



مکانیزاسیون شبکه‌های توزیع

(نقش مکانیزاسیون در بهینه‌سازی و بهنگام سازی بهره‌برداری شبکه‌های توزیع)

غلامرضا شهلازاده

شرکت مهندسی مشاور نیروی آذربایجان

چکیده :

زیربنشانی‌ترین اصل برنامه‌ریزی علمی ، داشتن بانکهای اطلاعاتی صحیح و قابل اطمینان میباشد. برای دستیابی به شبکه الکتریکی منظم و برقرسانی بی وقفه نه تنها تولید در حد مطلوب الزامی است ، بلکه علم برآنچه در شبکه وجود دارد حیاتی می‌نماید. ارزیابی کامل و تدوین برنامه‌های علمی و عملی ، پوشانیدن نقاط ضعف و یا کور شبکه و نتیجتاً کاهش تلفات سنگین موجود ، همچون نیروگاههای میماند بدون صرف هزینه‌های گزاف جهت نگهداری و سرویس دهی. کامپیوتری ساختن (مکانیزاسیون) اطلاعات شبکه‌های توزیع (و فوق توزیع) بنیادی‌ترین طرح جهت آگاهی داشتن کامل از شبکه‌های تحت بهره‌برداری است. در این مقاله روش مکانیزاسیون یک شبکه توزیع واقعی ارائه و نمایش داده شده و این روش با سایر روشهای موجود مقایسه و مناسبترین آن با توجه به شرایط موجود شبکه‌های توزیع ایران مورد بحث قرار میگیرد و نهایتاً "نتیجه‌گیری و پیشنهادات لازم ارائه میگردد.

شرح مقاله :

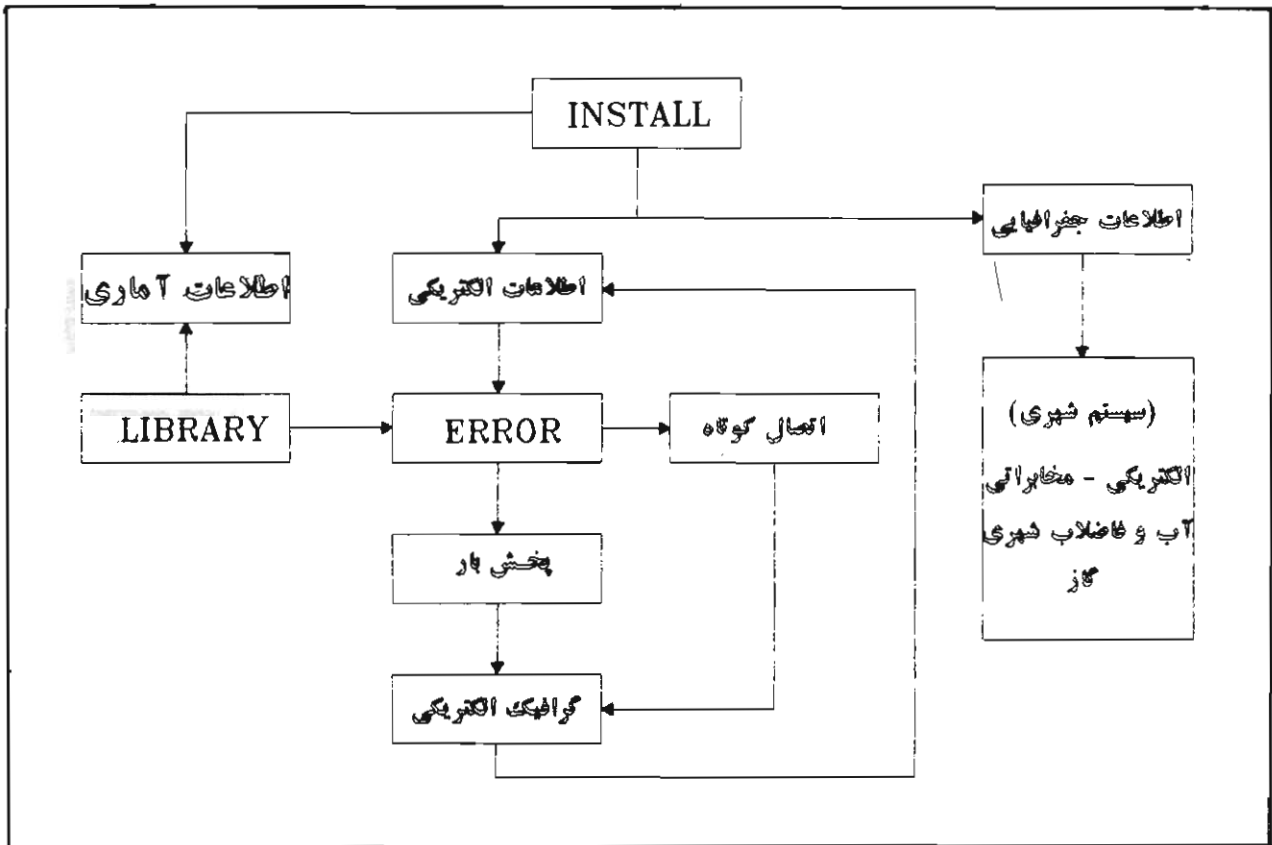
بهره‌وری از بانکهای اطلاعاتی ، اساس کار و ابتدای هر تصمیم‌گیری صحیح و

علمی است. شکل مناسب، دسترسی سریع و سادگی انجام کار، در کل قسمت اعظمی از کار را فراهم میسازد. در کنار حجم وسیع و طیف گسترده اطلاعات، الگوی فنی داشتن و به بهره‌برداری علمی رساندن اطلاعات باید همواره مد نظر باشد. اگر صرفاً از جداول و فرمهای اطلاعاتی شبیه آنچه در سیستمهای انبارداری، کارگزینی و حسابرسی بکار می‌رود استفاده نمائیم، به مرور زمان ناخودآگاه از یک سیستم فنی الکتریکی دور می‌شویم، و از اصل دوری جستن، ناهماهنگی خاصی را به برنامه تزریق خواهد نمود که در بهره‌برداری، بازده قابل قبول نخواهد داشت. این بدان معنی نیست که برنامه‌های شبیه برنامه‌های انبارداری یا حسابرسی از سطح پائینی برخوردار است، فقط مرزها، اصول و نگرش در مورد یک کار اداری و فنی از کاربردی متفاوت بهره می‌جوید. به منظور تحقق بخشیدن به اهمیت بانکهای اطلاعاتی، یک برنامه مکانیزاسیون باید بشکلی تدوین یابد که:

- ۱ - کل اطلاعات شبکه الکتریکی فقط از یک کانال به سیستم وارد گردد.
- ۲ - اطلاعات به روش گرافیکی به سیستم تزریق گردد تا بهره‌بردار احاطه کامل به شبکه الکتریکی داشته باشد.
- ۳ - اطلاعات کلی هر یک از پستهای برق و تجهیزات به تفکیک و به سادگی روی دیگرام تک خطی و نقشه جغرافیائی به نمایش در آید.
- ۴ - اطلاعات از کانالهای متفاوت و مستقل از هم مشاهده و بررسی گردد.
- ۵ - سیستم باید دارای آرشیو، مراکز آماری، مراکز اطلاعاتی و برنامه‌های آموزشی متنوعی باشد.
- ۶ - برنامه از مطالعات الکتریکی شبکه همچون پخش بار و اتعمال کوتاه به شکل گرافیکی بهره جوید.
- ۷ - تبادل اطلاعات در برنامه به صورت مستقیم (DIRECT INTERFACE) باشد.
- ۸ - سیستم از اطلاعات بصورت DEFAULT بهره‌مند باشد.
- ۹ - وارد کردن DATA بصورت FIXED-FORMAT باشد به شکلی که امکان خطا برای USER به حداقل ممکن برسد.
- ۱۰ - تمامی قسمت‌های برنامه قابلیت گسترش و افزایش داشته باشند.
- ۱۱ - چون صرفاً "بهره‌برداری فنی مورد نظر است، حداقل استفاده از KEYBOARD با دانش کمی از علم کامپیوتر لازم باشد تا افراد مختلف به سادگی از آن استفاده نمایند.
- ۱۲ - از سیستم متریک در سراسر برنامه استفاده گردد.

۱۳- از استانداردهای بین‌المللی استفاده شود.

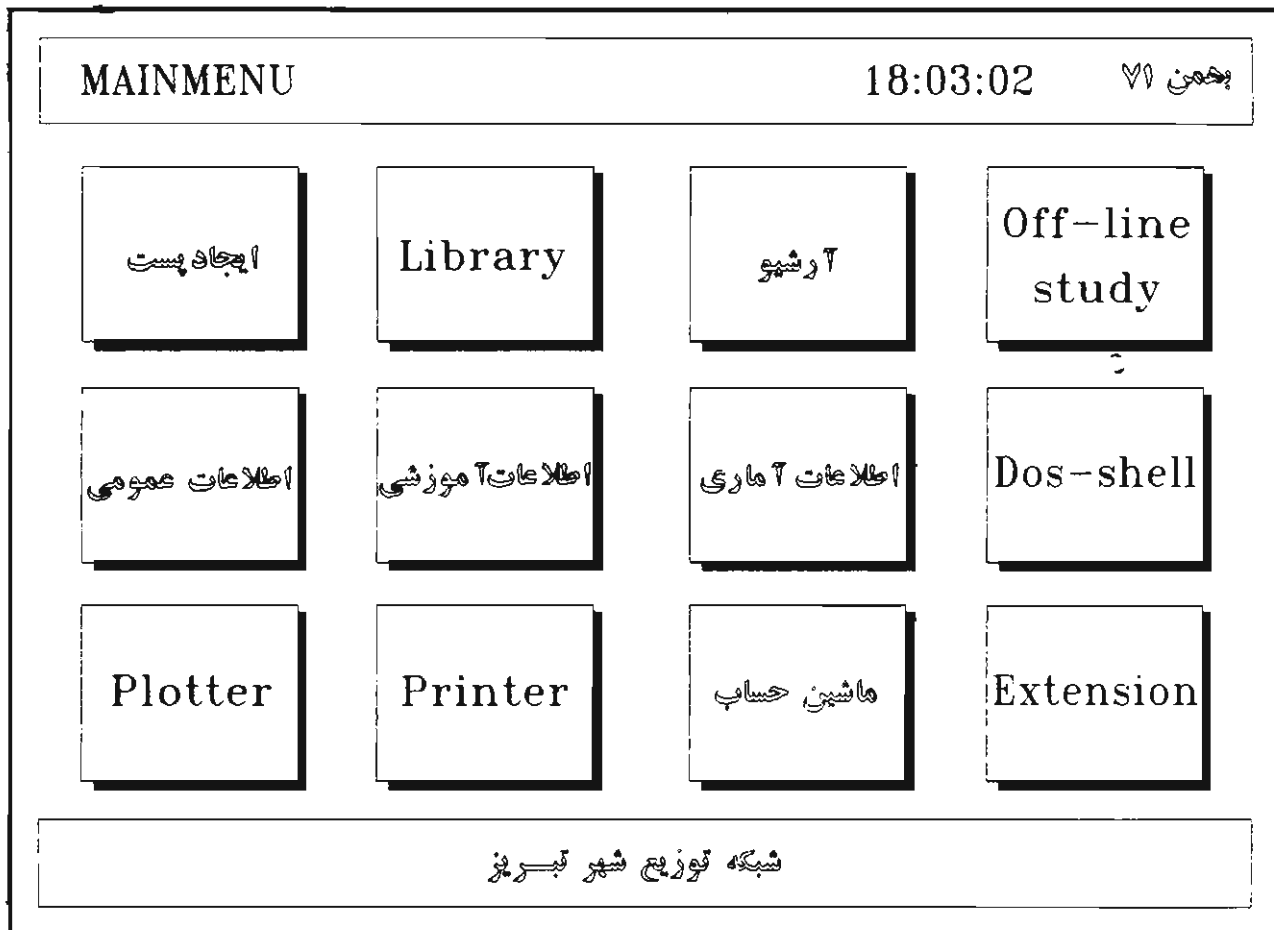
۱۴- برنامه با فرهنگ فنی و علمی کشور سازگاری و هماهنگی کامل داشته باشد.



شکل ۱ - چارت کلی برنامه مکانیزاسیون شبکه‌های توزیع

از MENU اصلی که نمایشگر کلی قابلیت‌های برنامه می‌باشد میتوان به تمامی زیر قسمتها رجوع کرد و با توجه به امکانات کامل هر زیر قسمت عملیات مورد نظر را انجام داد. نمایی از MENU اصلی در شکل (۲) ارائه شده است.

اساس برنامه به زبان C (BORLAND C) بوده و قسمتهای مربوط به مطالعات الکتریکی (پخش بار و اتصال کوتاه) به زبان FORTRAN می‌باشد. علت انتخاب زبان C انعطاف پذیری در خور توجه این زبان نسبت به زبانهای دیگر کامپیوتری بوده و انتخاب زبان FORTRAN جهت مطالعات الکتریکی به علت قابلیت‌های ارزشمند آن در استفاده از علم ریاضی برای چنین برنامه‌هایی می‌باشد.



شکل ۲ - نمایی از MENU اصلی برنامه

INSTALL :

اطلاعات (DATA) بصورت گرافیکی در روی نقشه‌های جغرافیایی شهر و نقشه تک خطی سیستم الکتریکی توزیع بدون توجه به جغرافیای شهر به برنامه داده میشود ، بدین شکل که اطلاعات کلی مندرج در بندهای ۱۲ الی ۱۳ در نقشه جغرافیایی به شرح زیر بر روی دیاگرام تک خطی پستها دیده میشوند.

۱ - ساختمان پست

۲ - تعداد سلولهای تحت بهره‌برداری و رزرو و چگونگی تجهیزات داخلی و امکانات موجود

۳ - مشخصات تجهیزات الکتریکی فیدرهای ورودی و خروجی در ولتاژهای ۲۰ و ۴۰ کیلوولت

۴ - مشخصات الکتریکی و فیزیکی ترانسفورماتورهای قدرت

- ۵ - مشخصات سکیونرهای ۲۰ کیلوولت
- ۶ - مشخصات دیژنکتورهای ۲۰ کیلوولت
- ۷ - مشخصات الکتریکی ترانسهای جریان و ولتاژ
- ۸ - مشخصات کنتورهای مادر، اختصاصی، عمومی و...
- ۹ مشخصات الکتریکی رله‌های حفاظتی (پرایمری و زکوندری)
- ۱۰- مشخصات الکتریکی و فیزیکی تیرها و چراغهای برق
- ۱۱- مشخصات تجهیزات موجود در تابلوی فشارضعیف
- ۱۲- مشخصات الکتریکی و فیزیکی کابلها و خطوط هوایی

The screenshot shows a software window titled "مشخصات تجهیزات سیستم های توزیع" (Distribution System Equipment Specifications). On the left, there is a vertical menu with buttons: "سه سیم پیچ" (Three-core cable), "دوسیم پیچ" (Two-core cable), "نور ان" (Lighting), "NON-TYPICAL", "DELE", and "QUIT". The main area contains a table for entering equipment details:

مشخصات تجهیزات سیستم های توزیع		
نام تجهیزات	ترانسفر	
شماره سریال	نام کارخانه سازنده	
تاریخ صفا	سال بهره برداری	سال مونتاژ
وزن کل	گروه برداری	خسک کننده
قدرت اسمی	امپدانس ترانس	
رله بوخ هلتر	<input type="radio"/> دارد <input type="radio"/> ندارد نام کارخانه سازنده	
تاریخ آخرین تست روغن		
تاریخ تست روغن آینده		

Below the table is a map showing a street layout with labels: "کوچه سیدزاده", "مسجد کنود", "خیابان شهید", and "مغایر".

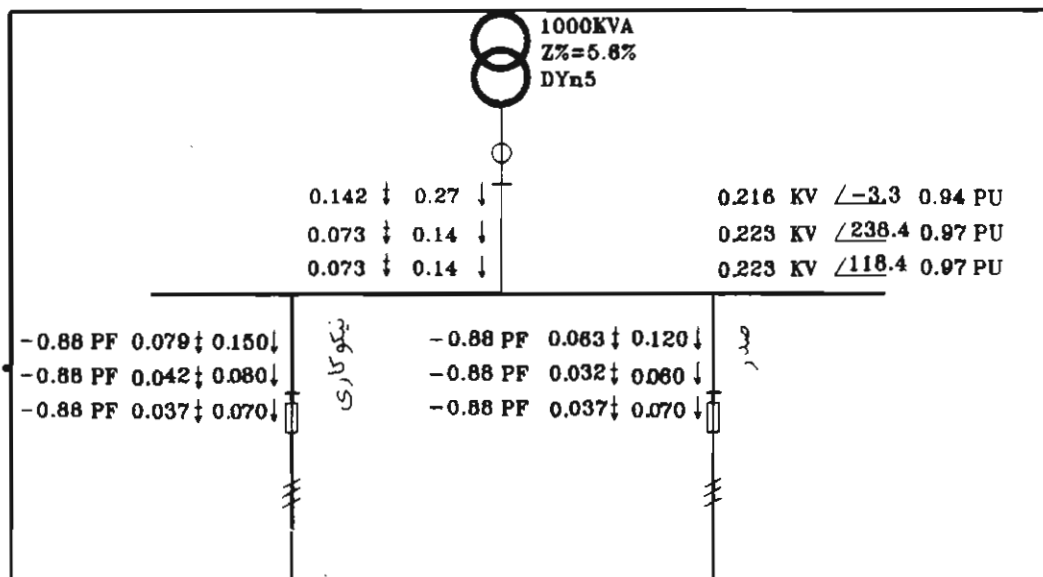
شکل ۳ - نمونه‌ای از جداول استفاده شده در قسمت INSTALL

پخش بار گرافیکی :

از طریق برنامه INSTALL بر روی نقشه الکتریکی، که با توجه به جغرافیای دقیق شهر تهیه شده است، با دادن نام یا کد پست اطلاعات کلی تجهیزات وارد می‌شود. اطلاعات کلی شامل اطلاعات فیزیکی و الکتریکی است. برنامه مستقیماً

اطلاعات مورد نیاز را تمیز داده و بصورت DIRECT INTERFACE توالی مثبت و صفر اجزاء شبکه را محاسبه نموده و با درخواست USER برنامه پخش بار اجرا میگردد. اطلاعات مورد نیاز پخش بار بطور مستقیم از LIBRARY برنامه INSTALL و دیگر برنامه‌های جانبی تأمین میگردد. سپس قسمت ERROR گیری برنامه ، خطاهای موجود را تمیز داده و اعلام می‌کند. خطاهایی همچون عدم ارتباط بین ترانسفورماتورها و شینه‌ها، خطوط و شینه‌ها و...

روش حل برنامه از نیوتن - رافسون پیروی نموده و از تکنیک SPARSE VECTOR/MATRIX استفاده شده است. خروجی برنامه به شکل گرافیکی بوده و دیاگرام تک خطی تمامی پستها بطور کامل برای مطالعات پخش بار ترسیم شده و نتایج بر روی آن دیده می‌شوند. ولتاژ شینه‌ها به کیلوولت و سیستم پریونیت (P.U.) ، زاویه شینه‌ها ، قدرت عبوری از هر فیدر به MW و MVAR ، ضریب قدرت هر خط ، OVER-LOAD شدن خطوط و ترانسفورماتورها ، نیاز به خازن بر روی شینه‌ها و... قسمتی از اطلاعات خروجی برنامه می‌باشد که همگی به شکل گرافیکی ارائه میگردد. اجرا بصورت " پخش بار سه فاز نامتقارن " از جمله مزایای ارزشمند برنامه می‌باشد.



شکل ۴ - خروجی پخش بار سه فاز نامتقارن

با توجه به اینکه پخش بار گرافیکی نشانگر آخرین آرایش شبکه واقعی است ، از کلمه " ON-LINE " استفاده خواهد شد. شکل (۴) نمونه‌ای از خروجی پخش بار گرافیکی برای یک پست توزیع را نمایش می‌دهد.

اتصال کوتاه (گرافیکی) :

همچون برنامه پخش بار اطلاعات بصورت DIRECT-INTERFACE از طریق LIBRARY , INSTALL و دیگر برنامه‌های جنبی تمیز داده شده و مستقیماً توالی مثبت و صفر اجزاء شبکه را محاسبه نموده و با درخواست USER برنامه اجرا شده و نتایج بصورت گرافیکی برای اتصال کوتاه سه فاز متقارن و اتصال کوتاه تکفاز با توجه به انتخاب بهره‌بردار مشاهده می‌شود. قابل توضیح است که قسمت ERROR گیری برنامه ، همچون برنامه پخش بار ، در صورت وجود خطا آن را تمیز داده و اعلام می‌نماید. در جوار خروجی برنامه ، مشخصات خاص الکتریکی هر دستگاه که لازم است با جریانهای اتصال کوتاه مقایسه و مطالعات فنی صورت گیرد مشاهده میشود. اصطلاح "ON-LINE" در این مورد نیز بکار می‌رود.

مطالعات الکتریکی (OFF-LINE) :

پخش بار و اتصال کوتاه الکتریکی که بصورت گرافیکی انجام می‌پذیرد ، نمایشی از آخرین آرایش کامل شبکه واقعی است. به منظور تحلیل شبکه و بررسی اثرات مانورها (تغییرات خارج از آرایش واقعی سیستم) مطالعات الکتریکی بصورت " OFF-LINE " باید انجام پذیرد. " OFF - LINE " بدین ترتیب است که تمامی اطلاعات در فرم‌ها و جداول خاصی به برنامه داده میشوند و سپس محاسبات بصورت DIRECT INTERFACE انجام و با درخواست بهره‌بردار برنامه‌ها اجرا میگردد. در صورت عدم اطلاع USER از برخی از داده‌های مورد نیاز ، سیستمهای پرقدرت و ارزشمندی را برنامه ارائه می‌دهد که USER میتواند آن اطلاعات را بصورت DEFAULT تحت عنوان TYPICAL DATA درخواست نماید. اگر اطلاعاتی باشد که در شبکه الکتریکی برای اولین بار یا بطور استثنای اجرا میشود ، USER از قسمت دیگر برنامه تحت عنوان NON-TYPICAL DATA میتواند استفاده نماید. وارد کردن DATA بصورت TYPICAL و NON-TYPICAL در قسمت گرافیکی نیز کاملاً میسر است. اطلاعات خروجی در برنامه اتصال کوتاه " OFF-LINE " در شکل (۵) دیده می‌شود.

خروجی برنامه اتصال کوتاه OFF-LINE									
BUS NO.	VOLTAGE		POSITIVE SEQUENCE			ZERO SEQUENCE			
	BASE (KV)	PU	PERCENT		RATIO	PERCENT		RATIO	
			R	X	X/R	R	X	X/R	

3 PHASE FAULT		1 PHASE FAULT	
AMPS. (MGA)	MVA. (MGA)	AMPS. (MGA)	MVA. (MGA)

RETAINED BUS LIST CURRENT CONTRIBUTION

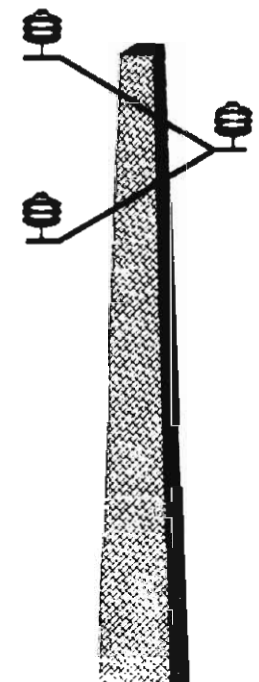
شکل ۵- قسمتی از خروجی برنامه اتصال کوتاه برای یک پست توزیع

LIBRARY :

LIBRARY بخشی از برنامه است که اطلاعات مورد نیاز خطوط (خطوط هوایی و کابلها) در ولتاژهای متفاوت را محاسبه و در جداول و فرم‌های بخصوصی طبقه‌بندی نموده و برنامه‌های پخش بار و اتصال کوتاه را بصورت DIRECT INTERFACE تغذیه می‌نماید. اجرا برنامه بصورت " OFF-LINE " بوده و روشهای مربوط به DATA گیری به شکل TYPICAL و NON-TYPICAL نیز صادق است. شکل (۶) نمونه‌ای از فرم مخصوص LIBRARY می‌باشد.

مشخصات کلی دکل	
فاصله سیم زمین از محور Y (M)	نوع دکل
فاصله فاز A از محور Y (M)	نوع هادی خط
فاصله فاز B از محور Y (M)	تعداد مدار
فاصله فاز C از محور Y (M)	تعداد سیم زمین
فاصله سیم زمین از محور X (M)	تعداد رشته های هادی خط
فاصله فاز A از محور X (M)	تعداد رشته های سیم زمین
فاصله فاز B از محور X (M)	ولتاژ (KV)
فاصله فاز C از محور X (M)	فرکانس (HZ)
فاصله سیم های بانول (M)	مقاومت هادی خط (OHM/KM)
طول خط (KM)	مقاومت سیم زمین (OHM/KM)
قطر هادی خط (MM)	مخصوص سیم زمین (OHM/KM)
قطر سیم زمین (MM)	نمو خط (KM)

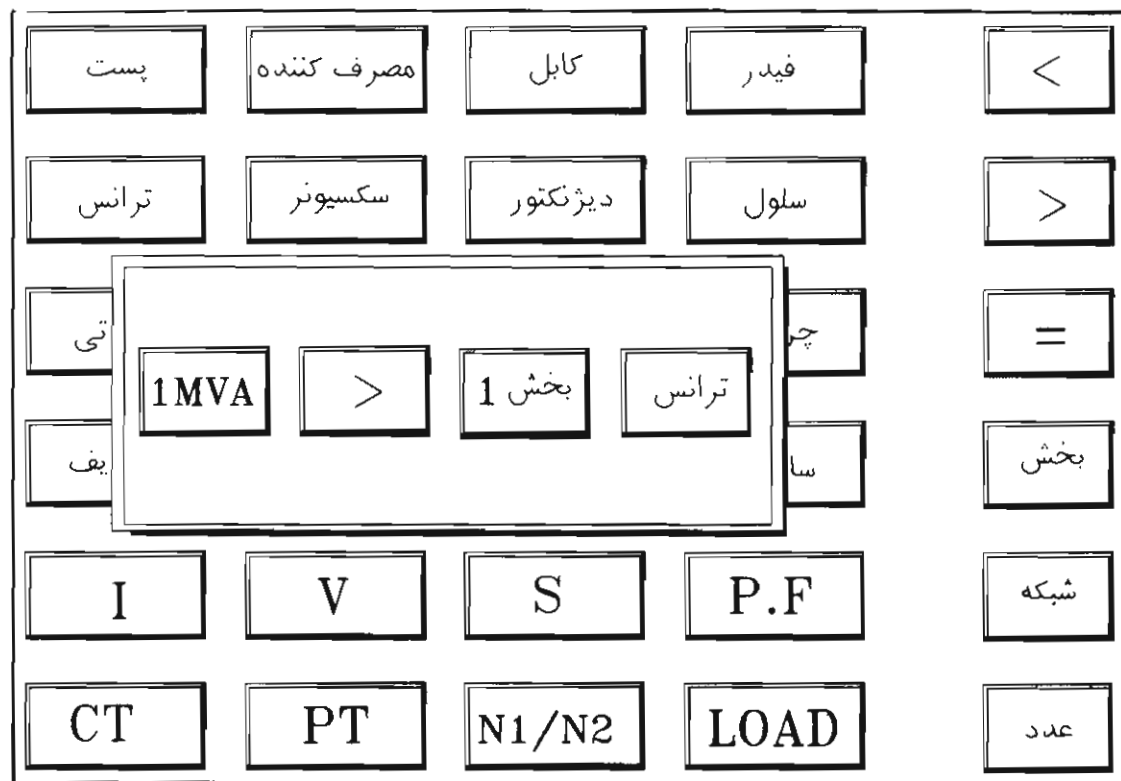
F2: SAVE & QUIT F4: QUIT



شکل ۶- ورودی برنامه در قسمت خطوط هوایی

اطلاعات آماری :

اطلاعات که به شکل جزء به جزء در قسمت INSTALL به برنامه تزریق میشود در مواقعی که نیاز به برآورد است ، تحت یک عنوان بصورت کلی مورد نیاز میباشد. به همین منظور ، بخشی به عنوان اطلاعات آماری که مجموعه ای تدوین یافته از انواع اطلاعات مخصوص یک دستگاه میباشد ترتیب داده شده است. شکل (۷) نمایشی از MENU اصلی قسمت اطلاعات آماری است.



شکل ۷ - MENU اصلی اطلاعات آماری

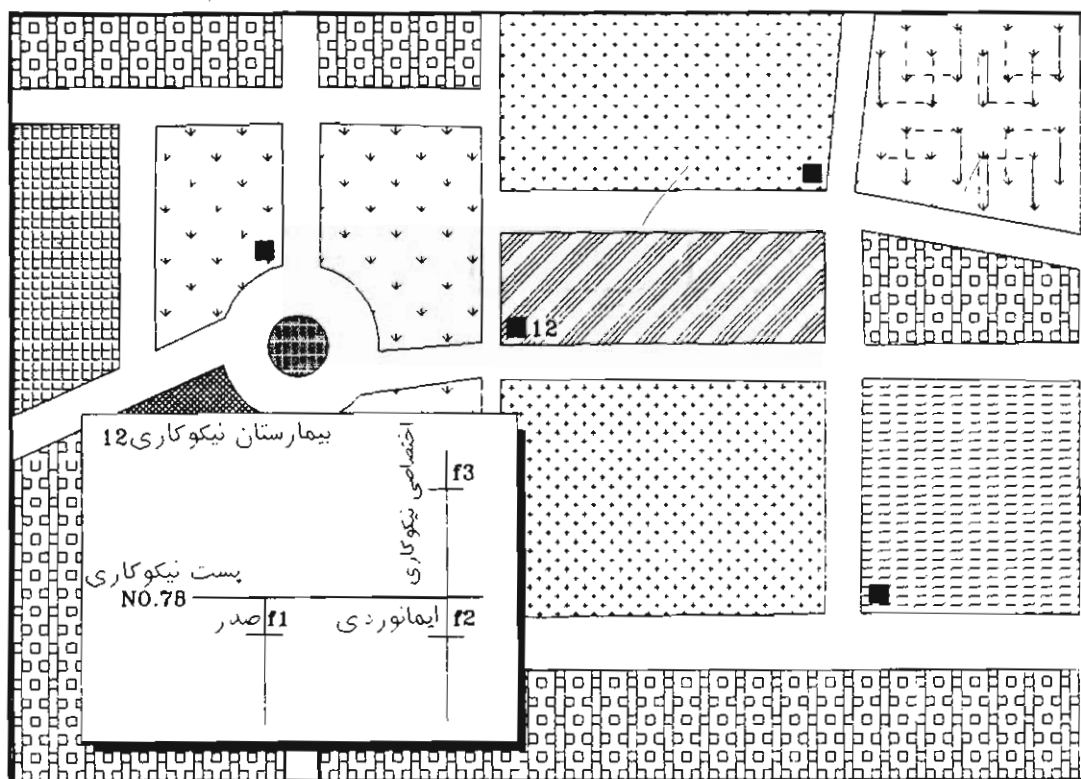
اطلاعات عمومی :

این بخش به اطلاعات عمومی سیستم توزیع ، قراردادهای ، قوانین ، استانداردها و فرمولهای مورد نیاز در سیستم برق و مورد استفاده در وزارت نیرو به عنوان یک استاندارد معتبر اختصاص یافته است.

مراکز حساس :

نمایش مراکز حساس شهر (یا منطقه) که برقرسانی آنها به هر دلیلی باید سریع و در صورت لزوم بی وقفه صورت گیرد قسمت دیگری از برنامه میباشد.

کار بدین ترتیب است که با درخواست USER ، لیست اسامی مراکز مهم و از قبل تعیین شده به ترتیب الفبا نمایش داده می شود و بهره بردار از بین آنها ، مرکز حساس مورد نظر را یافته و فیدرهای که به آن متصل بوده و می توانند آن قسمت را برقدار کنند بررسی و چگونگی تغذیه را به قسمت بهره برداری شبکه اطلاع می دهد. شکل (۸) تغذیه یک مرکز حساس را نمایش می دهد.



شکل ۸ - تغذیه یک مرکز حساس شهری

نتیجه :

برنامه های متنوعی در مورد مکانیزاسیون شبکه های توزیع در حال حاضر در سراسر دنیا وجود دارد. اکثر تهیه کنندگان ، مسائل و مشکلات و نیازهای شبکه های توزیع سیستم خود را بعنوان الگو برگزیده اند و برنامه را براساس آن طرح ریزی نموده اند که سه نمونه بارز آنها ETAP ، SYME و AST هستند. هر یک از برنامه های فوق الذکر ، انواع اطلاعات و محاسبات را در خود گنجانده اند و بسیار ارزشمند می باشند. با وجود این ، هیچکدام اطلاعات درخواستی و آنچه از یک شبکه توزیع سیستم شهری که مورد نیاز کارشناسان و تکنسینهای داخلی میباشد تا بتوانند به شکل مطلوب از سیستم نگهداری و بهره برداری نمایند را ارائه نمی دهند.

برنامه مکانیزاسیون شبکه توزیع معرفی شده در این مقاله در اکثر موارد به زبان فارسی بوده و به سادگی قابل استفاده می‌باشد و تقریباً شامل تمامی نیازهای شبکه‌های توزیع بوده و چون بوسیله کارشناسان داخلی طرح و برنامه‌ریزی شده است هرگونه تغییرات در آن به راحتی و با هزینه ناچیز انجام‌پذیر است. در حال حاضر ، اگرچه در سطحی نیستیم که تکنولوژی کامپیوتری را ارائه دهیم ولی چنین برنامه‌هایی نشان می‌دهد که از تکنیک برنامه‌نویسی قابل توجهی برخوردار بوده و میتوان در این بعد علمی نیز سرمایه‌گذاری نمود.

منابع :

- 1- POWER SYSTEM ANALYSIS BOOK
- 2- WESTINGHOUSE TRANSMISSION & DISTRIBUTION (T&D)