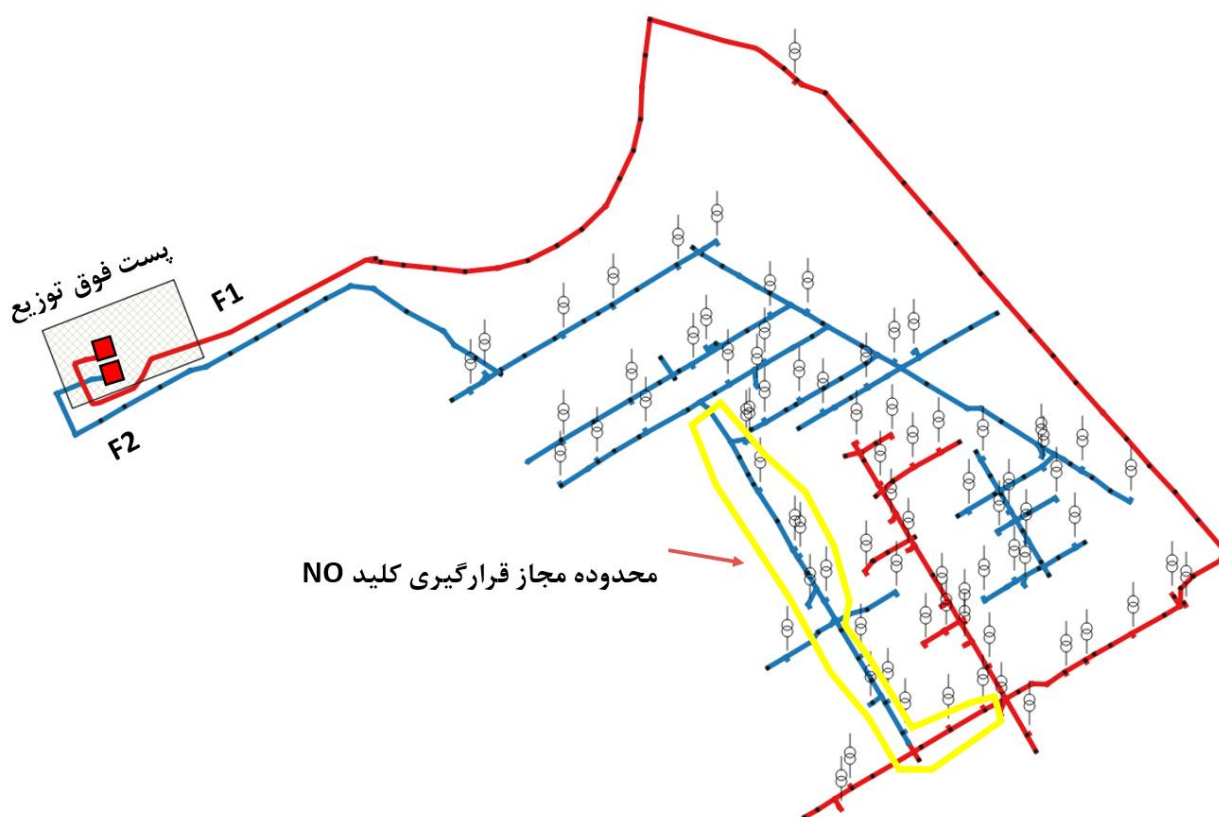
پ الف

پ ب

پ ج

مراجع

اعضا



شکل ۲۰: محدوده مجاز قرارگیری کلید NO

باتوجه به تصمیمات اتخاذ شده در جدول ۲۸ بیان ریاضی تابع هدف و قیود بهینه سازی جاییابی کلید در این مثال به صورت روابط (۱۴) الی (۲۳) می باشد. تابع هدف در (۱۴) به صورت کمینه سازی انرژی توزیع نشده است. شاخص انرژی تأمین نشده که در مواقع پیش بینی قابلیت اطمینان شبکه به شاخص انرژی تأمین نشده انتظاری (EENS) نیز شناخته می شود. در این مثال L_{ai} مقدار متوسط بار متصل به نقطه بار i مدت زمان خاموشی نقطه بار i است.^۲

قیود بیشینه جریان موثر از خطوط شبکه، بیشینه ظرفیت مجاز ترانسفورماتورهای شبکه و کمینه و بیشینه ولتاژ موثر شینه های شبکه در روابط (۱۵) الی (۱۷) آورده شده است.^۳ در این روابط I_i^{MAX} ، S_{tr}^{MAX} به ترتیب مقدار بیشینه جریان موثر عبوری از خطوط و بیشینه ظرفیت مجاز بهره برداری از ترانسفورماتورهای شبکه

^۲Expected Energy Not Supplied

^۲ از آنجایی که تابع هدف این مسأله شاخص انرژی توزیع نشده شبکه می باشد، لذا نیاز است تا محاسبات پیش بینی قابلیت اطمینان انجام شود. نحوه محاسبه این شاخص به صورت کلی باید منطبق با دستورالعمل دیگری که در دفتر مهندسی و راهبری شرکت توانیر در حال تهیه است، باشد. برای محاسبه این شاخص و در مرحله تحلیل اثر خطا (FEA) نیاز است تا نحوه عملیات جداسازی خطا و بازایی بار منطبق بر واقعیات بهره برداری و دیسپاچینگ هر شرکت توزیع و دستورالعمل های ثابت بهره برداری تهیه شده توسط شرکت توانیر باشد. به عنوان مثال اگر این عملیات طبق یکسری سناریوهای کلیدزنی از قبل تعیین شده انجام می گیرد باید محاسبات مرتبط با FEA بر طبق این سناریوها باشد. یا اگر این عملیات بر اساس اتوماسیون کامل شبکه و براساس بهینه سازی وضعیت کلیدها انجام می گردد نیاز است که در هر مرحله FEA یک مسأله بهینه سازی انجام گردد.

^۳ از آنجایی که تابع هدف مسأله وابسته به مکان کلیدهای شبکه (متغیرهای تصمیم) بوده و مکان کلیدهای شبکه نیز بر روی معادلات پخش بار و محدودیات بهره برداری شبکه تأثیر می گذارند لذا متغیرهای تصمیم و محدودیات بهره برداری شبکه به هم وابسته می باشند. دقت شود که این محدودیات، محدودیات حالت دائم شبکه را نشان می دهد.

برحسب پریونیت می باشد. NL تعداد خطوط، NTr تعداد ترانسفورماتورهای شبکه، I_l مقدار جریان موثر عبوری از شاخه l بر حسب پریونیت، S_{tr} مقدار توان ظاهری عبوری از ترانسفورماتور tr ، V_i مقدار موثر ولتاژ گره i بر حسب پریونیت، $Nnode$ تعداد گره های شبکه، V^{MAX} بیشینه مجاز و V^{MIN} کمینه مجاز ولتاژ موثر گره ها بر حسب پریونیت می باشد. لازم به ذکر است روابط (۱۸) و (۱۹) محدودیات پخش بار توان اکتیو و راکتیو را در گره ها (چون در این مثال هیچگونه تولیدی در طول فیدر وجود ندارد در معادلات فقط مقدار توان مصرفی بار آورده شده است) را نشان می دهد. در این دو رابطه P_{Di} و Q_{Di} به ترتیب توان اکتیو و راکتیو مصرفی بارها در گره i می باشد. Y_{in} و θ_{in} به ترتیب المان (i,n) از ماتریس ادمیتانس شبکه و زاویه آن می باشد. δ_n و δ_i به ترتیب زاویه ولتاژ گره i و n می باشد. در معادلات (۲۰) و (۲۱) V_{l1} ، V_{l2} و Z_{12} به ترتیب ولتاژ ابتدا و انتهای خط و امپدانس خط l را نشان می دهد. و V_{tr1} ، V_{tr2} و Z_{tr12} به ترتیب ولتاژ ابتدا و انتهای ترانسفورماتور و امپدانس ترانسفورماتور tr را نشان می دهد.

علاوه بر محدودیات بهره برداری بیان شده نیاز است تا در هر لحظه توپولوژی شبکه به صورت ساختار شعاعی یا همان درختی بهره برداری گردد. برای حفظ ساختار درختی در شبکه کافی است تعداد شاخه های درخت (NB) یک واحد کمتر از تعداد گره های آن باشد و درخت همبند باشد. بیان ریاضی این قید در معادلات (۲۲) و (۲۳) آورده شده است. $T_{Network,fd}$ گراف معادل فیدر fd در شبکه و N_{fd} تعداد کل فیدرهای شبکه است. اما از آنجایی که کلید NO فقط در محدوده نشان داده شده در شکل ۲۰ قرار خواهد گرفت نیاز به بررسی معادلات (۲۲) و (۲۳) نخواهد بود.

$$\min : ENS$$

$$ENS = \sum L_{ai} \times U_i \quad (14)$$

sb:

$$I_l \leq I_l^{MAX}, l = 1 \dots NL \quad (15)$$

$$S_{tr} \leq S_{tr}^{MAX}, tr = 1 \dots NTr \quad (16)$$

$$V^{MIN} \leq V_i \leq V^{MAX}, i = 1 \dots Nnode \quad (17)$$

$$P_{Di} = - \sum_{i=1}^N Y_{in} V_i V_n \times \cos(\theta_{in} + \delta_n - \delta_i) \quad (18)$$

$$Q_{Di} = \sum_{i=1}^N Y_{in} V_i V_n \times \sin(\theta_{in} + \delta_n - \delta_i) \quad (19)$$

$$I_l = |(V_{l1} - V_{l2}) / Z_{l12}| \quad (20)$$

$$S_{tr} = |(V_{tr1} - V_{tr2})^2 / Z_{tr12}| \quad (21)$$

$$NB = Nnode - 1 \quad (22)$$

$$T_{Network,fd} \text{ is Connected}, fd = 1 \dots Nfd \quad (23)$$

همانطور که بیان شد برای حل بهینه مکان کلیدها در این دو فیدر نمونه از روش یکایک شماری استفاده می شود، یعنی تمام حالت های ممکن قرارگیری کلید روی شبکه بررسی شده و بهترین حالت (حالت با کمترین ENS) به عنوان کاندید نهایی انتخاب می گردد. لذا فلوچارت برنامه نهایی برای جایابی کلید در این مثال به صورت شکل ۲۱ خواهد بود.

پیشگفتار

فهرست

شکل

جدول

۱

۲

۳

۴

۵

۶

۷

۸

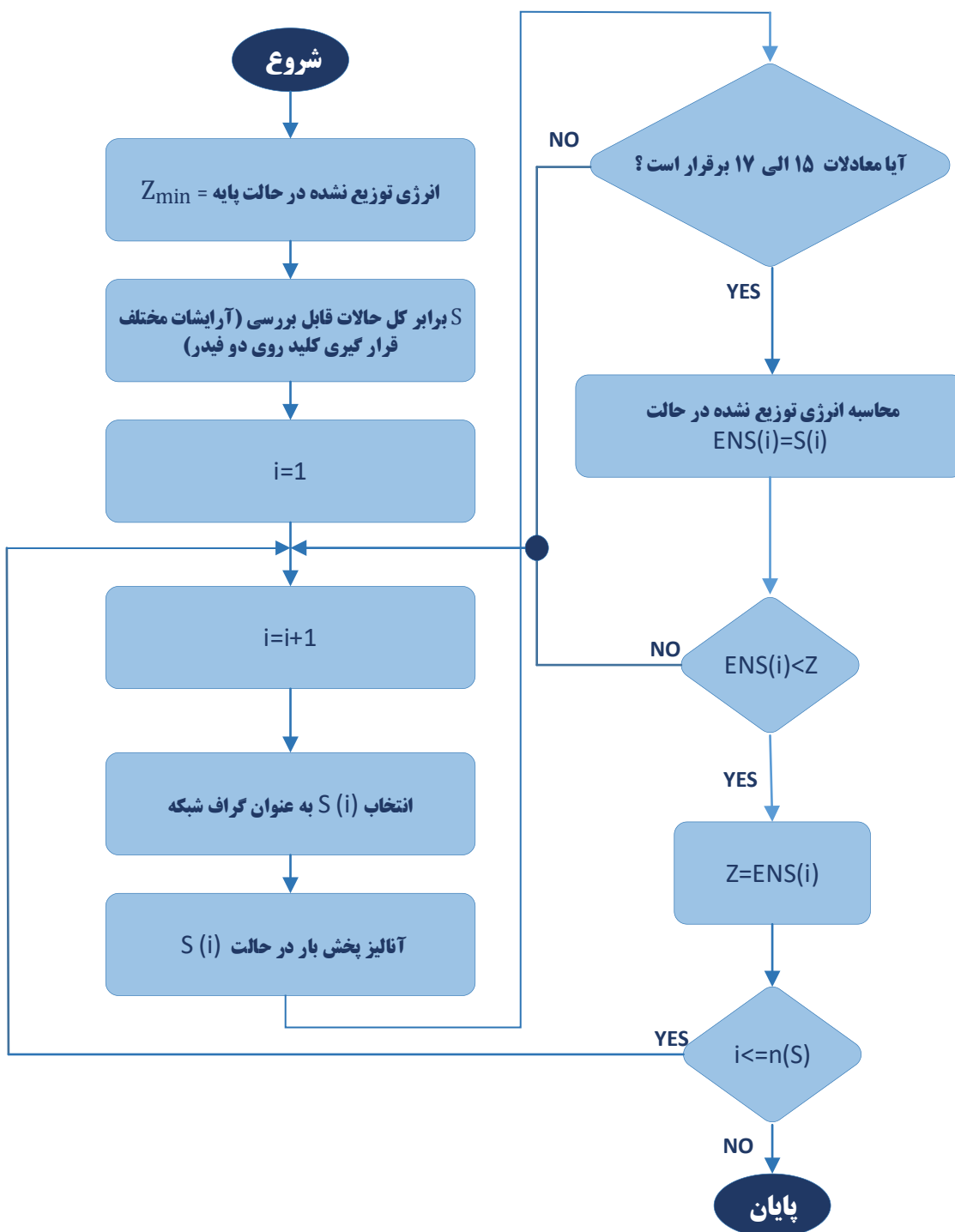
پالفا

پب

پج

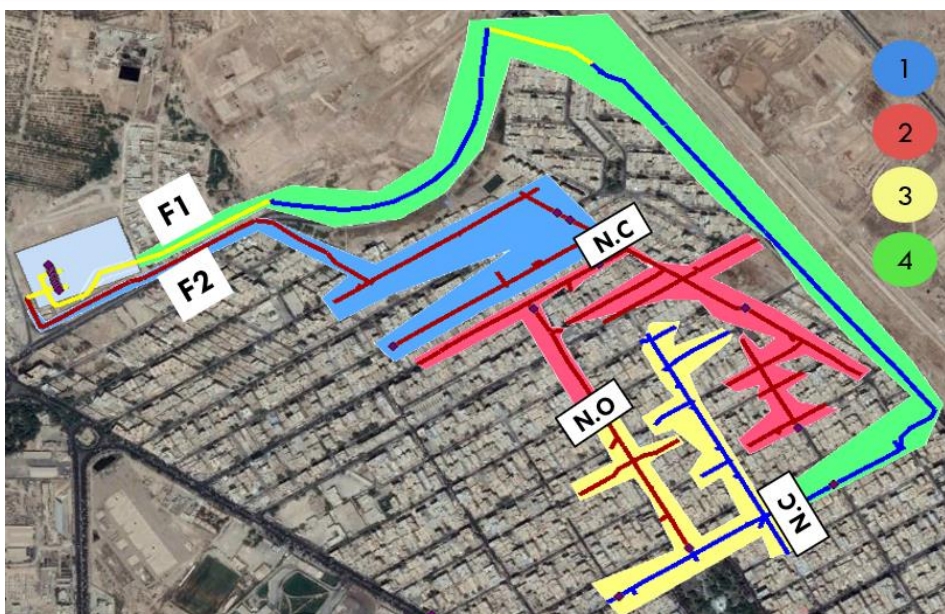
مراجع

اعضا



شکل ۲۱: فلوچارت جایابی بهینه کلید در دو فیدر نمونه

بعد از حل مسأله نتایج حاصل از جایابی کلید در این حالت در شکل ۲۲ نشان داده شده است. نتایج حاصل از محاسبات پخش بار و قابلیت اطمینان شبکه بعد از جایابی بهینه کلیدها برای شبکه در جدول ۲۹ آورده شده است.

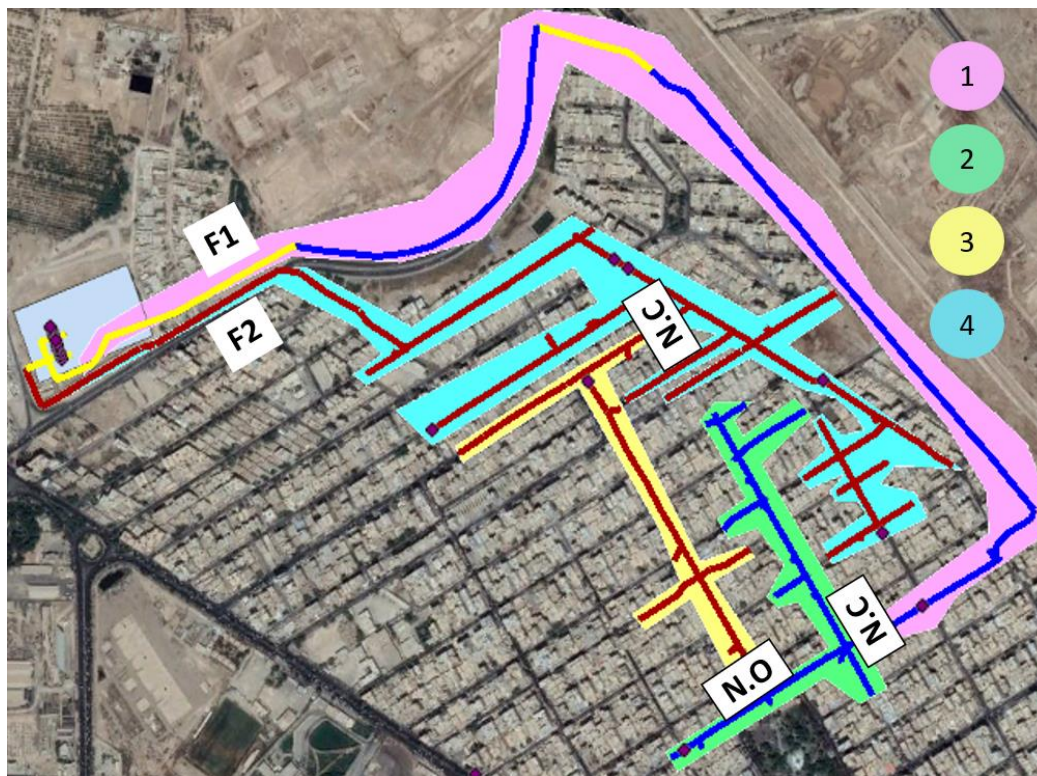


شکل ۲۲: مکان کلیدهای جدید و موجود بعد از جاییابی بهینه کلید بر روی فیدرها نمونه به همراه زون های بوجود آمده بر روی فیدرها
جدول ۲۹: انرژی توزیع نشده و تلفات شبکه و وضعیت بهره برداری بعد از جاییابی کلید

نام فیدر	توان اکتیو ورودی پیک (MW)	ضریب قدرت ورودی پیک (%)	بیشینه بارگیری پیک (%)	کمینه ولتاژ پیک (pu)	تلفات توان پیک (MW)	انرژی ورودی (MWh)	تلفات انرژی (MWh)	انرژی از دست رفته (MWh)
F1	۸,۳۴	۹۱,۸۲	۵۱	۰,۹۹۴	۰,۱۸۹۶۲	۲۰۰۵۰,۳۴	۴۵۴,۸۶	۶,۳۳۲
F2	۹,۲۹	۹۱,۹۰	۵۶	۱,۰۱۲	۰,۱۸۷۳۷	۲۰۴۳۰,۸	۴۷۰,۲۷۴	۶,۲۹۱
مجموع همزمان	۱۷,۴۲	-	-	-	۰,۳۲۷۹	۴۰۴۸۱	۹۲۵,۱۳	۱۲,۶۲۴

ج-۳- یافتن مکان بهینه کلیدها بر روی فیدرهای نمونه به روش سطح اول

برای مقایسه نتایج روش تقریبی بیان شده در سطح اول و محاسبات انجام شده در سطح دوم در این مثال، رویکرد ارائه شده برای جایابی کلید در سطح اول، برای این دو فیدر در این قسمت به کار گرفته خواهد شد. در روش سطح اول بعد از مراحل انتخاب فیدرهای نمونه نیاز است طبق رویکرد پیوست ب مکان کلیدها شناسایی گردد. طبق این رویکرد برای این مثال که دو کلید جدید به همراه یک کلید موجود قرار است در شبکه جایابی شوند آرایش شبکه به صورت یک و نیم کلیدی (۴ زون) در خواهد آمد. لذا مکان کلیدها باید به گونه ای انتخاب شوند که در هر زون حاصل ضرب بار آن زون در کل زمان خاموشی آن زون تقریباً مساوی باشد. مقدار کل $U \times P$ برای این دو فیدر برابر با $28,11 = 18,33 + 9,78$ مگاوات ساعت خواهد بود. تعداد زون ها بعد از کلیدگذاری به ۴ زون خواهد رسید. بنابراین باید هر زون باید تقریباً به مقدار ۷ مگاوات برسد. یا به عبارت دیگر مجموع قدرمطلق مجموع اختلاف $U \times P$ هر زون به کمترین مقدار برسد. با توجه به این موضوع مکان کلیدها در این حالت به صورت شکل ۲۳ در خواهد آمد. نتایج حاصل از پخش بار و انرژی از دست رفته در این حالت در جدول ۳۰ نشان داده شده است.



شکل ۲۳: مکان کلیدهای جایابی شده در فیدرهای نمونه به روش سطح اول

جدول ۳۰: نتایج پخش بار و انرژی از دست رفته در حالت جابجایی کلید به روش سطح اول بر روی فیدرهای نمونه

نام فیدر	توان اکتیو ورودی پیک (MW)	ضریب قدرت ورودی پیک (%)	بیشینه بارگیری پیک (%)	کمینه ولتاژ پیک (pu)	تلفات توان پیک (MW)	انرژی ورودی (MWh)	تلفات انرژی (MWh)	انرژی از دست رفته (MWh)
F1	۵,۵۸	۹۱,۸۸	۳۴	۰,۹۹۷	۰,۱۱۳	۱۳۷۶۰,۵۷	۲۹۷,۳۱	۳,۵۸۲
F2	۱۲,۰۶	۹۱,۸۷	۷۳	۱,۰۱	۰,۲۶۶	۲۶۷۱۵,۹۲	۶۲۹,۹۱	۱۰,۰۳۷
مجموع همزمان	۱۷,۶۴	-	-	-	۰,۳۲۶	۴۰۴۷۶	۹۲۷	۱۳,۶۱۹

پیشگفتار

فهرست

شکل

جدول

۱

۲

۳

۴

۵

۶

۷

۸

پ الف

پ ب

پ ج

مراجع

اعضا

۹- مراجع

- [۱] دستورالعمل جاری سازی مطالعات و تحلیل شبکه در شرکت های توزیع: محاسبات پخش بار و اتصال کوتاه، شرکت توانیر، معاونت هماهنگی توزیع، ۱۴۰۰
- [2] J. Gers, Distribution System Analysis and Automation: Institution of Engineering and Technology, 2013.
- [3] J. Northcote-Green and R. G. Wilson, Control and Automation of Electrical Power Distribution Systems: CRC Press, 2006.
- [4] S. Jazebi, M. M. Haji, and R. A. Naghizadeh, "Distribution Network Reconfiguration in the Presence of Harmonic Loads: Optimization Techniques and Analysis," IEEE Transactions on Smart Grid, vol. 5, pp. 1929-1937, 2014.
- [5] N. Gupta, A. Swarnkar, and K. R. Niazi, "Distribution network reconfiguration for power quality and reliability improvement using Genetic Algorithms," International Journal of Electrical Power & Energy Systems, vol. 54, pp. 664-671, 1// 2014.
- [6] H. R. Esmaeilian and R. Fadaeinedjad, "Distribution system efficiency improvement using network reconfiguration and capacitor allocation," International Journal of Electrical Power & Energy Systems, vol. 64, pp. 457-468, 1// 2015.
- [7] M. R. Narimani, A. A. Vahed, R. Azizipanah-Abarghooee, and M. Javidsharifi, "Enhanced gravitational search algorithm for multi-objective distribution feeder reconfiguration considering reliability, loss and operational cost," IET Generation, Transmission & Distribution, vol. 8, pp. 55-69, 2014.
- [8] M. M. Aman, G. B. Jasmon, A. H. A. Bakar, and H. Mokhlis, "Optimum network reconfiguration based on maximization of system loadability using continuation power flow theorem," International Journal of Electrical Power & Energy Systems, vol. 54, pp. 123-133, 2014.
- [9] H. Ahmadi and J. R. Martí, "Minimum-loss network reconfiguration: A minimum spanning tree problem," Sustainable Energy, Grids and Networks, vol. 1, pp. 1-9, 2015.
- [10] S. Ghasemi and J. Moshtagh, "A novel codification and modified heuristic approaches for optimal reconfiguration of distribution networks considering losses cost and cost benefit from voltage profile improvement," Applied Soft Computing, vol. 25, pp. 360-368, 2014.
- [11] W.-Y. Yu, V.-W. Soo, and M.-S. Tsai, "Power distribution system service restoration bases on a committee-based intelligent agent architecture," Engineering Applications of Artificial Intelligence, vol. 41, pp. 92-102, 5// 2015.

- [12] D. S. Sanches, J. B. A. London Junior, and A. C. B. Delbem, "Multi-Objective Evolutionary Algorithm for single and multiple fault service restoration in large-scale distribution systems," Electric Power Systems Research, vol. 110, pp. 144-153, 5// 2014.
- [13] H. Ahmadi and J. R. Martí, "Mathematical representation of radiality constraint in distribution system reconfiguration problem," International Journal of Electrical Power & Energy Systems, vol. 64, pp. 293-299, 1// 2015.
- [14] Q. Peng, Y. Tang, and S. H. Low, "Feeder Reconfiguration in Distribution Networks Based on Convex Relaxation of OPF," IEEE Transactions on Power Systems, vol. PP, pp. 1-12, 2014
- [15] N. C. Sahoo, S. Ganguly, and D. Das, "Multi-objective planning of electrical distribution systems incorporating sectionalizing switches and tielines using particle swarm optimization," Swarm Evol. Comput., vol. 3, pp. 15–32, Apr. 2012.
- [16] P. M. S. Carvalho, L. A. F. M. Ferreira, and A. J. Cerejodasilva, "A decomposition approach to optimal remote controlled switch allocation in distribution systems," IEEE Trans. Power Del., vol. 20, no. 2, pp. 1031–1036, Apr. 2005.
- [17] Y. Kumar, B. Das, and J. Sharma, "Multiobjective, multiconstraint service restoration of electric power distribution system with priority customers," IEEE Trans. Power Del., vol. 23, no. 1, pp. 261–270, Jan. 2008.
- [18] Moskwa, Szczepan, et al. "Multiobjective optimization for switch allocation in radial power distribution grids." 2018 International Conference on Signals and Electronic Systems (ICSES). IEEE, 2018.
- [19] Bezerra, José Roberto, et al. "Multiobjective optimization algorithm for switch placement in radial power distribution networks." IEEE Transactions on power delivery 30.2 (2014): 545-552.
- [20] Vahidnia, Arash, et al. "An improved genetic algorithm and graph theory based method for optimal sectionalizer switch placement in distribution networks with DG." AUPEC 2011. IEEE, 2011.

۱۰- اعضای تدوین کننده دستورالعمل به ترتیب الفبا:

ردیف	نام و نام خانوادگی	نام شرکت متبوع
۱	جناب آقای مهندس میلاد بی آزار قادیکلای	شرکت توانیر
۲	جناب آقای دکتر صلاح بهرام آراء	دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج
۳	جناب آقای مهندس اشکان حجتی	شرکت مهندسين مشاور دانشمند
۴	جناب آقای دکتر علیرضا دهقانی	شرکت توزیع نیروی برق استان تهران
۵	جناب آقای مهندس حمید دانایی	پژوهشگاه نیرو
۶	جناب آقای مهندس وحید متقی	شرکت توزیع نیروی برق شهرستان اصفهان
۷	جناب آقای مهندس محمد علوی	شرکت توزیع نیروی برق استان فارس
۸	جناب آقای مهندس صالح عسگری مقدم	شرکت مهندسين مشاور دانشمند
۹	جناب آقای مهندس ابراهیم عقابی	شرکت توزیع نیروی برق استان آذربایجان غربی
۱۰	جناب آقای دکتر رحیم عجبی فرشلاف	شرکت توزیع نیروی برق استان آذربایجان شرقی
۱۱	جناب آقای مهندس احمد بزرگر	شرکت توزیع نیروی برق خراسان جنوبی
۱۲	جناب آقای دکتر حمید فلکی	دانشگاه بیرجند
۱۳	جناب آقای دکتر مهیار قلی زاده	شرکت توانیر
۱۴	جناب آقای مهندس سعید معتمدی	شرکت توزیع نیروی برق استان فارس
۱۵	جناب آقای دکتر حسین مخدومی	شرکت توزیع نیروی برق استان کردستان
۱۶	سرکار خانم مهندس نیکی مسلمی	پژوهشگاه نیرو
۱۷	جناب آقای دکتر سجاد نجفی	دانشگاه شهید مدنی آذربایجان

پیشگفتار

فهرست

شکل

جدول

۱

۲

۳

۴

۵

۶

۷

۸

پ الف

پ ب

پ ج

مراجع

اعضا