بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده فنی و مهندسی

پایان نامه کارشناسی ارشد

رشته برق گرایش قدرت

عنوان پایان نامه :

طراحی شبکه‌های توزیع در دو سطح ولتاژ به روش الگوریتم ژنتیک

استاد راهنما : دکتر درودی

نگارش : مهدی نجاریان

سال ۱۳۸۷

کلیه حقوق این اثر محفوظ و متعلق به دانشگاه شاهد است.

دانشگاه شاهد

دانشکده فنی و مهندسی

صورت جلسه هیئت داوران رساله کارشناسی ارشد

جلسه دفاعیه پروژه کارشناسی ارشد مربوط به آقای **مهدی نجاریان** به شماره دانشجویی **۸۴۷۵۱۶۰۰۶** در رشته **قدرت** در روز در دانشکده فنی و مهندسی با حضور افراد ذیل تشکیل شد، نتیجه به قرار زیر است :

☑ پروژه نامبرده قابل قبول می‌باشد.

☐ پروژه نامبرده مردود می‌باشد.

☐ پروژه نامبرده به شرط انجام اصلاحات جزیی قابل قبول می‌باشد. نمرهٔ دانشجو متعاقباً اعلام می‌شود.

☑ نام استاد راهنمای اول	دکتر [illegible]	دانشگاه : شاهد	امضاء
☐ نام استاد راهنمای دوم	—	دانشگاه :	امضاء
☐ نام استاد مشاور اول	—	دانشگاه :	امضاء
☐ نام استاد مشاور دوم	—	دانشگاه :	امضاء
☑ نام داور اول	دکتر [illegible]	دانشگاه : خواجه نصیرالدین طوسی	امضاء
☑ نام داور دوم	دکتر [illegible]	دانشگاه : شاهد	امضاء
☐ نام داور سوم		دانشگاه :	امضاء
☐ نام داور چهارم		دانشگاه :	امضاء
☑ نام نماینده معاونت پژوهشی	دکتر [illegible]		امضاء

تقدیم به

پیوند دهنده فرشیان خاک و عرشیان افلاک

برافرازنده پرچم پیروزی و رستگاری و سربلندی

معنا کننده عدالت و صلابت و فروزنده مشعل هدایت

حضرت بقیه الله الاعظم صاحب الزمان(عج)

و تقدیم به

دست‌های صمیمی و قلب‌های مهربان پدر و مادر عزیزم که هماره در زندگی سرچشمه جوشش الطاف و مواهب الهی بوده‌اند و همسر مهربان و پسر نازنینم که با صبر و شکیبایی همواره مشوق من در تحصیل و کار بوده‌اند.

با تشکر از جناب آقای دکتر درودی که به عنوان استاد راهنما، همواره مشمول لطف و مستفیض از راهنمایی‌های ایشان بوده‌ام.

چکیده پایان نامه

سیستم توزیع جزء قدیمیترین قسمت‌های سیستم قدرت به شمار می‌رود و به موازات پیدایش سیستم‌های قدرت تلاش برای طراحی و بهره‌برداری بهینه و قابل اطمینان از آن با سابقه‌ای طولانی توأم شده است. در حالی که توجه زیادی به واحدهای تولید توان الکتریکی و خطوط انتقال انرژی می‌شود، سیستم توزیع انرژی الکتریکی مورد توجه کمتری قرار گرفته است.

در روزگار اولیه صنعت برق، تولید و توزیع انرژی با هم آمیخته بود و سیستم توزیع وسعت کمی داشت. ناحیه سرویس‌دهی، کوچک و تعداد مشترکین نسبتاً کم بود. امّا روز به روز نیاز در سیستم توزیع افزایش یافته و پیچیده‌تر شده است. لذا مهندسان را بر آن داشت تا برای بهبود سیستم و رساندن برق با کیفیت مطلوب، تلاش زیادتری را در بخش سیستم توزیع انجام دهند. همچنین رشد صنعت برق و افزایش تعداد ارتباطات شبکه‌های مختلف برق با مشترکین مختلف به همراه ساختارهای متفاوت، تحلیل و طراحی و بهره‌برداری سیستم‌های قدرت بالاخص توزیع را بسیار پیچیده کرده است. برای غلبه بر این مشکل امروزه مهندسین طراح و بهره‌بردار از برنامه‌های کامپیوتری کمک می‌گیرند.

تلاش‌های فراوانی در زمینه طراحی سیستم توزیع انجام گرفته و می‌گیرد تا بتوان روش جامع و کاملی برای طراحی سیستم‌های توزیع بیان نمود ولی به دلیل گستردگی و پیچیدگی هنوز این امر محقق نگردیده است. ضمناً در اکثر مقالات و روش‌های ارائه‌شده، سیستم توزیع در یک سطح ولتاژ و به صورت طراحی فیدر یا پست به صورت جداگانه دیده شده است و طراحی در دو سطح ولتاژ و طراحی فیدر و پست به صورت توأم، کمتر به آن پرداخته شده است.

در این پایان‌نامه جایابی بهینه پست‌های توزیع، فیدرهای فشار ضعیف و متوسط و همچنین جایابی بهینه پست‌های فوق‌توزیع به صورت همزمان و در دو سطح ولتاژ انجام می‌گیرد. در مسائل بهینه سازی لز روش‌های ریاضی برای حل مسأله بکار می‌رود. در اینجا تکنیک بهینه‌سازی بکارگرفته شده بر پایه الگوریتم ژنتیک خواهد بود. در این روش با در نظر گرفتن تابع هدف به صورت حداقل هزینه، طراحی شبکه توزیع در دو سطح ولتاژ به صورت توأم انجام می‌گیرد و با در نظر گرفتن تلفات سیستم و هزینه‌های سرمایه‌گذاری، بهره‌برداری و تعمیرات، سعی در بهیه‌کردن سیستم توزیع می‌نماید. محدودیت‌های اعمال شده افت ولتاژ، باردهی فیدرها و ظرفیت ترانس‌ها و همچنین مکان پست‌ها و محل عبور فیدرها است.

فهرست مطالب

۱. سیستم‌های توزیع ۱

۱-۱. مقدمه ۱

۱-۲. بخش‌های اساسی سیستم قدرت الکتریکی ۱

۱-۲-۱. مراکز تولید یا نیروگاه‌ها ۲

۱-۲-۲. سیستم‌های انتقال انرژی الکتریکی ۲

۱-۲-۳. سیستم‌های توزیع انرژی الکتریکی ۲

۱-۳. انواع شبکه های الکتریکی ۳

۱-۳-۱. شبکه‌های باز یا شعاعی ۳

۱-۳-۲. شبکه‌های مسدود یا حلقوی ۳

۱-۳-۳. شبکه‌های غربالی ٤

۱-٤. شبکه‌های توزیع ۵

۱-٤-۱. تعریف شبکه توزیع ۵

۱-٤-۲. ساختار سیستم توزیع ۶

۱-٤-۲-۱. مدارهای فوق‌توزیع ۷

۱-٤-۲-۲. پست‌های فوق‌توزیع(HV/MV) ۷

۱-٤-۲-۳. فیدرهای اولیه ۸

۱-٤-۲-٤. پست‌های توزیع (MV/LV) ۸

۱-٤-۲-۵. شبکه ثانویه و اتصالات سرویس مصرف‌کننده ۸

۱-٤-۳. عوامل مؤثر در طراحی سیستم توزیع ۹

۱-٤-۳-۱. عوامل اقتصادی ۱۰

۱-٤-۳-۲. رشد بار ۱۰

۱-٤-۳-۳. کیفیت ولتاژ ۱۱
۱-٤-۳-٤. تلفات ۱۱
۱-٤-۳-۵. قابلیت اطمینان ۱۲
۲. تاریخچه طراحی شبکه‌های توزیع ۱۳
۲-۱. مقدمه ۱۳
۲-۲. طراحی جزء به جزء سیستم با بار استاتیک ۱٤
۲-۳. طراحی جزء به جزء سیستم با بار دینامیک ۱۵
۲-٤. طراحی کل سیستم با بار استاتیک ۱۷
۲-۵. طراحی کل سیستم با بار دینامیک ۱۹
۲-۶. مقایسه روش‌های طراحی یک سطح ولتاژ ۲۲
۲-۷. روش‌های طراحی سیستم توزیع در چند سطح ولتاژ ۲۳
۲-۸. طراحی سیستم در یک سطح ولتاژ به روش‌های نوین ۲۵
۲-۹. نتیجه‌گیری ۲۶
۳. محاسبات اقتصادی ۲۷
۳-۱. مقدمه ۲۷
۳-۲. تعاریف واژه‌ها و روابط بین آنها ۲۸
۳-۲-۱. اقتصاد مهندسی ۲۸
۳-۲-۲. ارزش زمانی پول ۲۸
۳-۲-۳. بهره ۲۸
۳-۲-٤. نرخ بازگشت سرمایه ۲۸
۳-۲-۵. پریود مطالعه ۲۹
۳-۲-۶. تورم ۲۹

۳-۲-۷. استهلاک ۲۹
۳-۳. ارزیابی طرح اقتصادی ۳۱
۳-۳-۱. روش بازگشت سرمایه ۳۱
۳-۳-۲. روش ارزش خالص فعلی ۳۱
۳-۳-۳. روش نرخ بازگشت داخلی ۳۳
۳-۳-٤. مقایسه روش‌ها ۳۳
۳-٤. نتیجه‌گیری ۳۳
٤. فنون ریاضی در بهینه‌سازی ۳۵
٤-۱. مقدمه ۳۵
٤-۲. روش‌های ریاضی ۳۵
٤-۳. الگوریتم ژنتیک ۳۸
٤-٤. فلوچارت الگوریتم ژنتیک ۳۹
٤-۵. نقاط ضعف و قوت الگوریتم‌های ژنتیک ٤۰
۵. طراحی سیستم‌های توزیع در دو سطح ولتاژ ٤۲
۵-۱. مقدمه ٤۲
۵-۲. تلفات ٤۲
۵-۲-۱. تقسیم‌بندی تلفات ٤۳
۵-۲-۱-۱. ارزش تلفات دیماند ٤۳
۵-۲-۱-۲. ارزش تلفات انرژی ٤٤
۵-۲-۲. هزینه تلفات پست ٤۵
۵-۲-۳. هزینه تلفات فیدر ٤۶
۵-۳. تابع هزینه ٤۶

۵-۳-۱. مدل هزینه پست ۴۶
۵-۳-۲. مدل هزینه فیدر ۴۷
۵-۳-۳. مدل هزینه نهایی ۴۸
۵-۴. محدودیت‌ها ۴۸
۵-۴-۱. محدودیت ظرفیت پست‌ها ۴۸
۵-۴-۲. محدودیت ظرفیت فیدرها ۴۸
۵-۴-۳. محدودیت افت ولتاژ ۴۹
۵-۴-۴. محدودیت مکان پست های توزیع و عبور فیدرها ۴۹
۵-۵. طراحی بهینه شبکه‌های توزیع ۴۹
۵-۵-۱. تخصیص بارها به پست‌ها (ناحیه‌بندی) ۵۰
۵-۵-۲. جایابی پست‌ها ۵۲
۵-۵-۳. مسیریابی فیدرها و انتخاب هادی ۵۳
۵-۶. الگوریتم نهایی طراحی ۵۳
۵-۶-۱. اطلاعات ورودی ۵۵
۵-۶-۲. شروع الگوریتم ۵۵
۶. نتیجه گیری و پیشنهادات ۶۳
۶-۱. مقدمه ۶۳
۶-۲. نرم‌افزار مورد استفاده ۶۳
۶-۳. تقسیم‌بندی برنامه ۶۳
۶-۳-۱. زیربرنامه‌های ورود اطلاعات ۶۴
۶-۳-۲. زیر برنامه‌های طراحی ۶۴
۶-۳-۳. زیربرنامه‌های خروج اطلاعات و رسم شبکه ۶۵

۶-٤. بهینه‌سازی شبکه نمونه ۶۵
۶-٤-۱. اطلاعات ورودی ۶۵
۶-٤-۲. اجرای برنامه ۶۶
۶-٤-۲-۱. حالت اول : طراحی شبکه توزیع به صورت جداگانه ۶۶
۶-٤-۲-۲. حالت دوم : طراحی شبکه توزیع به صورت طراحی توام ۶۷
۶-٤-۲-۳. حالت سوم: شبکه‌های بهینه اولویت بعدی ۶۹
۶-٤-۲-٤. حالت چهارم: اعمال محدودیت در طراحی ۷۰
۷. نتیجه‌گیری و پیشنهادات ۷۱
۷-۱. مقدمه ۷۱
۷-۲. نتیجه‌گیری ۷۱
۷-۳. پیشنهادات ۷۲
۸. ضمائم ۷٤
۸-۱. ضمیمه الف: الگوریتم ژنتیک ۷٤
۸-۲. ضمیمه ب: اطلاعات ورودی ۸۳
۹. فهرست مراجع ۸۹

۱

سیستم‌های توزیع

۱–۱. مقدمه

صنعت برق شاید یکی از بزرگترین و پیچیده‌ترین صنایع دنیا است و مهندسین برق شاغل در این صنعت با مسائلی در طراحی سیستم‌های قدرت برای تأمین انرژی الکتریکی در آینده به صورت اقتصادی، ایمن و با کمترین اثرات مخرب بر محیط زیست درگیر می‌باشند.

از سال ۱۸۷۸ که توماس ادیسون کار در زمینه روشنایی الکتریکی را آغاز نمود تا حال حاضر، صنعت برق به صورت قابل توجهی رشد نموده است. این رشد بر اساس کاهش پیوسته در قیمت واحد انرژی، ناشی از رشد در مهندسی تولید و تکنولوژی است. معرفی موتورهای DC تجاری، توسعه سیستم‌های AC با ولتاژ ۲۲۰ ولت سه سیمه، ورود ژنراتورهای بخاری به صنعت برق در سال ۱۸۹۱ و سیستم‌های انتقال با سطح ولتاژ بالاتر، همه و همه مسائلی بود که باعث رشد صنعت برق و در نتیجه توجه طراحان به طراحی سیستم به صورت کامل‌تر گردید.

انرژی الکتریکی رایج ترین شکل انرژی است، زیرا به آسانی با بازده بالا و هزینه مناسب قابل انتقال می‌باشد. با پیشرفت تکنولوژی سیستم قدرت نیز دائماً در حال تغییر بوده و امروزه به شبکه‌ای بهم پیوسته و پیچیده تبدیل شده است. در این فصل بخش‌های اساسی یک سیستم قدرت الکتریکی، انواع سیستم‌های توزیع و اهمیت آن بیان می‌گردد. در ادامه فصل ساختار سیستم توزیع و عوامل مؤثر در طراحی این نوع سیستم‌ها بیان می‌گردد.

۱–۲. بخش‌های اساسی سیستم قدرت الکتریکی

هر سیستم قدرت الکتریکی از سه بخش اساسی تولید، انتقال و توزیع به شرح زیر تشکیل می‌شود:

۱-۲-۱. مراکز تولید یا نیروگاه‌ها:

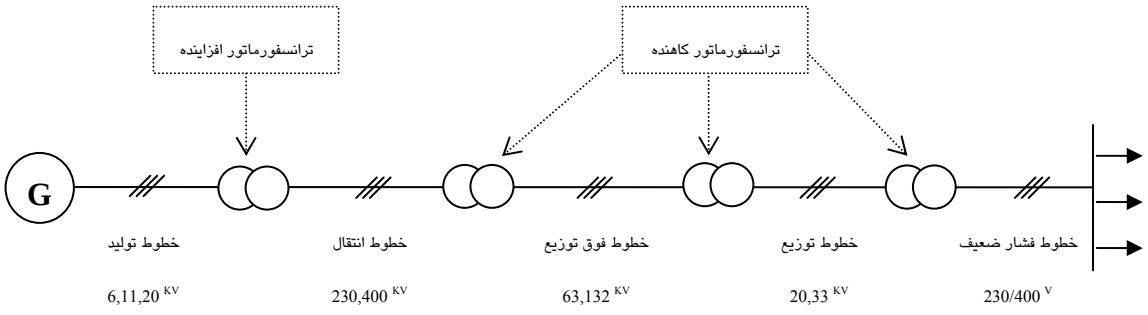
این مراکز تأمین کننده انرژی الکتریکی می‌باشند.

۱-۲-۲. سیستم‌های انتقال انرژی الکتریکی:

برای انتقال انرژی الکتریکی تولیدی که اغلب در فواصل دور از مراکز مصرف قرار دارند و همچنین انتقال قدرت‌های بزرگ به مراکز مصرف، از سیستم‌های انتقال و فوق‌توزیع استفاده می‌شود. در حال حاضر در کشور ما، از ولتاژهای ۶۳ و ۱۳۲ کیلوولت به عنوان سیستم‌های فوق‌توزیع و ۲۳۰ و۴۰۰ کیلوولت به عنوان سیستم‌های انتقال استفاده می‌شود.

۱-۲-۳. سیستم‌های توزیع انرژی الکتریکی:

این سیستم‌ها انرژی الکتریکی مورد نیاز مشترکین خانگی، تجاری و برخی از صنایع کوچک را با ولتاژ اولیه توزیع ۲۰ کیلو ولت و یا ۳۳ کیلو ولت (در مناطقی از ایران مانند منطقه خوزستان) و یا ولتاژ ثانویه توزیع ۲۳۰ ولت تک فاز و ۴۰۰ ولت سه فاز تأمین می‌کنند. شکل ۲-۱ شمای کلی و تک خطی یک سیستم قدرت را نشان می‌دهد.



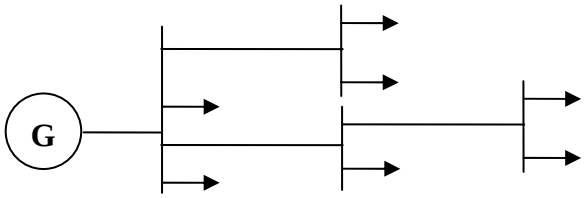
شکل ۲-۱ : شمای کلی یک سیستم قدرت

۱-۳. انواع شبکه‌های الکتریکی

شبکه‌های الکتریکی از نظر نوع اتصال به سه دسته تقسیم‌بندی می‌گردند:

۱-۳-۱. شبکه‌های باز یا شعاعی:

شبکه‌هایی هستند که در آنها مصرف‌کننده‌ها فقط از یک طرف تغذیه می‌شوند. در شبکه شعاعی اگر قسمتی از شبکه معیوب گردد با توجه به محل عیب، یک یا تعدادی از مصرف‌کنندگان تا برطرف شدن نقص بدون برق می‌گردند. در این نوع شبکه مقدار خاموشی بیشتر و افت‌ولتاژ در انتهای خط نسبتاً زیاد است. شبکه‌های شعاعی برای مناطق کم جمعیت و روستاها که قطع برق باعث خسارات مالی فراوانی نمی‌شود، مورد استفاده قرار می‌گیرد. شکل ۲-۲ نمونه‌ای از شبکه شعاعی را نشان می‌دهد.

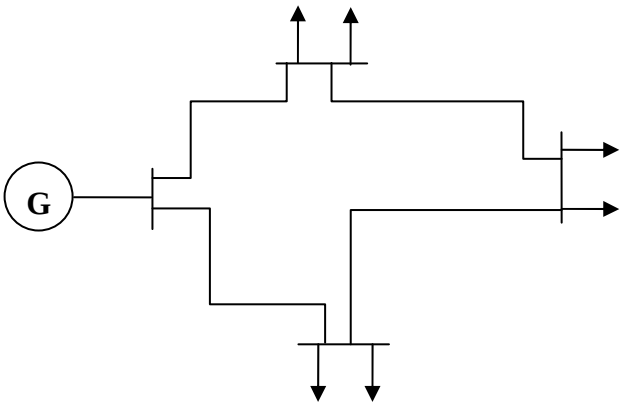


شکل ۲-۲- شبکه شعاعی

۱-۳-۲. شبکه‌های مسدود یا حلقوی:

در محل‌هایی که قطع اتفاقی جریان برق مجاز نمی‌باشد جهت بالابردن ضریب اطمینان کار شبکه، شبکه از دو سو تغذیه می‌شود. در اینصورت، با از کار افتادن یکی از دو خط تغذیه‌کننده، قدرت مورد نیاز مصرف‌کننده‌ها از سمت دیگر تأمین می‌گردد. عملکرد شبکه‌های حلقوی مانند عملکرد شبکه‌های از دو سو تغذیه شونده می‌باشد با این تفاوت که در یک شبکه حلقوی ابتدا و انتهای خط به یک نقطه تغذیه‌کننده متصل می‌باشد.

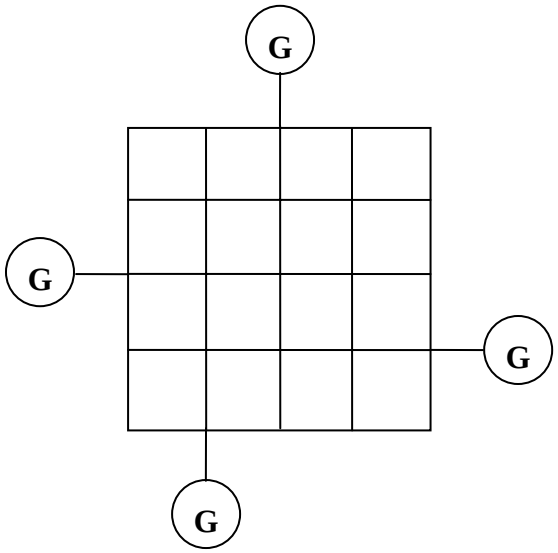
شبکه‌های حلقوی در مقایسه با شبکه‌های باز دارای ضریب اطمینان بالاتری می‌باشند. هزینه احداث شبکه‌های حلقوی از شبکه‌های باز بیشتر و محاسبات آن مشکل‌تر است. نمونه‌ای از این نوع شبکه در شکل ۲-۳ نشان داده شده است.



شکل ۲-۳- شبکه حلقوی

۱-۳-۳. شبکه‌های غربالی:

شبکه‌های غربالی یا تار عنکبوتی شبکه‌هایی هستند که در آنها هر مصرف‌کننده از چندین سو و حداقل از سه‌سو تغذیه می‌شود. ضریب اطمینان کار این شبکه‌ها بسیار بالا بوده ولی از نظر اقتصادی گران تمام می‌شوند. کاربرد شبکه‌های غربالی در شهرهای بزرگ و تأسیسات مهم از قبیل کارخانجات بزرگ، فروشگاه‌های بزرگِ، ساختمان‌های اداری بزرگ و مناطق حساس می‌باشد. برای این مصرف‌کنندگان، خاموشی و قطع برق خسارات مالی و احتمالاً جانی جبران ناپذیری به دنبال خواهد داشت. در شکل ۲-۴ نمونه‌ای از شبکه غربالی نشان داده شده است.



شکل ۲-۴- شبکه تارعنکبوتی

تقسیم‌بندی دیگری برای شبکه‌های الکتریکی وجود دارد که براساس ساخت این سیستم‌ها انجام می‌گیرد:

- ✓ شبکه‌های هوایی و متعلقات مربوطه
- ✓ شبکه‌های زمینی(کابل‌های زمینی) و متعلقات مربوطه

انتخاب هر یک از این دو نوع شبکه، با توجه به عواملی از قبیل مسیر(طول مسیر، نوع مسیر، محدودیت عرضی مسیر)، تراکم جمعیت، عامل اقتصادی و زیبایی محیط انجام می‌پذیرد.

نوع مسیر یکی از عوامل مؤثر در انتخاب هر یک از این دو نوع شبکه‌ها می‌باشد. به عنوان مثال با توجه به حریم مورد نیاز در باند فرودگاه، در این مکان استفاده از شبکه زمینی الزامی بوده در حالی که به منظور رعایت حریم عرضی راه آهن از شبکه هوایی الزامی است.

۱-۴. شبکه‌های توزیع

۱-٤-۱. تعریف شبکه توزیع

یک سیستم توزیع، بنا به تعریف به قسمتی از سیستم قدرت که میان منابع قدرت و اتصالات سرویس مصرف‌کننده قرار دارد، اطلاق می‌گردد. منابع قدرت در نزدیکی مکان‌های مصرفی قرار دارند که باید به وسیله سیستم توزیع سرویس داده شود و این منابع ممکن است نیروگاه‌های تولید و یا پست‌هایی باشند که از خطوط انتقال تغذیه می‌گردند. شبکه توزیع، انرژی مورد نیاز مشترکین خانگی، تجاری و برخی از صنایع کوچک را تأمین می‌کند.

سهم سرمایه‌گذاری در هر یک از بخش‌های تولید، انتقال و توزیع به ترتیب ۴۰٪، ۲۰٪ و ۴۰٪ می‌باشد. این اعداد نشان‌دهنده آن است که قسمت عمده‌ی سرمایه‌گذاری در صنعت برق هر کشور به بخش‌های تولید و توزیع اختصاص دارد و درصد سرمایه‌گذاری در بخش توزیع در حدود درصد سرمایه‌گذاری در بخش تولید می‌باشد. از اینرو می‌توان گفت که سیستم‌های توزیع جایگاه ویژه‌ای را در صنعت برق هر کشور دارا می‌باشند و بدین جهت است که ضرورت دارد، برنامه‌ریزی و طراحی این سیستم‌ها به طور بهینه و اقتصادی انجام پذیرد تا برگشت سرمایه دچار مشکل نگردد.

در این راستا طراحان سیستم سه هدف اصلی را دنبال می‌کنند:

- ✓ ارائه خدمات با کیفیت قابل قبول: ولتاژ ثابت و فرکانس ثابت جهت مصرف‌کننده، از مهم‌ترین خصوصیات یک سیستم توزیع مناسب می‌باشد. برای اینکه ولتاژ قابل قبول در دو سر مصرف‌کننده تأمین شود، افت ولتاژ مجاز

نبایستی در قسمت‌های مختلف شبکه توزیع از درصد معینی تجاوز کند.

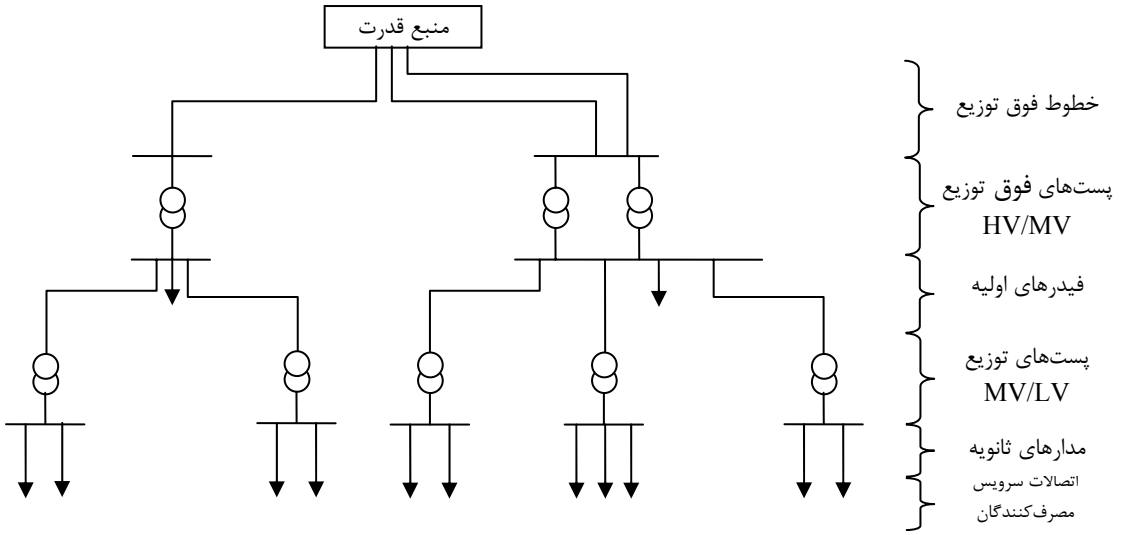
✓ تداوم سرویس‌دهی: خاموشی و قطع برق نباید در سیستم طراحی شده وجود داشته باشد مگر در اثر حوادث کاملاً استثنایی.

✓ ایمن بودن شبکه توزیع: در همه کارهای روزمره زندگی باید ایمنی مدنظر باشد به خصوص در شبکه‌های برق که عدم رعایت ایمنی خسارات جانی و مالی جبران‌ناپذیری به همراه خواهد داشت.

۱-٤-۲. ساختار سیستم توزیع

در حالت کلی می‌توان یک سیستم توزیع را به شش قسمت مدارهای فوق‌توزیع، پست‌های فوق‌توزیع (HV/MV)، فیدرهای اولیه، پست‌های توزیع (MV/LV)، مدارهای ثانویه و اتصالات سرویس مصرف‌کننده دسته‌بندی نمود.

یک نمودار تک خطی ساده شامل شش مؤلفه سیستم توزیع در شکل ۲-۵ نشان داده شده است.



شکل ۲-۵: ساختار کلی یک سیستم توزیع

مدارهای فوق‌توزیع، توان را از یک منبع قدرت بزرگ، خطوط انتقال یا نیروگاه‌ها به پست‌های فوق‌توزیع منتقل می‌کنند. در پست فوق‌توزیع، ولتاژ ورودی به ولتاژ فیدر اولیه کاهش داده می‌شود. فیدرهای اولیه از شین ولتاژ پایین پست فوق‌توزیع خارج و در نزدیکی بارها وارد ترانسفورماتورهای توزیع که ولتاژ فیدر اولیه را به ولتاژ مصرف(ولتاژ

فیدر ثانویه) کاهش می‌دهند، می‌شوند.

در هنگام مطالعه هر ناحیه بار بایستی تمام سیستم توزیع را از منابع قدرت تا مصرف‌کنندگان به عنوان یک واحد به حساب آورد. این واحد، از پست‌های فوق‌توزیع تا مدارهای ثانویه را شامل می‌شود که همه این قسمت‌ها به یکدیگر وابسته‌اند و باید به عنوان یک مجموعه کامل محسوب گردند، به گونه‌ای که صرفه‌جویی در هزینه‌ی یکی از این قسمت‌ها با افزایش بیشتر هزینه قسمت دیگری از سیستم خنثی نشود.

۱-۴-۲-۱. مدارهای فوق‌توزیع

توان از منابع قدرت به سمت پست‌های فوق‌توزیع، از طریق خطوط فوق‌توزیع منتقل می‌گردد. مدارهای فوق‌توزیع ممکن است به صورت مدارهای ساده شعاعی، حلقوی یا یک شبکه بهم پیوسته غربالی طراحی گردند. عوامل متعددی در انتخاب آرایش مناسب این مدارها دخالت دارد که دو عامل مهم‌تر عبارتند از هزینه و قابلیت اطمینان.

۱-۴-۲-۲. پست‌های فوق‌توزیع(HV/MV)

به طور معمول هر پست فوق‌توزیع، ناحیه بار خود را که یک زیر بخش از ناحیه سرویس‌دهی سیستم توزیع است، تغذیه می‌نماید و در آن ولتاژ توزیع برای توزیع در سراسر ناحیه کاهش می‌یابد. یک پست فوق‌توزیع، یک یا چند ترانسفورماتور به همراه تجهیزات مورد نیاز برای تنظیم ولتاژ، شینه و کلید را در برمی‌گیرد.

مسأله تعیین ظرفیت و نیز مکان پست‌های فوق‌توزیع از مسائل عمده شبکه‌های توزیع به شمار می‌رود. فرض کنید ظرفیت یک پست فوق‌توزیع بزرگتر از ظرفیت بهینه انتخاب شود، در این صورت نسبت طول مدارهای فوق‌توزیع به طول فیدرهای اولیه کمتر می‌شود و به جز مواردی که ناحیه بار دارای چگالی سنگینی است، بایستی بار را در ولتاژ توزیع به فواصل طولانی‌تری حمل نمود. بعلاوه استفاده از چنین پست‌هایی باعث می‌شود که سیستم به آسانی با تغییرات بار قابل تطبیق نباشد.

برای ایجاد یک سیستم توزیع قابل اطمینان و اقتصادی ظرفیت پست‌های فوق‌توزیع با توجه به ناحیه بار متفاوت خواهد شد و انتخاب نامناسب ظرفیت و مکان این پست‌ها تأثیر نامطلوبی بر هزینه این سیستم‌ها خواهد گذاشت.

ظرفیت اقتصادی پست‌های فوق‌توزیع به چگالی بار، آرایش خطوط فوق توزیع، هزینه واحد طول خطوط

فوق‌توزیع و فیدرهای اولیه، قیمت زمین و سایر عوامل بستگی دارد.

۱-۴-۲-۳. فیدرهای اولیه

منطقه سرویس‌دهی به وسیله پست فوق‌توزیع نیز به چند بخش تقسیم می‌شود و هر بخش به وسیله یک فیدر اولیه تغذیه می‌گردد. این فیدرهای اولیه سه فاز، از شینه فشار متوسط پست فوق‌توزیع خارج می‌شوند و به مرکز بار خود امتداد می‌یابند.

معمولاً یک سیستم توزیع شعاعی از منبع قدرت تا شینه فشار متوسط پست‌های فوق‌توزیع، به صورت شعاعی نیست اما با این وجود در اکثر آرایش‌های سیستم‌های توزیع، فیدرهای اولیه از شینه فشارمتوسط این پست‌ها تا مصرف‌کنندگان به صورت شعاعی به کار می‌رود.

اساساً فیدرهای اولیه یک سیستم توزیع شعاعی، به خاطر عدم تداوم سرویس‌دهی سئوال برانگیزند و یک خطا بر روی هر یک از این فیدرها به خاموشی تعدادی از مصرف‌کنندگان منجر می‌شود و در هنگام استفاده از این آرایش وقفه به صورت اجتناب ناپذیر در می‌آید.

در برخی از موارد افت ولتاژ نقش مهمی را در طراحی فیدرهای اولیه به عهده دارد. افت ولتاژ کل باید در طول فیدر اولیه، پست توزیع MV/LV، مدارهای ثانویه و اتصالات سرویس مصرف‌کننده، به گونه‌ای مناسب تقسیم شود و البته این تقسیم‌بندی به نوع ساختار مدار اولیه و ثانویه و ترانسفورماتور بکار رفته بستگی دارد.

۱-۴-۲-۴. پست‌های توزیع (MV/LV)

پست‌های توزیع ولتاژ را از سطح ولتاژ شبکه اولیه به ولتاژ مصرف کاهش می‌دهند و ممکن است که به فیدرهای اولیه اصلی یا فرعی متصل باشند. هر ترانسفورماتور و یا مجموعه‌ای از آنها، یک یا چند گروه از مصرف‌کنندگان را از طریق مدارهای ثانویه سرویس می‌دهند. با توجه به تفاوت زیاد در چگالی بار در مناطق مختلف این پست‌ها به دو صورت زمینی و هوایی بکار می‌روند.

۱-۴-۲-۵. شبکه ثانویه و اتصالات سرویس مصرف‌کننده

مدارهای ثانویه و به دنبال آن اتصالات سرویس مصرف‌کننده، آخرین بخش از شبکه‌های توزیع را تشکیل می‌دهند و مستقیماً با مصرف‌کنندگان در ارتباط هستند. این مدارها از لحاظ چگونگی سرویس‌دهی اساساً با