



چهارمین کنفرانس شبکه‌های توزیع نیرو

مقایسه سیستم‌های یکفاز و سه‌فاز در شبکه‌های توزیع نیرو

محمدرضا طوسی پناه
شرکت توانیر

میرهاشم اطهری انارکی
شرکت مهندسين مشاور نیرو

چکیده :

=====

باتوجه به اینکه سیستم شبکه‌های توزیع برق ایران سه‌فاز بوده و در این سیستم انرژی الکتریکی بوسیله خطوط ۲۰KV کیلوولت از پست‌های انتقال بمرکز مصرف میرسد بنابراین کلیه تاسیسات شبکه‌های توزیع منجمله خطوط سه فاز میباشد که مشخصات و هزینه‌های خاص خود را به همراه دارد. حال چنانچه در شبکه‌های توزیع بجای سیستم سه فاز از سیستم تکفاز استفاده کنیم به مزایایی دست خواهیم یافت که در این مقاله مورد بررسی قرار خواهد گرفت . البته باتوجه به اینکه نسبت به شبکه‌های سه فاز شناخت بیشتری وجود دارد و امکان ارائه کامل کلیه جوانب در مقاله مقدر نیست چگونگی برقرسانی با سیستم تکفاز تشریح شده و نتیجه آن با سیستم سه فاز مورد مقایسه قرار گرفته است.

شرح :

=====

در اغلب روستاها و آبادیهای کشورمان انرژی الکتریکی به مصارف مشابهی میرسد که عمدتاً " میتوان از روشنائی داخلی، وسایل برقی خانگی و موتورهای

کم قدرت الکتریکی که بمنظور آبیاری مورد استفاده قرار میگیرد و همچنین روشنائی معابر نام برد، ولی همین مصارف محدود نیاز به انرژی را پدید می‌آورد که در حال حاضر امکان تولید آن در محل مشکل و مستلزم صرف هزینه‌های زیادی است. پس این انرژی را باید از مراکز تولید و انتقال به اینگونه مناطق منتقل نمود. بنابراین نیاز به احداث شبکه‌های توزیع پدید می‌آید، شبکه‌های توزیع متداول در کشور، فعلاً " از نوع سه فاز است و احداث آن هزینه‌های زیادی را در بر دارد که هزینه‌های نگهداری و تعمیرات هم به آن اضافه میشود. از آنجاکه انرژی الکتریکی در جوامع بشری امروز اساس توسعه است بنابراین اگر بتوانیم با سرمایه‌ای محدود به آبادیهای بیشتری برق برسانیم کمک بزرگی به توسعه آن مناطق نموده و ضمناً " آهنگ مهاجرت از روستاها به شهرها را نیز کاهش داده‌ایم، یکی از راههای امکان پذیر جهت تامین نیروی برق مناطق پراکنده و دور دست استفاده از سیستم توزیع انرژی الکتریکی بصورت تکفاز است، استفاده از این روش به ما امکان میدهد بجای سیستمهای سه فاز از خطوط تکفاز و ترانسفورماتورهای تکفاز سود ببریم. بدین ترتیب امکانات برقرسانی شرکتهای توزیع به میزان قابل توجهی افزایش می‌یابد و هزینه‌های احداث شبکه‌های توزیع نیز کاهش یافته و تعمیرات و نگهداری آن به نسبت ساده تر میگردد.

بررسی مدل نمونه

اکنون برای اینکه با جزئیات بیشتر طرح پیشنهادی آشنا شویم یک مدل نمونه را در نظر گرفته و مورد بررسی قرار میدهیم:

منطقه‌ایکه بمنوان نمونه برگزیده شده است در غرب شهرستان دامغان واقع و مشخصات اقلیمی آن بشرح زیر است:

سرزمینی است کویری وبدون عوارض عمده جغرافیایی که تقریباً " مسطح است، ضمناً " ناحیه‌ای است بادخیز که زیادی سرعت باد در آن تا ۱۲۰

کیلومتر در ساعت میرسد، دارای زمستانهای سرد و تابستانهای گرم است که درجه حرارت آن تا ۴۵ درجه سانتیگراد نیز افزایش مییابد، برودت هوای منطقه هم تا ۱۰- درجه سانتیگراد میرسد.

وضع جمعیت و رشد بار

اگر رشد جمعیت در هر سال را ۳٪ در نظر بگیریم، تعداد جمعیت در سالهای آتی مطابق با ارقام جدول شماره ۱ خواهد بود.

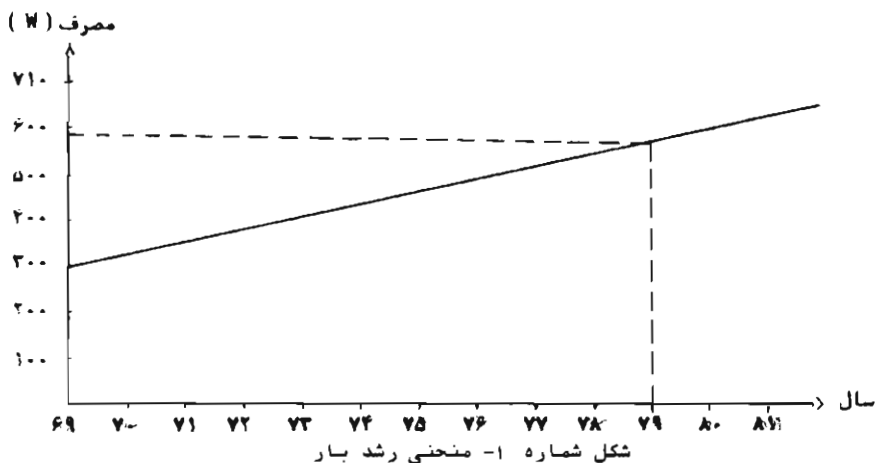
نام روستا	سال	۶۹	۷۴	۷۹	۸۴
A		۳۶۳	۴۲۱	۴۸۸	۵۵
B		۱۱۷	۱۳۶	۱۵۸	۱۸۳
C		۲۰۲	۲۳۵	۲۷۲	۳۱۵
D		۹۴	۱۰۹	۱۲۷	۱۴۷
E		۱۶۱	۱۸۷	۲۱۷	۲۵۱

جدول شماره ۱- جمعیت بر حسب نفر

چنانچه مصرف سرانه انرژی در سال ۶۹ را برای هر نفر ۳۰۰ وات در نظر گرفته و مصرف سرانه در ۱۵ سال آینده در حدود ۶۰۰ وات باشد بدین ترتیب منحنی رشد بار منطقه از منحنی شماره ۱ متابعت مینماید.
بنابراین مقدار مصرف سرانه با توجه به منحنی شماره ۱ مطابق جدول شماره ۲ خواهد بود:

سال	۶۷	۷۴	۷۹	۸۴
مصرف سرانه نفر/ W	۳۰۰	۴۲۰	۵۶۰	۶۰۰

جدول شماره ۲- مصرف سرانه نفر/ W



مادراین نمونه با پیش بینی رشد بار در ۱۵ سال آینده طرح و بررسی لازم را بعمل آورده. و از ترکیب جداول شماره ۱ و ۲ میزان قدرت مورد نیاز هر روستا در سالهای مختلف را بدست می‌آوریم، که جدول شماره ۳ قدرت مورد نیاز هر روستا در سالهای مختلف را نشان میدهد.

نام روستا	سال	۶۹	۷۴	۷۹	۸۴
A		۱۰۹	۱۷۷	۲۷۳	۳۳۹
B		۳۵	۵۷	۸۹	۱۱۰
C		۶۱	۹۹	۱۵۲	۱۸۹
D		۲۸	۴۶	۷۱	۸۸
E		۴۸	۷۹	۱۲۲	۱۵۱

جدول شماره ۳- قدرت مورد نیاز هر روستا در سالهای

مختلف بر حسب کیلووات

اکنون با توجه به آنچه گفته شد میتوان سیستم تکفاز را برای برقرسانی از مراکز انتقال سه فاز (پستهای انتقال) به مراکز مصرف دوردست و پراکنندگی

موضوع مدل نمونه مورد بررسی قرارداد.

طرح و بررسی سیستم تکفاز

یکی از اصول و انگیزه‌های پروژه برای این میناست که از انتقال تکفاز برای مصرف استفاده شود.

بنابراین باید از نقطه‌ای که مرکز سه فاز یا مرکز ثقل نامیده می‌شود قدرت به نقاط مختلف انتقال یابد. مهمترین مسئله‌ای که در اینجا باید مورد توجه قرار گیرد این است که چون هر یک از فازها را بسویی هدایت می‌کنیم باید تعادل بین سه فاز برقرار شده، مجموع برداری جریانهای برگشت از نول مناطق به صفر نزدیکتر گردد تا بالاترین راندمان را داشته باشیم. برای نیل به این اهداف به جستجوی محلی می‌پردازیم که اگر مرکز سه فاز و یا بعبارت دیگر مرکز ثقل در آنجا استقرار یابد خواسته ما را که تعادل سه فاز است تأمین کند.

ابتدا روستاها را دوید و در نظر گرفته با توجه به قدرت مورد نیاز آنها (جدول شماره ۳) و فاصله بین هر دو روستا، مرکز ثقل شان را بدست آورده و این عمل را تا پایان یک مرکز ثقل مشترک برای تمامی مناطق ادامه می‌دهیم. این روش مشابه یافتن نقطه اتکاء برای اهرمها میباشد تا تعادل بین نیروها برقرار شود و بدین ترتیب رابطه ۱ بدست می‌آید:

$$X1.W1=X2.W2 \quad (1)$$

که در آن:

$X1 = (m)$ فاصله روستای یک تا مرکز ثقل

$W1 = (KW)$ قدرت مورد نیاز روستای یک

$X2 = (m)$ فاصله روستای دو تا مرکز ثقل

$W2 = (KW)$ قدرت مورد نیاز روستای دو

با توجه به رابطه یک، محاسبات مربوطه برای پنج روستای مذکور بشرح زیر

خواهد بود :

ابتدا مرکز ثقل را برای روستاهای A و B پیدا کرده این عمل را تاتمیین مرکز ثقل کل منطقه ادامه میدهیم :

$$X_a \cdot W_a = (d_{ab} - X_a) \cdot W_b \quad (۲)$$

فاصله مرکز ثقل I تا روستای A $X_a = m$

قدرت مصرفی روستای A $W_a = ۳۳۹ \text{ KW}$

فاصله روستاهای بخش A و B $d_{ab} = ۱۶۵۰ \text{ m}$

قدرت مصرفی روستای B $W_b = ۱۸۹ \text{ KW}$

$$۳۳۹(X_a) = ۱۸۹(۱۶۵۰ - X_a)$$

$$X_a = ۵۹۱ \text{ m}$$

این مرکز را برای روستاهای C و D نیز به روش فوق بدست آورده و سپس مرکز ثقل جدیدی بین این دو مرکز ثقل بدست می‌آوریم و نتیجه با روستای E مرکز ثقل نهایی را برای ما مشخص میکند.

این مرکز ثقل در نقشه شماره یک با حروف D.C. نشان داده شده است، بنابراین با احداث یک خط انتقال ۲۰ کیلوولت سه فاز از نزدیکترین محل تامین، انرژی را با این نقطه انتقال داده و سپس از این محل هر فاز را بطور جداگانه به همراه یک سیم نول که از زمین مشترک گرفته میشود به محل مورد نظر انتقال میدهیم، سیم فاز بوسیله یک مقره سوزنی فشارقوی و سیم نول با استفاده از مقره‌های فشارضعیف همراه اتریه (پایه مقره) مطابق اشکال صفحه بعد روی تیرها قرار میگیرند، البته با استفاده از تیرهای چوبی این امکان وجود دارد که سیم نول را مستقیم به پایه متصل کنیم، ولی بدلیل وجود احتمال پیش آوردن مخاطرات ناشی از عدم تعادل سیستم صفر، این روش توصیه نمیشود.

سیستم توزیع انرژی بصورت تکفاز

در این سیستم هادی فازشارقوی بداخل روستا آورده میشود و ترانسهای کوچک بوسیله پایه و پیچ روی پایه‌های مربوطه قرار میگیرد، اکنون برای توزیع نیرو در روستا به سه رشته سیم نیاز داریم نقشه شماره ۳ چگونگی توزیع برق را بصورت شماتیک نشان میدهد.

مقایسه سیستم توزیع نیروی برق بصورت تکفاز و سه فاز

از آنجاکه در ارتباط با نوع هادی مورد نیاز برای سیستم تکفاز، مطالب گفتنی بسیار است بگونه‌ایکه در حومه این مقاله نیست، لذا با فرض اینکه هادی مورد نظر برای هر دو سیستم تکفاز و سه فاز یکنواخت انتخاب گردد اختلاف دو سیستم بصورت زیر خلاصه میشود:

۱- مقدار هادی مصرفی در سیستم تکفاز $\frac{2}{3}$ سیستم سه فاز میباشد (دو رشته سیم فاز و نول برای سیستم تکفاز و سه رشته فاز برای سیستم سه فاز)

۲- تعداد مقره‌های مصرفی در سیستم تکفاز $\frac{1}{3}$ سیستم سه فاز میباشد.

۳- پایه‌های مورد نیاز برای سیستم تکفاز ضعیفتر و در نتیجه ارزانتر از سیستم سه فاز خواهد بود، یا بعبارت دیگر طول اسپن را در شرایط استفاده از پایه‌های مشابه میتوان افزایش داد که در نتیجه تعداد پایه‌های مورد نیاز برای سیستم تکفاز کاهش یافته و بهمان نسبت تجهیزات کمتری مصرف خواهد شد.

۴- سیستم تکفاز نسبت به سیستم سه فاز از پیچیدگی کمتری برخوردار بوده و در نتیجه تعمیرات و نگهداری و بهره‌برداری از آن با استفاده از نیروهای محلی آسانتر میباشد.

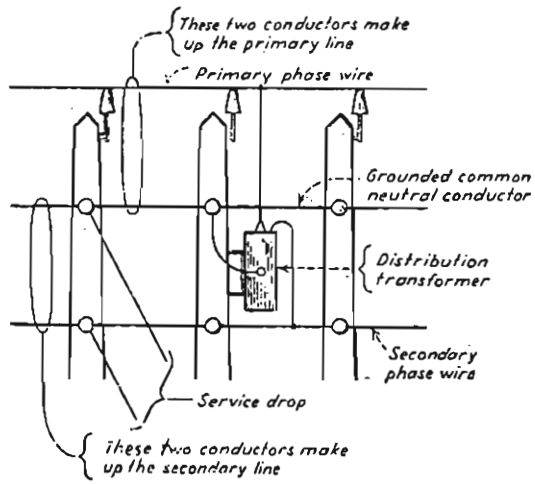
۵- با استفاده از سیستم تکفاز و بکاربردن حجم تجهیزات یکسان، امکان برقرسانی به مناطق بیشتری وجود دارد.

نتیجه‌گیری

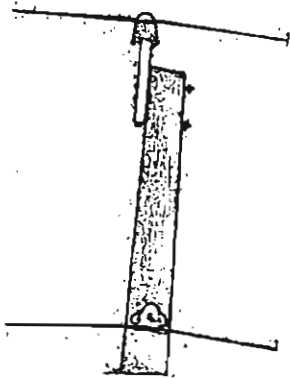
بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که باتوجه به مزایای سیستم توزیع یکفاز مانند صرفه‌جویی در مصرف مصالح و هزینه اجرا، بهبود کیفیت انرژی که در اختیار مصرف کنندگان قرار می‌گیرد و سهولت نگهداری و تعمیرات اینگونه شبکه‌ها، جادارد شرکت‌های محترم برق درمورد ایجاد چنین شبکه‌هایی اگرچه درمقیاسی محدود علاقه نشان دهند و چنانچه درعمل نیز نتایج امر رضایت بخش و مطابق انتظار بود نسبت به گسترش آن در سطح وسیعتر اقدام نمایند.

منابع

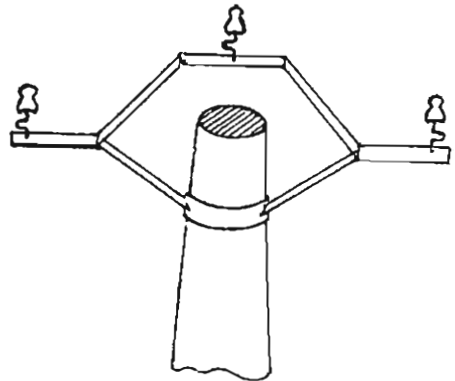
1. POWER SYSTEM BY: V.K. MEHTA
2. POWER SYSTEM ANALYSIS AND DESIGN ELECTRICAL DISTRIBUTION ENGINEERING BY: ANTHONY J. PANSINI, EE, PE
3. TRANSMISSION AND DISTRIBUTION BY: P.P.R AWLLEY
4. TRANSMISSION & DISTRIBUTION REFERENCE BOOK BY : WESTINGHOUSE



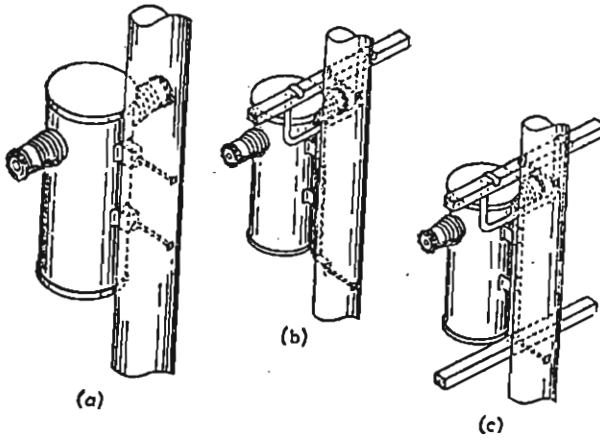
شکل شماره يك - چگونگی استفاده از خطوط تکفاز و توزیع بصورت مشترك روی يك پایه



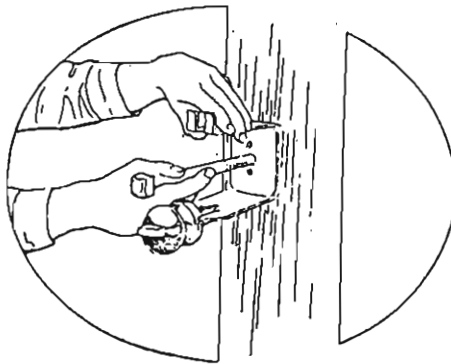
شکل شماره ۲
نمونه خط توزیع تکفاز ۲۰ کیلوولت



شکل شماره ۳
نمونه خط توزیع سه فاز ۲۰ کیلوولت



شکل شماره ۴ - ترانسفورماتورهای تکفاز و چگونگی نصب آنها

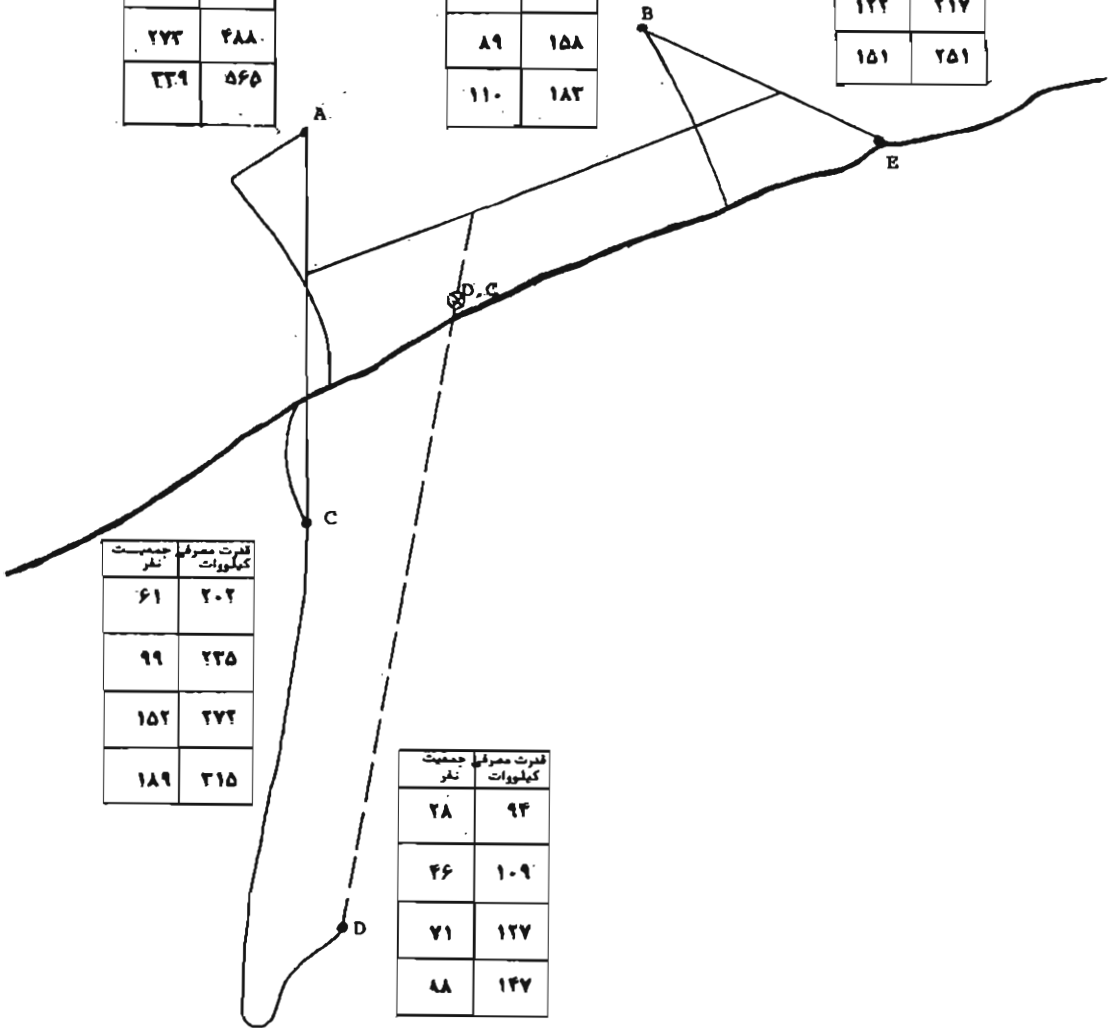


شکل شماره ۵ - اتریه مورد استفاده برای خطوط توزیع وسیم نول
و چگونگی نصب آن .

قدرت مصرفی کیلووات	جمعیت نفر
۳۶۳	۱۰۹
۴۲۱	۱۷۷
۴۸۸	۲۷۳
۵۶۵	۳۳۹

قدرت مصرفی کیلووات	جمعیت نفر
۱۱۷	۳۵
۱۳۶	۵۷
۱۵۸	۸۹
۱۸۳	۱۱۰

قدرت مصرفی کیلووات	جمعیت نفر
۱۶۱	۴۸
۱۸۷	۷۹
۲۱۷	۱۲۲
۲۵۱	۱۵۱



قدرت مصرفی کیلووات	جمعیت نفر
۲۰۲	۶۱
۲۳۵	۹۹
۲۷۲	۱۵۲
۳۱۵	۱۸۹

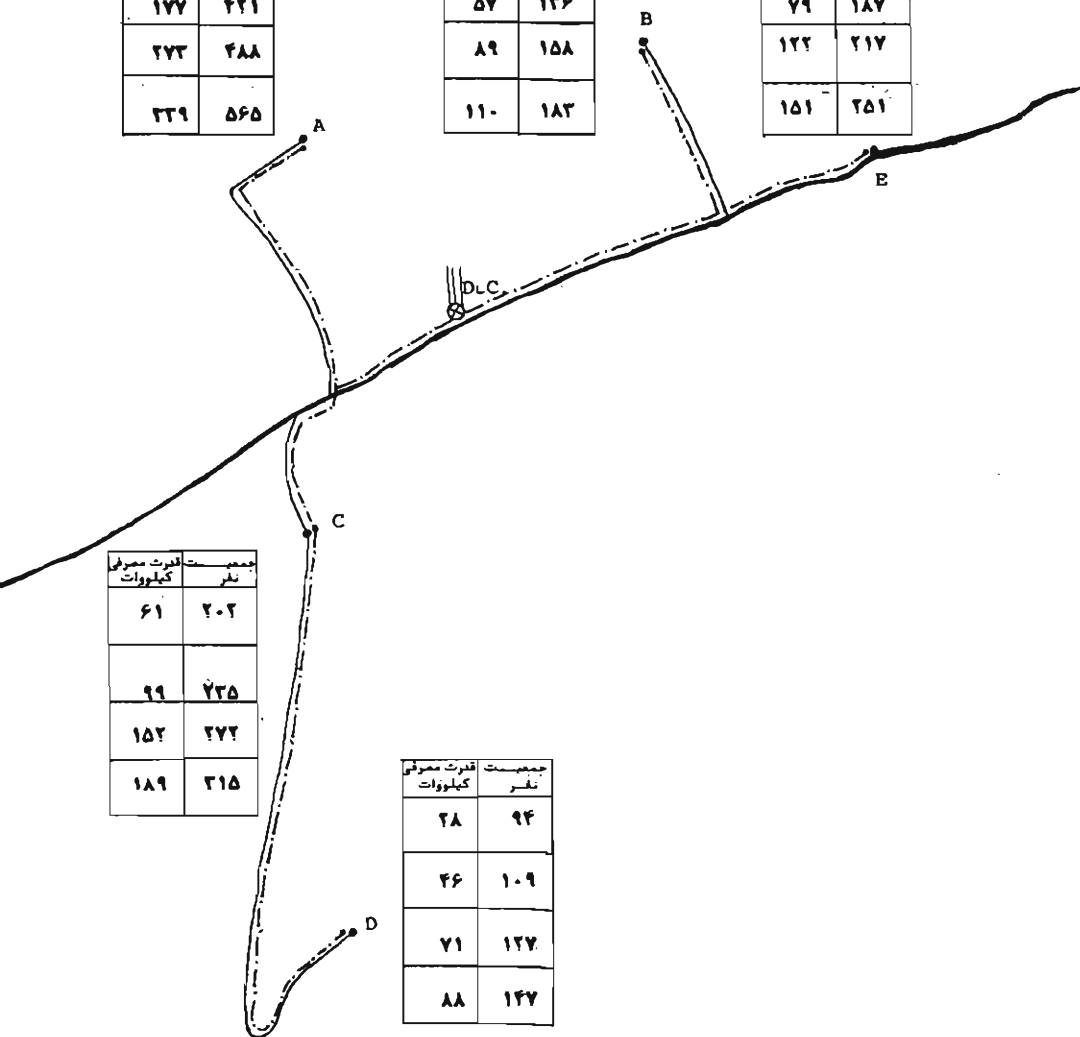
قدرت مصرفی کیلووات	جمعیت نفر
۹۴	۲۸
۱۰۹	۴۶
۱۲۷	۷۱
۱۴۷	۸۸

نقشه شماره يك - چگونگی تعیین مرکز ثقل

قدرت مصرفی کیلووات	جمعیت نفر
۱۰۹	۳۶۳
۱۷۷	۴۲۱
۲۷۳	۴۸۸
۳۳۹	۵۶۵

قدرت مصرفی کیلووات	جمعیت نفر
۳۵	۱۱۷
۵۷	۱۳۶
۸۹	۱۵۸
۱۱۰	۱۸۳

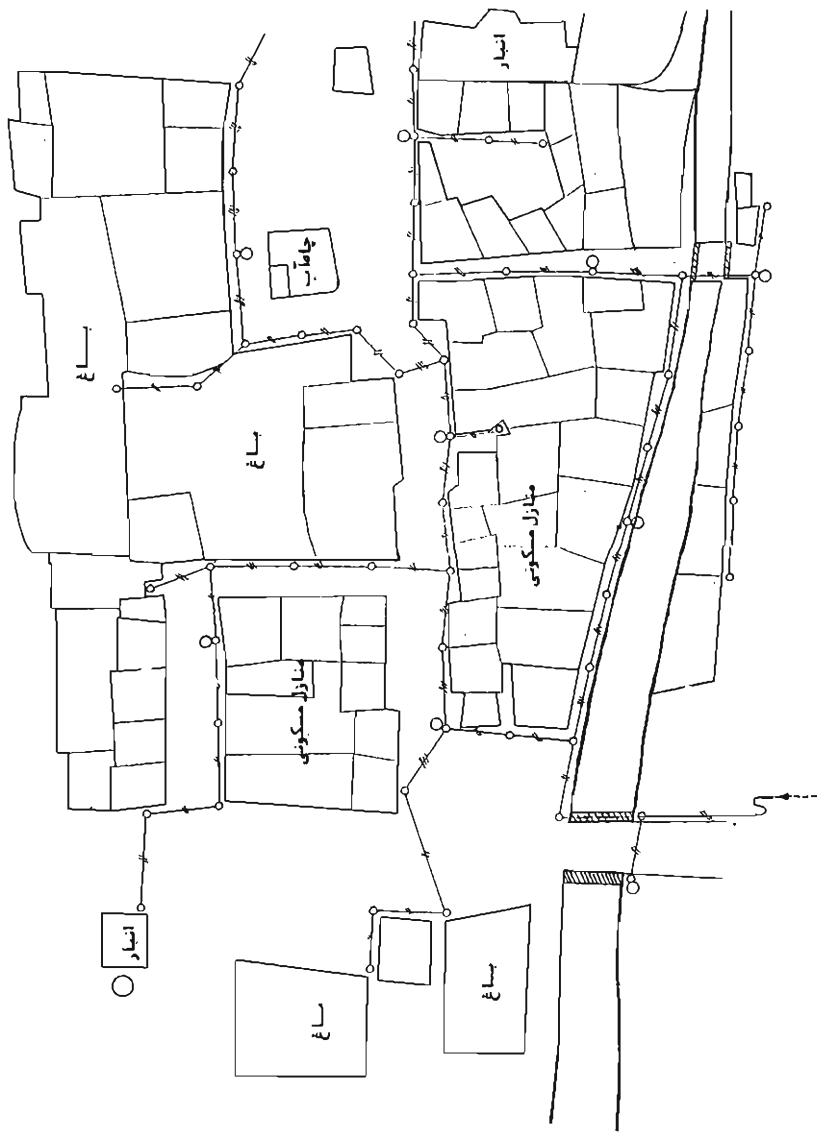
قدرت مصرفی کیلووات	جمعیت نفر
۴۸	۱۶۱
۷۹	۱۸۷
۱۲۲	۲۱۷
۱۵۱	۲۵۱



قدرت مصرفی کیلووات	جمعیت نفر
۶۱	۲۰۲
۹۹	۲۳۵
۱۵۲	۲۷۲
۱۸۹	۳۱۵

قدرت مصرفی کیلووات	جمعیت نفر
۲۸	۹۴
۴۶	۱۰۹
۷۱	۱۲۷
۸۸	۱۴۷

نقشه شماره ۲ - مسیر انتقال تکفاز از مرکز نقل به فاز



پلان دوسئای ۸ و چگونگی توزیع برق در آن

- تهرجونی
- ترانس تبدیل تکفاز
- //— فاز و نول 20kV
- /—/— 220V ، 20kV