دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

دانشکده فنی

«گروه برق-قدرت»

عنوان پایان نامه :

اصول کارکرد سیستم های SCADA درمونیتورینگ شبکه های قدرت

استاد راهنما:

جناب آقای دکتر جواد علمائی

نام دانشجو:

سید احمد طباطبائی

8112840259

1384

امید است مطالعه این مطالب ، دریچه ای دگر به روی خوانندگان بگشاید.

فصل اول:

مقدمه ---------- 1
1ـ همیت دیسپاچنگ ---------- 2
2ـ سلسله مراتب و دیپاچنگ ایران ---------- 3
2ـ1ـ دیسپاچنگ ملی (SCC) ---------- 3
2ـ2ـ دیسپاچنگ منطقه‌ای (AOC) ---------- 4
2ـ3ـ دیسپاچنگ محلی (RDC) ---------- 5
2ـ4ـ دیسپاچنگ توزیع (DCC) ---------- 5
3ـ پارامترهای ارزیابی سیستم اسکادا ---------- 5
3ـ1ـ قابلیت دسترسی ---------- 5
3ـ2ـ پاسخ زمانی ---------- 6
3ـ3ـ توسعه پذیری ---------- 6
3ـ4ـ قابلیت انعطاف پذیری ---------- 7
3ـ5ـ قابلیت اطمینان ---------- 7
4ـ پایانه یا RTU ---------- 8
4ـ1ـ شرح وظایف RTU ---------- 8
4ـ2ـ اجزای تشکیل دهنده RTU ---------- 9
4ـ3ـ نرم‌افزار RTU ---------- 13
4ـ4ـ مهندسی اطلاعات در پایانه ---------- 15
4ـ5ـ مودم ---------- 15
4ـ6ـ منبع تغذیه ---------- 16
5ـ سیستمهای ارتباطی و نحوهٔ ارسال اطلاعات از RTU به مرکز کنترل ---------- 16

5ـ1ـ سیستم تلفن عمومی ---------- 17
5ـ2ـ سیستم‌های مخابراتی رادیویی ---------- 17
5ـ3ـ شبکه فیبرنوری ---------- 18
5ـ4ـ سیتم PLC ---------- 19
5ـ5ـ سیستم مایکروویو ---------- 20
5ـ6ـ ارتباط ماهواره‌ای ---------- 21
5ـ7ـ روش انتقال اطلاعات از پایانه به مرکز کنترل ---------- 23
5ـ8ـ روش ارسال کلیه اطلاعات ---------- 23
5ـ9ـ روش ارسال اطلاعات تغییر یافته ---------- 24
6ـ پروتکل‌های ارسال اطلاعات ---------- 24
7ـ طراحی یک مرکز اسکادا ---------- 26

فصل دوم

مقدمه ---------- 31

الف) قسمت اول:

1ـ ساختار سخت افزاری مرکز کنترل ---------- 32
1ـ1ـ کامپیوتر و پرینتر ---------- 32
1ـ2ـ تجهیزات مخابراتی ---------- 32
1ـ3ـ UPS ---------- 33
2ـ سیستم کامپیوتری ---------- 33
3ـ نرم‌افزار مرکز کنترل (RESY-USS) ---------- 35
3ـ1ـ کلیات ---------- 35
3ـ2ـ دیتابیس ---------- 35
3ـ3ـ توابع اسکادا ---------- 37
3ـ4ـ کنترل روان ---------- 37
3ـ5ـ انتخاب نقاط ---------- 37
3ـ6ـ پردازش آلازم‌ها و رخدادها ---------- 38
3ـ7ـ عمل کنترل ---------- 39
4ـ امکانات تغییرات اتریپوت ---------- 39
5ـ تصاویر نمایشی سیستم ---------- 41
5ـ1ـ تصاویر کلیدهای نرم‌افزاری ---------- 42
5ـ2ـ تصویر تک خطی شبکه تحت پوشش ---------- 42
5ـ3ـ تصویر تک خطی ایستگاه‌ها ---------- 42
5ـ4ـ شکل تجهیزات هر ایستگاه ---------- 43

6ـ تصاویر سیستم اسکادا ---------- 44
7ـ ویرایشگر محیط گرافیکی ---------- 45
8ـپرینت (log) رخدادها و عملکردهای سیستم ---------- 46
9ـ برنامه‌های کاربردی اسکادا ---------- 47
10ـ قابلیت‌های برنامه‌ریزی سیستم ---------- 48
11ـ توسعه و نگهداری سیستم ---------- 48
12ـ قابلیت در دسترس بودن سیستم ---------- 48
13ـ رابط انسان و ماشین(MMI) ---------- 49

ب) قسمت دوم:

1ـ طرح کلی سیستم پایانه (RTU) ---------- 50
2ـ1ـ مشخصات فنی مدول Main ---------- 51
3ـ مدول UIDC ---------- 62
4ـ اطلاعات فنی نرم افزار RTU و مشخصات پروتکل‌ها ---------- 57
4ـ2ـ1ـ پروتکل Indactic 2033 ---------- 57
4ـ2ـ2ـ پروتکل Hitachi ---------- 58
4ـ2ـ3ـ پروتکل IEC 870-5-101 ---------- 59
4ـ2ـ4ـ پروتکل کرمان تابلو ---------- 59
3ـ5ـ مدول ورودی دیجیتال ---------- 70
3ـ6ـ مدول خروجی دیجیتال ---------- 74
3ـ7ـ مدول ورودی آنالوگ ---------- 80
3ـ8ـ مدول شمارنده پالس‌ها ---------- 84
3ـ9ـ مدول خروجی آنالوگ ---------- 85
3ـ10ـ مشخصات مودم ---------- 85
3ـ11ـمشخصات منبع تغذیه ---------- 86
3ـ12ـ مشخصات گذرگاهI/O ---------- 86
3ـ14ـ مشخصات نرم‌افزار تستر پایانه ---------- 87
3ـ15ـ دستگاه تستر پایانه ---------- 88
3ـ16ـ تابلو پایانه (درجه حفاظت ـ رنگ آمیزی ـ ابعاد و طراحی آن) ---------- 89
3ـ17ـ پیکربندی پایانه ---------- 92
نظرات و پیشنهادات ---------- 98
نتیجه‌گیری ---------- 100

مقدمه

هدف اصلی از یک سیستم مدیریت انرژی، پشتیبانی کردن فعالیتهای اتاق کنترل نظیر بررسی برنامه ریزی کنترل صحیح و سریع عملیات سیستم قدرت می‌باشد. هدف دیگر از بکارگیری سیستم مدیریت انرژی ،تامین انرژی کافی در مواقع بروز اتفاقات در شبکه‌های قدرت از طریق پیش بینی تولید و انتقال مناسب انرژی یعنی ولتاژ و فرکانس ثابت ونیز پایداری شبکه از اهداف دیگر بکارگیری سیستمهای مدیریت انرژی می‌باشد.

یکی دیگر از مسئولیتهای عمده بهره‌برداران سیستم قدرت ، کنترل سیستم است. سطوح ولتاژ فرکانس توان خطوط رابط جریان خطوط مستقیم و بارگذاری ابزار، باید در حدود معین ایمنی نگهداشته شوند تا عرضه خدمات رضایت بخش را به مشترکین سیستم قدرت امکان پذیر سازد. سطوح ولتاژ و جریان خطوط و بارگذاری تجهیزات در هر سیستم از هر نقطه به نقطه دیگر متفاوت است و کنترل به شکل نسبتاً محلی انجام می‌شود.

دیسپاچینگ همان کلمه dispatching بوده که مصدر آن dispatch یعنی هماهنگ کردن تولید و مصرف؛ و دیسپاچینگ در واقع فرآیندی است که عمل هماهنگی و تنظیم انرژی و خطوط انتقال نیرو توسط مرکز کنترل در آن انجام می‌شود.

نقش دیسپاچینگ در شبکه برق بسیار حساس است و این نقش بر اساس اطلاعاتی که از دیسپاچینگ مناطق و شبکه دریافت می کند؛ استوار است. وظیفه دیسپاچینگ مادر، کنترل شبکه، بهره‌برداری بهینه، حفاظت از پایداری شبکه و حفظ ایمنی آن است. اطلاعاتی که دیسپاچینگ دریافت می کند باید لحظه به لحظه و واقعی باشد.

SCADA به معنای سیستم‌های کنترل سرپرستی و جمع‌آوری داده‌ها

(Supervisory Control And Data Acqusition) می‌باشد. اسکادا با در اختیار گذاشتن اطلاعات وسیعی از سیستم قدرت، که لحظه به لحظه با توجه به وضعیت شبکه، تجدید می‌شود کمک بسیار بزرگی به سیستم‌های مدیریت انرژی و مدیریت بار می‌نماید.

سیستم‌های اسکادا، داده‌ها را که شامل وضعیت دستگاهها و کمیت‌های آنالوگ می‌باشند، در سطح وسیع، از نقاط مختلف و مورد نیاز شبکه جمع‌آوری کرده و به مرکز ارسال می‌نمایند و در مرکز بر روی این اطلاعات ارسالی، پردازش‌های لازم را انجام داده و فرمان‌های لازم را به قسمت‌اهی مختلف می‌دهند.

اسکادا از سه بخش عمده تشکیل شده است:

الف) ایستگاه مرکزی یا Master Station.

ب) پایانه‌های دور دست یا RTU.

ج) خطوط ارتباطی برای ارسال و دریافت اطلاعات و فرمان‌ها یا Data Link.

روش کار به این ترتیب است که اطلاعات با پایانه‌های راه دور، جمع‌آوری شده و از این طریق خطوط داده‌ها به کامپیوتر مرکزی، برای پردازش و انجام عملیات لازم، فرستاده می‌شوند و پس از پردازشها و تصمیم‌گیری؛ کامپیوتر مرکزی با خطوط داده‌ها، فرمانها را به پایانه‌های راه دور ابلاغ می‌کند و آنها سیستم‌ها را مطابق فرمان رسیده تنظیم می‌کنند. ارتباط بین پایانه‌ها و کامپیوتر مرکزی می‌تواند از راه‌های مختلف مانند تلفن شهری، سیستم‌های VHF, UHF ؛ فیبر نوری؛ ارتباط رادیویی و به خصوص PLC باشد.

1- اهمیت دیسپاچینگ:

امروزه صحبت از اهمیت و یا ضرورت تولید انرژی از جهات مختلف اقتصادی، اجتماعی و حتی سیاسی بر همگان روشن است. مصرف الکتریکی بطوری با زندگی روزانه ما عجین شده است که بدون آن اگر نگوئیم زندگی ناممکن است بلکه به جرات می‌توان گفت که بسیار مشکل است.

تامین انرژی بویژه انرژی الکتریکی از نیازهای اصلی هر اجتماعی صنعتی و نیمه صنعتی می‌باشد و توسعه اقتصادی و شکوفایی صنعتی بدون توسعه صنعت برق ممکن نیست چرا که کمبود انرژی الکتریکی می‌تواند صدمات جبران ناپذیری بر پیکره اقتصادی جامعه وارد کند.

تولید انرژی الکتریکی همزمان با مصرف تحقق می‌یابد. یعنی تولید انرژی زمانی امکان پذیر است که همزمان مصرف کننده‌ای بدنبال داشته باشد. بنابراین تولید بدون مصرف امکان پذیر نیست و این عبارت به این معناست که نمی‌توان انرژی الکتریکی را به سادگی تولید و ذخیره کرد. از طرفی تولید کنندگان برق (نیروگاهها) اطلاع و ارتباط چندانی با مصرف کنندگان خرد و کلان ندارند و مصرف کنندگان انرژی الکتریکی بدون اطلاع از کمیت و یا کیفیت انرژی الکتریکی تولید شده در هر شرایط و به میزان دلخواه بسهولت از آن بهره‌مند می‌شوند.

در حال حاضر در کشور ما بیش از بیست و شش هزار مگاوات قدرت نصب شده وجود دارد که از این مقدار بیش از ده هزار مگاوات را نیروگاههای بخاری پنج هزار مگاوات را نیروگاههای آبی بیش از سه هزار مگاوات را نیروگاههای سیکل ترکیبی و حدود چهار هزار مگاوات را نیروگاههای گازی تامین می‌کنند.

این قدرت بوسیله نیروگاههایی با قدرتهای متفاوت و عمر متفاوت تولید می‌شود که بازده آنها با هم بسیار فرق دارند. هزینه تولید هر واحد نیروگاه فرق داشته و هزینه کل تابعی از سهم بار هر یک از واحدهاست و بازده ماشینهای نو بیشتر از ماشینهای کهنه است. مسلماً یک تقسیم بار مخصوص واحدهای تولید وجود دارد که هزینه تولید به حداقل برسد. کافی نیست که واحدهای نو را با ظرفیت کامل بار کنیم و واحدهای کهنه را با ظرفیت کمتر تا نتیجه مطلوب بدست آید زیرا هزینه تولید تنها قسمتی از مسئله است.

بمنظور بهره‌برداری مناسب از سیستمهای قدرت لازم است سیستم با حداقل هزینه مورد بهره‌برداری قرار گیرد و هم چنین از قابلیت اطمینان بالایی برخوردار باشد. سیستمی مطمئن به سیستم اطلاق می‌شود که از خطرهایی نظیر وقفه‌های زنجیره‌ای، جدا شدن بخشی از شبکه، خارج شدن ژنراتور از حالت سنکرون ،قطع بار عدم، رعایت محدودیتهای توان انتقالی خطوط،ولتاژ شین ها و فرکانس سیستم محفوظ باشد.

بهره‌برداری از سیستم قدرت از اصول و قواعدی پیروی می‌کند که آگاهی از آنها برای مسئولان و بهره‌برداران سودمند است. همچنین عملکرد و استفاده از این سیستم دارای دشواریهایی است که باید آنها را بشناسیم و به موقع در رفع آنها بکوشیم. عملکرد موفق سیستمهای قدرت نیازمند عطف توجه به ایمنی کارکنان و تجهیزات وارائه خدمت بدون وقفه با پایین‌ترین قیمت ممکن به مشترکین است. مسئله ارائه برق ارزان قیمت تابع عواملی چون کارآئی تجهیزات تولید برق هزینه نصب و هزینه سوخت در نیروگاهها است.

پیچیدگی دنیای تکنولوژی روز در سیستمهای توزیع قدرت باعث شده که اپراتورها بدون نیاز به دستگاههای پیشرفته قادر به کنترل سیستمهای پیشرفته قدرت و بر آوردن اهداف مدیریت انرژی نباشند. این کنترل ها باید این اطمینان را به سیستم قدرت بدهد که یک قدرت الکتریکی مطمئن انعطاف پذیر با شرایط بهینه اقتصادی داشته باشیم.

با توجه به موقعیت جغرافیایی خاص کشور ما و پراکندگی مصرف در نقاط مختلف و همچنین متفاوت بودن چگالی بار در این نقاط از یکسو و مناسب نبودن همه نقاط از نظر امکانات جنبی برای نصب نیروگاهها برای برآورده کردن مصرف، وزارت نیرو ناچار به نصب شبکه‌ای شده است که سلسله مراتب آن در شکل (1-1) نشان داده شده است.

در این شبکه هدایت بار تولیدی واحدها به مصرف کننده باید به نحوی انجام شود که علاوه بر رعایت پارامترهای اقتصادی،ولتاژ و فرکانس معینی را برای مصرف کننده تامین کند، انحراف از محدوده پیش بینی فرکانس و ولتاژ می‌تواند باعث خسارات اساسی برای مصرف کننده و ضربه‌ای بر اقتصاد ملی باشد.

اهمیت کنترل تولید و مصرف وقتی آشکارتر می شود که به تغییر آماری و غیر قابل پیش بینی بار مصرفی توجه شود. در چنین شرایطی تولید در شبکه از تعدادی واحد تولیدی بوجود آمده که توسط سازمانهای مختلفی نظیر توانیر، برقهای منطقه‌ای، آبهای منطقه‌ای و غیره بهره‌برداری می گردد و می‌بایست تولید این ها همیشه هماهنگ با مصرف کننده‌ای غیر معین و آماری تغییر داده شود، با توجه به منابع تولید مختلف در سازمانهای مربوطه و نوع تغییر بار مصرف کننده ملاحظه می‌شود که ایجاد سیستم کنترلی متمرکز و قوی تحت نظارت یک سازمان ضروری می‌باشد.

2- سلسله مراتب دیسپاچینگ ایران:

امروزه در بیشتر شبکه‌های قدرت، پیچیدگی و گسترش به حدی رسیده است که کنترل با یک مرکز میسر نبوده و چندین مرکز کنترل برای اینکار در نظر گرفته می‌شود. طبعاً در این گونه موارد یک سیستم دقیق سلسله مراتب باید وظیفه و مسئولیت هر مرکز را در سیستم مشخص کرده و نحوه نظارت هر مرکز بر مراکز زیر دست آنرا روشن سازد.بر این اساس کشور ما نیز ساختار سلسله مراتبی مخصوص به خود را داراست که درادامه به بررسی این ساختار و نحوهٔ تقسیم وظایف در مراکز مختلف پرداخته می‌شود.

2-1- دیسپاچینگ ملی SCC

این سطح مسئولیت کنترل و بهره‌برداری از نیروگاههای بزرگ کشور را بر عهده دارد. مرکز دیسپاچینگ ملی که در تهران قرار دارد در حال حاضر کنترل و بهره‌برداری از 20 نیروگاه بزرگ کشور را به طور اتوماتیک و بقیه را به صورت دستی انجام می‌دهد. بدین منظور 50 واحد از 16 نیروگاه بزرگ کشور را از طریق تجهیزات اسکادا و 15 واحد از 4 نیروگاه با اعمال فرمان به اپراتورهای محلی از طریق تلفن کنترل می‌شوند.

البته با توجه به سیستمهای پیچیده موجود در نیروگاهها و ضرورت نظارت دقیق و مداوم بر کارکرد قسمتهای مختلف مکانیکی و الکتریکی آن، اصولاً با وجود مدیریت مرکز ملی بهره‌برداری از نیروگاههای کشور با نظارت کامل اپراتورهای مقیم انجام می‌گیرد. این روش بهره‌برداری، در دیگر کشورها نیز موسوم است. تنها در چند مورد کنترل از راه دور واحدهای بدون حضور اپراتورهای مقیم انجام می‌گیرد.

بعلاوه دیسپاچینگ ملی وظایف ملی ذیل را نیز بر عهده دارد:

- حفظ پایداری شبکه سراسری
- پیش بینی بار و مدیریت تولید
- برنامه‌ریزی اقتصادی تولید
- برنامه‌ریزی خاموشی‌ها و تعمیرات اساسی واحدها
- هماهنگی دیسپاچینگ‌های پایین دست

2-2- دیسپاچینگ منطقه‌ای (AOC)

دیسپاچینگ منطقه‌ای، کنترل ولتاژ و بار شبکه انتقال را بر عهده دارد. در این سطح، کنترل و بهره‌برداری از پستهای نیروگاهی نظارت و بهره‌برداری از نیروگاههای کوچک و کنترل بهره‌برداری از شبکه انتقال تحت پوشش به انجام می‌رسد. با توجه به اینکه ولتاژ یک

مفهوم غیر متمرکز می‌باشد و شبکه انتقال کشور بسیار گسترده می‌باشد، لذا شبکه انتقال به مناطق کوچکتری تقسیم شده است تا کنترل بار – ولتاژ هر منطقه به صورت غیر متمرکز انجام گیرد.

هم اکنون شبکه انتقال کشور به شش قسمت تقسیم شده و توسط شش مرکز دیسپاچینگ منطقه‌ای کنترل می گردد. شش منطقه عبارتند از:

1- منطقه شمال شرق که مرکز دیسپاچینگ آن در مشهد می‌باشد. (NEAOC)

2- منطقه شمال غرب که مرکز دیسپاچینگ آن در تبریز می‌باشد. (NWAOC)

3- منطقه تهران که مرکز دیسپاچینگ آن در تهران می‌باشد. (TAOC)

4- منطقه مرکزی که مرکز دیسپاچینگ آن در اصفهان می‌باشد. (CAOC)

5- منطقه جنوب شرق که مرکز دیسپاچینگ آن در کرمان می‌باشد. (SEAOC)

6- منطقه جنوب غرب که مرکز دیسپاچینگ آن در اهواز می‌باشد. (SWAOC)

در طرح آینده شبکه انتقال کشور دیسپاچینگ‌های AOC، به 9 قسمت تقسیم شده و توسط نه مرکز دیسپاچینگ منطقه‌ای بهره‌برداری و کنترل خواهند شد.

محدوده عملکرد دیسپاچینگ‌های منطقه‌ای به شرح زیر است:

الف- کنترل و بهره‌برداری از پستهای نیروگاهی

ب- کنترل و بهره‌برداری از نیروگاههای کوچک در شبکه

ج- کنترل و بهره‌برداری از پستهای 230 KV و 400 KV و نیز شبکه‌های انتقال 230KV , 400KV

2-3– دیسپاچینگ های محلی RDC

مراکز دیسپاچینگ محلی به مراکز دیسپاچینگ فوق توزیع معروف هستند و کنترل و بهره‌برداری از شبکه فوق توزیع را در شهرهای بزرگ بعهده دارند.

محدوده عملکرد این مراکز عبارتست از:

- کنترل و بهره‌برداری از شبکه 63kV و نیز پستهای 63/20kV.
- کنترل و بهره‌برداری از شبکه 132kV و کلیه پستهای kV.(33)132/20.
- کنترل و بهره‌برداری از طرف kV(33)20 کلیه پستهای kV(33)132/20 در کلیه مناطق شش گانه.

2-4- دیسپاچینگ توزیع DCC

این مراکز دیسپاچینگ شبکه 11 و 20 و 33 کیلوولت و نیز پستهای 11/0/4kV 20/0/4kV و 33/0/4kV را در شهرها مورد بهره برداری و کنترل قرار می‌دهند.

محدوده عملکرد این مراکز به شرح ذیل می‌باشد:

- کلیه خطوط kV(11)20.
- تجهیزات فشار قوی داخل پستهای V400/kV(11)20.

این مراکز سابقاً به ادارات اتفاقات و یا مراکز حوادث موسوم بودند. در حال حاضر در شهرهای متوسط و بزرگ شبکه فشار متوسط دو یا چند مرکز DCC مورد بهره برداری قرار می گیرد.

3- پارامترهای رازیابی سیستم اسکادا:

جهت عملکرد صحیح دقیق و مناسب سیستم اسکادا معیارهایی باید در نظر گرفته شوند که در این قسمت به چند معیار مهم در ارزیابی سیستم اسکادا پرداخته می‌شود.

3 —1- قابلیت دسترسی (دستیابی)

قابلیت دسترسی، معیاری از احتمال عملکرد صحیح سیستم است که بیش از نصب برای سیستم محاسبه شده و قابلیت اطمینان آن را بدست می‌دهد. روش بررسی این معیار با استفاده از اصول احتمالات بوده و پایه‌های ریاضی دارد و قابلیت دسترسی کل سیستم را از روی قابلیت دسترسی اجزایش بدست می‌آورند.

از آنجا که شبکه قدرت یک سیستم بزرگ و پیچیده و حفظ آن در بسیاری موارد جنبه حیاتی دارد کنترل آن نیز بایستی بوسیله مرکزیتی مطمئن هوشیار و بلادرنگ صورت گیرد و حتماً بایستی احتمال خرابی سیستم کنترل بمراتب کمتر از شبکه تحت پوشش باشد تا بتواند خرابیهای شبکه قدرت را دریافت و در جهت رفع آنها عمل کند.

بنابراین می‌بایست قابلیت دسترسی سیستم کنترل عددی بزرگ بوده (نزدیک به یک) و احتمال خرابی آن نیز ناچیز باشد.

برای رسیدن به یک قابلیت دسترسی مطلوب با عدد نزدیک به یک، تعداد تجهیزات و کیفیت آنها بشدت بالا می‌رود. بگونه‌ای که قیمت کل سیستم گران خواهد بود. یک عددمناسب که معمولاً در طراحی سیستمهای دیسپاچینگ از آن بعنوان قابلیت دسترسی استفاده می‌شود 0.998 می‌باشد.

3-2 - پاسخ زمانی

زمان پاسخ گویی سیستمها، معیاری از سرعت اجزاء سیستم (شامل قسمتهای مختلف نظیر کامپیوتر، کانال مخابراتی و . . .) بوده و به لحاظ فلسفه بهره برداری اهمیت بسزایی دارد. در واقع آنچه اپراتور حین کار با سیستم با آن مواجه است. همین سرعت است و اگر این زمان پاسخگویی جوابگوی نیاز بهره‌بردار نباشد علیرغم تمام امتیازات دیگر سیستم مفید فایده‌ای نخواهد بود.

همانطور که گفته شد پاسخ زمانی در سیستمهای اسکادا از اهمیت وافری برخوردار است. برای درک این موضوع در نظر آورید که بعلت خرابی دریک واحد تولید انرژی آن واحد بطور ناگهانی از شبکه خارج شود و در نتیجه فرکانس شبکه کاهش یابد.

حال چنانچه به سرعت عمل قطع مصرف (افزایش تولید) بوسیله اپراتورهای مرکز دیسپاچینگ صورت نگیرد، این کاهش تولید منجر به نقصان بیشتر فرکانس شده و رله‌های فرکانسی واحدهای تولید آنها را یکی پس از دیگری از شبکه خارج می‌کنند و بدین ترتیب کاهش فرکانس شدیدتر شده در نهایت با یک روند فیدبک مثبت کل شبکه از دست خواهد رفت. پدیده‌ای که به آن Black-out گویند و منجر به خسارات مهم مالی و بعضاً جانی می‌گردد. در مثال فوق سرعت عملکرد اپراتورها در حفظ شبکه نقش حیاتی دارد.

3- 3- توسعه پذیری

به معنای امکان گسترش سیستم همراه با افزایش حجم شبکه قدرت می‌باشد. از آنجائی که عمر متوسط سیستمهای دیسپاچینگ حدود 20 سال است و وضعیت توسعه شبکه برق در حدود 25 سال آینده (چون طراحی و ساخت سیستم نزدیک به 5 سال طول می‌کشد. از زمان طراحی تا پایان عمر سیستم حدود 25 سال است). نامشخص است.

نمی توان سیستم را از ابتدا برای آخرین مراحل عمر خود مجهز نمود. اصولاًاین کار حتی در مواردی که توسعه شبکه برق نیز از پیش برنامه ریزی شده باشد معقول و منطقی نیست زیرا تکنولوژی بسرعت در حال پیشرفت بوده و مرتباً وسائل و تجهیزات بهتری را وارد بازار می‌کند.

بنابراین سیستم می‌بایست دارای قابلیت توسعه پذیر باشد تا بتوان همزمان با رشد و گسترش شبکه نیز گسترش داد. این قابلیت می‌بایست دارای قابلیت توسعه پذیر باشد تا بتوان همزمان با رشد و گسترش شبکه نیز گسترش داد این قابلیت می‌بایست از لحاظ سخت افزاری و نرم‌افزاری موجود باشد تا گسترش سیستم بسهولت انجام گیرد.

یک تکنیک مناسب برای تضمین توسعه پذیری سیستم که به تازگی متداول شده استفاده از شبکه‌های محلی کامپیوتری LAN در مرکز کنترل می‌باشد. شبکه کامپیوتری LAN از یک باس پر سرعت (10 Mbit/sec) تشکیل شده که کلیه اجزاء (کامپیوترها، کنسولها، اجزاء جانبی و . . .) بوسیله کنترلر خود به آن متصل می‌شوند.

تمامی اطلاعات مبادله شده ما بین اجزاء شبکه از طریق این باس صورت می‌گیرد. بحث LAN موضوعی مهم و مفصل بوده که در اینجا قصد وارد شدن به آن نمی‌باشد. از آنجائی که امکان اتصال اجزاء به LAN تا حد بسیار زیادی وجود دارد در صورت استفاده از آن توسعه پذیری سیستم در مرکز کنترل تضمین می‌شود.

3-4 – قابلیت انعطاف

قابلیت انعطاف یک سیستم، معیاری از تطابق این سیستم با استانداردهای جهانیست. هر چه قابلیت انعطاف سیستم بیشتر باشد یافتن قطعات یدکی آن ساده تر بوده و هزینه کمتری در بر خواهد داشت. در مقابل سیستمی از قابلیت انعطاف کمی برخوردار است که از استانداردهای کاملاً خاص تبعیت نموده و تنها بوسیله یک یا چند کمپانی ساخته می‌شوند این سیستمها را همیشه خارج شدن اجناس یدکی از خط تولید کمپانی با ورشکستگی کمپانیهای خاص و . . . تهدید می‌نماید و گاه بهره بردار را به پرداخت بهائی سنگین وادار می‌نماید. در واقع دو پارامتر توسعه پذیری را باید در طراحی سیستم و خرید تجهیزات مورد توجه قرار داد.

5-3 – قابلیت اطمینان

به دلیل اهمیت کار این سیستم تعیین درجه اطمینان و یا درصد در دسترس بودن و قادر به ادامه کار سیستم، برای استفاده کننده از اولویت خاصی برخوردار است. بنابراین تولید کنندگان سعی دارند با بکارگیری پیکربندی مناسب و استفاده از تکنولوژی بالا این درصد را به بالاترین حد ممکن رسانند.

استفاده پذیری یک موضوع و پارامتر مهم در سیستمهای اسکادا می‌باشد که معیاری از کیفیت و قابلیت اطمینان آن می‌باشد. تعریف استفاده پذیری عبارتست از مدت زمان در حال کار سیستم Time up به مجموع مدت زمان کار و مدت خرابی Time Down یا Fail که در واقع سابقه کار سیستم مذکور می‌باشد.

پایانه یا RTU : (Remote Terminal Unit)

پایانه به عنوان یکی از عناصر مهم سیستم اسکادا در کنترل سیستم قدرت، وظیفه جمع‌آوری اطلاعات از نیروگاهها و پستهای شبکه برق و همچنین کار هدایت و کنترل آنها را برعهده دارد. پایانه از یک طرف بعنوان یک سیستم فرمانپذیر در مقابل مرکز عمل می‌کند و از طرف دیگر وظیفه جمع‌آوری اطلاعات از محیط ایستگاه را برعهده دارد. بدین ترتیب پایانه بعنوان یک محیط میانی برای عبور اطلاعات بین دو قطب مرکز و ایستگاه به حساب می‌آید.

1-4- شرح وظایف پایانه

بطور کلی در پایانه دو پروسه عمده قابل تفکیک می‌باشد:

1-1-4- جمع‌آوری اطلاعات و کنترل DAC

این بخش از یکسو طبقه HVI و نهایتاً به فیلد (fild) و از طرف دیگر با مرکز کنترل ارتباط دارد. در اینجا منظور از اطلاعات بطور کلی، مقادیر ، وضعیتها ، آلارمها و . . . از فیلد و فرامین ارسالی از مرکز کنترل می‌باشد که بر روی این اطلاعات کلاً عملیات زیر صورت می‌گیرد:

4-1-1-1- ذخیره داده‌ها

قدم اول در جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها ذخیره آنها می‌باشد. این عمل در مورد فرامین ارسالی از مرکز نیز انجام می‌گیرد.

4-1-1-2- اولویت بندی و ترتیب داده‌ها

اولویت بندی و ترتیب در ارسال، ذخیره و اجرای داده‌ها در پایانه‌ها قابل تنظیم و تغییر است. با تخصیص این ویژگی، می‌توان پایانه‌هایی قوی و با ظرفیت متغیر داشت که سازگار با کاربردهای ویژه همچنین I/O های متفاوت باشد.

اولویت بندی داده‌ها، امکان جمع‌آوری اطلاعات را بطور همزمان،هم از سیستم قدرت و هم از مرکز کنترل فراهم می‌کند. این ساختار با بهره‌گیری از بافرهای مختلف امکان دریافت حجم زیادی از تغییرات را در کانالهای I/O فراهم می‌نماید. جمع‌آوری اطلاعات می‌تواند مستقل از تبادلات مرکز و پایانه صورت گیرد.

با این دو روش می‌توان بسیاری از مقاصد اسکادا را در پایانه خلاصه کرد و قدرت عملکرد سیستم اسکادا را بالا برد. از جمله عملکردهای پیشرفته در پایانه که با تخصیص ویژگیهای ذخیره اطلاعات و اولویت بندی اطلاعات می‌توان به آنها دست یافت:

- دریافت مطمئن و دقیق تغییر وضعیتهای گذرا (مانند عملکرد ری کلوزها و . . .)
- ثبت وقایع با ترتیب زمانی تشخیص رخداد حوادث و وقایع با برچسب زمانی
- (PMR) که نمونه‌برداری از داده‌ها در هنگام اختلالات به منظور ضبط منحنی‌های خطا می‌باشد.
- کنترل اتوماتیک نقطه کار گاورنر

با گسترش ذخیره اطلاعات و پردازش آنها، می‌توان به عملکردهای پیشرفته‌تری در پایانه دست یافت. از این نمونه می‌توان نمایش داده‌ها روی VDU،تهیه گزارشات مختلف و چاپ گزارشات را بر شمرد.

4-1-2- ارسال داده‌ها به سطوح بالاتر کنترلی

مفهوم کنترل از راه دور در اسکادا، مستلزم این امر است که داده و اطلاعات را از پایانه‌ها به مسافتی دورتر — یعنی مرکز کنترل — منتقل کنیم. بنابراین «اطلاعات» جزء لاینفک سیستم اسکادا است. در سیستم محلی عملیات و پردازشهای مربوط به ارسال داده‌ها ، در پایانه صورت می‌پذیرد که بعداً بیشتر توضیح داده خواهد شد.

معمولاً کانالهای مخابراتی موجود دارای ظرفیت محدودی هستند. با استفاده از قدرت میکروپروسسور در پایانه‌ها می‌توان محدودیتهای ناشی از سیستم مخابراتی را تا حدی جبران نمود که این عمل با کاهش بار کانالهای مخابراتی و همچنین استفاده بهینه از ظرفیت موجود روشهای زیر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

- فیلتر دیجیتالی مقادیر اندازه‌گیری شده
- انتقال مقادیر آنالوگ بعد از فیلتر «باند مرده» این عمل برای مژرند صورت می‌گیرد.
- در مواقع تراکم سیگنالها و اولویت بندی در ارسال آنها از روشهای فوق به منظور آداپته کردن پایانه با کانالها و سیستمهای مخابراتی موجود استفاده می‌شود.

4-2- اجزاء تشکیل دهنده پایانه:

به منظور اجرای وظایفی که در پیش تشریح شد، پایانه بایستی «بخشهایی» را در برداشته باشد. این مدولها شامل انواع بردهای سخت‌افزاری (هوشمند و غیر هوشمند) و نرم‌افزارهای مختلف کاربردی می‌باشند. که با هم وظایف پایانه را به انجام می‌رسانند. این مدول‌ها بطور کلی شامل موارد زیر هستند.

4-2-1- مدول ورودی دیجیتال DI

ورودی دیجیتال،بعنوان مثال می‌تواند از باز و بسته شدن یک کنتاکت ناشی شود که این باز و بسته شدن‌ها از طریق مدول DI به پایانه منتقل می‌شوند.هر گونه تغییر وضعیت این ورودیها بایستی به دقت شناسایی شده و با برچسب زمانی 10ms ذخیره شوند. تعدادی از ورودیها می‌توانند با کدهای باینری و یا گری تشکیل یک کلمه دیجیتال را داده و ارسال شوند.

از جمله وظایف مهم مدول DI، عمل «حذف نوسان» ورودیهاست . اکثر ورودیها دارای نوسان می‌باشند. پس از اینکه اولین تغییر وضعیت شناسایی شد، تغییرات بعدی تا مدت زمانیکه بعنوان «نوسان» در نظر گرفته می‌شود، بعنوان تغییر وضعیت واقعی در نظر گرفته نمی‌شود. این روند مرتباً تکرار شده و در واقع حذف نوسان صورت می‌پذیرد. این عمل را می‌توان انواع فیلترهای پسیود اکتیو با تراشه‌های «حذف نوسان» به انجام رساند.

همچنین این مدول باید بتواند حداقل سه مورد از تغییر وضعیتهای معتبر هر ورودی را جهت ارسال به مدول اصلی در بافرهای جداگانه ذخیره نماید. استفاده از این بافرها این امکان را فراهم می‌کند تا در هنگام بروز حوادثی که باعث تغییر وضعیتهای پیاپی می‌شود، همواره تغییر وضعیتهای پیش آمده در هنگام شروع حادثه، بعلاوه وضعیت فعلی ورودی مربوطه گزارش شود.

بطور کلی مدول دیجیتال از بخشهای اصلی زیر تشکیل شده است:

4-2-1-1- بخش واسط بین مدول اصلی و دنیای خارج که وظیفه آماده سازی سیگنالهای ورودی به منظور نمونه‌برداری و ایزولاسیون را بر عهده دارد. در این بخش ورودیها پس از عبور از فیلترهای نویز گیر، پل‌های دیودی یکسو ساز به منظور از بین بردن حساسیت مدار به جهت ولتاژ ورودی آماده نمونه برداری می‌شد. عمل ایزولاسیون بایستی بطور کامل در این مدول صورت گیرد که این عمل توسط «ایزولاتورهای نوری» معمولاً با قدرت عایقی 1000 تا 3000 ولت انجام می‌گیرد.

4-2-1-2- بخش زمانبند که دو وظیفه مهم زیر را انجام می‌دهد:

الف- تولید پالس ساعت به منظور اندازه‌گیری زمان و استفاده از آن برای زدن برچسب زمانی به ورودیهای تغییر وضعیت یافته.

ب — تعیین دوره تناوب لازم برای نمونه برداری اطلاعات ورودی.

4-2-1-3- بخش درگاه ورودی

ورودیهای دیجیتال به گروههای مختلف تقسیم می‌شوند و از طریق بافرهای سه حالته که هر یک بعنوان یک درگاه ورودی تلقی می‌شود مورد دستیابی قرار می‌گیرند.

4-2-2- مدول ورودی آنالوگ AI

ورودیهای آنالوگ از دستگاههایی نظیر ترانسدیوسر،ترانسمیتر، ترموکوپل و می‌تواند تولید شود که خروجی آنها معمولاً در حد ولت و میلی آمپر هستند. تکنیک جمع‌آوری این متغیرهای آنالوگ در مدول ورودی آنالوگ قرار داده شده است. وظیفه این مدول نمونه‌گیری از سیگنالهای آنالوگ،تبدیل آنها به مقادیر دیجیتال، انجام عمل ایزولاسیون و در نهایت بافر کردن آنها می‌باشد که توسط مدول اصلی پایانه جمع‌آوری گردند.

ورودیهای آنالوگ از تقویت کننده‌های تفاضلی گذشته به گروههای مختلف تقسیم می‌شوند و هر گروه از طریق یکسری تراشه‌های MUX به تراشه مبدل ADC موجود در برد وصل می‌شوند. بطور کلی این مدول شامل بخشهای زیر است:

4-2-2-1- بخش ورودی

ابتدا توسط فیلترهای پایین گذر، نویزهای با فرکانس بالا حذف می‌شوند. سپس بوسیله نرم‌افزار سیستم و با استفاده از تراشه‌های MUX عمل انتخاب ورودی‌ها انجام گرفته و ورودیها به تقویت کننده تفاضلی و سپس به قسمت ADC متصل می‌شوند.هر ورودی در یک دوره تناوب ثابت نمونه برداری می‌شوند و مقادیر متناظر دیجیتال آنها محاسبه می‌شود. سپس با استفاده از تزویج کننده‌های نوری،عمل ایزولاسیون صورت می‌گیرد.

4-2-2-2- بخش نمونه برداری

در این قسمت عمل تبدیل سیگنال آنالوگ به دیجیتال توسط ADC صورت می‌گیرد. به منظور دیجیتایز کردن ورودیها آنالوگ روشهای متفاوتی وجود دارد که هر یک دارای مشخصات ویژه خود می‌باشند . بصورت زیر:

نوع ADC	سرعت	دقت	امنیت در مقابل نویز	هزینه
VF Counting	کم	14 تا 24 بیتی	خیلی خوب	متوسط
انتگرال گیر	کم	12 تا 18 بیتی	خیلی خوب	کم
تقریب متوالی	متوسط	10 تا 16 بیتی	کم	کم
Flash	خیلی زیاد	4 تا 8 بیتی	ندارد	زیاد

با توجه به اینکه زمان تبدیل A/D در رنج میلی ثانیه کافیست و از طرفی امنیت در مقابل نویز بوسیله شیلد کردن کابینت پایانه و استفاده از تقویت کننده تفاضلی حاصل می‌گردد. لذا الزامی به استفاده از روشهای چون انتگرال گیری یا flash نمی‌باشد و می‌توان از روش ترتیب متوالی نیز استفاده نمود.

4-2-3- مدول خروجی آنالوگ AO

وظیفه مدول خروجی آنالوگ تبدیل مقادیر دیجیتال صادره از مدول اصلی پایانه به سیگنال آنالوگ و اعمال آنها به محیط خارج است. این سیگنالها برای تنظیم نقطه کار تجهیزات کنترلی پست و با نیروگاه می‌توانند بکار روند.

به منظور تبدیل مقادیر دیجیتال به آنالوگ لازمست که به تعداد نقاط خروجی از تراشه‌های DAC استفاده گردد. از آنجائیکه این مدول جهت اعمال فرامین کنترلی مورد استفاده قرار می‌گیرد، لازمست که کلیه تمهیدات سخت افزاری جهت اطلاع از درستی ارسال و اعمال فرامین، همانگونه که در مدول خروجی دیجیتال ذکر خواهد شد در آن پیش بینی گردد.

4-2-4- مدول خروجی دیجیتال DO

وظیفه مدول خروجی دیجیتال اعمال فرمانهای صادره از مدول اصلی پایانه به محیط خارج است. عملکرد صحیح این مدول مستلزم تحریک انتخاب بدون خطا و به موقع یکسری رله می‌باشد. بنابراین روش طراحی این مدول بگونه‌ای باشد که خطاهای رایج در سیستمهای کامپیوتری اعم از نرم‌افزاری و سخت‌افزاری به حداقل ممکن برسد. صحت ارسال و انجام فرامین در تمامی مراحل چک می‌شود و در صورت مشاهده هر گونه ناسازگاری از ادامه فعالیت کنترلی این مدول جلوگیری به عمل خواهد آمد. بدین جهت این مدول دارای دو بخش اساسی زیر خواهد بود:

- سخت افزاری که فرمانهای لازم را به رله‌ها اعمال نماید.
- مدارهای که سخت افزار فوق را چک و کنترل نماید تا بدینوسیله نرم افزار از صحت ارسال و انجام فرامین مطلع گردد.
- بطور کلی فرایند ارسال و کنترل یک فرمان در DO به قرار زیر می‌باشد: (DO نمونه)
- ارسال آدرس برای انتخاب یک گروه از رله‌ها
- ارسال داده برای انتخاب یک رله از میان رله‌های یک گروه
- چک کردن اطلاعات فوق قبل از تحریک شدن رله‌ها (اطلاعات ارسالی می‌تواند بر اثر خراب بودن عناصر سخت افزاری نظیر قفلها، دیکودرها و مدارهای منطقی به اشتباه حمل شوند)
- چنانچه اطلاعات به درستی ارسال شده باشند فرمان تحریک رله اعمال می‌گردد و در غیر اینصورت فعالیت کنترلی متوقف می‌شود.
- تست مدار جریان به منظور اطمینان از صحت کارکرد رله‌ها

4-2-5- مدول واسطه مخابراتی CIU

وظیفه CIU برقراری ارتباط بین مرکز و پایانه می‌باشد. این مدول از یک طرف با مودم و از طرف دیگر با مدول اصلی که ترجمه پیغامها در آن صورت می‌گیرد، در ارتباط است. این مدول با برقراری ارتباط با مودم و ارسال و دریافت پیغام‌ها به آن،اجازه می‌دهد که مدول اصلی از پرداختن به جزئیات مربوط به انتقال پیغامها آزاد شده و بکارهای مهمتر بپردازد.

4-2-6- مدول اصلی

مدول اصلی پایانه به عنوان مدول تصمیم گیرنده و راهبر پایانه ایفای نقش می‌کند. در واقع این مدول از یکسو توسط مدول‌های I/O interface یعنی AO, AI, DO, DI و . . . با محیط پروسه در ارتباط است و از سوی دیگر بوسیله مدول واسطه مخابراتی (CIU) با مرکز کنترل ارتباط برقرار می‌نماید.

همچنین این مدول بایستی به منظور راهبری صحیح پایانه بر کارکرد صحیح مدولهای مختلف نظارت نماید. به این ترتیب می‌توان عملکرد مدول اصلی پایانه را در موارد ذیل ذکر کرد:

- جمع آوری و پردازش اطلاعات ورودی
- اعمال فرمانهای خروجی
- نظارت بر عملکرد صحیح پایانه
- تبادل پیام با مرکز
- امکانات نظارت و کنترل محلی

4-2-7- مدول PCI

به منظور شمارش و ثبت پالسهای خروجی کنتورهای پستها و نیروگاهها.

4-3- نرم افزار پایانه

همانطور که قبلاً توضیح داده شد، مدولها شامل سخت‌افزار و نرم افزار مربوطه می‌باشند. در واقع کارگردان و راهبر یک پایانه، نرم افزارهای آن می‌باشند و بطور کلی می‌تواند شامل مدولهای نرم افزاری ذیل باشند:

4-3-1- مدول نرم افزاری DAC

این مدول برای جمع‌آوری اطلاعات از فیلد و قرار دادن آنها در یک پایگاه داده می‌باشد و از چندین «روند» تشکیل شده است:

4-3-1-1- DI task

وظیفه این روند،جمع‌آوری اطلاعات دیجیتال و پردازشهای لازم روی آن می‌باشد. این پردازشها می‌تواند شامل تشخیص بانس و حذف آنها، فیلتر کردن لرزشها و زدن برچسب زمانی برای تغییرات باشد.

4-3-1-2- DO task

اعمال فرامین به کانالهای خروجی دیجیتال،نظارت بر اجرای صحیح فرمان، نگهداری زمان فعال بودن هر خروجی و غیر فعال کردن آنها در زمان مورد نظر و . . . از وظایف این روند می‌باشد.

4-3-1-3- AI task

خواندن ورودیهای آنالوگ و پردازشهای اولیه آن، چک کردن مبدلهای آنالوگ به دیجیتال در فاصله زمانی مشخص، تشخیص تغییرات انجام شده در باند مرده تعریف شده و . . . وظایف این روند را در بر می‌گیرند.

4-3-1-4- AO Task

برای اعمال خروجی‌های آنالوگ به فیلد می‌باشد.

4-3-1-5- PCI Task

خواندن ورودیهای دیجیتال که به عنوان PCI تعریف شده‌اند و کنترل شمارنده مورد نظر از وظایف این بخش است.

4-3-2- مدول نرم افزاری TSL

وظیفه این بخش از نرم افزار با مرکز بر اساس پروتکل تعریف شده است. این نرم افزار پیامهای مرکز را تفسیر کرده و پاسخ مناسب را به آنها ارسال می‌کند. همچنین فرمانهای مرکز را به منظور اجرای آنها، در اختیار بخشهای دیگر DAC قرار می‌دهد. در صورت تغییر پروتکل ارتباطی با مرکز در پایانه تنها این مدول نرم افزاری تغییر می‌کند.

4-3-3- مدول نرم افزاری SPV

وظیفه این مدول نرم افزاری چک کردن سخت افزار پایانه و «به روز» کردن «پایگاه داده» بر مبنای خطاهای تشخیص داده شده می‌باشد. چک کردن EPROM , RAM و . . . وضعیت اجرای «روند» های مختلف مثالهایی از وظایف این مدول می‌باشد.

4-3-4- مدول نرم افزاری SUC

این مدول در زمان راه اندازی پایانه «عملیات اولیه» را انجام می‌دهد. این عملیات بطور کلی عبارتند از ایجاد «پایگاه داده» در حافظه RAM بر اساس پیکر بندی ذخیره شده در EPROM، چک کردن بخشهای مختلف سخت افزار و مقایسه آن با پیکر بندی موجود در «پایگاه داده» و . . . .

4-3-5- مدول پایگاه داده DBT

بطور کلی،پایگاه داده در پایانه، متشکل از تمامی جدولهایی است که به منظور بازیابی، پیکره بندی و پردازش اطلاعات بکار گرفته می شود و به عنوان مشترک تمامی پروسسهای پایانه، مسیری را ایجاد می کند که بوسیله آن شار اطلاعاتی از فیلد به مرکز و برعکس جریان می‌یابد. «مدیر پایگاه داده» یک لایه نرم افزاری است که از طریق آن راه دستیابی به جدولها میسر می‌شود. برای دسترسی به اطلاعات مختلف در این نرم افزار یکسری «روتین‌های دسترسی» طراحی می‌شوند. این روتینها باید امکان دسترسی همزمان چند «روند» به پایگاه داده را فراهم نماید

.

4-3-6- مدول نرم افزاری «نگهبان»: (Watchdog Timer)

گاهی اوقات ممکن است در اثر بروز خطا در عملکرد یک «روند» پردازشگر مدول اصلی از سرویس دادن به دیگر «روندها» باز بماند. به منظور جلوگیری از این امر از یک تایمر سخت افزاری استفاده می‌شود. در حالت کار عادی «سیستم نگهبان» بطور تناوبی به «باز نشانده» کردن این تایمر می پردازد.

بنابراین چنانچه خللی در عملکرد طبیعی پایانه پیش بیاید، «سیستم نگهبان» اجرا نخواهد شد و پردازشگر پس از مدتی «بازنشانده» می‌شود. سپس مجدداً پایانه توسط SUC راه اندازی شده و از ابتدا شروع به کار می کند.

یکی دیگر از وظایف «سیستم نگهبان» نظارت بر ولتاژ تغذیه است ، بدین ترتیب که:

- هنگام شروع به کار پایانه و وصل تغذیه پردازشگر را برای مدت کوتاهی در حالت بازنشانده نگه می‌دارد تا اینکه ولتاژ به حالت پایدار برسد.
- در صورت پایین آمدن ولتاژ از حد معینی پردازشگر را «بازنشانده» می کند.

4-3-7- هسته PTMTK

هسته چند کاره زمان حقیقی از جمله اساسی ترین فاکتورهای نرم افزار پایانه می‌باشد که معمار نرم افزار پایانه باید بر اساس آن بنا گردد.

4-4- مهندسی اطلاعات در پایانه

بعد از انجام عملیات اینترفیسینگ، تمامی نقاط کنترلی مورد نیاز ایستگاه، آماده برای اتصال به کارتهای مختلف پایانه می‌باشند. (کارتهای DO , DI AO , AI , PCI , ...) نقاط مذکور بایستی برای بخشهای مختلف پایانه تعریف و کد گذاری می‌شوند. عملیات کد گذاری و تعریف نقاط، به هر نقطه یک کد نسبت داده می‌شود و این کدها برای تمامی بخشهای مختلف پایانه تعریف و برنامه‌ریزی می‌شود.

در پایگاه داده نیز محل مربوط به ذخیره داده‌های هر نقطه با کدهای مذکور آدرس دهی و شناخته می شوند. بنابراین بخشهای مختلف پایانه در صورت نیاز به محل اطلاعات یک نقطه می‌تواند با رجوع به پایگاه داده‌ها و ارائه کد مربوطه به محل اطلاعات مورد نیاز دسترسی یافته و عملیات خواندن و یا نوشتن را انجام دهد. بدین ترتیب پایگاه داده‌ها، نقش یک شاهراه اطلاعاتی را در پایانه بازی می کند.

4-5- مودم

مودم یکی از تجهیزات جانبی پایانه است که ارتباط پایانه با مرکز از طریق آن انجام می گیرد. تبادل اطلاعات در مودم‌ها بایستی بطور صحیح و بدون خطا صورت پذیرد. به لحاظ ویژگی خوب مدولاسیون FSK در مقابل تاثیرات نویز و اغتشاشات معمولاً از این نوع مودمها استفاده می گردد ، در نصب مودمها. بایستی ایزولاسیون کامل از خط به منظور جلوگیری از وارد آمدن ولتاژهای زیاد به پایانه و مودم انجام گیرد.

مودمها قادر به ارسال همزمان صوت و داده جهت برقراری ارتباط اپراتور با مرکز می‌باشند. در این حالت محدوده فرکانسی 300 هرتز تا حداقل 1800 مرکز به صوت و محدوده فرکانس 2100 تا حداکثر 3400 هرتز به انتقال داده‌ها اختصاص می‌یابد که این انتقال داده‌ها در مدهای سنکرون و آسنکرون قابل انجام است.

4-6- منبع تغذیه

منبع تغذیه پایانه بخش اساسی و حساس در یک پایانه می‌باشد. بطوریکه عملاً با بروز خطا در منبع تغذیه پایانه از سرویس خارج می‌شود . پس منبع تغذیه در قابلیت اطمینان و دسترس پذیری یک پایانه مستقیماً تاثیر می گذارد.

منبع تغذیه از نوع تثبیت شده با ولتاژ ثابت می‌باشد با ولتاژهای ورودی 4 8 VDC با رنج 90٪ تا 110٪ و 220 VAC با رنج 85٪ تا 115٪ می‌باشد. منبع تغذیه دارای حفاظتهای مختلف از جمله حفاظت اضافه ولتاژ خروجی، حفاظت در مقابل اتصال کوتاه ورودی، حفاظت در مقابل اضافه ولتاژ ورودی، حفاظت در مقابل ولتاژ معکوس در خروجی، حفاظت اضافه جریان و اضافه دما و . . . را دارا می‌باشد.

5 - سیستمهای ارتباطی و نحوه ارسال اطلاعات

ابتدا باید گفت که برای ارسال اطلاعات از راه دور می‌بایست این اطلاعات به سیگنال الکتریکی تبدیل گردند. این اطلاعات ممکن است بصورت اصوات انسان یا اعداد و ارقام، تصاویر متحرک، تصاویر ساکن و غیره باشند.

با توجه به این توضیحات، در سیستم کنترل نظارتی مورد نظر دو نوع ارتباط وجود دارد:

الف- سیستم ارتباطی صدور فرمان از مراکز به مسئول ایستگاه‌ها (ارتباط با انسان).

ب- سیستم ارتباطی ایستگاهها به مرکز تله مترینگ (ارتباط ماشین با ماشین)

هر دو گونه ارتباط بین ایستگاه «اصلی» و ایستگاههای محلی «پایانه» از طریق «رسانه» های زیر امکان پذیر می‌باشد:

- سیستم تلفن عمومی
- سیستم مخابرات رادیویی
- شبکه فیبر نوری
- سیستم مخابراتی پی ال سی (PLC)
- سیستم شبکه مایکروویو
- کابلها
- کابل هم محور یا کابل هم مرکز
- ارتباط ماهواره‌ای

5-1- سیستم تلفن عمومی

سیستم تلفن عمومی یک شبکه مخابراتی دو طرفه می‌باشد که از روش اف —اس- کی (FSK) برای ارتباط بین مراکز و کنترل و نقاط کنترل شده با توجه به در دسترس بودن شبکه تلفنی در نقاط مختلف به منظور تله متری و اتصال به شبکه کامپیوتری استفاده می‌شود.

در این نوع ارتباط، از کابلهای هادی و متالیک استفاده می‌شود. برای ارسال اصوات دستگاه تلفن، یک زوج سیم و برای انتقال اطلاعات، دو زوج سیم تلفن دیتا بسته به سیستم تله متری بکار گرفته می‌شود. از مزایای این سیستم می‌توان به هزینه کم و کارایی زیاد آن اشاره نمود و معایب این سیستم عبارتند از:

- اختصاصی نبودن شبکه ارتباطی
- عدم وجود شبکه تلفن در نقاط پراکنده
- محدودیت دستیابی به شبکه مشترکین در مواقع اضطراری
- سیستم با درجه ایمنی پایین.

5-2- سیستمهای مخابراتی رادیویی

در سیستمهای مخابراتی رادیوی اولیه، از روش یک طرفه استفاده می‌شود. بعدها فرکانسهایی در باند **یو . اچ .اف** (UHF) به منظور برقراری ارتباط دو طرفه بکار گرفته شد. البته این محدوده فرکانسی برای انجام اتوماسیون در شبکه توزیع بزرگ مناسب می‌باشد. در این روش اطلاعات یا اصوات روی موج رادیویی سوار شده و پس از مدوله به مرکز ارسال می‌شودن ودر مرکز پس از آشکار سازی مجدداً به حالت اولیه بر میگردد و عمل عکس انجام می‌شود. بعضی اوقات برای ارسال اطلاعات دو فرکانس مختلف بکار می‌رود. در این صورت سیستم، بصورت دوبلکس عمل می‌نماید.

فرکانس گیرنده با مرکز یکسان است. در بعضی موارد از یک باند رادیویی و تقسیم آن برای ارسال اصوات و اطلاعات از یک رادیو استفاده می‌شود. هزینه نصب و تعمیر و قابلیت اطمینان (کارایی و درصد خط) و ضریب سیگنال به نویز، در دسترس بودن ایستگاه و پهنای باند سیستم از معیارهای مهم و موثر در انتخاب کانال رادیویی می‌باشد.

مزایای این سیستم عبارتند از:

1- مستقل بودن از شبکه‌های برق
2- داشتن سرعت بالا در مقایسه با سیستم تلفن و PLC
3- متاثر نبودن در مقابل نویز
4- استفاده انحصاری در صنعت برق.

معایب اصلی سیستم رادیویی عبارت است از:

1- محدودیت انتشارات به خط مستقیم و احتمال مسدود شدن مسیر انتشار یا پراکندگی امواج
2- طیف فرکانسی محدود
3- نیاز به نصب فرستنده‌های متعدد جهت پوشش کامل مناطق
4- تعیین فاصله فرکانسی حداقل ما بین کانالها .

5-3- شبکه مخابراتی فیبر نوری

استفاده از فیبر نوری به منظور ارسال و دریافت علائم از سال 1970 متداول گشته است که با استفاده از انتشار امواج نوری در محیط الیاف نوری انجام می‌شود. کابل نوری شامل یک کابل شیشه‌ای معین می‌باشد (رشته نازکی از مواد شیشه مانند) که سیگنالهای نوری می‌توانند از طریق چنین کابلی به سادگی انتقال داده شوند بطوریکه اثرات نویز الکتریکی روی انتقال بطور کامل حذف می‌شود و می‌توان گفت که فیبرهای نوری اساساً در برابر اختلالات الکترومغناطیسی ایمن هستند.

فیبرهای نوری از انواع خاصی شیشه و پلاستیک ساخته شده و به نحوی طراحی می‌گردند که با برخورد یک پرتو نوری به ابتدای آنها، در سطوح داخلی منعکس شده و طول فیبر نوری را طی می‌کند. فیبرهای نوری گران قیمت نبوده و نیز سبک وزن هستند و اغلب صدها رشته از آنها در یک کابل جای می‌گیرد.

در مخابرات نوری از مجموعه:

الف — منبع نورانی (دیود نورانی یا دیود لیزری) به عنوان فرستنده

ب - فیبر نوری بعنوان مسیر انتقال

ج- آشکار سازی نوری (دیود نوع ای.دی.پی (ADP) و دیود پی.آی.ان (PIN)) بعنوان گیرنده استفاده می‌شود.

فرستنده در انتهای ارسال، پالسهای الکتریکی را به پالسهای نوری تبدیل می‌کند. این پالسهای نوری از طریق کابل فیبر نوری منتقل می‌شوند. در انتهای محل گیرنده سیگنالهای نوری به سیگنالهای الکتریکی تبدیل می شوند. یعنی کابل فیبر نوری همانند سیستمهای مخابراتی دیگر از 3 بخش اساسی فرستنده، گیرنده و کانال ارسال تشکیل شده است.

فرستنده سیگنال ورودی را به جریان می‌اندازد تا سیگنال ارسالی مناسب با مشخصات خط ارسالی تولید کند. تولید سیگنال برای ارسال تقریباً همواره مدولاسیون را در بر دارد و ممکن است شامل کد گذاری نیز باشد. کانال ارسال وسیله‌ای است که پلی میان مبدأ و مقصد به وجود می‌آورد. این پل مقداری تلفات یا تضعیف را بدنبال دارد. بنابراین قدرت سیگنال با افزایش فاصله کاهش می‌یابد.

گیرنده روی سیگنال خروجی از کانال ارسال عمل می‌کند تا آن را در مقصد به مبدل برساند. عملیات گیرنده شامل تقویت، جهت جبران تلفات انتقال و دی مدولاسیون برای معکوس کردن پردازش سیگنالی انجام شده در فرستنده می‌باشد.

در روش انتقال پرتوهای نوری در طول فیبرهای نوری یک پرتو نوری، مانند لیزر را می‌توان به نحوی تلفیق (مدوله) نمود که اطلاعات دیگری را نیز حمل کند. نور نوعی تشعشع الکترومغناطیسی است و نسبت به انواع تشعشعات دیگر (مانند امواج رادیویی) که در ارسال اطلاعات مورد استفاده قرار می‌گیرند. فرکانس بالاتری در طیف الکترومغناطیسی دارد. بنابراین یک کابل فیبر نوری می‌تواند اطلاعات بسیار بیشتری نسبت به ابزارهای مخابره اطلاعاتی دیگر منتقل نماید.

از مزایای اصلی استفاده از فیبر نوری می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- متاثر نبودن در مقابل نویز
- انتقال سریع اطلاعات
- انتقال اطلاعات با قابلیت اطمینان زیاد
- ایزولاسیون الکتریکی

معایب استفاده از فیبر نوری

بکارگیری شبکه فیبر نوری و هماهنگ کردن آن با شبکه‌های دیگر نیاز به تجهیزات واسطه پیچیده دارد که قیمت تمام شده را افزایش می‌دهد.

5-4- سیستم مخابراتی پی .ال.سی (PLC)

استفاده از خطوط انتقال فشار قوی برای انتقال علائم کاربر PLC نامیده می‌شود که از سال 1921 در صنایع برق استفاده می‌شود. محدوده فرکانسی PLC از 30 الی 500 کیلوهرتز می‌باشد که با توجه به مسائل فنی این محدوده انتخاب شدها ست. محدوده

فرکانسی PLC با توجه به نیاز سازمانهای مختلف در یک کشور متفاوت می‌باشد. بطور مثال محدوده فرکانسی آن در ایران 40 الی 400 کیلوهرتز می‌باشد. از کانال مخابراتی PLC به منظور ارتباط تلفنی، حفاظت تله متری و نظارت استفاده می‌شود.

برای انجام مانورهای عملیاتی در شبکه‌های فشار قوی بالای 63 KV از PLCهای اشاره شده استفاده می‌گردد. همچنین به منظور اعمال مدیریت بار بر روی خطوط با ولتاژهای پایین‌تر می‌باید از سیستمهای PLC توزیع استفاده شود. در این سیستم انتقال اطلاعات و اصوات از طریق خطوط فشار قوی انجام می‌گیرد و این نوع ارتباط برای شرکت‌های برق و راه آهن برقی که خطوط فشار قوی در اختیار دارند مقرون به صرفه است.

در سیستم PLC مسئله محدودیت فرکانس وجود ندارد ولی در سیستم‌های رادیوئی و مایکروویو به دلیل تداخل فرکانس محدودیت وجود داشته و می‌بایست کانالهای مشخصی را از شرکت مخابرات اجاره کرد.

استفاده از سیستم PLC بر روی خطوط توزیع و انتقال، متفاوت بوده و بعلت شرایط خاص شبکه‌های توزیع استفاده از خطوط توزیع بعنوان محیط انتقال فعلاً با سرعتهای انتقال اطلاعات پایین عملی شده است. بهینه سازی این سیستم هنوز در مراکز تحقیقاتی دنیا تحت مطالعه می‌باشد.

مزایای سیستم مخابراتی PLC

- سیستم مخابرات مستقل وسریع در اختیار مراکز کنترل و دیسپاچینگ
- سرعت زیاد در انتقال فرامین به منظور رفع خطا
- تبادل اطلاعات دائمی با به منظور نظارت بر عملکرد و کنترل مفید.

معایب این سیستم عبارت است از

- بکار گیری انحصاری در سیستم خطوط فشار قوی
- حضور نویزهای تصادفی و ایمپالس
- مشکلات در انتخاب فرکانس
- نیاز به تقویت کننده
- نیاز به سیستم حفاظتی اختصاصی به منظور جلوگیری از اثرات مخرب ولتاژهای ناخواسته در شبکه‌های ولتاژ بالا
- عدم فراگیر شدن در شبکه‌های توزیع (ولتاژهای پایین تر از 63 kv).

5-5- سیستم شبکه مایکروویو

طیف مایکروویو:

امواجی هستند که گسترده فرکانس آنها از حدود 300 مگاهرتز (MHZ) تا 1000 (GHZ) گیگا هرتز است. در بیشتر کاربردهای تکنولوژی مایکروویو از فرکانس‌های 1 تا 40 گیگاهرتز (GHZ) استفاده می‌شود.

حد پائینی ناحیه مایکروویو، ناحیه فرکانس‌های رادیو و تلویزیون همجوار است. در حالی که حد بالائی آن مجاور طیف‌های گرما و نور مرئی است.در نتیجه مهندسان مایکروویو اغلب از مفاهیم و روشهای مربوط به این دو مقوله شناخته شده استفاده می‌کنند. قابلیت تمرکز امواج رادیویی تابعی از اندازه آنتن و طول موج مورد نظر است.

برای آنتنی با اندازه ثابت، این قابلیت تمرکز با کاهش طول موج مورد نظر است. برای آنتنی با اندازه ثابت ، این قابلیت تمرکز با کاهش طول موج افزایش می‌یابد مثلاً پهنای یک پرتو رادیویی از یک آنتن سهمی به قطر 1 متر در یک گیگاهرتز حدود 50 درجه است. در حالی که در ده گیگاهرتز تنها 5 درجه است. برای برقرای یک ارتباط خوب بین دو نقطه سیگنال باید دقیقاً متمرکز و سپس به سوی آنتن گیرنده هدف گیری شود. چون فرکانس‌های مایکروویو این قابلیت را دارند برای ارتباط نقطه به نقطه بی سیم ایده‌آل ترند.

مخابرات نقطه به نقطه در فرکانس‌های مایکروویو به این صورت است که از چندین دستگاه تکرار کننده مایکروویو به با فواصل معینی در مسیر خط دید یکدیگر قرار گرفته باشند استفاده می‌شود.

ایستگاه تکرار کننده سیگنال مایکروویو را با یک آنتن می‌گیرد و پس از عبور تقویت کننده آن را از طریق یک آنتن دیگر به دستگاه تکرار کننده بعدی می‌فرستند. فاصله بین این ایستگاهها معمولاً 25 تا 75 مایل است. با مرتبط ساختن چند ایستگاه از این نوع می‌توان یک سیگنال را به جاهای مختلف منتقل کرد. (حتی با ترکیبی از ماهواره و ارتباط نقطه به نقطه مایکروویو می‌توان به برقراری ارتباط بین قاره‌ها دست یافت).

طیف مایکروویو باند وسیعی از فرکانس‌ها را در بر می‌گیرد که از آن در انتقال اطلاعات به خوبی استفاده می‌شود بنابر نظریه مخابرات مقدار اطلاعاتی که می‌توان انتقال داد مستقیماً با پهنای باند موجود متناسب است.

بنابراین طیف مایکروویو نسبت به باندهای رادیویی و تلویزیونی، کانال‌های مخابراتی بیشتری را می‌تواند در خود جای دهد. با نیاز فزاینده به انتقال اطلاعات، مخابرات مایکروویو نیز در جامعه ما هر روز رواج بیشتری می‌یابد.

6-5 - ارتباط ماهواره‌ای

ماهواره‌های ارتباطی قابلیت کار با حجمهای بسیار بالایی از اطلاعات را دارند. این ماهواره‌ها که ابتدا برای سیگنالهای تلفن و تلویزیون مورد استفاده قرار می‌گرفته است، برای مخابره داده‌های کامپیوتری با سرعت بالا نیز قابل استفاده می‌باشد. دو عامل موثر در بکارگیری ماهواره‌ها برای کامپیوترها تاخیر زمانی و مسائل امنیتی است.

توضیح و نتیجه:

همانگونه که پیش از این بیان شد، اطلاعات مخابره شده بین مرکز کنترل و پایانه‌های اطلاعاتی، دیجیتالی است. این مجموعه اطلاعات در ابتدا با یک تکنیک مدولاسیون دیجیتال ماهیت آنالوگ یافته و سپس یک مدولاسیون آنالوگ روی آنها اعمال شده تا بسهولت ارسال شوند. مدولاسیون دیجیتال عموماً اف.اس.کی FSK می‌باشد. بدین ترتیب که برای داده یک، موج سینوسی یک فرکانس و برای داده صفر موج سینوسی با فرکانس دیگر ارسال می‌شود.

مثلاً در یک نمونه عملی برای حالت صفر سینوسی با فرکانس HZ 3100= 200+ 2900 و برای حالت یک سینوسی با فرکانس HZ 2700= 200+ 2500 ارسال می‌شود. پهنای باند در مدولاسیون FSK بیش از همه به سرعت ارسال $(bit - rate)$ و سپس به فرکانسهای ارسالی در حالات یک و صفر بستگی دارد ولی عموماً از استانداردهای مطابق جداول زیر برای تعیین پهنای باند استفاده می‌گردد.البته گاهی با تغییر پهنای باند، تعداد کانالهای ارسالی روی خط را تغییر می‌دهند.

پهنای باند (HZ)	سرعت ارسال (bps)
120	50
240	100
480	200
1200	600
2500	1200

حال برای ارسال این اطلاعات از محیط‌های مختلف مخابراتی نظیر PLC ، مایکروویو، کابل زیر زمینی و جدیداً فیبر نوری و . . . استفاده می‌شود. از آنجائیکه استفاده از مایکروویو سبب نوعی وابستگی سیستم دیسپاچینگ به ارگانی خارج از وزارت نیرو (وزارت پست و تلگراف) می‌شد. همچنین استفاده از کابل زیر زمینی مستلزم مخارج فراوان کندن زمین و مشکلات ناشی از آن خواهد بود. در سیستم‌های دیسپاچینگ بیشترین علاقه به استفاده از سیستم مخابراتی PLC است که کاملاً در اختیار وزارت نیرو نیز می‌باشد.

با وجود تمام معایب، سیستم مخابراتی PLC با تکنولوژی آنالوگ هنوز یکی از مطلوب‌ترین و مهمترین سیستمهای مورد نظر در صنعت برق (در ولتاژهای بالاتر از 63 کیلوولت) می‌باشد.

ظرفیت ترمینالهای مخابراتی PLC آنالوگ با بکارگیری دانش مخابرات دیجیتالی و فشرده سازی علائم در حال افزایش می‌باشد که می‌توان سه کانال مخابراتی را در باند فرکانسی موجود در PLC آنالوگ ارسال نمود. طبعاً در شرایط فعلی جهت انجام مدیریت بار در ولتاژهای توزیع از سیستمهای تلفنی و رادیویی اشاره شده می‌توان استفاده کرد.

استفاده از فیبر نوری نیز امروزه به تدریج رایج می‌شود و بالاخص در مواردی که تخصیص کانال با دشواری روبرو می‌شود، شبکه فیبر نوری بعلت پهنای باند وسیع می‌تواند حلال مشکلات گردد. با توجه به توضیحات فوق، نتیجه گرفته می‌شود که اصلی‌ترین وسیله ارتباط در سیستم‌های دیسپاچینگ PLC است که در ادامه توضیحاتی در مورد آن خواهد آمد. در ابتدا به مسئله تخصیص کانال و تعداد کانالهای مجاز در PLC پرداخته و سپس نکات عملی طراحی سیستم PLC مطرح خواهد شد. همانطور که می‌دانیم PLC برای ارسال فرکانسهای بالا روی خطوط فشار قوی 50 HZ یا 60 HZ بکار گرفته می‌شود. در سیستم PLC اطلاعات ارسالی شامل صحبت، سیگنال و حفاظت بصورت (SSB) مدوله شده و در پهنای باند 4 کیلوهرتز ارسال می‌گردد.

یعنی یک کانال PLC، 4 کیلوهرتز خواهد بود. فرکانس کاربر نیز در محدوده 40 الی 400 کیلوهرتز قرار دارد. حد پایین فرکانس توسط محدودیت‌های ناشی از سیستم کوپلینگ تعیین شده و حد بالای فرکانس توسط محدودیت ناشی از تضعیف خط انتقال مشخص می‌گردد زیرا با افزایش فرکانس PLC، تضعیف خط انتقال نیز افزایش می‌یابد. البته محدوده فرکانس قابل استفاده در یک کشور خاص علاوه بر موارد فوق ممکن است به منظور عدم تداخل با فرکانسهای «ناوبری» محدودتر شود.

5-7- روشهای مختلف انتقال اطلاعات از پایانه‌ها به مراکز کنترل:

تبادل اطلاعات مابین پایانه‌های دور دست و مراکز کنترل، با توجه به میزان هوشمندی پایانه‌ها به روشهای مختلفی صورت می‌گیرد که در اینجا به بررسی این روشها پرداخته و خصوصیات هر یک آورده می شود.

5-8- «روش پرسشی» و ارسال کلیه اطلاعات

در پایانه‌های قدیمی که بصورت لاجیکی ساخته شده و فاقد میکروپروسسور بودند. امکان پردازش اطلاعات در پایانه‌های بسیار محدود بود. در این سیستم‌ها مرکز کنترل بصورت دوره‌ای کلیه پایانه‌ها را اسکن (Scan) نموده و پایانه‌ها نیز تمام اطلاعات خود را (اعم از دیجیتال و آنالوگ) برای مرکز می‌فرستادند.

البته طبیعی است که با توجه به سیگنالهای متفاوت جمع‌آوری اطلاعات آنالوگ و دیجیتال. در هر سیکل کلیه اطلاعات فرستاده نمی‌شد ولی این اطلاعات مستقل از اینکه نسبت به سیکل قبلی تغییر یافته بودند یا خیر. برای مرکز ارسال می‌شدند زیرا پایانه توانایی مقایسه اطلاعات جدید و قدیم و تشخیص تغییر یا عدم تغییر در آنها را نداشت یا اصطلاحاً غیر هوشمند بود. اشکال اساسی این روش ، در حجم وسیع اطلاعات مبادله شده بین مرکز کنترل و پایانه‌ها می‌باشد که نیاز به سرعت ارسال و پهنای باند زیاد در کانال مخابراتی خواهد داشت.

این روش که هنوز نیز در بعضی سیستمهای قدیمی که پایانه‌های غیر هوشمند دارند بکار می‌روند.در سیستم‌هایی که امروزه طراحی می شوند به ندرت مورد استفاده قرار گیرند.

5-9- روش پرسشی و ارسال اطلاعات تغییر یافته

با بالا رفتن هوشمندی در پایانه‌ها و بکارگیری وسیع میکروپروسسور که سبب قابلیت انعطاف بالای پایانه‌ها می‌گردد. این امکان وجود دارد که هر پایانه در مقابل درخواست مرکز تنها اطلاعاتیکه تغییر یافته‌اند را باز پس فرستند. عموماً منظور از داده تغییر یافته اطلاع دیجیتال تغییر یافته COS است. اگر چه در تکنولوژی‌های بسیار جدید امکان تشخیص تغییر در داده‌های آنالوگ (COM) نیز در پایانه‌ها وجود دارد ولی استفاده از این پایانه‌ها هنوز چندان متداول نمی‌باشد.

از آنجائیکه تغییر در یک داده دیجیتال (قطع وصل بریکر و . . .) در صورت خرابی یا در صورت عمل کنترل از مرکز در پستهای «بدون اپراتور» و یا بصورت «محلی» در پستهای با اپراتور روی می‌دهد و این دو پدیده در شبکه برق احتمال وقوع کمی دارند با ارسال اطلاعات تغییر یافته بجای کلیه اطلاعات، حجم اطلاعات ارسالی به مرکز به شدت کاهش می‌یابد.

اطلاعاتی‌که هم وقت کامپیوتر مرکز رااشغال کرده و هم از آن مهمتر پهنای باند کانال مخابراتی لازم را افزایش می‌دهد. به این ترتیب این روش در پاسخ زمانی مساوی با روش قبل نیاز به کانال مخابراتی با پهنای باند فوق العاده کمتری دارد.

5-10- روش وقفه‌ای

در این روش که روش بسیار جدیدی است پایانه‌ها این توانائی را دارند که خود در صورت وقوع تغییر در آنها ارتباط با مرکز را آغاز نموده و بمرکز فرمان وقفه بدهند. در این روش سرعت ارسال باز هم می‌تواند پایین‌تر باشد زیرا ارتباط بین مرکز و پایانه تنها در صورت وجود تغییر حالت برقرار می‌باشد و وقت کانال با سوال مرکز در مورد وجود یا عدم وجود تغییر حالت و پاسخ منفی پایانه اشغال نمی‌گردد.

این روش علیرغم کاهش پهنای باند به طراحی پیچیده‌ای برای قرار دادن پایانه‌ها و مرکز در یک شبکه کامپیوتری نیاز دارد.

6- پروتکلهای ارسال اطلاعات (پروتکلهای ارتباطی یا پروتکلهای انتقال داده)

اصولاً سیستمهای کنترل به دو دسته اصلی، سیستم محلی و سیستم کنترل راه دور تقسیم می‌شوند . در سیستم کنترل راه دور خلاف سیستم کنترل محلی، ارتباط اجزاء سیستم توسط لینک مخابراتی صورت می‌گیرد.

این ارتباط تحت شرایط محیطی نویز و محدودیت پهنای باند صورت می‌گیرد. بنابراین با توجه به حجم کل تبادل اطلاعات و زمان لازم برای انتقال می‌بایست بین دو پارامتر سرعت انتقال و انتقال مطمئن اطلاعات بهترین شرایط را یافت. با انتخاب یک پروتکل مناسب می‌توان به اهداف فوق نائل آمد.

پروتکل در اصل کلمه به معنی پیوند نامه یا مقوله نامه است. اما در اینجا به مجموعه قواعد با استانداردهایی اطلاق می‌شود که برای برقراری ارتباط بین کامپیوترها سیستمها و تبادل اطلاعات با کمترین اشتباه طراحی و تنظیم شده‌اند. برای تعریف پروتکل ارتباطی می‌توان گفت که مبادله اطلاعات بین مرکز و پایانه ها طبق دستورات و ضوابط خاصی صورت می‌گیرد که از آن با عنوان پروتکل ارتباطی یاد می‌گردد.

پروتکل مجموعه دستورها و قواعدی است که تمامی جزئیات لازم برای برقراری یک ارتباط مطمئن و کارآمد. بین پایانه و مرکز را مشخص می‌سازد بطور مثال موضوعاتی مانند نوع برقراری ارتباط، انواع اطلاعات مورد نیاز، امنیت انتقال وضعیت و چهارچوب پیغامها از جمله مواردی هستند که باید در پروتکل به صورت واضح معین و مشخص شده باشند.

چنانکه پیش از این آورده شد، اطلاعات مخابره شده از مرکز به پایانه و بالعکس چه ماهیتاً دیجیتال باشد و چه بوسیله A/D دیجیتال شده باشند. در نهایت مجموعه‌ای از بیتهای باینری صفر و یک خواهند بود. این اطلاعات دیجیتال با مدولاسیون های مناسب و از طریق کانالهای مخابراتی ارسال می‌شود.

در این قسمت به پروتکل ارسال این اطلاعات و ویژگیهای آن پرداخته می‌شود. در ابتدا ذکر این نکته لازم است که هنوز یک پروتکل استاندارد در سیستم های دیسپاچینگ متداول نشده است و آنچه در اینجا بررسی می‌شود قسمت تقریباً مشترک این سیستمها و بصورت کلی می‌باشد.

ارسال اطلاعات از مرکز به پایانه و بالعکس می‌تواند به دو صورت Full-duplex,Half-duplex صورت گیرد.

چنانچه امکان ارسال اطلاعات همزمان بین مرکز و پایانه وجود داشته باشد ارتباط را Full-duplex گویند و اگر این اطلاعات هر لحظه تنها بتواند از یکطرف صورت گیرد ارتباط را Half-duplex نامند. در هر دو روش فوق مدولاتور و دمدولاتور در هر دو طرف خط مخابراتی موجود بوده که اصطلاحاً آنها را مدم می‌گویند.

در سیستم های اسکادا اگر چه غالباً کانال مخابراتی بصورت Full-duplex تخصیص می‌یابد ولی عموماًپروتکل ارسال اطلاعات Half-duplex است. برای ارسال اطلاعات از طریق کانال مخابراتی دو نوع سنکرون و آسنکرون موجود است. در مدم نوع آسنکرون بمنظور آنکه گیرنده اطلاعات را تقریباً با همان سرعت یکه فرستنده ارسال می‌نماید و در زمان مناسب دریافت نماید از دو مبنای زمان متفاوت در دو طرف استفاده می‌گردد.

بدلیل تفاوت اجتناب ناپذیری که در فرکانس اسیلاتورهای موجود در طرفین کانال وجود دارد اطلاعات فرستاده شده با این روش باید تقسیم به بلوک‌های کوچک که هر یک دارای بیتهای سنکرون کننده خود هستند فرستاده شوند تا مرتباً گیرنده بتواند خود را با فرستنده سنکرون نماید. معمولاً سرعت مدهایی که با روش آسنکرون کار می‌کنند تا حدود 1800 بیت در ثانیه محدود می‌شود.

این روش ارسال در مواردی که اطلاعات بصورت پیامهای کوتاهی باشند بسیار مفید است چرا که در عمل سنکرونیزاسیون فرستنده و گیرنده بسرعت انجام می‌شود.

در مدم نوع سنکرون، فرستنده سیگنال سنکرون کننده را نیز همراه اطلاعات ارسال می‌دارد و بدین ترتیب گیرنده بطور دقیق با آن سنکرون می‌شود. این روش امکان ارسال پیامهای طولانی و با سرعت بالا را بدون خطر از سنکرون خارجی شدن گیرنده می‌دهد اما در عوض برای سنکرون شدن فرستنده و گیرنده در آغاز پیام، زمان بیشتری لازم است. مدهایی که بصورت سنکرون کار می‌کنند با سرعتهای بین 2400 بیت در ثانیه تا یک مگابیت در ثانیه موجود می‌باشند.

در سیستمهای اسکادا با توجه به نیاز و همچنین مشخصات کانال مخابراتی می‌توان از هر یک از دو نوع بالا استفاده نمود. انتقال پیام بین مرکز و پایانه راه دور معمولاً بصورت تی.دی.ام TDM و با استفاده از ارسال سریال اطلاعات صورت می‌گیرد.

این پیامها بایستی دارای امنیت و انعطاف پذیری بوده و سخت افزار و نرم افزاری که در طرفین برای ارسال و دریافت آنها لازم است حتی الامکان ساده باشد.

امنیت عبارتست از قابلیت کشف خطاهای ایجاد شده از پیام که بوسیله نویز کانال مخابراتی تولید می‌شوند. انعطاف پذیری قابلیت ارسال انواع مختلفی از پیامها (چه از نظر طول و چه از نظر نوع) در صورت درخواست مرکز می‌باشد.

7- طراحی یک مرکز SCADA :

برای طراحی یک سیستم SCADA باید موارد ذیل مورد نظر قرار بگیرند:

1- آمادگی ایستگاه‌ها جهت نصب سیستم
2- لینک مخابراتی مرکز و پایانه‌ها
3- ظرفیت نقاط پردازش سیستم.

1- آمادگی ایستگاه جهت نصب سیستم

در ایستگاه‌ها جهت جمع آوری اطلاعات نقاط و اعمال کنترل بر آنها، یکسری تجهیزات مورد نیاز می‌باشد که بایستی توسط پیمانکار سازندهٔ پست، طراحی و اجرا شوند. برای این منظور باید از تمامی CT , PT یا C.V.Tهای نصب شده در لیست و نیز رله‌های

حفاظتی که به بریکرهای فرمان می‌دهند و نیز از کنتاکت‌های کمکی تمامی کلیدهای پست، سیم بندی مناسب انجام شده و این سیم‌بندی، بصورت‌های مناسب دسته‌بندی شده و در کابینت مخصوص‌شان (تابلوی مارشالینک راک Marshaling Rack) بر روی ترمینالهایی، نصب و متصل شوند.

به عبارت دیگر این آمادگی در ایستگاه‌ها وجود داشته باشد که نیازی به انجام وایرینگ در طرف فیلد نباشد و فقط خروجی پایانه‌ها،به ترمینالهای موجود در کابینت مارشالینگ راک متصل شوند. در هر پست ، نصب RTU (پایانه) ، تابلوی (High Voltage Interpossing) HVI و نصب باطری شارژر و باطریها و انجام سیم‌بندی از RTU تا تابلوی مارشالینگ راک، بر عهدهٔ پیمانکار سیستم اسکادا می‌باشد.

2- لینک مخابراتی مرکز و پایانه‌ها

این لینک می‌تواند به یکی از روشهای ذیل باشد:

1- خط اختصاصی (Leased Line)
2- رادیویی
3- مایکروویو
4- PLC
5- فیبر نوری

از بین این روشها، فیبر نوری و مایکروویو،از بهترین آنها می‌باشد ولی به دلیل هزینهٔ بالای آنها کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرند. در حال حاضر مراکز RDC تهران، از روشهای خطوط اختصاصی یا PLC استفاده می‌شود. نصب این لینک مخابراتی،بر عهدهٔ کارفرمای سیستم اسکادا می‌باشد.

3- ظرفیت نقاط پردازش سیستم

برآورد و محاسبهٔ تعداد نقاط تحت کنترل سیستم، از مهمترین و حساس‌ترین مراحل طراحی یک سیستم دیسپاچینگ و اسکادا می‌باشد. این نقاط، شامل اطلاعات ذیل می‌باشند:

1- نقاط کنترلی (Commands یا Digital Outputs)
2- وضعیت‌های کلیدها (Indications یا Digital Inputs)
3- مقادیر اندازه‌گیری (Measurands یا Digital Inputs)
4- آلارم‌های پست‌ها (Alarms یا Digital Inputs)

استاندارد وزارت نیرو جهت محاسبهٔ این نقاط، در ضمیمه ارائه شده است.

محاسبهٔ تعداد نقاط I/O یک ایستگاه نمونه:

الف) Digital Input (DI):

1- بریکرهای 63 kv به بالا ..... 2 حالت.
2- بریکرهای 20 kv ..... 3 حالت.
(Open / Close , in or out)
3- سیکسیونرها ..... 2 حالت
4- ترانس‌های قدرت ..... 6 حالت.

Master / Slave , Parallel / Indipendent . Auto / Manual

5- Common (برای هر Bay، یک حالت و برای هر کارت 16 تایی یک سیم مشترک در نظر گرفته می‌شود).

6- Tap ترانس (اگر دیجیتال باشد) ..... 5 حالت.

7- Local / Remote کل ایستگاه ..... 2 حالت

8- آلارم‌ها (آلارم خط 63 kv ..... 2 تا و آلارم فیدر 20 kv ..... 2 تا و

آلارم هر ترانس ..... 8 تا و آلارم فیدر خازنی ..... 2 تا و

آلارم باس کوپلر ..... 2 تا و آلارم باس سکشن ..... 2 تا و

آلارم کلی برای هر خط 63 تا 20 ..... 1 تا و

آلارم عمومی ایستگاه‌ها ..... 10 تا.

ب) Digital Output (DO):

1- بریکرها ..... 2 حالت

2- هر ترانس ..... 8 حالت

Master / Slave , Parallel / Indipendent . Auto / Manual , Raise / Lower

3- Common (سیم مشترک) ..... 1 تا.

ج) Analog Input (AI):

1- خطوط 63 kv ..... XXX MVA±

XXX A±

XXX KV

2- خطوط 230 kv ..... XXX MVAR±

XXX MW±

XXX KV

3- فیدرهای 20 kv ..... XXX.X A±

4- ترانس‌های 63/20 kv: XX.X MW±

XX.X MVAR±

XX Tap

X.XX PF

5- باس سکشن‌ها و باس کوپلرها: XXX MW±

XXX MVAR±

6- باس بارها: XX.X KV

د) Analog Dutput (AD):

بجای AO، معمولاً از Set Point (برای Set کردن مقادیر یک نقطه در یک مقدار مشخص) استفاده می‌شود و برای هر ترانس 1 حالت می‌باشد.

- **حال با توجه به نکات ذکر شده، به محاسبهٔ تعداد نقاط I / O یک ایستگاه نمونه (ایستگاه بوشهر) می پردازیم:**

نقشهٔ شمارهٔ A-1، دیاگرام تک خطی SLD ایستگاه بوشهر را نشان می‌دهد که توسط پیمانکار سازندهٔ پست تهیه شده است. این نقشه توسط پیمانکار سیستم اسکادا، به صورت نقشه شماره A-2 ترسیم می شود. که در این نقشه، کلیهٔ المانهای اضافی، حذف شده و کلیدهای کنترلی و نقاطی که باید در مقادیر آنها در مرکز، دریافت شوند، مشخص شده‌اند. به این نقشه«نقشه دیسپاچینگی» گفته می‌شود که فقط شامل اطلاعات دیسپاچینگی پست مذکور می‌باشد.

DI : تا 294 + 18 Common = 312 تا

کلیدها (184) + ترانس‌ها (18) + Tap (15)+

Local / Remote (2) + آلارم‌ها (26 + خط ها) + ترانس‌ها 24 +

باس سکشن 2 + آلارم کلی پست) $\frac{294}{\text{هرکارت}} = 18$ 10) + Common (

DO : تا 74 + 5 Common = 79 تا

بریکرها (25 X 2 =50) + ترانس‌ها (3 X 8) =24)

) $\frac{74}{\text{هرکارت}16} = 15$ Common (

- **توجه:**

فرض می‌کنیم که کارتهای Do , DI قابلیت 16 نقطه و کارت AI قابلیت 32 نقطه را داشته باشد.

AI: تا 32 + 1 Common = 33 تا

خطوط (13 x 2= 26) + باس بارها (5) +

ترانس‌ها (3 x 3= 9) + باس سکشن (2) + 1 Common

Set Point: 3 تا (هر ترانس ،یک عدد)

- **توجه**: برای توسعهٔ آیندهٔ پست، معمولاً 25 % به اعداد فوق ، اضافه می‌شود، لذا داریم:

DI : 390 تا

مورد نیاز DI تعداد کارتهای $= \frac{390}{16} = 24$ تا

DO : 99 تا

مورد نیاز DO تعداد کارتهای $= \frac{99}{16} = 6$ تا

AI : 41 تا

تعداد کارتهای AI مورد نیاز $= \frac{41}{32} = 2$ تا

مجموع نقاط : 532 نقطه

لذا RTU انتخابی برای ایستگاه بوشهر، باید قابلیت پردازش 532 نقطه را داشته باشد. فرض کنیم 20 ایستگاه قرار باشد به مرکز کنترل، متصل شوند. بنابراین سرورها و دیتابیس‌ها و نرم‌افزار نصب شده در مرکز کنترل، بایستی طوری طراحی و انتخاب شوند که قابلیت ساپورت تمامی نقاط این ایستگاهها را داشته باشند.

فصل دوم

1- ساختار سخت‌افزاری مرکز دیسپاچینگ

مرکز دیسپاچینگ متشکل از سخت‌افزار و نرم‌افزار مناسب جهت جمع‌اوری اطلاعات RTUها پردازش مناسب آنها و ارسال فرامین به RTU ها می‌باشد سخت افزار مرکز دیسپاچینگ شامل تجهیزات ذیل می‌باشد:

1-1 - کامپیوتر و پرینتر

در مرکز دیسپاچینگ یک کامپیوتر بعنوان Master 1 و یک کامپیوتر بعنوان Standby ویا Master 2 مورد استفاده قرار می‌گیرد. اگر به هر دلیلی کامپیوتر Master 1 از کار بیافتد، بلافاصله کامپیوتر Master 2 جایگزین آن می‌شود و قفه‌ای در کار نرم‌افزار ایجاد نمی‌شود هر دو کامپیوتر Master از طریق شبکه به یکدیگر متصل هستند. کامپیوترهای در نظر گرفته شده برای Master از نوع کامپیوتر صنعتی Industrial Computer می‌باشند.

دو کامپیوتر دیگر نیز بعنوان workstation در نظر گرفته شده‌اند که واسط گرافیکی GUI روی آنها نصب می‌شود از طریق هر دو Workstation می‌توان به منوی اصلی نرم‌افزار مرکز دسترسی پیدا کرد و تغییرات لازم را ایجاد نمود. تولید و یا تغییر تصاویر گرافیکی فقط از طریق Workstation ها امکان پذیر است.

کامپیوترهای Workstation نیز از طریق شبکه به کامپیوترهای Master متصل هستند. پرینترهای لازم نیز به کامپیوترهای Master متصل می‌باشند پرینتر متصل به کامپیوتر فعال Master 1 , Master 2 لیست حوادث را چاپ می‌کند، تعدادی پرینتر رنگی به تعداد مورد نیاز نیز به Workstation ها متصل است و امکان پرینت رنگی از تصاویر گرافیکی فراهم می‌باشد.

1-2- تجهیزات مخابراتی

اطلاعات ارسالی یا دریافتی از طرف RTU از طریق خط مخابراتی و PLC یا مرکز دیسپاچینگ مبادله می‌شود. این اطلاعات ابتدا توسط یک مودم (به ازای هر RTU تبدیل به ارتباط سریال سنکرون شده و سپس توسط کارت CIU ارتباط سنکرون به نحو مناسب به ارتباط سنکرون تبدیل می‌شود.

اطلاعات به صورت سنکرون با کامپیوتر صنعتی PALCO مرتبط شده و از طریق شبکه با کامپیوتر Master مبادله می‌شود پروتکل ارتباط مرکز و RTU پروتکل استاندارد HDLC خواهند بود. تجهیزات مخابراتی که شامل مودم PLACO,CIU می‌باشد درون یک کابینت با ابعاد مناسب قرار می‌گیرند.

جهت ارتباط با مرکز بالا دست نیز دو عدد مودم ویک کامپیوتر بعنوان Communication sever مورد استفاده قرار می‌گیرند مودم های معروف مورد استفاده در ایران اکثرا" ساخت شرکت واف و کامپیوتر نیز مشابه کامپیوتر Master خواهد بود.

1-3- UPS

UPS مورد استفاده در مرکز دیسپاچینگ از نوع ONLINE و تک فاز می‌باشد توان UPS مذکوراکثرا" در حدود 5KVA می‌باشد که بصورت نمونه برای یک مرکز با تجهیزات لیست شده در زیر محاسبه می‌شود:

	تعداد	مصرف واحد(وات)	جمع
1- کامپیوترهای Sever, Workstation	4	2	800
2- مونیتور	2	150	300
3- مونیتور	2	140	280
4- چاپگر EPSON	2	100	200
5- چاپگر رنگی	1	12	12
6- مودم 600bps	6	2	12
7-مودم 9600bps	2	2	4
8-کارت CIU	6	2	12
9- کامپیوترهای PALCO	6	30	180
10- روشنایی اضطراری	-	600	600
جمع مصرف (وات)		2400	
ضریب قدرت		0/8	
جمع مصرف (ولت آمپر)		3000	
رزرو توسعه آتی 50٪		4500	
ظرفیت UPS انتخابی		5000VA	

2 – Computer System

2-1) Open System Architecture

یک نمونه از OSSهای مورد استفاده در مرکز دیسپاچینگ نرم افزار RESY – USSکه بر اساس استانداردهای بین المللی زیر نوشته شده است.

- واسطه سیستم عامل و سخت افزار: POSIX. IEEE 1003
- شبکه : Ethernet TCP [P.FDD]
- ارتباط با پروسه : DIN 19244 IEC 870-5
- ارتباط با نرم افزارهای استاندارد X.11.DDE
- طراحی واسطه گرافیکی کاربر، با استفاده از Dynavis – x. Motif

به دلیل استفاده از سیستم عامل سازگار با استاندارد POSIX ، امکان استفاده از سخت‌افزارهای مختلف، بدون تغییر در مدل دیتا و شکلهای گرافیکی ، مهیا است. همچنین به دنبال استفاده از پروتکلهای استاندارد، امکان اتصال به سیستم و نرم افزارهای ساخت تولید کنندگان دیگر نیز فراهم است بنابراین مشکلی از نظر گسترش وجود ندارد.

سیستم عامل مورد استفاده در مراکز دیسپاچینگ غالبا" QNX است که ماهیتاً یک سیستم عامل Multi- user. Realtime Multi-task می‌باشد. با استفاده از واسط گرافیکی X-11 می‌توان بصورت Multi – Windowing به سیستم عامل دسترسی داشت.

نرم افزار مرکز با استفاده از زبان سطح بالای C نوشته شده است و هیچگونه نرم افزار نویسی بزبان ماشین صورت نگرفته است. ارتباط بین کامپیوترهای Workstation , Serverها،بر اساس استاندارد Ethernet IEEE 802.3 انجام می گیرد و ارتباط با هارد دیسک نیز از طریق یک واسط SCSI امکان پذیر است. ارتباط با تجهیزات جانبی مانند پرینتر، ماوس و غیره بر اساس استانداردهای موجود در کامپیوترهای PC انجام می‌پذیرد.

2-2) Distributed Computer Architeecture

مرکز دیسپاچینگ متشکل از دو Server بنامهای Master1 , Master 2 (Stand by) و همچنین دو کامپیوتر بعنوان Workstation است. کامپیوترهای مذکور از طریق شبکه و با استاندارد Ethernet IEEE 802.3 به یکدیگر متصل شده‌اند. کامپیوتر Master بصورت ON-LINE، عهده‌دار کنترل مرکز می‌باشد.

کامپیوتر Master2 نیز دارای تمامی مشخصات نرم افزاری و سخت افزاری کامپیوتر Master1 می‌باشد و تنها تفاوت آن با کامپیوتر Master1 اینست که، کنترل مرکز را بعهده ندارد. دیتابیس‌های هر دو کامپیوتر Master همیشه یکسان هستند و به محض ایجاد اشکال در کامپیوتر Masrer1 ،کامپیوتر Master2 کنترل مرکز را بعهده می گیرد.

Master1 , Master2 دارای مشخصات عمدهٔ زیر هستند:

1- وضعیت کامپیوتر Master1 در Title منوی اصلی نرم افزار و برنگ سبز و با جملهٔ MC-Double نمایش داده می‌شود. وضعیت Master2 نیز با همان روش و با جملهٔ SC-Double نمایش داده می‌شود.

2- به محض خرابی Master1، بطور اتوماتیک Master2 کنترل مرکز را بعهده می گیرد و Master1 را باز نشانی می کند. همچنین بوسیلهٔ آلارم و چاپ در لیست حوادث، اپراتورها از تغییر وضعیت Serverها آگاه می گردند.

3- هر کامپیوتری که موقع نصب، زودتر روشن شود بعنوان Server اصلی در نظر گرفته شده و امکان تغییر آن در زمان کارکرد سیستم بصورت On-Line توسط دستور Switche – Over فراهم می‌باشد.

3- نرم افزار مرکز کنترل RESY - USS

3-1- General

نمونه ای از OSS های مورداستفاده در مرکز کنترل نرم افزار RESY-UUS برای مرکز کنترل در نظر گرفته شده است که یک نرم افزار مدولار، توزیع شده و استاندارد در زمینهٔ SCADA می‌باشد. نرم افزار مذکور، توانایی کار بصورت یک Workstation تا 11 Workstation و دو کامپیوتر اصلی بصورت Redundant و چند Server، جهت اجرای برنامه‌های کاربردی همچون بانک اطلاعاتی، تولیدگزارش و . . . را دارد. مدولهای مختلف در نرم افزار RESY بصورت Task می‌باشند و هر کدام اولویتهای خاص خود را دارند. همچنین امکان برنامه‌نویسی و اضافی بودن Task های دیگر به سیستم امکان پذیر می‌باشد.

تغذیه کامپیوترهای مرکز از طریق UPS تامین می‌شود و امکن قطع برق وجود ندارد اما اگر برق کامپیوترهای اصلی بطور عمدی ناگهان قطع شود امکان آسیب دیدن سیستم وجود دارد.

در نرم افزار RESY-UUS دو محیط برای کاربران در نظر گرفته شده است:

1- محیط مهندسی و نگهداری

2- محیط اپراتوری

ورود به هر محیط نیازمند وارد کردن نام شخص و رمز عبور می‌باشد و با توجه به اولویت داده شده به افراد، دسترسی به ابزارهای مختلف برنامه تعریف می‌شود. در محیط اپراتوری با توجه به اولویت داده شده امکان ارسال فرمان کنترل نیز وجود دارد.

3-2- Data Base

نرم افزار RESY – UUS از یک RTDB (Real Time – Data Base) بهره می‌برد که در RAM ماندگار است. افزایش نقاط و یا تغییر نقاط موجود دیتابیس، به راحتی و در حالت Runtime نرم افزار اسکادا، امکان پذیر می‌باشد. نقاط بایک اسم دوازده کاراکتری آدرس می‌شوند (PV-Name) و هرگونه تغییری در دیتابیس که توسط مهندس سیستم ایجاد شود،بلافاصله در دیسک نیز ذخیره می‌گردد.

لازم به توضیح که دیتابیس از هارد به RAM باز می‌شود و از آن پس دیگر رجوعی به هارد نخواهد شد و تمام تغییرات مهندسی که در دیتابیس بوجود می‌آید ابتدا در RAM منعکس می شود و سپس در هارد نیز کپی می‌گردد. اطلاعات دینامیک نیز، هارد در فواصل زمانی مشخص ذخیره می‌گردند.

سیستم RTDB از طریق یک انتیرفیس بنام dbi اجازه دسترسی به دیتا را می‌دهد. اینترفیس dbi این امکان را می‌دهد که همهٔ برنامه‌های اسکادا از طریق یک واسط و یک مدیر، به اطلاعات دیتابیس دسترسی یابند تا تعداد اطلاعات در سیستم اسکادا پیش نیاید.

دیتابین سیستم موارد ذیل را پوشش می‌دهد:

1- برای هر نقطه دیتابیس، می‌توان پارامترهای آلارم و حوادث رابه نحو دلخواه ذیل تنظیم کرد:

- اینکه چه تغییر وضعیت‌هایی از نقطه (مثلاً Close یا Open در مورد بریکر) دارای آلارم باشند.
- اینکه چه تغییر وضعیت‌هایی از نقطه، در لیست حوادث ثبت شوند.
- اینکه آلارم این نقطه در چه گروهی از آلارم اعلام می‌شود.

2- برای نقاط وضعیتی، حداکثر تا 4 بیت قابل تعریف است که 16 حالت (وضعیت) را برای یک تجهیز تفکیک می‌کند و برای مقادیر Measurand، حداکثر 16 بیت قابل تعریف است. هر نقطه دیتابیس، غیر از مقداری که دارد، یک مشخصهٔ دیگری دارد که اصطلاحاً به آن Status Filed می‌گوئیم و در بردارندهٔ وضعیت نقطه، از لحاظ نرمال بودن، آلارم دار بودن، داشتن خطای تله متری (Invalid بودن آن در دیتابیس) و غیره می‌باشد.

3- مسائل Scaling یا Conversion و حدود مقادیر آنالوگ و Dead Band براحتی در نرم افزار RESY-UUS توسط مهندس سیستم، در دیتابیس تعریف می‌شود.

4- تاریخ و زمان وقوع حوادث در لیست حوادث و نیز در دیتابیس تاریخ حوادث ثبت می‌شود.

5- امکان جلوگیری از بروز درآمدن اطلاعات یک نقطه، تحت عنوان Deactive کردن آن نقطه، در سیستم RESY – UUS مطرح می‌شود. انجام این کار از طریق پنجرهٔ محاوره‌ای کنترل، امکان پذیر است. همچنین جلوگیری از Control و نیز جلوگیری از پردازش آلارم نقطه،در همان پنجرهٔ محاوره امکان پذیر می‌باشد. جلوگیری از سیستم Event Log تنها از طریق دیتابیس سیستم مقدور است که انجام این کار یا توسط مهندس سیستم مقدور است و یا توسط یک اپراتور با Priviledge بالا.

6- اطلاعات غیر فعال (Non-real time) مثل Point Code و غیره، در سیستم RESY-UUS نیز وجود دارند و در دیتابیس تعریف می‌شوند و می‌توانند در صورت لزوم توسط مهندس سیستم تغییر کنند.

دیتابیس سیستم RESY-UUS جهت دسترسی به اطلاعات از یک سری پنجره‌های محاوره‌ای بهره می‌گیرد که این پنجره‌ها طبق دستوراتی که در پنجرهٔ Main Menu نرم افزار قابل احضار می‌باشند، امکانات تغییر یا ایجاد و حذف جهت توسعه و تغییر دیتابیس براحتی در سیستم RESY-USS در حالت کارکرد On-Line نرم افزار اسکادا وجود دارد. این امکان گسترش‌های آتی شبکه برق و با ایجاد تغییر در شبکهٔ فعلی را به مهندس سیستم می‌دهد.

جهت ارتباط On-Line با دیتابیس بلادرنگ سیستم، از یک اینترفیس با نام dbi استفاده می‌شود . امکان تولید گزارشات با ابزار خود نرم افزار RESY-UUS امکان پذیر می‌باشد. ایجاد Application در کنار نرم افزار اسکادا به کمک کمپایلرهای C امکان پذیر است. در مورد امکانات Import Export قابل ذکر است که سیستم RESY-UUS امکان انتقال دیتابیس سیستم را بصورت فایلهای Text را می‌دهد. براحتی می‌توان فایلهای Text را در یک محیط نرم افزاری دیگری از قبیل Excel و یا ویرایشگرهای متنی ایجاد کرد و آنرا به محیط RESy-USS انتقال داد.

مکانیزم‌هایی در نرم افزار RESy-USS جهت تبدیل فایلهای Text به فرمت باینری استفاده شده در RAM و بالعکس وجود دارد.

در صورت قطعی ارتباط با پایانه، تمامی اطلاعات آن ایستگاه در روی دیاگرام تک خطی پست، با یک برچسب e مشخص می‌شوند که نشان دهندهٔ تله متری می‌باشد و آخرین مقادیر در دیتابیس سیستم تا برقراری ارتباط بعدی حفظ می‌شوند.

3-3- SCADA Functions

نرم افزار RESy-USS یک نرم افزار Fully Developed است. اولویت بندی Task های مختلف اسکادا مسائل ریز طراحی است که قطعاً هر شرکت سابقه دار ارائه کننده نرم افزار اسکادا اولویت بندی Task ها را به نحو مقتضی از لحاظ پاسخ زمانی مناسب سیستم و پارامترهای دیگر انجام می‌دهد.

در ارتباط با عملیات اپراتور، عکس‌العمل نرم افزار در سیستم RESy-USS به این صورت است که معمولاً در صورت عدم انجام عمل درخواست داده شده یک پیام خطا بصورت Error Box ظاهر می‌شود که امروزه در سیستم‌های نرم‌افزاری متداول می‌باشد. مثلاً اگر Acknowledgement به خاطر عدم داشتن Privilege اپراتور صورت نگیرد یک Error Box ظاهر می‌شود.

3-4- Cursor Control

انجام اعمال در محیط گرافیکی سیستم کاملاً با Mouse انجام می‌شود و استاندارد Motif در ارتباط با Window Manager به کار گرفته می‌شود.

3-5- Point Selection

انتخاب نقطه جهت Acknowledge کردن آلارم آن، از طریق لیست آلارم صورت می‌گیرد. جهت انجام کنترل و یا اعمال Deactive. Manual Entry کردن، Control Lock و یا جلوگیری از پردازش آلارم می‌تواند از طریق Digital Box نقطه مورد نظر (که با قرار دادن نشانگر Click. Mouse کردن ماوس روی سمبل گرافیکی نقطه مورد نظر ظاهر می‌شود) انجام پذیرد.

جهت انصراف از انتخاب نقطه، کلید Abort در پنجرهٔ گفتگوی ذکر شده، آنرا می‌بندد یا اینکه می‌توان نقطه دیگری را انتخاب کرد. اگر چنانچه پس از انتخاب نقطه، جهت اعمال کنترلی و یا تغییر Attribut ،تا 15 ثانیه عملی در پنجره گفتگو صورت نگیرد، پنجره عنوان شده بطور اتوماتیک بسته خواهد شد. زمان فوق قابل تنظیم است و بهتر این است که حدود یک دقیقه تنظیم شود.

3-6- Alarm and Event Processing

همهٔ تغیر وضعیتها برای نقاط باینری،تغییرات در مقادیر آنالوگ، همچنین خروج مقادیر آنالوگ از محدودهٔ مجاز خود، فرامین ارسالی توسط اپراتور، تائید آلارم توسط اپراتور و Fail های سخت افزاری در سیستم ثبت حوادث، دیده می‌شوند.

خروجی سیستم Event. می‌تواند علاوه بر Event List روی مونیتور، می‌تواند روی پرینتر نیز ارسال گردد. همچنین این امکان هست که اپراتور Comment در لیست Event وارد کند.نرم افزار RESy-USS این امکان را می‌دهد که آلارمها را به دو دستهٔ پالسی و یا دائمی دسته بندی نمائیم. این دو نوع آلارم با رنگهای متفاوت در لیست آلارم ظاهر می‌شوند.

آلارمها در نرم افزارهای RESy-USS قابل تفکیک به 32 کلاس می‌باشند. هر کلاس آلارم، لیست مربوط به خود را داراست. هر آلارمی نیز می‌تواند در لیست حوادث خاصی ثبت شود. همهٔ آلارمها در صورت ظاهر شدن،باعث ایجاد یک Tone صدا در کامپیوترهای اپراتوری می‌شوند که این Tone، می‌تواند با کلید نرم افزاری Bell ساکت شود. کلید نرم افزاری دیگری عنوان Acknowledge تعبیه شده است که می‌توان با Click کردن ماوس بر روی آن آلارم راتایید کرد.

هر گونه تغییر وضعیتهای کلیدها و سکسیونرها و یوزینس بریکرها از هر حالت به حالت دیگر، بعنوان آلارم تعریف و تلقی خواهد شد. تغییر وضعیت در مورد آلارم‌های حفاظتی پستها از حالت نرمال به حالت غیر نرمال، بعنوان آلارم تعریف خواهد شد و حالت معکوس یعنی تغییر وضعیت و بازگشت به حالت نرمال بعنوان آلارم تعریف نخواهد شد.

در مورد مقادیر اندازه‌گیری، خروج از محدودهٔ نرمال، باعث ایجاد آلارم خواهد شد. البته لازم به توضیح است جهت تعریف محدوده نرمال مقادیر اندازه‌گیری، در ارتباط با مقادیر وات (W) و وار (var) و نیز جریان لازم است کارفرما به تفکیک مقادیر محدودهٔ نرمال را به پیمانکار اعلام نماید. در Desktop اپراتوری برای هر کلاس آلارم، یک نشاندهنده گرافیکی بصورت یک کلید نرم افزاری وجود دارد که در صورت ظهور آلارم در هر کلاس، کلید مربوطه شروع به چشمک زدن با رنگ خاصی می‌کند. در مورد نقاطی که معادل گرافیکی دارند، وضعیت آلارم بودن آنها، بصورت چشمک زن نمایش داده می‌شود که پس از تائید آلارم، سمبل مربوطه از چشمک زدن می‌افتد.

تغییر وضعیت‌های ناشی از اعمال کنترلی اپراتور بعنوان آلارم تلقی نمی‌شود. اگر در اثر عمل کنترل، تغییر وضعیت مربوطه، تا مدت زمانی که در دیتابیس تعریف شده، دریافت نشود، یک آلارم ظاهر می‌شود که اپراتور متوجه باشد که عمل کنترل انجام نشد. (Mon Time)

در مواقع Manual Entry یا Deactive (Update Inhibite) کردن نقاط دیجیتال، جلوی جمع آوری اطلاعات آن نقطه گرفته می‌شود که پس از انجام عمل عکس، لازم است یک Force Scan برای ایستگاه مربوطه انجام پذیرد. این عمل برای جمع‌آوری نقاط دیجیتال ایستگاه بکار می‌رود. اگر نقطه دیجیتال مربوطه در طول مدت زمانی که Deactive شده بود تغییر وضعیت داده ، پس از Force Scan تغییر وضعیت آن شناسایی خواهد شد که قاعدتاً Time Tag (msec) نخواهد داشت.

به این ترتیب با توجه به اینکه عمل Active کردن نقطه مربوطه، به عنوان یک Event در لیست حوادث ثبت می‌شود و تغییر وضعیتی که پس از Force Scan در لیست حوادث پشت سر آن می‌آید، مشخص کننده این خواهد بود که تغییر وضعیت در زمان Deactive بودن نقطه رخ داده است.

Log مربـــوط بـــه حـــوادث بـــه ترتیـــب دریافـــت از پایانـــه ثبـــت خواهـــد شـــد. در نـــرم افـــزار RESy-USS این امکان وجود دارد که 32 گروه مختلف، Even داشته باشیم و تک تک نقـاط دیتـابیس مـی‌تواننـد در یـک و یـا ترکیبی از چند گروه Event قرار گیرند. برای هر گروه Event نیز یک یا چند پرینتر قابل Assign شدن است.

3-7- Control

برای انجام عمل کنترل، با قرار دادن نشانگر ماوس روی سمبل گرافیکی کلید و یا نقطهٔ کنترلـی و Click کـردن دکمـهٔ سـمت چپ ماوس، پنجره‌ای جهت اعمال کنترل باز می‌شود. این عمل که انتخاب نقطه نام دارد باعث مـی‌شـود کـه سـمبل گرافیکـی نقطـهٔ مربوطـه بـا فرکانس 0.5 hz و با زمینهٔ طوسی شروع به چشمک زدن نماید.

در پنجرهٔ باز شده، اگر کلیدهای نرم افزاری Open یا Close به رنگ آبی بودند به این معناست که اجازهٔ کنترل وجود دارد ولی اگر رنگ کلیدها فوق‌الذکر به رنگ صورتی بود به مفهوم این است که اجازهٔ کنترل نداریم که این مورد مـی توانـد ناشـی از عـدم داشـتن کلمهٔ عبور برای کنترل و یا خارج از Scan بودن ایستگاه و غیره باشد.

اگر کلید Abort، در پنجره کنترلی زده شود؛ پنجره بسته می‌شود و در صورتیکه پس از باز شدن پنجـره، توسـط اپراتـور، هـیچ عملی در پنجره تا مدت زمان معینی (که قابل تنظیم است) صورت نگیرد پنجره کنترلی بطور اتوماتیک بسته خواهد شد.

مطلب Control Sequence در سیستم RESy-USS قابـل پیـاده سـازی اسـت و مـی‌تـوان کنتـرل یـک نقطـه را،مشروط به شرایطی از شبکه کرد. کنترل طراحی شده، می‌تواند بصورت پریود یک ،اجرا شود و یا اینکه دستی باشد و یا بصورت Event Driven باشد.

4-Attribute and data entry

نـرم افـزار RESy-USS امکـان Manual Entry در مقـادیر آنـالوگ و دیجیتـال و همچنـین ایجـاد تغییـر در Attribute نقاط را، براحتی فراهم می‌سازد. اینکار از طریق تصایر گرافیکی و از طریق پنجرهٔ محاوره‌ای که برای نقاط باز می شود، امکان پذیر است.

اهم این عملیات به شرح زیر است:

a) امکان جلوگیری از بروز درآمدن اطلاعات یک نقطه از ایـستگاه در سیـستم RESy-USS تحـت عنـوان Deactive کـردن یک نقطه شناخته می‌شود. این عمل از طریق پنجرهٔ محاوره‌ای انجام می‌شود و پس از انجام این عمل، اطلاعـات دیتـابیس بـا همـان مقـدار آخری، حفظ می‌گردد. برای نمایش گرافیکی این تغییر Attribute علاوه بر کاراکترها که در کنار سمبل گرافیکی آن نقطـه ثبـت می‌شود، Border آن سمبل نیز به رنگ سفید نمایش داده می‌شود.

b) امکان ایجاد تغییر در وضعیت نقاط دیجیتال و یا تغییر در مقدار مقادیر آنالوگ، توسط اپراتور و یـا اصـطلاحاً Manual Entry کردن نقاط، در سیستم RESy-USS امکان پذیر می‌باشد. اینکار با قراردادن نقطـه در حالـت Manual (HAND) از طریق پنجرهٔ محاوره‌آی صورت می‌گیرد. با انجام ایـن عمـل کـاراکتر "h" در کنـار سـمبل گرافیکـی نقطـه ثبـت مـی‌شـود و همچنـین Border سمبل آن نقطه، سفید می‌شود . حال پس از انجام این عمل، اپراتور به راحتی می‌تواند در همـان پنجـرهٔ محـاوره‌ای کنترلـی، عمل وارد کردن مقدار دلخواه را انجام دهد.

c) امکان کلاسه بندی آلارم در سیستم RESy-USS به 32 گروه موجود می‌باشد.

d) امکان ایجاد تغییر در مقادیر محدودهٔ low , high در سیستم RESy-USS بصورت On-Line توسط اپراتور مقدور می‌باشد.

اینکار می‌تواند به دو طریق ذیل صورت گیرد:

الف) از طریق ویرایشگر دیتابیس و پنجره‌های مربوطه که توسط توابعی در Main Menu صدا زده می‌شوند. انجام این عمل برای اپراتوری که بالاترین Privilege را دارد امکان پذیر است.

ب) می‌توان برای مقادیر آنالوگ، یک سری نقاط Poke Point در تصویر گرافیکی تعریف کرد و از طریق پنجره محاوره‌ای مقدار high یا low را بصورت Manual Entry تعیین کرد.

امکان ایجاد در تغییر در dead-band توسط اپراتوری که Privilege بالا دارد و یا توسط مهندس سیستم تنها از طریق منوی اصلی سیستم (Main Menu) امکان پذیر می‌باشد.

e) امکان جلوگیری از ایجاد آلارم در سیستم RESy-USS برای یک نقطه فراهم شده است این عمل اصطلاحاً در سیستم RESy-USS نام Mark کردن ، معادل است. با انجام این عمل، اطلاعات نقطه مربوطه در دیتابیس به روز می‌گردد ولی اگر وضعیت آلارم داشته باشد، آلارمی ایجاد نخواهد شد. این حالت با ثبت کاراکتر درکنار سمبل گرافیکی نقطه نمایش داده می شود.

f) امکان جلوگیری از کنترل، برای نقطهٔ قابل کنترل، با tag زدن آن نقطه در سیستم RESy-USS فراهم شده است. این عمل از طریق پنجره محاوره‌ای نقطه انجام می‌گیرد. با انتخاب کلید نرم‌افزاری Control Lock و اجرای آن، یک کاراکتر "b" در کنار سمبل گرافیکی نقطه ثبت می‌شود و کلیدهای کنترلی نیز در پنجره کنترلی با رنگ صورتی (به مفهوم عدم امکان کنترل) ظاهر می شوند. در حالت معمولی کنترلی، این کلیدها (مثلاً کلید Open یا Close برای کلید) به رنگ آبی هستند.

g) امکان Block Deblock کردن جمع‌آوری اطلاعات یک ایستگاه در سیستم RESY-USS فراهم است و تنها از طریق پنجرهٔ Main Menu امکان پذیر است.

h) همانطور که در سطور فوق اشاره شد موارد Control Lock. Manual Entry Deactivate و Mark کردن برای نقاط، حداقل با یک کاراکتر ثبت شده در کنار سمبل گرافیکی و بعلاوه در موارد , Manual Entry Deactivate با تغییر رنگ Border سمبل گرافیکی نیز نمایش داده می‌شود. جهت داشتن یک لیست از نقاط که تغییر Attribute داشته‌اند، در سیستم RESYLUSS تدبیری تحت عنوان Report Deviation اندیشیده شده است. به این ترتیب که Attribute هر نقطه،از حالت نرمال خود خارج شود، آن نقطه را در لیست گزارش Deviation وارد می‌کند و می‌شود توسط گزارش اخیر، لیست نقاط غیر نرمال را بررسی کرد.

یک مورد مهم دیگر در Attribute نقاط که لازم است در اینجا بدان اشاره شود معتبر بودن مقدار نقطه است که از لحاظ ارتباط تله متری پیش می‌آید این مطلب تحت عنوان Current بودن یا Noncurrent بودن یک نقطه در سیستمهای اسکادار است به این مفهوم که اگر مقدار یک نقطه در دیتابیس بخاطر ارتباط تله متری درست باشد و مطابق با فیلد باشد اصطلاحاً می‌گویند نقطه در حالت نرمال بوده و جاری است.

اگر به هر دلیلی قطعی ارتباط و یا پایانه پیش‌اید. نقطه‌های مربوطه یک برچسب Noncurrency می‌خورند و معلوم می‌شود مقداری که هم اکنون در دیتابیس است ممکن است مطابق وضعیت یا مقدار جاری در ایستگاه یا فیلد نباشد. این برچسب در سیستم RESY-USS با کاراکتر e در کنار سمبل گرافیکی تعریف شده است که حالت error در مقدار نقطه را مشخص می‌کند.

در ارتباط با برچسبی که درکنار سمبل گرافیکی ثبت می‌شود یک اولویتی مطرح است به این معنا که در زمانی که نقطه ای چند Attribute عوض شده داشته باشد مثلاً هم Deactivate شده و هم Control Loek شده باشد،اولویت نمایش برچسب برای Deacrivate است. اولویت تعریف شده در تصاویر سیستم RESY-USS به ترتیب ذیل است:

1- بر چسب Manual Entry (HAND) یا کراکتر h.

2- برچسب Inactive یا کاراکتر i.

3- برچسب Telemetory error با کاراکتر e.

4- برچسب Control Lock با کاراکتر s.

5- برچسب Mark با کاراکتر m.

5- Displays:

فرمت تصاویر گرافیکی، لی اوت و رنگ سمبلهای گرافیکی کاملاً می‌توانند توسط مهندس سیستم تعریف شوند. الارمهای تعریف شده در کلاسهای مختلف در لیستهای مجزایی می‌آیند و از هم تفکیک شده هستند. رنگهای مربوط به خطوط آلارم تنها در ارتباط با نوع آلارم (گذرا و ماندگار) و همچنین آلارم تایید شده و نشده فرق می‌کند بطور کلی تفکیک انواع کلاسهای آلارم توسط رنگ صورت نمی‌گیرد بلکه توسط لیستهای مختلف انجام می‌گیرد.

<u>تصاویر مربوط به سیستم قدرت Power System بصورت ذیل می‌باشد:</u>

5-1- تصویر Index که شامل یک سری کلیدهای نرم‌افزاری خواهد بود و برای صدا کردن تصاویر تک خطی پستها و دیاگرام یک خطی شبکه و یا تصاویر لازمهٔ دیگر از قبیل تصویر خطی تجهیزات سیستم اسکادا می‌تواند استفاده شود لازم به ذکر است که تصویر فوق الذکر از طریق یک Pull Down Menu نیز قابل دسترسی و صدا کردن است.

5-2- تصویر تک خطی شبکه تحت پوشش

این تصویر شامل اطلاعات مربوط به خطوط 63 کیلوولت بوده و اطلاعات ذیل را در برخواهد داشت.

الف — هر ایستگاه در داخل یک مستطیل محصور نمایش داده خواهد شد که نام ایستگاه در گوشه‌ای از آن نوشته خواهد شد.

ب — وجود آلارم در ایستگاه با یک مربع چشمک زن مشخص خواهد شد.

ج- وضعیت مخابراتی ایستگاه نیز با یک Text مشخص خواهد شد.

د- وضعیت باز و بسته بودن هر Bay خط با یک بریکر مجازی مشخص خواهد شد که ترکیبی از وضعیت سکسیونرها و بریکر خط می‌باشد.

ه- جریان و ولتاژ خطوط در داخل کادر ایستگاه یا بیرون آن می‌تواند نمایش داده شود.

5-3- تصویر تک خطی هر ایستگاه

این تصویر شامل دیاگرام تک خطی ایستگاه بوده و اطلاعات نمایش داده شده در آن را به دو قسمت استاتیک و دینامیکی می‌توان تقسیم بندی نمود اطالعات استاتیکی شامل خطوطی برای نمایش اتصال بین تجهیزات مختلف خطوط برق و باسها. نهادهای ترانسهای ایستگاه و اسامی خطوط ، باسها و ایستگاه می‌باشد . اطلاعات دینامیکی از لحاظ تعداد شامل اطلاعات ذیل از ایستگاه می‌باشد.

- وضعیت کلیدها (مانند کلیدهای خطوط ، ترانسها و فیدرها).
- وضعیت سکسیونرها.
- وضعیت تپ چنجر ترانس.
- مقادیر اندازه‌گیری.
- وضعیت بیرون و یا داخل بودن کلیدهای کشویی.
- وضعیت Remote Local پایانه مربوطه که با سمبل یک کلید در گوشه تصویر نمایش داده می‌شود (کلید غیر قابل کنترل).
- کلید Test ایستگاه: که در گوشه تصویر با سمبل یک کلید نمایش داده می‌شود (کلید قابل کنترل).

- وضعیت مخابراتی ایستگاه که بصورت Text نمایش داده می‌شود.
- رنگ آمیزی نقشه های تک خطی و شبکه.

رنگهای مختلفی بصورت استاندارد برای نمایش سطوح ولتاژهای مختلف در یک نقشه تک خطی و نقشهٔ شبکه وجود دارد که برای راحتی بهره‌برداری از سیستم از آنها استفاده خواهد شد. این رنگها عبارتنداز:

- 400 کیلوولت — رنگ بنفش.
- 230 کیلوولت — رنگ قرمز.
- 132 کیلوولت — رنگ سبز.
- 63 کیلوولت — رنگ آبی.
- 20 کیلوولت و کمتر — رنگ زرد.

تمامی خطوط، اتصالات ، نمادهای تجهیزات با توجه به سطح ولتاژ رنگ آمیزی خواهند شد و در مورد ترانسها نماد آن بسته به اینکه دو سیم پیچی یا سه سیم پیچی باشد دوایر نماد مربوط به سیم پیچی های اولیه ، ثانویه و ثالثیه آن با رنگهای مربوط به هر سطح ولتاژ نمایش داده می شوند.

5-4- شکل تجهیزات ایستگه روی نقشه تک خطی

نمایش نمادها روی نقشه‌های تک خطی برای وضعیتهای دینامیکی بصورت زیر خواهد بود:

- حالت باز کلیدها و سکسیونرها با نماد توخالی.
- حالت بسته کلیدها و سکسیونرها با نماد توپر بارنگ آبی.
- حالت Manual کلید Auto Man تپ چنجر ترانس با نماد توخالی.
- حالت Auto کلید AutoMan تپ ژنجر ترانس با نماد توپر.
- حالت Fault کلید Auto Man تپ چنجر ترانس با نماد توپر با رنگ قرمز انایی.
- حالت Local کلید Remote/Local ایستگاه با RTU با نماد توخالی.
- حالت Remote کلید Remote/Local ایستگاه یا RTU با نماد توپر.
- حالت Out مربوط به In/Out کلیدهای کشوئی با نماد توخالی.
- حالت In مربوط به In/Out کلیدهای کشوئی با نماد توپر.
- برای اعمال فرمان Rais/Lower به تپ چنجر ترانس از یک نماد فقط توپر استفاده می‌شود.
- حالت On مربوط به On/Off کلید test Switch با نماد توپر.
- حالت Off مربوط به On/Off کلید Test Switch با نماد توخالی.
- حالت Fault مربوط به On/Off کلید test Switch با نماد توپر با رنگ قرمز انایی.
- جهت مقادیر اندازه‌گیری با علامتهای «+» و «−» مشخص می‌شود.
- مقادیر ولتاژهای خطوط، باس بارها و ثانویه ترانس و همچنین جریان خطوط و فیدرها بدون علامت نمایش داده می شوند.

زمینه همهٔ تصاویر با آبی کم رنگ نمایش داده خواهد شد و در موقع انتخاب المان گرافیکی یک تجهیز مثل بریکر، نمادگرافیکی آن با یک زمینهٔ طوسی با فرکانس 0.5آ» چمشک خواهد زد. در حالتی که آلارمی برای بریکر و یا سکسیونر رخ دهد، نمادگرافیکی آن با زمینه آبی کم رنگ و با فرکانس 1HZ چشم خواهد زد و این چشمک زنی تا زمان تایید آلارم ادامه خواهد داشت.

1- لیست الارمهای اصلی تصدیق نشده.

همانطور که قبلاً نیز عنوان شد سیستم RESY-USS قابلیت آلارمها را به 32 گروه متفاوت امکان پذیر می‌سازد بنابراین بحث آلارمهای اصلی و فرعی حل شده است . در ارتباط با تفکیک آلارمهای تصدیق شده و نشده لازم به ذکر است که این تفکیک با رنگ انجام می‌شود ذاتاً الارمهای تصدیق شده و نشده در سیستم RESY-USS قابل تفکیک به دو لیست مجزا نمی‌باشند.

6- **لیست آلارمهای غیر اصلی تصدیق نشده.**

به توضیح بند بالا مراجعه شود.

7- **حوادث و ثبت عملکردها**

در سیستم RESY-USS روی کامپیوترهای اپراتوری می‌توان پنجره‌ای را تحت عنوان Event باز نمود و در آن لیست حوادث را ملاحظه نمود. لازم به ذکر است که این پنجره تنها قابلیت Scroll را دارد و نمی‌توان سایز پنجره را عوض کرد. حوادثی که الارم نیز می‌باشند با رنگ قرمز در این لیست مشخص می‌شوند . فرمت Text نوشته شده قابل تغییر توسط مهندس سیستم است.

8- **نسبت نقاط Tag خورده (نقاط Control Lock**

در سیستم RESY-USS لیست نقاطی که Attrhute آن عرض شده باشد کلاً در یک لیست قابل مشاهده است و نمی‌توان آنها را به تفکیک Tag و یا نقاط عدد دهی شده دستی تفکیک کرد.

10- **یادداشت اپراتور Operator Note**

6- SCADA System:

تصاویر مربوط به سیستم اسکادا شامل:

1- تصویر تجهیزات سیستم اسکادا.

در این تصویر کامپیوترهای Workstation , Master و همچنین وضعیت خطوط مخابراتی از لحاظ Block شده OK بودن و یا Fail شدن در آن نمایش داده می شود وضعیت کامپیوترها نیز با یک عبارت دینامیک (شامل Failure OK و همچنین MC یعنی SC,Main Computer یعنی Stand-by Computer به تصویر درآمده است.

2- گزارش گیری نایش و امکان ویرایس در دیتابیس

دیتابیس سیستم RESY-USS از دید مهندس سیستم به فایلهای متفاوتی تقسیم بندی می‌شود. اطلاعات مربوط به هر نوع Process Variable در فایل جداگانه‌ای ویرایش می‌شود. بعنوان مثال اطلاعات مربوط به نقاط از نوع Manual Binary در فایل جدایی نگهداری می‌شود. با دستور bm در منوی اصلی سیستم RESY-USS (البته اگر با رمز عبور مهندسی وارد سیستم شده باشیم) به توابع مروبط به نقاط مذکور می‌توان دسترسی پیدا کرد. سیستم RESY-USS جهت انجام اعمال الزم با اطلاعات دیتابیس در مورد هر نوع نقطه امکانات و توابع ذیل و در اختیار قرار می‌دهد:

1- امکان ایجاد و یا تغییر در پارامترهای نقطه و یا نقاط مورد نظر.
2- امکان نمایش پارامترهای نقطه و یا نقاط روی مونیتور.
3- حذف یک نقطه و یا یک سری نقاط از دیتابیس.
4- امکان چاپ پارامترهای نقطه و یا یک سری نقاط روی پرینتر.
5- امکان Save اطلاعا دیتابیس زمان حقیقی روی دیسک سخت به فرمت Text.
6- امکان بار کردن دوباره اطلاعات دیتابیس زمان حقیقی از روی فایل Text از روی دیسک سخت.
7- امکان edit کردن اطلاعات فایل Text روی دیسک سخت.

اطلاعات ذیل در پنجره‌های ذکر شده قابل مشاهده است:

1- اسم تصویر (اسم ایستگاه) تصاویر تک خطی در گوشه‌ای از همان تصویر، نام کاربر و همچنین سطح اختیارات Privilegest va آن در پنجرهٔ فهرست اصلی Main Menu قابل مشاهده است.

2- شمارهٔ صفحه و تعداد صفحات مفهوم نیست که در چه مورد می‌تواند کاربرد داشته باشد. اگر در ارتباط با Event log مورد نظر است، شمارهٔ صفحه قابل درج می‌باشد.

3- تاریخ و ساخت در گوشه‌ای از Desktop که جای ثابتی در مونیتور دارد قابل مشاهده خواهد بود.

4- در محیط کاری مهندسی و اپراتوری نمایش وجود آلارم به طریق چشمک زدن رنگین کلید نرم‌افزاری مربوط به لیست آلارم صورت می‌گیرد علاوه بر آن صدای بوق نیز شنیده می‌شود.

5- همانطور که قبلاً اشاره شد در CUT نرم‌افزار RESY-USS از استانداردهای روز Windowing استفاده می‌شود و در صورت عدم اجرای دستور اپراتور پنجرهٔ پیام خطا اپراتور را با خبر خواهد ساخت.

6- امکان داشتن نوشتهٔزمینه و همچنین سمبلهای گرافیکی متنوع از امکانات اولیه محیط DYNAVIS-X می باشد.

7- قسمتهای دیتامیک شامل اعداد و ارقام و همچنین نوشته جات و نیز سمبلهای دلخواه تعریف شده توسط مهندس سیستم، همچنین کلیدهای نرم‌افزاری و منوهای Pull-Down از قابلیت های دیگر محیط DYNAVIS-X می‌باشد.

7-Graphics Editor:

یک نمونه از محیط گرافیکی محیط گرافیکی DYNAVIS-X که کاملاً User-friend بوده و قابلیت طراحی و نمایش هر گونه سمبل گرافیکی را داراست. پنجرهٔ حوادث اندازهٔ ثابتی دارد و فرمت مطالب آن همانطور که قبلاً توضیح داده شد قابل تعیین توسط مهندس سیستم است. Dialog box های مورد استفاده در سیستم RESY-USS استاندارد و ثابت می‌باشد. سیستم گرافیکی DYNAVIS-X غیر از موارد Zoom-out و Zoom-in. و وارد کردن مقادیر آنالوگ در زمان Data Entry به ندرت از کلیدهای کی برد کمک می‌گیرد و کاملاً Mouse Driven است.

8- Events and Operations Logging:

اطلاعات ثبت شده در سیستم حوادث نرم افزار RESY-USS همانطور که قبلاً هم اشاره شده است شامل موارد ذیل خواهد بود:

- همه تغییر و ضعیت ها و رخداد الارم های حفاظتی در ایستگاه.
- خروج مقایدر آنالوگ از محدودهٔ مجاز تعریف شده.
- همهٔ کنترلهای انجام گرفته توسط اپراتور و همچنین عملیاتی که در Dialog box کنترلی نقاط در ارتباط با Attributeهای نقطه و نی عمل data Entry برای نقاط آنالوگ صورت می‌گیرد.
- آلارمهایی که در اثر Failهای سخت افزاری در سیستم کنترلی رخ می‌دهد.
- کلیه اعمال مربوط به Logout Login اپراتورها و مهندسین سیستم.
- تایید الارمها توسط اپراتور
- فرمت رکوردها در سیستم ثبت حوادث در نرم‌افزار RESY-USS توسط مهندس سیستم قابل تعیین می‌باشد و می‌تواند شامل موارد ذیل باشد:
- زمان وقوع حادثه.
- عبارت توصیفی نقطه PV.Text که نام ایستگاه و نیز شامل می‌شود.
- نام سمبلیک نقطه PV-Name.

- نوع پیام Message Type که شامل یک کلمهٔتوصیفی حادثه است. این کلمه نیز توسط مهندس سیستم قابل تغییر است. بعنوان مثال زمانی که یک نقطه را در وضعیت HAND قرار می‌دهیم در این فیلد کلمه Begin ثبت می‌شود که شروع این حادثه برای این نقطه را اعلام می کند.
- یادداشت Message Nose که شامل توضیح اضافی در موارد مورد نیاز هست. Message Note بهمراه Massage Type در حقیقت حادثه رخداده را توصیف می کنند.
- مقدار نقطه مورد نظر PV-Value یا وضعیت رخداده برای نقاط دیجیتال.

در هر خط یا رکورد تنا یک حادثه ثبت خواهد شد و حوادث با یک نظم ستونی ثبت خواهد شد.

9- SCADA Application Programs:

9-1 Calculations

این قابلیت در سیستم نرم افزاری RESY-USS تحت عنوان Binary Connection PVs, Analog Connection PVs مطرح می‌شود به این مفهوم که در این نرم افزار یک سری نقاط مجازی می‌توان در دیتابیس تعریف کرد که ترکیبی از نقاط دیگر دیتابیس باشد که بوسیلهٔ توزیع ریاضی و یا منطقی و توابعی دیگر تعریف می‌شود. محاسبات مربوط به این نقاط می‌تواند پریودیک تعریف شود و یا اینکه بر اساس رخداد یک حادثه تعریف شود. برچسب نقاط مجازی پس از محاسبات متاثر از برچسب نقاطی است که در محاسبات بکارگرفته شده‌اند.

9-2 Archiving Historical Data

این امکان در نرم‌افزار RESY-USS فراهم می‌باشد که بتوان مقادیر دیتابیس را بصورت تارخی در دیسک ذیخره کرد. تعداد 99 فایل آرشیو می‌تواند در نرم افزار RESY-USS تعریف شود کمترین سیکل جمع‌آوری اطلاعات در هر آرشیو 10 ثانیه می‌تواند باشد. امکان وارد کردن دستی اطلاعات در فایلهای آرشیو در صورت خرابی اطلاعات (به دلیل خرابیهای تله متری و . . .) وجود دارد. همچنین مقادیر در آرشیو همانند دیتابیس یک کلمه سرباز بنام Archivestatus دارند که مشخص می‌نماید که مقدار آن در آرشیو قابل استفاده هست یا نه.

اطلاعات مروجود در آرشیو می"وانند برای رسم نمودار trending و یا گرفتن گزارشات استفاده شوند.

9-3 Report Generation

در سیستم نرم‌افزار RESY-USS چندین امکان گزارش گیری وجود دارد در حقیقت لیست حوادث Event List نزدیک بر گزارش است غیر از آن امکان دیگری در این نرم افزار تدارک دیده شده است که اپراتور بتواند لیست حوادث را که روی هارددیسک سیستم ذخیره شده است ، در یک بازهٔ زمانی روی یک الگوی متنی text جستجو نماید .

همچنین امکان تهیه گزارش از فایلهای آرشیو با فرمت ثابت فراهم شده است . امکانات گزارش گیری دیگری نیز فراهم است که جهت کسب اطلاعات بیشتر می‌توانید به فصل 2 از Volume C از مدارک RESY-USS مراجعه نائید. گزارشات اخیر تحت عنوان Predefined Reports در سیستم RESY-USS مطرح می‌شود برای اینکه قالب گزارشات از پیش تعیین شده است. امکان گزارش گیری دیگری تحت عنوان Free Form Report وجود دارد که در آن فرمت گزارش سازی توسط مهندس سیستم تعیین می‌شود. این ابزار باعنوان Report Generator شناخته می شود.

در این زبان برنامه نویسی امکان دسترسی به مقایدر دیتابیس جاری و همچنین مقادیر آرشیو وجود دارد. امکان دسترسی به Attribute نقاط غیر از مقدار نقطه نیز وجوددارد لذا امکان شناسایی مقادیر Update شدهٔ دستی و نیز مقادیر غیر معتبر و . . .وجوددارد.

10- Programmer Support Facilites

امکان ایجاد و حذف و اصلاح در دیتابیس و همچنین توقف و یا استارت کامپیوترهای اصلی سرویس دهنده Main توسط کامپیوتر مهندسی فراهم است. ایجاد برنامه های کاربردی جدید به زبان C و امکانات ویرایش و اصلاح آن فراهم خواهد شد. امکانات تهیهٔ نسخهٔ پشتیبان اطلاعات دیتابیس و تصاویر و داده‌های دیگر از طریق کنسول مهندسی مهیا خواهد شد.

11- System Maintenance and Diagnostic Programs

توسعه‌های آتی سیستم (چه سخت افزاری و چه نرم‌افزاری) در نرم افزاری RESY-USS براحتی امکان پذیر است و نیازی به برنامه نویسی و یا داشتن دانش آن نیست.

انجام اعمال Data Maintenance از طریق مرکز بالادست در سیستم RESY-USS امکان پذیر می‌باشد به شرطی که سیستم بالا دست نیز RESY-USS باشد.

در نرم‌افزار RESY-USS یک نرم افزار دائماً ناظر بر کارکرد سخت افزارها و نرم‌افزارهای مختلف سیستم اسکادا می‌باشد و به محض خرابی در سخت افزار و یا نرم‌افزار پیامهای مناسب را به اپراتور و یا مهندسین ثبت می‌کند.

مدول نرم‌افزاری جدایی برای Maintenance و یا عیب یابی در نرم‌افزار RESY-USS استفاده نمی‌شود که بتوان کپی جدایی تهیه و ارائه داد.

12- Maintainabilits and Availability

ساختار سخت افزاری مرکز کنترل تحت عنوان Configuration for RDC center نمایش داده شده است.

محلهای کاری اپراتور و کامپیوتر اصلی Master کاملاً بصورت دوگانه پیشنهاد شده است. بنابراین وظایف اصلی سیستم دوبله بوده و سیستم از قابلیت دسترسی بالایی برخوردار است و در صورت خرابی هر کدام از مدولهای فوق عیب یابی و تعمیر می‌تواند براحتی بدون ایجاد وقفه در وظیفه اصلی سیستم مرکز انجام پذیرد. نرم‌افزار RESY-USS همچنین دارای یک سری نقاط سیستمی است که این امکان را می‌دهد که در سخت افزار و حتی مدولهای نرم افزاری را بصورت گرافیکی و همچنین ثبت در سیستم حرارت Event Log و سیستم الارم به کاربران سیستم اعلام نماید.

امکان گرفتن نسخهٔ پشتیبان از دیتابیس و همچنین تصاویر و اطلاعات دیگر د رحالت کارکرد On-Line سیستم فراهم است. انجام این کار از طریق منوی اصلی سیستم RESY-USS می‌باشد و هم از طریق یک پوستهٔ سیستم عامل QNX که توسط مهندس سیستم قابل انجام است.

تغذیه تمامی تجهیزات اسکادا در مرکز کنترل از طریق UPS فراهم خواهد شد. تغذیه ورودی کامپیوترها می‌تواند دارای تغییرات ولتاژ ورودی $\pm 100\%$ باشد. باتوجه به ساختار سخت افزاری ارائه شده و با توجه به دوگانه بودن کامپیوترهای اپراتوری و کامپیوترهای Master و همچنین پرینترهای Event بروز خرابی Single در سخت افزار یا نرم افزار نمی‌تواند موجب از کارافتادن وظایف ذیل گردد:.

1- عملکرد نرم‌افزار On-Line اسکادا (که روی کامپیوترهای Master اجراء می‌گردد).
2- عملکرد سیستم MMI برای یک اپراتور (که روی کامپیوترهای اپراتوری اجراء می‌گردد).
3- عملکرد یک پرینتر برای ثبت Event وحرارت.

13- Man-Machine Interface

MMI اراه شده بزبان انگلیسی است و استانداردهای واسط گرافیکی Motif,X.11 را پوشش می‌دهد.

1- در محیط گرافیکی اپراتور می‌تواند با داشتن اجازهٔ لازم عمل کنترل و تایید آلارمها و وارد کردن اطلاعات را توسط ماوس و صفحه کلید انجام دهد.

2- در محیط گرافیکی برای هر پست یک تصویر گرافیکی در نظر گرفته می‌شود و در آن دیاگرام تک خطی پست و اطلاعات مربوط به ولتاژها، جریانها، توان ، وضعیت کلیدها و دیگر اطلاعات لازم قابل نمایش هستند.

3- اگر متغیری (وضعیت کلید تغییرات غیر مجاز جریان و . . .) بطور مناسب تعریف شود، یا تغییر وضعیت متغیر پیغام مناسب در لیست حوادث و هر Device خروجی دیگر (مانند پرینتر) ثبت خواهد شد.

ارتباط اپراتور با منوها و نقاط قابل انتخاب بوسیله ماوس انجام می‌شود ورودی از صفحه کلید،فقط برای منوی اصلی سیستم و تولید بانک اطلاعات و نیز برنامه نویسی اتصال اشکال گرافیکی به بانک اطلاعات مورد استفاده قرار می گیرند.

• طرح کلی سیستم پایانه: (RTU)

1-1- ساختار کلی سخت افزار پایانه

طرح کلی سخت افزار پایانه باید بر اساس جدیدترین استاندارد های صنعتی و با استفاده از تکنولوژی روز می‌باشد . نکته اساسی و مهم در ساختار RTUمدولاربودن کل سیستم است که این پایانه ار کاملاً انعطاف پذیر و بکارگیری آنرا در آرایشها و شکل بدیهای متفاوت مقرون بصرفه نموده است. بنحوی که مدولهای بکار رفته در این پایانه بسته به تعداد نقاط تحت پردازش قابل تغییر می‌باشند.

طراحی پایانه بر اساس یک سیستم چند پروسسوری Multicomputing می‌باشد بطوری که در این سیستم تمام عملیات توسط چند مدول هوشمند که از طریق گذرگاه پایه

(backplane Bus) با هم در ارتباطند، کنترل می‌گردد. سخت افزار سیستم از نظر فیزیکی از چندین طبقه مختلف تشکیل یافته است که عبارتنداز:

1- **طبقه اصلی (Base Stage)**: این طبقه یک قفسه Rack استاندارد VMEbus است که تمام مدولهای هوشمند در آن مستقرند و کل عملیات پایانه دراین طبقه کنترل می‌گردد. بطوری که در شکل 1 نشان داده شده مدولهای MPC کنترل کننده‌های I/O(UIOCها) و منبع تغذیه در این طبقه قرار دارند.

گذرگاه VME در Backplane فوقانی J1 این طبقه قرار گرفته و مدولهای هوشمند از طریق کانکتور 96 تایی P1 به این گذرگاه متصل می‌گردند.

لازم به ذکر می‌باشد که مدول MPC با استفاده از پروتکل استاندارد VMEbus با مدولهای UIOC در ارتباط می‌باشد.

2- **طبقات ورودی و خروجی**: این طبقات محل قرار گیری واحدهای ورودی و خروجی هستند و هر یک از آنها از طریق یک گذرگاه اختصاصی بنام I/O Channel به UIOC متناظر در طبقه اصلی متصل می‌گردند. گذرگاه I/O Channel روی Backplane تحتانی هر طبقه I/O گسترش یافته و مدولهای I/O از طریق یک کانکتور 64 تایی DIN(P2) روی آن نصب می‌گردند. شکل 2 نحوه اتصال کارتهای I/O را با UIOC نمایش می‌دهد.

3- **طبقه آماده سازی سیگنالها Signal Conditioning and Terminal Block**

این طبقه نقطه ارتباط پایانه و محیط خارج است به طوری که تمام سیگنالهای ورودی و خروجی به این طبقه وارد شده و توسط کابل چند رشته به کارتهای I/O وارد می‌شوند. در ضمن تمام نقاط تست Test Points در این طبقه قرار دارند. در شکلهای پیوست مسیر کلی حرکت یک سیگنال (فرمان،وضعیت ، هشدار و . . .) از پایانه به پروسه و بلعکس ترسیم شده است.

لازم به ذکر می‌باشد که در این طبقه هیچ المان اکتیوی وجود ندارد. و فقط یک طبقه واسط بین MR,RTU می‌باشد.

پایانه ظرفیت پذیرش 14 کارت I/O را دار می‌باشد. با توجه به اینکه هر بدر DI سی و دو نقطه 32 و هر برد AI شانزده نقطه 16 و هر برد DO چهل وچهار نقطه 44 را پوشش می‌دهند و با توجه به جدول نقاط ارائه شده بزرگترین پست دارای 15DI و 54DO و 28AI می‌باشد با احتساب 30٪ ظرفیت گسترش آنگاه تعداد نقاط برابر 195DI ، 70DO و 36AI می‌گردد که نهایتاً هفت عدد برد DI دو عدد برد DO و سه عدد برد AI که جمعاً 12 برد I/O خواهند شد.

به این ترتیب بزرگترین پست حتی با احتساب 30٪ اضافه ظرفیت توسط پایانه پوشش داده خواهد شد با اضافه شدن هر برد ترمینال برد مروبط به آن نیز می‌بایست اضافه گردد. تمامی قطعات الکترونیکی بکار رفته در بردهای پایانه قابلیت کار در دمای بین $55C^{\circ}$ تا $5C^{\circ}$ را دارا می‌باشند.

پایانه از طریق مودم و ترمینالهای تعبیه شده در داخل آن می‌تواند به تجهیزات PLC موجود در ایستگاههای برق متصل گردد و به این وسیله با مرکز کنترل تبادل اطلاعات نماید.

پایانه جهت کار نیاز به تغذیه 18+ VDC دارد که می‌بایست بهمراه سیگنال زمین به آن داده شود ترمینالهای مورد نظر در داخل پایانه تعبیه شده‌اند.

2-1- مشخصات فنی مدولهای هوشمند.

1-2-1 مدول MPC(Main)

مدول MPC یک مدول میکروپروسسوری می‌باشد که وظیفه کنترل عملیات کل پایانه و ارتباط با مرکز کنترل دیسپاچینگ را بعهده دارد. مشخصات کلی این مدول بشرح ذیل می‌باشد.

1- میکروپروسسور 68000 با سرعت 16 مگاهرتز: پردازشگر مدول MPC یک میکروپروسسور از خانواده 6800 شرکت Motorola بنام 68000 می‌باشد،این میکروپروسسور (MCU) از قویترین میکروپروسسورهای 16 بیتی موجود در بازار می‌باشد که کاملاً مناسب کار در یک محیط صنعتی بوده و علاوه بر توانائی های یک پردازشگر معمولی دارای ویژگیهای ذیل است:

الف – سیستم Clock Monitor, Watchdog داخلی: این دوقابلیت میکروپروسسور را در برابر اختلالات و اشکالات احتمالی سخت افزار و نرم افزار در یک محیط زمان حقیقی صنعتی مصون می‌نماید.

ب – واسط مخابراتی سریال Full-duplex: از این درگاه برای گسترش Develop نرم‌افزاری در دوره طراحی و همچنین یک درگاه نگهداری و تعمیراتی Maintenance در هنگام کار واقعی سیستم استفاده خواهد شد.

ج – تله کدهای نادرست Illegal OPCode Trap : یکی از ویژگیهای مهم 68000 برای کار در محیطهای صنعتی، وقفه کدهای نادرست آن است که سیستم را در برابر دریافت کدهای نادرست و همچنین افتادن در یک فضای آدرس تعریف نشده مصون می کند.

2- 128 کیلو ورد FLAH ROM 70ns

3- 128 کیلو ورد بایت Satatic RAM 70ns

4- چهار عدد درگاه سریال با استفاده از تراشه Z8530-SCC جهت ارتباط با مرکز کنترل و گسترش نرم افزار (سنکرون ، آسنکرون)

کنترل کننده ارتباط سریال Serial Communications Controller: تراشه Z8530 SCC امکان اتصال مدول MPC به مودم و مرکز دیسپاچینگ را فراهم نموده است.

SCC یک کنترل کننده ارتباط سریال دو کاناله با قابلیت کارکرد با چند پروتکل بوده و مخصوص پردازشگرهای 8 و 16 بیتی می‌باشد. مشخصات این تراشه عبارتنداز:

- دو کانال دوطرفه مستقل.
- قابلیت ارتباط سریال آسنکرون.
- قابلیت ارتباط سنکرون بر مبنای بیت SDLC/HDLC (bit-oriented با توانایی تولید و تشخیص CRC.
- قابلیت کد نمودن NRZL, NRZ یا FM.
- تولید Boud-rate برای هر کانل.
- قابلیت بازیافت کلاک Clock recovery با استفاده از Digital Phase-Locked Loop.

- اسیلاتور کریستالی.

5- تراشه ساعت جهت نگهداری مقادیر سال،ماه ،روز، ساعت ، دقیقه، و ثانیه.

این تراشه دارای باطری بکاپ و حافظهٔداخلی است که در این مدل پایانه جهت ذخیره‌سازی Config پایانه و تعریف و حفظ مشخصه نقاط Single/Double استفاده شده است. شمارهٔ این آی سی M48T08 می‌باشد.

6- تولید کننده زمان سنج سیستم با دقت 1ms.

7- امکان Watch dog timer با امکان ریست 0.5s,1s, 2s.

8- امکان برچسب زمانی با دقت 1ms.

9- دارای گذرگاه VME باقابلیتهای زیر:

Master Transfer Mode, A24, D8/D16.
Short VME bus access on address FF 0000-FFFFFF
Bus requester (ROR and RWD)
Single Level Arbiter.
System Controller slot1 function with bus time out monitor
Master reset generator
Single Level VME bus Interrupt Handler on IRQ4.

10- دارای واسط گذرگاه I/O

این بخش از مدول UIOC وظیفه راه اندازی پروتکل و تقویت سیگنالهای I/O را بعهده دارد. گذرگاه I/O هر UIOC از 8 خط آدرس،8 خط داده دو طرفه سیگنالهای کنترل و تغذیه تشکیل شده است.

11- در ساخت این برد ازت کنولوژی FPGA استفاده شده است. تعدادی از آی سی برد به داخل آی سی های FPGA برده شده است.

شمارهٔ آی سی فوق 71LSLC28 با تاخیر 15ns از شرکت آلترا می‌باشد.

12- بلوک اینترفیس گذرگاه پایه: توسط این بلوک مدول MPC می‌تواند از طریق خطوط گذرگاه MVE به حافظه های دو درگاهه مدولهای UIOC دسترسی داشته باشد.

در مرجع زیر مفهوم گذرگاه VME مشخص شده است.

ANSI/IEEE std 1014-1987, IEEE standard for a versatile backplane Bus: VME bus

با توجه به اینکه در پروژهٔ جاری از یک برد MAIN و سه عدد برد UIOC استفاده خواهد شد به اینج هت برد پایه VME دارای چهار شکاف جهت قرار گیری بردهای فوق‌الذکر می‌باشد.

13- ابعاد برد 6U(23.3x16cm) می‌باشد.

2-2-1- مدول UIOC (Universal I/O Controller)

پردازشگر مدول UIOC یک میکروپروسسور از خانواده 6800 شرکت Motorola بنام 68000می‌باشد این میکرو پروسسور (MCU) از قویترین میکروپروسسور 16 بیتی موجود در بازار می‌باشد که کاملاً مناسب کار در یک محیط صنعتی است.

UIOC یک مدول هوشمند با قابلیت ارتباط با گذرگاه VME است که از طریق باس VME با مدول MPC به تبادل اطلاعات می‌پردازد. بطور کلی UIOC یک مدول واسط بین Main و مدولهای I/O است و این مدول با بعهده گرفتن عملیات جمع‌آوری داده و اعمال فرمانها میزان بار عملیاتی مدول Main را کاهش می‌دهد.

هر UIOC قابلیت کنترل تعداد معینی (حداکثر 1024 نقطه DO یا 512 نقطه AI یا AO و 384 نقطه DI یا بطور متوسط 512 نقطه I/O از نقاط ورودی – خروجی را دارا می‌باشد و در صورتی که تعداد نقاط از ظرفیت یک UIOC بیشتر شد می‌توان از یک مدول UIOC دیگر استفاده نمود.

ساختار کلی یک مدول UIOC در شکل پیوست نشان داده شده است مشخصات کلی این مدول مشابه برد Main می‌باشد بعلاوه 8 کیلو بایت با 4 کیلو ورد حافظه دو درگاهه می‌باشد.آی سی حافظهٔفوق الذکر IDT71342 می‌باشد.

بلوک اینترفیس گذرگاه پایه: این بلوک امکان دسترسی به حافظه دودرگاهه مدول UIOC را از طریق گذرگاه پایه فراهم نموده است. هر بلوک اینترفیس دارای یک سوئیچ انتخاب آدرس مبنا می‌باشد و می‌توان آدرس مبنای برد را توسط این سوئیچ تنظیم نمود. از طریق بلوک اینترفیس مدول Main می‌تواند از پردازشگر UIOC درخواست وقفه نماید.ابعاد برد 6U(23.3x16cm) می‌باشد.

3-1- ساختار کلی نرم افزار مدول اصلی

نرم افزار پایانه از آنجا که بر روی میکرو پروسسور صنعتی 68000 گسترش یافته است نیازمند به انجام عملیات و بکاربردن تدابیر لازم جهت نشاندن نرم افزار در میکروپروسسور می‌باشد. Embedded System Programming به منظور اجرای مناسب عملیات و همچنین ارائه یک راه استاندارد و مشخص د رجهت تهیه نرم افزارها، تمامی ابرازهای مروبطه Software Development Tools برای طی چنین مسیری تهیه می‌گردد و با استفاده از آنها نرم افزارهای مورد نیاز آماده خواهد شد.

نرم افزار پایانه از دو بخش مجزای زیر تشکیل می‌گردد:

1-3-1- نرم افزار مدول اصلی که وظیفه برقاری ارتباط با مدولهای I/O و کارت مخابراتی را برعهده دارد. این نرم افزار به زبان ساخت یافته C نوشته شده است. از آنجا که این نرم افزار می‌بایست چندین نوع عملیات مختلف را بصورت موازی اجرا نماید به این جهت از ابرزاری با عنوان «سیستم چندکاره زمان حقیقی» برای پیاده سازی مسئله چند کارگی multitasking استفاده می‌گردد.

این نرم افزار که بصورت توابع کتابخانه‌ای بکار گرفته می‌شود بعنوان هسته اصلی نرم افزار وظیفه کنترل خط اجرائی برنامه را برعهده دارد . پروسسهای مختلف بر اساس قوانین این رنم افزار مدیریت خواهند شد و مسئله ارتباط بین آنها نیز از طریق امکاناتی که این سیستم چند کاره در اختیار می‌گذارد حل می‌گردند.

نرم افزار مدول اصلی شامل ترجمه و اجرای فرامین مرکز کنترل (در لایه های فیزیکی و کاربردی)، جمع‌آوری اطلاعات از مدولهای I/O نظارت برصحت عملکرد حافظه ها و نرم افزار می باشد.

نرم افزار مدول Main از فایلهای زیر تشکیل شده است:

LIB68000.C, LIB68000.H
UCOS.C, UCOS.H, OS-CFG.H
COMMBUF2.C, COMMBUF2.H
IEC870-5.H
LINK.C,LINK.H
PROCESS.C, PROCESS.H

MUP.C, MUP.H
RTUMAIN.C

2-3-1- نرم افزارهای مربوط به مدولهای I/O

برای هر مدول I/O بنابر وظیفه‌ای که برعهده آنها می‌باشد و نحوه انتقال اطلاعات نرم افزار مربوطه در مدول UIOC مرتبط با آن تهیه شده است. زبان برنامه نویسی انتخابی همچنان C می‌باشد و با توجه به سخت افزار Cross-Compiler های مربوطه تهیه گردیده‌اند البته در شرایطی که نیاز به منظور دسترسی به سرعت بالاتر می‌توان از زبان اسمبلی میکروپروسسور 68000 بهره گرفت.

2- اطلاعات فنی نرم افزار

2-1- اطلاعات فنی نرم افزار مربوط به هسته RTMTK

1- نام کرنل μCos میباشد که توسط شرکت Embedded System Product تولید شده است و نویسنده آن Jean J.Labrosse می‌باشد.

2- این کرنل به زبان C نوشته شده است و از این رو قابلیت اجرای بر روی طیف وسیعی از پروسسورها را دارا می‌باشد. فعال و غیر فعال شده وقفه ها نیز از محیط C صورت می‌گیرید.

این کرنل می‌تواند بر روی میکروپروسسورها و میکروکنترلرها و حتی DSPهای8 و 16 و 32و 64 بیتی اجرا گردد.

3- کاربر می‌تواند بسته به نیاز پروژه خود از خدماتی که $\mu C/COS\ II$ در اختیار می‌گذارد به نحو بهینه استفاده کند و ملزم به استفاده تمامی ابزار نمی‌باشد. حسن این روش کاهش اندازه حافظه ROM و RAM اشغال شده توسط μCos است.

4- μCos یک کرنل بالدرنگ، با زمانبندی تقدمی می‌باشد یعنی همیشه کاری را که با اولویت حاضر باشد، اجرا می‌کند.

5- μCos قابلیت مدیریت 64 نوع کار Task را دارد برای هر کار اولویت منحصر بفرد تخصیص داده شده است.

6- زمان اجرای تمامی توابع و خدمات در μCos معین و مشخص می‌باشد. بدین معنی که ما از زمان اجرای تابع همیشه مطلع هستیم.

7- بطور همزمانی و تبادل اطلاعات در بین پروسسورها از امکانات زیر در μCos II استفاده می‌گردد.

- صندوق پستی Mail Box
- صفها Queues
- سمافورها Semaphore
- تقسیمات حافظه با اندازه‌های ثابت Fixed Size Memory Partitions
- تابعهای وابسته به زمان Related Function

8- در μCos تمامی توابع، متغیرها، ماکروها و تعاریف با OS شروع می‌گردند که نشان می‌دهد با سیستم عامل در ارتباط می‌باشند.

9- در μCos هر کار Task پشته مخصوص به خود را می‌طلبد و هر کار اجازه دارد که اندازه مختلفی از پشته را در اختیار داشته باشد. این قابلیت به ما کمک می‌کند که فضای کمتری در حافظه اشغال گردد.

10- در این کرنل، وقفه‌ها قادرند اجرای یک عمل Task را به تعویق بیاندازد و اگر یک کار با اولویت بالاتر بعنوان نتیجه یک وقفه ظاهر شود،تا زمانی که تمام وقفه‌های تو در تو Nested Interrupts کامل نشود، اجرا نخواهد شد.

2-2- اطلاعات فنی در مورد پایگاه اطلاعاتی

1- برای ساختمان داده از یک درخت دودوئی برای پیوند جدولهای مختلف استفاده شده است و این درخت براساس نام جداول تنظیم شده است.

2- مهمترین توابع حمایت شونده توسط پایگاه اطلاعاتی عبارتنداز:

الف — تابع ایجاد جدول Create-table.

ب — تابع پیدا نمودن یک جدول Find-Table.

ج- دسترسی به جدولهای bit-orient.

د — دسترسی به هر یک از المانهای یک جدول

ذ- دسترسی به هر یک از رکوردهای یک جدول.

2-3- اطلاعات فنی در مورد استانداردهای نرم‌افزار

1- برای این پایگاه اطلاعاتی از زبان ساخت یافته C برای برنامه نویسی در هر یک از مدولهای نرم‌افزاری استفاده شده است.

2- میزان تجربیات افراد با زبان برنامه‌نویسی C درحد خوب می‌باشد (اجرای پروژه‌های متعدد نرم‌افزاری با استفاده از این زبان) و سابقه هر کدام بالای 1/5 سال می‌باشد.

3- میزان تجربیات شرکت در پروژه‌های نرم افزاری مربوط به نقشه‌های تک خطی و استخراج مشخصات پستها می‌باشد.

4- نرم افزار مربوط به هسته چند کاره زمان حقیقی مطابق بند 1-2 از شرکتهای خارجی تهیه شده است.

5- ابزار گسترش نرم افزار عبارت است از:

- Corss-Compiler
- Cross-Assembler
- Simulator
- Debuging Tools
- Monitor

به کمک این ابزار گسترش نرم افزار بر روی سیستمهای میکروپروسسوری به سهولت انجام خواهد گرفت.

2-4- مشخصات نرم افزار پروتکل

برای ایجاد ارتباط بین مراکز دیسپاچینگ و RTU نیاز به یک نرم افزار واسطه داریم که وظیفه آن انتقال اطلاعات از مرکز به RTU و بلعکس می‌باشد.

پایانه قابلیت ارتباط با مراکز را با پروتکل های HDLC, Indactic 2033 و IEC 870-5-101 وسایر پروتکل ها(بعنوان نمونه مدل ایرانی ساخته شده توسط شرکت کرمان تابلو)دارا می‌باشد.

2-4-1- پروتکل Indactic 2033

پروتکل Indactic 2033 از سه لایه مجزای فیزیک لینک و کاربردی تشکیل شده اس. لایه فیزیکی مربوط به استانداردهای الکتریکی پروتکل و سطوح ولتاژ، جهت ارسال و دریافت بیتهای اطلاعاتی می‌باشد و در لایه لینک، چگونگی بسته بندی اطلاعات و نحوه خطایابی در فریمهای مبادله شده را مشخص می‌کند و در لاهی کاربردی توابع عملکردی پایانه آورده شده است.

توابع مهم عملکردی مربوط به لایه Application عبارتنداز:

- انجام فرامین کنترلی و تنظیم نقاط.

- جمع‌آوری مقادیر مژرند.
- جمع‌آوری وضعیت ورودیهای دیجیتال.
- جمع‌آوری تغییر وضعیتها.
- تنظیم ساعت داخلی پایانه.
- تست عملکرد پایانه.

بعلت آنکه در پروتکل Indatic 2033 قالب و مود ارتباط سریال داده‌ها از طرف مرکز به پایانه با طرف پایانه به مرکز متفاوت است،نرم افزار مدول اصلی در پایانه با نرم‌افزار متناظر در طرف مرکز از جهاتی متفاوت است.

همچنین بعلت پیچیدگی پروتکل Inactic 2033 نسبت به پروتکل هیتاچی و عدم تطابق آن با پروتکلهای استاندارد و معمول مخابراتی، حجم نرم افزار مدول اصلی بسیار بیشتر از بقیه بوده چرا که تقریباً هیچ یک از روشهای رمز کردن فریمهای داده در این پروتکل قابل پشتیبانی بصورت سخت افزاری توسط تراشه‌های سریال در دسترس و نیز تراشه بکار رفته در مدول واسطه ساخته شده SCC نمی‌باشد. از این رو نرم افزار مدول واسطه مخابراتی با استفاده از هسته بلادرنگ μCOS بزبان C و بصورت چند کاره نگاشته شده است.

با توجه به آزمایشهای انجام شده برای شنود پروتکل بکار رفته در پایانه M4 شرکت A.B.B مشخص گردید که فریمهای ارسال از مرکز به پایانه در مود سنکرون با ساختار بایت و با یک کلمه 16 بیتی همزمانی در ابتدا و انتهای فریم می‌باشد.

بنابراین کانال B از تراشه SCC در مود Bisynchronous برای دریافت فریمهای داده از مرکزآماده سازی می‌شود همچنین کانال A از SSC در مود آسنکرون برای ارسال و دریافت پیغامها با مدول اصلی پایانه آماده و راه‌اندازی می‌گردد.

فریمهای ارسال از طرف پایانه به مرکز در مود سنکرون با ساختار بایتی ولی با یک کاراکتر همزمانی در ابتدای فریم می‌باشد. از این رو در این روند بعد از دریافت یک فریم آسنکرون از مدول اصلی پایانه، SCC در مود Monosynchronous برنامه ریزی و آماده می‌گردد تا بتوان فریم مورد نظر را برای مرکز ارسال کرد.

4-2-2- پروتکل HDLC شرکت هیتاچی

این پروتکل مشابه پروتکل HDLC استاندارد است. شرکت هیتاچی با توجه به نیاز سیستم دیسپاچینگ تغییراتی در پروتکل HDLC اصلی ایجاد نموده است. علاوه بر آن با در نظر گرفتن ملاحظات پایانه و مرکز از نظر سخت افزار و نرم افزار و وظایفی که برعهده RTU می‌باشد.

پروتکل HDLC یک پروتکل با ساختار بیتی می‌باشد و تبعات این موضوع در لایه فیزیکی عمدتاً شامل موضوعات روشهای ایجاد همزمانی رمز کردن اطلاعات تمیز دادن اطلاعات از بایتهای ویژه پرچم و غیره می‌باشد.

در پروتکلهای با ساختار بیتی برای بدست آوردن بدون خطای اطلاعات در طرف گیرنده ایجاد نمودن همزمانیهای بیتی و فریمی ضروری می‌باشد.

فریمی که جهت ارسال در سیستم هیتاچی تشکیل می‌شود بصورت شکل زیر می‌باشد.

SYN	SYN	STA	FUN	(DATA)	CRC	SYN

SYN :کدهای همزمانی ،یک بایت (8 بیت)

STA : آدرس پایانه، یک بایت

FUN : کد عمل ،یک بایت

DATA :اطلاعات ،2N بایت (N کلمه = 2xN بایت)

CRC : کد CRC برای کشف خطا، 2 بایت

در واقع کلیه پروتکلهای خانواده HDLC مانند پروتکل SDLC و پروتکل هیتاچی در فرمت پیغام کاملاً شبیه یکدیگر می‌باشند. بعبارت دیگر صرف نظر از لایه‌های دیگر کلیه پروتکلهای خانواده HDLC در لایه دوم مشترک می‌باشند. تفاوت عمده پروتکلهای خانواده HDLC در تعاریف FUN و کاربردهای آن است.

هر فریم حداکثر 104 بایت می‌تواند باشد که شامل 97 بایت اطلاعات و 7 بایت بالاسری است. معمولاً اطلاعات را در این سیستم بصورت کلمه 16 بیتی در نظر می‌گیرند لذا اطلاعات اصلی شامل 48 کلمه 16 بیتی و یک بایت مجزای دیگر است. این بایت که بنام پرچم نامیده می‌شوند لذا 96 بایت اطلاعات فوق الذکر می‌تواند به 64 کلمه 12 بیتی تقسیم شده و در واقع فریم می‌تواند حداکثر 64 مقدار آنالوگ را حمل کند.

4-2-3- پروتکل IEC870-5-101

این استاندارد توسط مؤسسه استاندارد اروپا IEC تهیه و تنظیم شده است. مهمترین مشخصه استاندارد انعطاف آن برای بهترین مشخصهٔ(بر اساس نیاز)از بین روشهایم وجود می‌باشد.

توسط این پروتکل، بین مرکز و RTU ارتباط Unbalance (Master/Slave) و بین دو مرکز ارتباط Balance برقرار می گردد.

این استاندارد بصورت بهینه و بر اساس سه لایهٔ Physical, Application, Link طراحی شده است. Enhanced Performance Architecture (EPA) اطلاعات لایهٔ LINK و لایهٔ Application رابطور جداکانه تعریف و پس از ترکیب ارسال می‌نماید.

هر بایت از این اطلاعات به همراه سه بیت اطلاعات اضافه فرستاده می‌شود که عبارتنداز: Stop bit, Start bit, Parity bit که حداکثر اطلاعات قابل ارسال در لایهٔ Application 256 بایت می‌باشد.

دراین استاندارد تعداد زیادی دستور تعریف شده است که امکان تعریف دستورات دیگر نیز توسط کاربر وجود دارد.

4-2-4- پروتکل کرمان تابلو

این پروتکل بر اساس سه لایهٔ Physical, Application, Link طراحی شده است.

Enhanced Performance Architecture (EPA) اطلاعات لایهٔ LINK و لایهٔ Application را بطور جداگانه تعریف و پس از ترکیب ارسال می‌نماید. هر بایت از این اطلاعات به همراه سه بیت اطلاعات اضافه فرستاده می‌شود که عبارتنداز: Stop bit, Start bit, Parity bit حداکثر اطلاعات قابل ارسال در لایهٔ Application 256 بایت می‌باشد.

در این پروتکل در دو لایه Physical, LINK بر اساس استاندارد IEC 870-5-101 و در لایه Application بر اساس پروتکل کرمان تابلو می‌باشد.در این پروتکل تعدادی دستور تعریف شده است که امکان تعریف دستورات دیگر نیز توسط کاربر وجود دارد.

3- اطلاعات فنی مدولهای I/O

کلیه مدولهای I/O دقیقاً بر اساس مشخصات فنی ساخت پایانه (تهیه شده توسط معاونت تحقیقات و تکنولوژی) طراحی و ساخته شده است

3-1- نحوه دسترسی مدول UIOC به گذرگاه I/O

برای آدرس دهی گذرگاه I/O از طریق مدول UIOC باید آدرس دلخواه در رجیستر مخصوص این خطوط (IO-Add) نوشته شود و در مرحله بعد باید توسط خط R/W* که بیت چهارم آدرس Port A میکروکنترلر می‌باشد جهت انتقال اطلاعات را مشخص نمود. در این مرحله می‌توان با دسترسی به رجیستر IO-Data عملیات تبادل داده (خواندن از این رجیستر یا نوشتن بر روی آن) را انجام داد.

آدرس هر یک از این رجیسترها در نگاشت حافظه مدول UIOC در جدول 2-4 نشان داده شده است.

3-1-1- کد شناسائی بردهای ورودی /خروجی

هر برد ورودی/خروجی باید در آدرس $XF(X برابر با مقدار ID3-ID0 است) خودش یک کد مخصوص که معرف نوع کارت و تعداد ورودی یا خروجی‌های آنها می‌باشد برگرداند. کدهای تعریف شده برای مدولهای مختلف در جدول 2-5 نشان داده شده است.

جدول 2-4- آدرس رجیسترهای گذرگاه I/O

رجیستر	آدرس	
IO-Add	$0500	
IO-Data	$0408	
IO-Reset	$0400	
R/W*	Port A بیت چهارم	
STB*	Port D بیت پنجم	

جدول 2-5- کد شناسایی بردهای ورودی/خروجی

رجیستر	آدرس	
$10	DI32	
$20	D044	
$30	AI16	
$40	A004	

در مدار سیستم مینیمم سخت افزار عنصر اصلی و پردازشگر آن میکروکنترلر MC68HC11A1 از خانواده HCMOS ساخت کارخانه Motorola و با فرکانس کاری 2 مگاهرتز می‌باشد. وظیفه اصلی این میکروکنترلر، برنامه ریزی تراشه کنترلی ارتباطات سریال، پردازش داده‌ها و کنترل کال اجزاء سیستم می‌باشد.

3-1-2- مدارهای واسط استاندارد RS232

جهت تبدیل سطح الکتریکی سیگنالها از TTL (5+ و صفر ولت) به RS232 (9 ae ولت) و برعکس از تراشه‌های ICL232 بهره‌گرفته شده است. از ویژگی مهم این تراشه‌ها آن است که بر خلاف تراشه‌های متناظر برای اینکار (1488, 1489) که نیاز به سه منبع 5+، 12+، 12- ولت دارند تنها از یک تغذیه 5+ ولت استفاده می‌کند.

3-2- گذرگاه VME

انتقال اطلاعات بین برد Main و بردهای UIOC ازطریق گذرگاه VME انجام می‌گیرد خطوط آدرس و داده از طریق تراشه‌های راه‌انداز 74HC245, 74HC541 (u_1,u_2,u_3) به گذرگاه ارسال می‌شوند . همچنین از چهارخط آدرس جهت ارسال کد مربوط به هر UIOC استفاده شده است. توضیح آنکه هر UIOC دارای یک شماره شناسایی بطول چهاربیت می‌باشد که برد MAIN هنگام دستیابی به آن می‌بایست همان شماره شناسایی را بر روی گذرگاه VME قرار دهد.

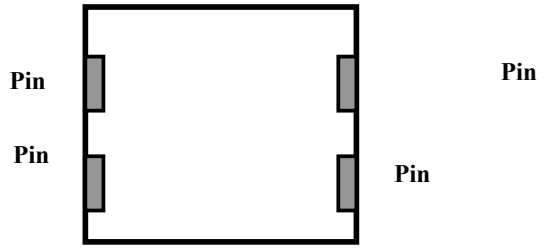
تراشه 74HC573 (u_4) بعنوان نگهدارنده آدرس UIOC درنظر گرفته شده است. آدرس این درگاه 800H می‌باشد. بعبارت دیگر برد Main درهنگام انتقال اطلاعات به برد UIOC در این درگاه شماره مورد نظر را ابتدا می‌نویسد و سپس خواندن یا نوشتن بر روی حافظه دو درگاهه انجام می‌گیرد. بدین ترتیب تنها یک UIOC در هر لحظه قابل دستیابی می‌باشد. پایانه MN75 در حال حاضر به گونه‌ای طراحی شده است که می‌تواند حداکثر با سه عدد برد UIOC ارتباط داشته باشد.

3-3- کانکتورهای برد Main

کانکتورهای موجود بر روی برد همانطور که در شکل 2-13 دیده می‌شود بنحو زیر مورد استفاده قرار می‌گیرند.

1- P_1: اتصال به گذرگاه VME.
2- P_2: اتصال به مودم (در حالی که از برد مخابراتی استفاده نشود و برد Main هر دو کار را انجام دهد پروتکل هیتاچی)
3- P_5: اتصال سریال آسنکرون به کامپیوتر جهت عیب یابی Test-Maint.
4- P_4: اتصال سریال سنکرون /آسنکرون به مودم یا برد مخابراتی.
5- P_3 اتصال سریال سنکرون/آسنکرون به مودم یا برد مخابراتی (در برد Main کاربردی ندارد و لحیم نمی‌شود)

شکل 2-13- کانکتورهای برد Main



3-4- مدول UIOC

مدول UIOC بعنوان یک سیستم تعبیه شده به منظور کنترل یکسری بردهای ورودی/خروجی طراحی شده است که می‌تواند بسیاری از عملیات کسب داده و اعمال فرامین را در یک پایانه بعهده بگیرد. این مدول قادر است برد ورودی/خروجی را که هر یک حداکثر دارای 16 بابیت رجیستر می‌باشند از طریق گذرگاه اختصاصی خود آدرس دهی کند. همچنین 4 کیلوبایت از حافظه محلی آن قابل دسترسی از طریق گذرگاه استاندارد VME می‌باشد.

طراحی منحصر بفرد و انعطاف پذیر مدول UIOC باعث گشته که کل طرح پایانه علاوه بر استاندارد بودن کاملاً مدولار، انعطاف پذیر و همچنین مقرون به صرفه گردد.

بطور کلی مدول UIOC نقش واسط بین مدول اصلی و بردهای ورودی/خروجی را بعهده دارد و با بعهده گرفتن عملیات کسب داده و اعمال فرامین میزان بار پردازشی مدول اصلی را کاهش می‌دهد. با توجه به اینکه مدول UIOC از طریق گذرگاه VME با مدول اصلی در ارتباط است،طراحی آن به گونه‌ای انجام پذیرفته که بتوان همزمان چندین مدول UIOC را در یک پایانه نصب کرد.

با استفاده از این قابلیت می‌توان بزرگترین پستها و نیروگاههای موجود را نیز تحت پوشش این پایانه قرار داد. همانطوری که ذکر گردید استفاده از مدول UIOC علاوه بر انعطاف پذیر و مدولار نمودن طراحی پایانه بدلیل حذف طبقه پیچیده و گران قیمت گذرگاه VME در بردهای ورودی/خروجی موجب مقرون به صرفه شدن پایانه نیز گشته است.

جهت سادگی گسترش نرم افزار، نگهداری و پیکره‌بندی مدول UIOC یک درگاه سریال آسنکرون نیز برای این مدول طراحی شده است.

مشخصات کلی این مدول به شرح ذیل می‌باشند:

- مدار اینترفیس SA16/SD8 گذرگاه VME.
- 4 کیلو بایت حافظه دو درگاهه قابل دسترسی از طریق گذرگاه VME.
- مدول درخواست کننده وقفه روی خط IRQ7 گذرگاه VME.
- قابلیت ناظر مکان D08 در آدر X)$XFF0 چهار بیت بالای آدرس مدول UIOC روی گذرگاه VME می‌باشد).
- 32 کیلو بایت EPROM و 24 کیلو بایت RAM.
- 256 بایت RAM 512 بایت EEPROM داخلی میکروکنترلر.
- 4 عدد LED برای نمایش وضعیت کاری UIOC در هر لحظه.
- سیستم نگهبان در برابر اختلالات نرم افزاری.
- مکانیزم کشف کدهای نادرست.
- مدار ناظر بر نوسان کلاک سیستم.
- درگاه سریال آسنکرون RS232.
- مدار اینتفیس مخصوص مدول اصلی گذرگاه I/O.
- قابلیت کنترل 10 برد ورودی/خروجی از طریق گذرگاه I/O.
- قابلیت راه اندازی باس مستقل سریال سنکرون روی گذرگاه I/O.
- 5 تایمر 16 بیتی.
- فرکانس کلاک 2MHZ.

- مدار ناظر بر تغذیه.
- تغذیه 5 ولت حداکثر 800 میلی آمپر.
- درجه حرارت کاری صفر تا 55+C
- اندازه استاندارد 6U(233mm * 160mm)

3-4-1- مشخصات فنی

مدول UIOC از سه بخش عمده ذیل تشکیل شده است:

- واسط گذرگاه VME.
- سیستم مینیمم میکروکنترلر.
- واسط گذرگاه I/O

هر یک از بخشهای فوق نیز خود به چندین بلوک مجزا تقسیم می‌شوند که در بلوک دیاگرام مدول نمایش داده شده‌اند.

3-4-2- سیستم مینیمم میکروکنترلر

هسته اصلی مدول UIOC بر مبنای سیستم مینیمم میکروکنترلر در 68HC11 بوده و بلوکهای تشکیل دهنده این بخش عبارتنداز: میکروکنترلر 68HC11 حافظه‌های محلی مدار واسط سریال،مدار ناظر بر تغذیه مدار بازنشاندن LED های نمایشگر و مدارهای رمزگشائی آدرس انتقال اطلاعات بین بلوکهای مختلف این بخش و همچنین بخشهای دیگر مدول UIOC از طریق باس داخلی انجام می‌گیرد. باس داخلی از 16 خط آدرس 8 خط داده و خطوط کنترلی تشکیل شده است.

3-4-3- میکروکنترلر

پردازنده مدول UIOC یک میکروکنترلر از خانواده 6800 شرکت موتورلا به نام 68 HC11 می‌باشد، این میکروکنترلر که از قویترین میکروکنترلهای 8 بیتی است کاملاً مناسب برای کار در یک محیط صنعتی بوده و علاوه بر توانایی انجام عملیات اصلی یک پردازنده معمولی نظیر پردازش داد، مدهای مختلف آدرس دهی دارای قابلیت و ویژگیهای ذیل نیز می‌باشد.

3-4-4- حافظه‌های داخلی

این میکروکنترلر دارای 256 بایت RAM 512 بایت EEPROM داخلی می‌باشد. 512 بایت EEPROM مکان مناسب جهت ذخیره سازی پارامترهای پیکره بندی ایجاد می‌کند.

3-4-5- سیستم نگهبان و ناظر کلاک داخلی:

این دو قابلیت مدول UIOC را در برابر اختلالات و اشکالات احتمالی سخت افزاری و نرم افزاری در یک محیط صنعتی ایمن می‌کند. سیستم نگهبان بر اجرای صحیح نرم افزار نظارت می‌کند و در صورت بوجود آمدن خطا در نرم افزار سیستم موجب بازنشانده شدن سخت افزاری مدول می‌گردد. ناظر کلاک نیز بر نوسان صحیح کلاک سیستم نظارت دارد و در صورتی که فرکانس نوسانات کلاک کمتر از 200KHZ گردد، سیستم را بصورت سخت افزاری بازنشانده می‌کند. هر یک از این دو سیستم دارای روال بازنشاندن اختصاصی می‌باشند.

3-4-6- درگاه مخابراتی دو طرفه برای ارتباط سریال:

از این درگاه می‌توان برای گسترش نرم افزار در دوره طراحی سیستم و همچنین بعنوان یک درگاه نگهداری و پیکره بندی در هنگام کار واقعی سیستم استفاده نمود.

3-4-7- تایمر 16 بیتی با 5 رجیستر مقایسه کننده زمان:

هر یک از یان رجیسترها را می‌توان بنحوی برنامه ریزی نمود تا در لحظه‌های خواسته شده به سیستم وقفه دهند.

3-4-8- چهار مدکاری:

در هر یک از مدها میکروکنترلر دارای قابلیتهای ویژه‌ای می‌گردد. این مدها عبارتنداز:

3-4-9- مد تک تراشه‌ای:

در این مد، نمیکروکنترلر بصورت یک پردازنده تنها که دارای باس آدرس و داده خارجی نمی‌باشد کار می‌کند. در این حداکثر پایه های میکروکنترلر برای ارتباط با وسایل جانبی (درگاه ورودی یا خروجی) بکار می‌روند و تمام آردس دهی ها و انتقال داده درون میکروکنترلر انجام می‌گردد. این مد بیشتر در آن سری از خانواده 68hc11 بکار می‌رود که دارای ROM داخلی می‌باشند مانند MC68HC11A8 و در تراشه MC68HC11A1 بدلیل آنکه دارای ROM داخلی نیست بکار نمی‌رود.

3-4-10- مدمالتی پلکس گسترده:

در این مد میکروکنترلر می‌تواند 64 کیلو بایت آدرس دهی کند. بایت‌بالای آدرس روی درگاه B و بایت پایین آدرس بصورت مالتی پلکس روی درگاه C میکروکنترلر نوشته می‌شوند. اطلاعات آدرس و داده بوسیله سگنال AS از همدیگر دی‌مالتی پلکس می‌گردند.

3-4-11- مد ویژه Boot Strap:

در این مد تمام بردارها از 192 بایت Boot Loader ROM داخل میکروکنترلر خوانده می‌شوند. از این مد می‌توان برای مصارف تست و عملیات تشخیصی و همچنین برنامه ریزی رجیستر CONFIG (فصل 5) و EEPROM داخلی استفاده نمود. در این حالت درگاه سریال بوسیله برنامه واقعی در Boot Loader ROM برای دریافت اطلاعات از کامپیوتر برنامه ریزی می‌گردد. این مد را می‌توان تحت کنترل برنامه به هر یک از مدهای کاری دیگر تغییر داد.

3-4-12- مد ویژه تست:

از این مد برای تست کارخانه میکروکنترلر و همچنین برنامه ریزی رجیستر CONFIG استفاده می‌شود در این حالت کلیه بردارها از آدرس $BFFF-$BFCD , ROM خارجی خوانده می‌شود. این مدرا نیز می‌توان تحت کنترل برنامه به هر یک از مدهای دیگر تغییر داد.

هر یک از مدهای ذکر شده بصورت سخت افزاری و بوسیله اعمال ولتاژ به پایه های MODB, MODA میکروکنترلر مطابق جدول 2-1 انتخاب می‌گردند.

جدول 2-1 مدهای مختلف 68HC11

MOD B	MOD A	Mode Selected
1	0	Single Chip
1	1	Expanded Multiplexed

0	0	Special Bootstrap
0	1	Special Test

3-4-13- تله برای کدهای نادرست:

یکی از ویژگیهای مهم 68HC11 برای کار در محیطهای صنعتی وقفه کدهای نادرس آن است که سیستم را در برابر دریافت کدهای نادرست و همچنین افتادن در یک فضای آدرس تعریف نشده مصون می‌کند. این تله بدین ترتیب عمل می‌کن که در صورت تشخیص یک کد تعریف نشده سیستم تشخیص کدهای نادرس از میکروکنترلر تقاضای یک وقفه غیر قابل سد شدن می‌نماید. این وقفه دارای بردار بخصوصی در جدول بردارهای میکروکنترلر می‌باشد.

3-4-14- سیستم وقفه‌ها:

این میکروکنترلر می‌تواند 17 وقفه سخت افزاری و یک وقفه نرم افزاری دریافت کند که هر کدام از این وقفه ها دارای بردار جداگانه‌ای در جدول بردار وقفه‌ها می‌باشند.

3-4-15- دستورات پردازش بیتی:

1- آدرس دهی و عملیات سریع بر روی متغییرهای واقع در صفحه صفر فضای حافظه.

2- پشته انعطاف پذیر یکی از مزیتهای اصلی این میکروکنترلر بر میکروکنترلرهای خانواده 8051 می‌باشد.

3-4-16-حافظه های محلی.

علاوه بر حافظه‌های داخلی خود میکروکنترلر (EEPROM, RAM داخلی) حافظه‌های محلی این مدول از یک تراشه 27256 با ظرفیت 32 کیلوبایت EPROM و یک تراشه 62256 باظرفیت 32 کیلو بایت RAM تشکیل شده است.

از 32 کیلو بایت EPROM بمنظور ذخیره برنامه های میان افزار، هسته بلادرنگ ، برناهه راه انداز پروتکل بین مدول اصلی و UIOC و برنامه های بردهای ورودی/خروجی استفاده می‌شود.

با توجه به نگاشت حافظه میکروکنترلر که محدود به 64 کیلوبایت می‌باشد از 32 کیلوبایت حافظه RAM 62256 فقط 24 کیلو آن قابل استفاده به منظور ذخیره اطلاعات برنامه‌های فوق می‌باشد.

3-4-17- مدار بازنشانده و ناظر تغذیه:

بمنظور بازنشاندن میکروکنتلر باید حداقل بمدت 8 برابر سیکل کلاک E (اگر نیازی به تشخیص بازنشاندن داخلی و خارجی نباشد بمدت 2 برابر سیکل E کافی است) به پایه Reset ولتا ژ صفر اعمال شود.

همچنین مدار بازنشاننده وظیفه نظارت بر تغذیه سیستم را نیز بعهده دارد بطوری که اگر ولتاژ تغذیه از حد آستانه‌ای کمتر شود بمنظور جلوگیری از خراب شدن محتویات EEPROM و رجیستر CONFIG این مدار پایه Reset میکروکنترلر را فعلا می‌کند.

3-4-18- مدار واسط سریال:

وظیفه این مدار تبدیل سطح ولتاژ TTL به سطح ولتاژ RS232 و همچنین مدار Handshaking RS232 میباشد.

3-4-19- LEDهای نمایشگر وضعیت مدول:

مدول UIOC دارای چهار LED می‌باشد که وضعیت کاریش را در هر لحظه نمایش می‌دهند. در جدول 2-2 حالت نمایش LEDها و وضعیت کاری متناظر مدول UIOD نشان داده شده است.

جدول 2-2 وضعیت مدول UIOC برای حالتهای مختلف LEDها

وضعیت LED رنگ LED	خاموش	روشن	چشمک زن
سبز	تغذیه قطع است	تعذیه وصل می‌باشد	روشن و خاموش شدن این LED نشاندهنده وبازنشانده شدن سیستم می‌باشد.
زرد	روند DI قطع نیست	روند DI فعال است	تغییر حالتی در ورودیهای دیجیتال رخ داده ولی هنوز گزارش نشده است
نارنجی	روند DO فعال نیست	روند Do فعال است	آرام: یکی از رله‌های خروجی انتخاب شده است سریع: یکی از رله‌های Master بسته شده است
قرمز	هیچ خطایی در سیستم وجود ندارد.	خطایی رخ داده و توسط مدول اصلی خوانده شده است	خطائی رخ داده است ولی هنوز توسط مدول اصلی خوانده نشده است

3-4-20- مدار رمزگشائی آدرس:

این مدار بمنظور رمزگشائی آدر تراشه‌های ورودی/خروجی و حافظه‌ها طراحی شده است.

3-4-21- واسط گذرگاه VME:

وظیفه این بخش ایجاد قابلیت SA 16 / SD08 گذرگاه VME می‌باشد. استاندارد SA16/SD08 مربوط به مدولهای Slave گذرگاه VME می‌باشد که طول داده آنها 8 بیت است و قادرند به آدرس دهی 16 بیتی در آدرسهای زوج و فرد پاسخ دهند.

با استفاده از این قابلیت، مدول اصلی یا هر مدول Master گذرگاه VME می‌تواند به 4 کیلو بایت اطلاعات داخل حافظه دو درگاه مدول UIOC دسترسی داشته باشد. بلوکهای تشکیل‌دهنده این بخش عبارتند از: رمز گشایی آدرس مبنا، درایور، مترجم، درخواست کننده وقفه و ناظر مکان.

3-4-21- 1- رمز گشایی آدرس مبنا

هر مدول UIOC دارای یک تراشه مقایسه کننده می‌باشد که در هر لحظه محتوای خطوط A15-A12 گذرگاه VME را با مقدار تنظیم شده توسط یک سوئیچ چهارتایی مقایسه می‌کند و در صورت برابر بودن این دو مقدار با ارسال سیگنال BS بلوک مترجم را فعال می‌سازد. توسط این سوئیچ چهارتایی می‌توان برای هر مدول UIOC آدرس جداگانه‌ای را تنظیم کرد.

3-4-21- 2- طبقه درایور

این طبقه وظیفه تقویت و درایور سیگنالهای گذرگاه VME را بعهده دارد، هدف از تقویت سیگنالها کاهش بارگذاری مدولهای مختلف روی باس خارجی و در نتیجه کاهش اثر انعکاسی و هم صحبتی می‌باشد. المانهای انتخاب شده جهت این طبقه مطابق با استاندارد IEEE P1014 (VME Bus) می‌باشند.

3-4-21- 3- طبقه مترجم

این طبقه هسته اصلی واسط گذرگاه VME می‌باشد و وظیفه ترجمه، تطبیق و یکسان نمودن پروتکلهای گذرگاه VME و گذرگاه داخلی را بعهده دارد. این طبقه طبق مشخصات مدولهای SA16/SD06 گذرگاه VME قادر به شرکت در سیکلهای انتقال داده یک بایتی بوده و فقط به آدرس دهی کوتاه یا 16 بیتی پاسخ می‌دهد.

3-4-21- 4- طبقه درخواست کننده وقفه

این طبقه مطابق با مدول درخواست کننده وقفه D08 (O) گذرگاه VME طراحی شده است و این امکان را برای UIOC فراهم ساخته که بتواند از طریق خط IRQ7 گذرگاه از مدولهای Master تقاضای سرویس وقفه کند.

3-4-21- 5- طبقه ناظر مکان

این طبقه مطابق با مدول ناظر مکان A16 می‌باشد. قابلیت ناظر مکان امکانی فراهم می‌کند که مدولهای Master بتواند با استفاده از آن به مدولهای Slave فرمانی را اعمال کرده یا از آنها درخواست وقفه کنند. هنگامی که از طریق گذرگاه VME داده‌آی در آدرس SXFF7(X چهار بیت بالای آدرس مدول UIOC روی گذرگاه VME می‌باشد) نوشته شود این طبقه به میکروکنترلر مدول UIOC وقفه می‌دهد.

3-4-21- 6- حافظه دو درگاهه

این حافظه دارای دو سری پایه مجزا آدرس و داده می‌باشد و می‌توان از طریق دو گذرگاه مستقل از هم به محتویات آن دسترسی داشت. یک درگاه این حافظه به گذرگاه VME وصل شده است و مدول اصلی می‌تواند از طریق این درگاه به 4 کیلو بایت داده داخل آن دسترسی داشته باشد. درگاه دیگر آن نیز از طریق گذرگاه داخلی UIOC به میکروکنترلر وصل است.

بدین ترتیب پردازشگرهای مدول اصلی و مدول UIOC می‌توانند همزمان به این حافظه دسترسی داشته باشند و برای جلوگیری از خطا در هنگام نوشتن همزمان و خواندن همزمان از یک آدرس یکسری سمافور در این حافظه وجود دارد که می‌توان بوسیله آنها اینگونه شرایط را کنترل نمود.

3-4-22- واسط گذرگاه I/O

این بخش از مدول UIOC وظیفه راه‌اندازی پروتکل و تقویت سیگنالهای I/O را به عهده دارد. گذرگاه I/O هر UIOC از 8 خط آدرس، 8 خط داده دو طرفه، سیگنالهای کنترلی و تغذیه تشکیل شده است.

3-4-22- 1- مشخصات گذرگاه I/O

گذرگاه i/o مسیر ارتباطی بین مدول uioc و بردهای ورودی — خروجی به آن می‌باشد، این گذرگاه در حقیقت کانال ارتباطی بین یک مدول کنترل کننده اصلی گذرگاه و یکسری مدول Slave است.

مشخصات عمومی این گذرگاه عبارتند از:

1- سازگار با سطوح ولتاژ خانواده HC (High Speed CMOS)
2- ساختار ساده مدارهای اینترفیس مخصوص این گذرگاه
3- 8 خط انتقال داده دو طرفه
4- 8 خط آدرس برای آدرس دهی ماکزیمم 256 نقطه
5- خط مخصوص وقفه
6- خطوط کنترلی: به منظور تعیین جهت گذرگاه و همچنین کنترل توالی عملیات مدولهای خروجی (STB*)
7- خطوط تغذیه GC/L , -12 V , +12V , + 5 V

3-4-22- 2- هویت سیگنالها

در این قسمت هویت هر یک از سیگنالهای گذرگاه I/O بررسی شده‌اند. لازم به ذکر است که علامت ستاره (*) نشاندهنده فعال بودن با سطح یا لبه منفی می‌باشد.

3-5- مدول ورودی دیجیتال

وظیفه مدول ورودی دیجیتال، جمع‌آوری اطلاعات دیجیتال ورودی، تشخیص تغییر وضعیت و ارسال آنها به مدول اصلی پایانه می‌باشد. هر گونه تغییر وضعیت این ورودیها، به سرعت شناسایی و با برچسب زمانی به **دقت 10 میلی ثانیه** ذخیره می‌شود.

از آنجائیکه اکثر ورودیها دارای بانس می‌باشند، لذا نرم افزار جمع‌آوری اطلاعات در این مدول، با در نظر گرفتن این موضوع، تغییر وضعیت‌های معتبر را، با برچسب زمانی مربوطه ثبت می‌نماید. مکانیسم عمل بدینگونه است که ،پس از آنکه اولین تغییر وضعیت شناسایی شد،تغییرات وضعیتی که پس از آن اتفاق بیفتد تا مدت زمانی که بعنوان زمان بانس در نظر گرفته می‌شود، بی‌اعتبار خواهند بود.

پس از گذشت این مدت،اولین وضعیت قرائت شده توسط نرم افزار با وضعیت قبلی مقایسه می‌شود و چنانچه یکسان باشد بعنوان تغییر وضعیت معتبر تلقی شده و با برچسب زمانی مربوطه ثبت می‌شود. این روند مرتباً تکرار می‌گردد و بدین ترتیب تغییر وضعیتهای واقعی از بانس تمیز داده می‌شوند.

علاوه بر نوسانات اتصال ،لرزش اتصالات، تاثیر نامطلوبی در سیستم دارد زیرا باعث بالا رفتن تعداد تغییر حالتها و در نتیجه اشغال دائم کانال مخابراتی می‌شود. لرزش ا تصال، می‌تواند ناشی از خرابی اتصالات ورودی یا خطاهای دیگر، در تجهیزات طرف پست باشد. بدین منظور در پایانه از فیلتر نرم افزاری، جهت کاهش نرخ تغییر وضعیتها به حد مینیمم ،استفاده می شود. مشخصه این فیلتر، توسط پارامترهای ساختاری سیستم، هنگام پیکر بندی پایانه، تعریف می‌شود.

برد ورودی دیجیتال، یکی برد هوشمند نیست و کلیه عملکردهای نرم افزاری آن،توسط یک برد هوشمند دیگر به نام UIOC (واحد پردازشگر ورودی — خروجی) کنترل می‌گردد. بردهای ورودی دیجیتال ، از طریق یک گذرگاه محلی به بردهای UIOC متصل می‌گردند.

بطور کلی هر برد ورودی دیجیتال از بخشهای اصلی زیر تشکیل شده است:

1- بخش واسط بین برد و دنیای خارج، که وظیفه آماده سازی سیگنالهای ورودی، به منظور نمونه‌برداری را بر عهده دارد. در این بخش، ورودیها پس از عبور از فیلترهای نویزگیر، پلهای دیودی یکسو ساز (به منظور از بین بردن حساسیت مدار به جهت ولتاژ ورودی) و عناصر تزویج کننده نوری، آماده نمونه برداری می‌شوند.

2- بخش زمانبند که دو وظیفه مهم زیر را انجام می‌دهد:

الف) تولید پالس ساعت به منظور اندازه‌گیری زمان و استفاده از آن برای زدن برچسب زمانی به ورودیهای تغییر وضعیت یافته. (این وظیفه در مدول UIOC انجام می‌گیرد)

ب) تعیین دوره تناوب لازم، برای نمونه برداری اطلاعات ورودی (این وظیفه در مدول UIOC انجام می‌گیرد.

3- بخش درگاه ورودی

ورودیهای دیجیتال به گروههای مختلف تقسیم می‌شوند و از طریق بافرهای سه حالته، که هر یک به عنوان یک درگاه ورودی تلقی می‌شود، مورد دستیابی قرار می‌گیرند.

3-5-1- مشخصات عملکردی برد ورودی دیجیتال

هر برد ورودی دیجیتال می‌تواند 32 نقطه دیجیتال ورودی را مورد پردزاش قرار دهد. بردهای ورودی دیجیتال از طریق یک برد پایه به واحد پردازشگر UIOC متصل می‌گردند. حداکثر تعداد برد ورودی دیجیتال که می‌توان به یک برد پردازشگر UIOC متصل کرد چهار عدد می‌باشد و به عبارت دیگر هر برد پردازشگر ورودی — خروجی می‌تواند وضعیت 128 نقطه ورودی را پردازش نماید. چنانچه در یک پایانه نیاز به پردازش نقاط بیشتری استفاده نمود.

مشخصات عملکردی برد ورودی دیجیتال عبارت است از:

3-5-1- 1- تشخیص تغییر وضعیت ورودیهای دیجیتال، با دقت 10 ms

3-5-1- 2- حذف بانس ورودیها

پس از اینکه یک تغییر وضعیت شناسایی شد، تغییرات وضعیتی که پس از آن اتفاق بیفتد، تا مدت زمانی که بعنوان زمان بانس در نظر گرفته می‌شود،بعنوان تغییر وضعیت واقعی تلقی نمی‌گردد. پس از گذشت این زمان، اولین وضعیت، قرائت شده، توسط نرم افزار با وضعیت قبلی مقایسه می‌شود و چنانچه یکسان باشند بعنوان تغییر وضعیت معتبر تلقی شده و با برچسب زمانی مربوطه ذخیره می‌شود.

3-5-1- 3- کاهش نرخ تغییر وضعیتها

ورودیهایی که تغییر وضعیتهایی بیش از حد مجاز دارند از یک فیلتر نرم‌افزاری بنام فیلتر حذف لرزش استفاده می‌شود. نحوه عملکرد و پارامترهای این فیلتر به شرح زیر است:

به هر ورودی یک فیلتر اختصاص داده می‌شود. تعداد تغییر وضعیتهای یک ورودی مرتباً شمرده شده و چنانچه میزان آن، از حد آستانه لرزش بیشتر گردد تشخیص لرزش آن ورودی، داده می‌شود و در این صورت تغییر وضعیتهای بعدی آن، مرکز ارسال نمی‌گردد. در این فیلتر پارامترهای زیر تعریف می‌شوند.

- تعداد تغییر وضعیتها (n)

این عدد مقدار شمارنده نرم افزاری را نشان می‌دهد. در این شمارنده تعداد تغییر وضعیتها ثبت می‌شود.

- حد آستانه لرزش (m)

چنانچه مقدار شمارنده از حد آستانه لرزش بیشتر شود $(n>m)$ لرزش تشخیص داده می‌شود. در اینصورت تغییر وضعیتهای بعدی بعنوان لرزش تلقی دشه و به مرکز ارسال نمی‌گردند. عدد m می‌تواند مقادیر صفر تا 31 را اختیار کند. عدد صفر ب معنی غیر فعال بودن فیلتر حذف لرزش است.

- حد هیسترزیس (H)

این عدد همراه با عدد m مقدار ماکزیمم شمارنده را نشان می‌دهد بدین معنی که در صورتیکه یک ورودی، تغییر وضعیتهای زیادی داشته باشد و نتیجتاً مقدار عدد n افزایش یابد، شمارنده بیشتر از عدد m+H را در خود ثبت نخواهد کرد. عدد H معمولاً روی مقدار 3 تنظیم می‌شود.

- پریود کاهش شمارنده (P1 , P2)

هر P1 ثانیه به مقدار شمارنده (n) ، یکی کاهش می‌یابد. چنانچه کاهش مقدار شمارنده طوری باشد که عدد n از m-H کمتر شود در اینصورت ورودی مربوطه از محدوده فیلتر خارج شده و تغییر وضعیتهای بعدی آن (مادامیکه مجدداً از حد آستانه لرزش بیشتر نشود) به مرکز ارسال می‌گردد. هر P2 دقیقه شمارنده‌هایی که در محدوده (m-H , m+H) قرار داشته باشند صفر می شوند و در اینصورت تغییر وضعیتهای بعدی ورودیهای مربوطه (مادامیکه مجدداً از حد آستانه لرزش بیشتر نشود) به مرکز ارسال می‌گردد.

3-5-1- 4- شمارش پالسها

بعضی از ورودیها بصورت شمارنده پالس، تعریف می‌شوند به این صورت که تغییر وضعیتهای گروه مربوطه، به مرکز ارسال نمی‌گردد بلکه شمارنده‌ای به هر ورودی اختصاص داده شده، که با هر تغییر وضعیت، به شمارنده مربوط به آن ورودی، افزوده می‌شود. ارسال اطلاعات برای این گروهها، با آمدن فرمان انجماد انجام می‌یرد. در اینصورت عدد شمارش شده مربوط به هر ورودی، ارسال شده و شمارش بازنشانده می‌شود.

3-5-1- 5- ظرفیت بافر تغییر وضعیت

اطلاعات مربوط به تغییر وضعیتها در یک حافظه دو درگاهه، ذخیر می‌شوند. ظرفیت بافر نگهدارندهٔ تغییر وضعیتها، به اندازه 32 تغییر وضعیت می‌باشد.

3-5-1- 6- مشخصات سخت افزاری برد ورودی دیجیتال

1- تعداد ورودیهای برد 32 نقطه است.

2- ولتاژهای بین 12 تا 50 ولت به عنوان یک منطقی و ولتاژهای بین صفر تا 10 ولت به عنوان صفر منطقی تلقی خواهند شد.

3- یکسو سازی ولتاژهای ورودی

4- ایزولاسیون بین ورودیهای پست و قسمت دیجیتال برابر 1 KV rms می‌باشد.

5- حذف سیگنالهای نویزی بوسیله طبقات فیلتر ورودی و همچنین ایجاد تاخیر زمانی در ورودیها به اندازه 2ms.

6- حداکثر جریان مصرفی هر برد 300 Ma.

7- ولتاژ تغذیه مورد نیاز برابر 5 vdc+ با خطای ±5% .

8- حداکثر جریانی که از یک ورودی در حالت یک منطقی کشیده می‌شود برابر 6mA است.

9- ابعاد فیزیکی برد به ترتیب طول، عرض و ارتفاع عبارتند از: 233 (mm) , 160(mm) و 11(mm).

10- اتصال برد به سیگنالهای ورودی از طریق کارت ترمینال برد و توسط یک کانکتور 2 × 32 تامین می گردد.

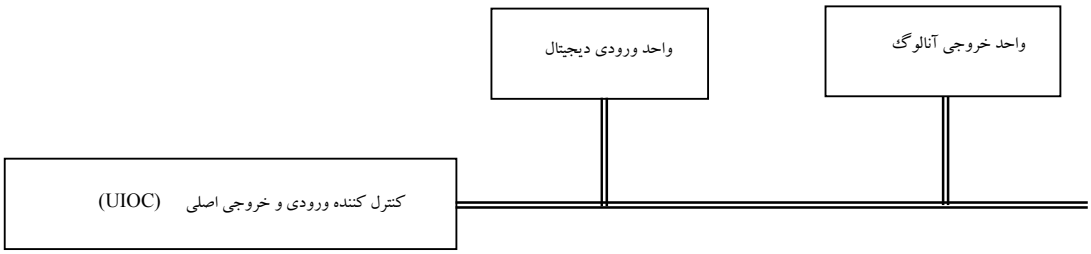
11- اتصال برد به سیگنالهای پایانه از طریق برد پایه و یک کانکتور 2×32 تامین می گردد.

12- از یک دیود نورانی برای نشان دادن زمانهای فعالیت برد استفاده شده است.

3-5-2- معماری کارتهای I/O

تمامی کارتهای ورودی / خروجی در پایانه، نیاز به واحدهای هوشمند دارند که اجرا کننده نرم افزاری مربوط به آنها باشد. از طرفی طراحی یک واحد هوشمند برای هر کارت با توجه به اینکه بار پردازشی که هر کدام از کارتها طلب می‌کنند بسیار متفاوت است معقول و عملی نیست. این کار گذشته از آنکه قدرت پردازش پردازنده‌ها را به هدر می‌دهد از لحاظ حجم نیز پایانه را به نحو قابل ملاحظه‌ای بزرگ می‌کند.

در طرح زیر کلیه کارتهای I/o از طریق یک گذرگاه مشترک محلی، واحد هوشمندی که UIOC نام دارد متصل می‌شوند.



شکل 2-16 گذرگاه محلی برای اتصال واحدهای ورودی / خروجی به UIOC

این اتصال، به کمک بردی به نام برد پایه انجام می پذیرد. حداکثر تعداد کارتهایی که می‌توان به این سیستم متصل کرد محدود به اندازه برد پایه و بار نرم افزاری اضافه شده به UIOC است.

هر کارت ورودی دیجیتال، دارای 32 ورودی است که وظایف ایزولاسیون ، صافی کردن، ایجاد تاخیر و گروه بندی سیگنالهای ورودی را بعهده دارد.

نرم‌افزار واحد ورودی دیجیتال، که توسط UIOC اجرا می‌گردد، وظیفه برطرف کردن بانس ورودیها، زدن برچسب زمانی و شناسایی تغییر وضعیت مجاز، یا شمارش پالس‌ها و در نهایت فرستادن این تغییر وضعیت‌ها به همراه برچسب زمانی به مدول اصلی پایانه را بعهده دارد.

3-5-3- طراحی سخت افزار بردهای ورودی دیجیتال

طبق مشخصات فنی خواص زیر از سخت افزار انتظار می‌رود:

الف) ایزولاسیون نوری

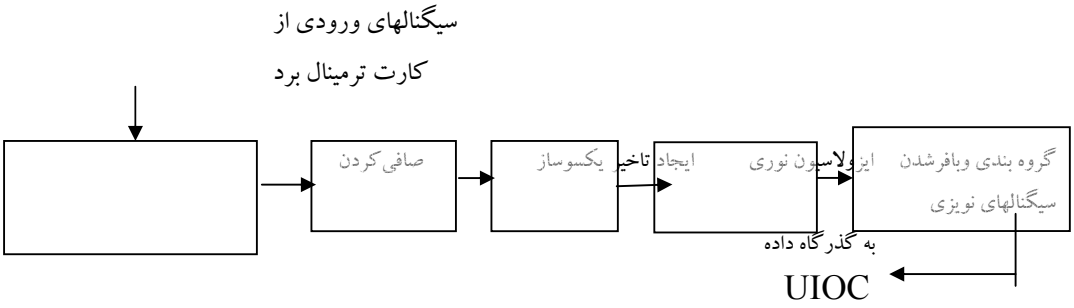
ب) محدود سیگنالهای ورودی 24 VDC

ج) یکسو سازی برای از بین رفتن حساسیت نسبت به جهت ولتاژ ورودی

د) ایجاد تاخیر

ه) فیلترینگ سیگنالهای نویزی

بر این مبنا بلوک دیاگرام این برد بصورت زیر می‌باشد:



شکل 2-17 – بلوک دیاگرام کارت DI

3-6- مدول خروجی دیجیتال

وظیفه برد خروجی دیجیتال اعمال فرمانهای صادره از مدول اصلی پایانه، به محیط فیلد است. عملکرد صحیح این برد، مستلزم تحریک و بازنشاندن درست (انتخاب بدون خطا) و به موقع یک سری رله می‌باشد. از آنجائیکه این رله‌ها، برای کنترل منابع ارزشمند موجود در پستها و نیروگاهها به کار گرفته می‌شوند، بنابراین روش طراحی این برد،بگونه‌ای است که خطاهای رایج، در سیستمهای کامپیوتری اعم از نرم افزاری و سخت افزاری، به حداقل ممکن رسید.

صحت ارسال و انجام فرامین در تمامی مراحل، چک می‌شود و در صورت مشاهده هر گونه ناسازگاری، از ادامه فعالیت کنترلی این برد، جلوگیری به عمل می‌آید. بردهای خروجی دیجیتال، هوشمند نیستند و کلیه عملکردهای نرم افزاری آنها، توسط واحد هوشمند دیگری به

نام UIOC (واحد پردازشگر ورودی / خر.جی) انجام می‌گیرد. بردهای خروجی دیجیتال، از طریق یک برد پایه به بردهای UIOC متصل می‌گردند.

هر برد خروجی دیجیتال از قسمتهای عمده زیر تشکیل یافته است:

1- سخت افزارهای لازم برای انتخاب یک رله

2- سخت افزارهای لازم برای تست و کنترل عملکردهای برد

3- طبقات خروجی شامل رله‌ها و راه اندازی آنها

4- مدار واسط مورد نیاز برای اتصال به برد UIOC

مشخصات سخت افزاری و عملکردی این برد به شرح زیر می‌باشد:

2-6-1- مشخصات عملکردی برد خروجی دیجیتال

1- این مدول قادر به صدور خروجی، به صورت پالسی می‌باشد. مدت زمان خروجی پالسی، برای هر یک از نقاط خروجی، بصورت جداگانه قابل تعریف و تغییر می‌باشد. حداقل پهنای پالس خروجی، 10 میلی ثانیه و قابل افزایش تا حداقل 3 دقیقه در پله‌های 10 میلی ثانیه‌ای می‌باشد.

2- می‌توان با استفاده از یک کلید، از اعمال فرامین صادره توسط این مدول به محیط خارج جلوگیری بعمل آورد. (این کلید موسوم به کلید حالت محلی / دور دست(Local / Remote) می‌باشد)

3- با توجه به نوع پروتکل ارتباطی، این مدول قادر به اعمال فرمان، بصورت دو مرحله‌ای می‌باشد. در مرحله اول، مسیر اعمال کنترل، به نقطه خروجی مورد نظر، انتخاب می‌شود. در مرحله دوم، چنانچه انتخاب به درستی صورت گرفته باشد و فرمان اجرا نیز از مرکز کنترل توسط پایانه دریافت گردد (فقط در مورد مراکز کنترل هیتاچی) فرمان کنترل، به نقطه خروجی مربوطه اعامل می‌شود.

چنانچه پس از گذشت مدت زمان معینی که قابل تعریف و تغییر می‌باشد، فرمان اجرا توسط پایانه دریافت نگردد کلیه مدارهایی که در مرحله انتخاب نقطه نظر مورد نظر فعال شده‌اند به حالت اولیه بازگردانده می‌شوند (این مدت زمان حداکثر 30 ثانیه می‌باشد). در اینصورت اجرای فرمان منوط به دریافت مجدد پیغام مربوط به انتخاب توسط پایانه می‌باشد.

5- به منظور جلوگیری از اعمال فرمانهای اشتباه، در اثر کارکرد غیر صحیح عناصر مختلف، در هر یک از مراحل انتخاب و اجرای فرمان، مسیرهای اعمال فرمانها، چک می‌گردند و در صورت صحت کار آنها، مراحل بعدی اجرا می‌شوند.

3

-6-2- مشخصات سخت افزاری برد خروجی دیجیتال

1- این مدول متشکل از تعدادی بردهای مدار چاپی، با ظرفیت حداقل 22 نقطه دو حالته خروجی درهر برد می‌باشد.

2- مدارهای اعمال کنترل، بگونه‌ای طراحی شده‌اند که به هنگام روشن و یا خاموش شدن پایانه فرمانهای ناخواسته‌ای ارسال نگردد.

3- مدار محدود کننده جریان رله‌های خروجی، به نحوی طراحی شده‌اند که چنانچه در صورت کارکرد غیر صحیح عناصر مختلف، چندین رله به طور همزمان انتخاب شده باشن، هیچ یک از رله‌ها نتوانند تحریک گردند. قابلیت استفاده از این ویژگی، برای بعضی از نقاط خروجی به صورت انتخابی (توسط جامپر) می‌باشد به نحوی که می‌توان در بعضی موارد، چندین خروجی را به طور همزمان نیز اعمال نمود. (مثلاً در مورد فرمان بالا / پایین واحدهای مختلف نیروگاه).

4- ولتاژهای توصیه شده برای مقادیر دیجیتال خروجی، طبق استاندارد IEC 870-3 ، 24 یا 48 VDC می‌باشد.

5- نمایش وضعیت کاربردی برد، توسط یک IED که نشان دهنده صحت تغذیه برد خروجی دیجیتال و همچنین نمایشگر فعال شدن مدول نرم افزاری این برد (هنگام چشمک زدن) است، انجام می‌گیرد.

6- رله‌های برد خروجی دیجیتال از نوع MR62 –12 UKSRY شرکت NEC می‌باشند که مشخصات آنها به شرح زیر است:

- Coil Voltage : 12 VDC
- Coil resistance: 375
- Contract Arrangement : SPDT

- Contract Rating : 0.6A @ 110 VDC
  24 @ 30 VDC

3-6-3- بخش کنترل و ارتباط با گذرگاه

این بخش از پنج واحد عمده تشکیل شده است که در زیر هر کدام شرح داده می‌شود:

- رمز گشایی آدرس گروه انتخاب شده

عمل رمزگشایی آدرس گروه انتخاب شده، در این قسمت انجام می‌شود با توجه به نتیجه این قسمت می‌توان بـه یکـی از گروههـای خروجی، دسترسی داشت.

- بررسی صحت بایت داده

از این قسمت برای بررسی صحت گذرگاه داده برد خروجی دیجیتال و بایت داده ارسالی، جهت فعال شدن رله، استفاده می‌شود بـه عنوان مثال در این قسمت می‌توان مقایسه بایت داده با مکمل آن را انجام داد.

- مدار محدود کننده جریان

برای اطمینان از صحت اعمال فرمان، جریان کشیده شده توسط رله‌های خروجـی در ایـن قـسمت، مونیتـور مـی‌شـود و در صـورت مشاهده هر گونه اشکالی از ادامه فرمان جلوگیری می‌شود.

- فعال شدن رجیستر فرمان

بعد از اطمینان از صحت داده ارسالی و با توجه به رمز گشایی صحیح گروه انتخاب شده فرمان در این رجیستر ذخیره می‌شود.

- بایت تشخیص

دسترسی به این بایت، باعث می‌شود تا کد مشخصه برد خروجی دیجیتال، روی گذرگاه داده قرار گیـرد از طریـق ایـن بایـت واحـد کنترل ورودی و خروجی اصلی برد خروجی دیجیتال را تشخیص می‌دهد.

3-6-4- طبقات خروجی

اعمال فرمان نهایی در برد خروجی دیجیتال، با نوشتن بایت داده، در یکی از رجیسترهای طبقه خروجی، انجام می‌گیرد. جهت فعـال کردن رله‌اعمال می‌شود پیکر بندی رله‌های خروجی با توجه به کاربرد آنها، قابل تغییر می‌باشد این کار توسط جامپرهـایی کـه در بـرد خروجـی دیجیتال به همین منظور تعبیه شده است انجام می‌گیرد.

3-6-5- مسیر اعمال فرمان به یک رله مشخص

انتخاب یک رله با انتخاب آدرس گروه آن و سپس بیت متناسب با آن رله در گروه انتخاب شده مسیر اسـت. نکتـه‌ای کـه در حـین اعمال فرمان باید مورد توجه قرار گیرد این است که در هر زمان تنها یک رله موقت می‌تواند فعال شود بنابراین فعال شـده همزمـان دو گـروه از رله‌ها، یا دو رله در یک گروه، به معنی وجود اشکال در برد یا فرمان است و باید از ادامه ارسال اینگونه فرمانها ممانعت به عمل آورد.

سیگنال STB کنترل کننده توالی اعمال فرمان است. آخرین مرحله اعمال فرمان توسط ایجاد کلاک در ورودی CLK (پایه 11) یکی از قفل کننده‌های طبقات خروجی است این کلاک بعد از اطمینان از صحت آدرس و داده جهت انتخـاب رلـه مـورد نظـر بـا کمـک سیگنال STB ایجاد می‌شود. اعمال فرمان را می‌توان به 4 مرحله عمده تقسیم کرد، جزئیات هر مرحله در زیر آورده شده است:

3-6-6- انتخاب آدرس برد و گروه رله

اولین مرحله جهت فعال کردن یک رله در برد خروجی دیجیتال انتخاب برد و گروه رله مورد نظر در برد است. برای این منظور ابتدا آدرس گروه مورد نظر در برد روی آدرس گذرگاه قرار می‌گیرد این آدرس توسط مقایسه کننده U2 با آدرس بردهای مختلف که توسط سوئیچ S1 مشخص می‌شود مقایسه شده و در صورت هم ارزی آدرس برد با آدرس روی آدرس گذرگاه، پایه 6 از مقایسه کننده U2 که بیانگر تساوی دو آدرس است فعال می‌شود.

فعال شدن این سیگنال باعث فعال شده دیکودر U1 می‌شود و در صورت فعال شدن دیکودر با توجه به خطوط پایین آدرس (AO0 –AO1) یکی از خروجیهای دیکودر فعال می‌شوند. فعال شدن خروجی دیکودر باعث انتخاب گروه مورد نظر از رله‌ها می‌شود. اولین مرحله فیدبک بلافاصله بعد از قرار گرفتن آدرس روی گذرگاه آدرس قرار دارد.

در این هنگام با توجه به فعال شدن بافر U3 خروجی آن از طریق گذرگاه ورودی داده (DI 0 , DI1) قابل خواندن است این بایت پس از خوانده شدن توسط نرم افزار بررسی می‌شود تا اولاً برد با آدرس داده شده درست انتخاب شده باشد، ثانیاً گروه مورد نظر درست انتخاب شده و تنها یک گروه انتخاب شده باشد در صورت صحت این مرحله از فرمان، اعمال فرمان ادامه پیدا می‌کند. شکل 2-19 سخت افزار این مرحله را نشان می‌دهد.

3-6-7- انتخاب رله در گروه انتخاب شده

بعد از انتخاب یک گروه از رله‌ها و اطمینان از صحت این انتخاب، بایت فران جهت فعال کردن یک رله در گروه انتخاب شده در گذرگاه خروجی داده نوشته می‌شود. در این بایت به ازای هر رله فعال بیت یک و به ازای هر رله غیر فعال بیت صفر در نظر گرفته می‌شود. به دلیل استفاده‌های دیگری از گذرگاه خروجی داده جهت اطمینان از صحت داده در مراحل بعد انجام می‌گیرد.

در این مرحله لازم است محتوای گذرگاه خروجی داده در محلی ذخیره شود تا بعداً مورد استفاده قرار گیرد این کار توسط قفل کننده U8 انجام می‌گیرد ، کلاک لازم برای قفل کردن داده با کمک سیگنال STB تامین می‌شود. بدین صورت که بعد از نوشتن داده در گذرگاه خروجی داده، سیگنال STB صفر می‌شود . صفر شدن این سیگنال علاوه بر اینکه باعث آمدن کلاک در ورودی U8 , CLK و قفل شدن محتوای گذرگاه داده می‌گردد باعث فعال شدن بافر U9 می شود و با فعال کردن بافر U11 و غیر فعال کردن بافر U3، امکان خواندن وضعیت رله‌های خروجی را از طریق گذرگاه داده ورودی (DI0 –DI7) فراهم می‌کند.

در مرحله بعد محتوای گذرگاه داده ورودی خوانده می‌شود. این مقدار وضعیت رله‌های خروجی را مشخص می‌کند. در صورتی که وضعیت به گونه‌آی باشد که امکان فعال کردن یک رله وجود داشته باشد کار ادامه پیدا می‌کند. توضیحات بیشتر در مورد وضعیت رله‌های خروجی در قسمت فیدبک جریان آمده است.

3-6-8-تایید انتخاب درست رله در گروه انتخاب شده

بعد از بررسی وضعیت فیدبک جریان و اطمینان از امکان اعمال فرمان به طبقه خروجی جهت اطمینان از بایت داده مشخص کننده رله در گروه مکمل یک بایت داده، بر روی گذرگاه خروجی داده، نوشته می‌شود این مقدار، با مقدار قبلی بایت داده، که توسط قفل U8 ذخیره شده بود توسط گیتهای XOR U13 , U12 مقایسه می‌شود در صورتی که خروجی تمام گیتهای XOR یک باشد (یعنی بایت داده درست باشد) خروجی گیت U9, NAND صفر شده و با توجه به صفر بودن مقدار STB پایه مشترک گیتهای U14 , OR که برای تولید کلاک به کار می‌روند صفر می‌شود.

صفر شدن این سیگنال باعث صفر شدن خروجی یکی از گیتهای U14 , OR می‌شود. این گیت همان گیتی است که ورودی دیگر آن توسط دیکودر U1 صفر شده است. در این مرحله گذرگاه ورودی داده خوانده می‌شود تا 5 بیت بالای آن که بیانگر وضعیت

کلاک ورودی قفلهای طبقه نهایی و پایه مشترک گیتهای OR است، بررسی شوند و در صورت وجود خطا، در هر کدام از آنها از ادامه اعمال فرمان جلوگیری بعمل می‌آید.

3-6-9- اعمال فرمان نهایی

آخرین مرحله تست، بیانگر انتخاب درست یک گروه و رله مورد نظر در آن گروه می‌باشد. در این حالت، پایه ورودی CLK از قفلهای طبقه خروجی تنها در گروه انتخاب شده صفر بوده و در بقیه یک می‌باشد و بایت داده که مشخص کننده یک رله در گروه انتخاب شده است، در ورودی تمام قفلها، وجود دارد.

با یک شدن پایه ورودی CLK در قفل مورد نظر بایت داده قفل شده و فرمان اعمال می‌گردد. این کار با کمک سیگنال STB انجام می شود . یک شدن این سیگنال باعث یک شدن پایه مشترک گیتهای U14 OR می شود واین به نوبه خود باعث ایجاد کلاک و در نتیجه قفل شدن فرمان می‌شود.

فرمان از طریق راه اندازهای خروجی، به بوبین رله، اعمال شده و باعث بسته شدن تیغه اتصال آنها می‌شود. در این مرحله ، آخرین فیدبک که به صورت آنالوگ بوده و بر اساس میزان جریان لازم برای فعال شدن رله کار می کند قرار دارد.

برای اطمینان از انجام فرمان، با صفر کردن سیگنال STB، وضعیت فیدبک جریان خوانده می‌شود.

3-6-10- مدار محدود کننده جریان

جهت اطمینان از عملکرد صحیح برد و فعال شدن درست یک رله مدار محدود کننده جریان در نظر گرفته شده است. عملکرد این مدار، بر اساس جریان لازم برای فعال شدن رله‌ها می‌باشد. بدین صورت که جریان کلیه رله‌های موقت، از طریق این مدار تامین می‌شود و از آنجا که مدار محدود کننده جریان، تنها قادر به تامین جریان لازم برای فعال شدن یک رله می‌باشد، فعال شده همزمان بیش از یک رله موقت، از طریق این مدار میسر نیست.

با توجه به پیکر بندی رله‌های طبقه خروجی برد، در هر دو مد بالا / پایین و باز / بسته که رله‌ای مورد دسترسی قرار می‌گیرد، جریان مورد نیاز رله‌ای دائمی، مستقیماً توسط منبع تغذیه تامین می‌شود و نیازی به کنترل آن توسط مدار فیدبک جریان نیست. اما در مورد رله‌های موقت، چون در هر لحظه، حداکثر یک رله از میان آنها می‌تواند فعال شود و فعال شدن بیش از یک رله، به منزله خرابی در برد یا اشتباه در اعمال فرمان می‌باشد، باید فرمان اشتباه،از طریق مدار فیدبک جریان، تشخیص داده شود و از آنجا که این مدار، بعد از اعمال فرمان کار می کند باید به طور خودکار و بدون توجه به فرمان ارسالی، جلوی اعمال فرمان را بگیرد.

بنابراین مدار محدود کننده جریان، آخرین فیدبک جهت اطمینان از صحت ارسال فرمان به طبقه خروجی در برد خروجی دیجیتال می‌باشد که دو تفاوت عمده با مسیرهای فیدبک قبلی برد دارد:

اول اینکه بعد از اعمال فرمان، قرار گرفته است.

دوم اینکه می‌تواند به طور خودکار و بدون توجه به فرمان ارسالی، از ادامه اعمال فرمان، جلوگیری می کند، در صورتی که در بقیه مسیرهای فیدبک، بعد از تشخیص خطا در فرمان یا برد، تصمیم گیری به عهده نرم افزار می‌باشد.

3-6-11- ساختار مدار محدود کننده جریان

مدار محدود کننده جریان از دو قسمت عمده تامین و کنترل جریان، تشکیل شده است. دو ترانزیستور PNP و تامین کنندهٔ جریان لازم، برای فعال شدن رله‌ها هستند و یک مقایسه‌گر، هسته اصلی قسمت کنترلر جریان را تشکیل می‌دهد.

جهت اعلان وضعیت مدار محدود کننده جریان و نحوه اجرای فرمان ارسالی در طبقهٔ خروجی، ولتاژ کنترل ترانزیستورها و همچنین جریان‌های خروجی از طریق یکسری مدارهای واسطه، بصورت قابل خواندن توسط نرم افزار در می‌آیند تا فرمانهای بعدی بر اساس وضعیت جاری طبقه خروجی ارسال شوند.

این مدار در هر دو مدکاری بالا / پایین و باز / بسته برای کنترل جریان رله‌های خروجی بکار می‌رود، تنها تفاوتی که بین دو مد کارکرد مدار وجود دارد، فعال شدن همزمان یکی از رله‌های اصلی باز یا بسته، با یکی از رله‌های دیگر است. بنابراین در مد باز / بسته، نباید جلو فعال شدن همزمان رله اصلی و یک رله دیگر را گرفت. برای این منظور، مسیر جریان برای دو رله اصلی در مد باز / بسته با مسیر جریان رله‌های دیگر، متفاوت در نظر گرفته شده است تا علاوه بر اینکه مانع از فعال شدن همزمان دو رله عادی یا دو رله اصلی شود، از فعال شدن یک رله اصلی و یک رله عادی در این مد جلوگیری نکند.

3-7- مدول ورودی آنالوگ

وظیفه مدول ورودی آنالوگ، نمونه‌برداری از سیگنال‌های آنالوگ، تبدیل آنها به مقادیر دیجیتال و بافر نمودن آنها می‌باشد تا توسط مدول اصلی پایانه جمع آوری گردند. ورودی‌های آنالوگ از طریق یک سری تراشه‌های انتخاب کننده به تراشه مبدل آنالوگ به دیجیتال موجود در برد وصل می‌شوند. انتخاب هر ورودی از طریق نرم افزار انجام می‌گیرد و در هر لحظه تنها یک ورودی (از هر برد) به تراشه A/D موجود بر روی آن برد وصل می‌شود.

بردهای ورودی آنالوگ، به طور کلی شامل دو بخش اصلی ورودی و نمونه برداری می‌باشند که در قسمت ورودی آن، سیگنالهای وارده برای نمونه برداری آماده می‌شوند. نویزهای فرکانس بالا پس از عبور از فیلترهای پایین گذر، حذف می‌گردند.

سپس هر یک از ورودیها به ترتیب به تراشه A/D متصل می‌شوند و مقادیر متناظر دیجیتال آنها محاسبه می‌شود. این قسمت از یکسری تراشه انتخاب کننده تشکیل شده است. عمل انتخاب ورودی‌ها بوسیله نرم افزار صورت می‌گیرد. هر ورودی در یک دوره تناوب ثابت نمونه برداری می‌شود که این پریود، برابر با مجموع زمان مورد نیاز برای محاسبه مقادیر متناظر دیجیتال کلیه ورودیهای یک برد می‌باشد.

برای حذف نویز ورودی در این مرحله، از تقویت کننده تفاضلی استفاده می‌گردد و در قسمت نمونه‌برداری عمل تبدیل سیگنال آنالوگ به دیجیتال، توسط A/D صورت می‌گیرد.

3-7-1- مشخصات عملکردی مدول ورودی آنالوگ

3-7-1-1- نوع سیگنال ورودی به برد می‌تواند از نوع ولتاژ یا جریانی باشد.

3-7-1-2- حداکثر مدت زمان نمونه برداری از کلیه ورودیها بیش از دو ثانیه نمی‌باشد.

3-7-2- مشخصات سخت افزاری مدول ورودی آنالوگ

1- این مدول متشکل از تعدادی بردهای مدار چاپی با ظرفیت 16 نقطه ورودی در هر برد می‌باشد.

2- رنج سیگنالهای قابل قبول ورودی توسط این برد عبارتند از $\pm 1VDC$ 0-20 mA , و 4-20 mA که جهت تبدیل ورودی‌های جریانی به ولتاژ از یک مقاومت Plug − in در سر هر کانال ورودی استفاده می‌شود. البته لازم به ذکر است که با استفاده از ترمینال برد ورودی آنالوگ که عملیات مقیاس‌دهی سیگنال ولتاژ ورودی بر روی آن قابل انجام است. رنج سیگنالهای ورودی شامل ولتاژهای $\pm 10VDC, \pm 5VDC$ نیز می‌گردد. با جامپرهایی که بر روی ترمینال برد قرار می‌گیرند می‌توان هر یک از حالات مختلف فوق را بعنوان ورودی پذیرفت.

3- نویز 50 هرتز با استفاده از یک مبدل آنالوگ به دیجیتال با روش انتگرال‌گیری که مجهز به ورودی تفاضلی است حذف می‌گردد.

4- تقویت کننده جداساز بکار رفته از نوع AD202 و با درجه دقت بسیار بالا می‌باشد که مشخصات فنی آن در ضمیمه شماره 5 آورده شده است.

5- A/D بکار رفته از نوع ICL7109 CPL می‌باشد که دارای مشصخات کلی زیر است:

الف) عملکرد 12 بیتی بعلاوه یک عدد بیت علامت مجزا (عملکرد واقعی 13 بیتی است).

ب) عدم نیاز به sample and hold چرا که اندازه‌گیری بصورت دوشیبی صورت می‌گیرد.

در این نوع A/D می‌توان با تمهیدات خاصی فرکانس مزاحم و هارمونیک های زوج و فرد آن را حذف کرد. در اینجا باید نویز 50 هرتز را حذف نمود.

ج)دارای خروجیهای موازی بصورت 8 و 14 بیتی بوده و همچنین دراای خروجی سریال می‌باشد که تراشه را قادر می‌سازد با تراشه‌های ART بتواند مرور شود.

د) دارای خروجی های OR,POL می‌باشد این خروجی ها به ترتیب وضعیت مثبت یا منفی بودن سیگنال ورودی و سریز شدن سیگنال آنالوگ ورودی به تراشه را مشخص می‌نماید.

ه) دارای یک ورودی تست می‌باشد که کاربر را قادر می‌سارد تا در صورت لزوم اقدام به تست تراشه A/D نمیاد.

2-6-2-6- حساسیت مدول نسبت به تغییرات درجه حرارت برابر $\pm 100\,ppm/0C$ است.

6-خطای تبدیل مقادیر آنالوگ به دیجیتال حداکثر یک دهم درصد بعلاوه یک بیت در دمای کاری پایانه می‌باشد. $(Accuracy: \pm 0.1\%, ae1LSB)$.

7- بمنظور چک نمودن خطای تبدیل A/D یک ولتاژ دقیق قابل تنظیم بعنوان ولتاژ مبنا موجود می‌باشد و بعنوان یک ورودی آنالوگ اندازه‌گیری می‌گردد.

8- برد دارای یک سیستم نمایشگر کانال ورودی می‌باشد که کاربر را قادر به قرائت کانال انتخابی می‌نماید. همچنین LEDهایی به منظور نمایش حالت کاری برد قرار داده شده است.

9- ولتاژ تغذیه مورد نیاز این مدول برابر با 5+ ولت می‌باشد و بقیه ولتاژهای مورد نیاز در داخل هر یک از بردهاساخته می‌شود.

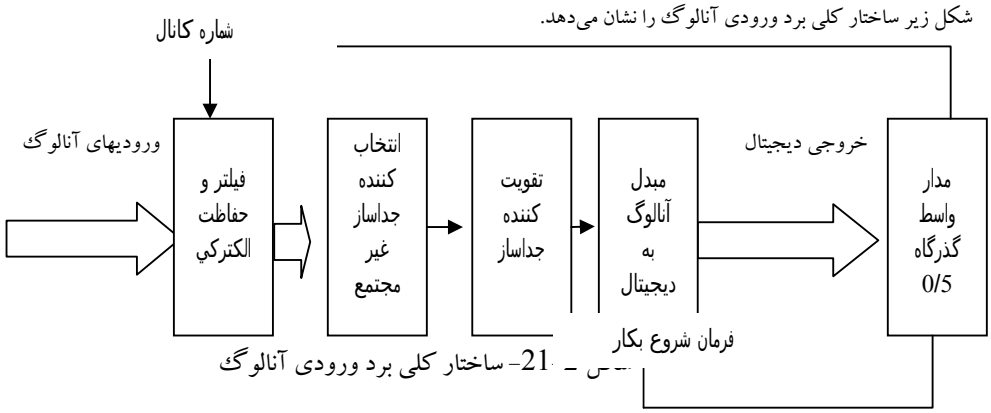
10- ابعاد فیزیکی برد برابر استاندارد 6U می‌باشد.

11- میزان جداسازی سیگنالهای ورودی از سیستم برابر 1500VDC می‌باشد.

12- نقاطی جهت کالیبراسیون واندازه‌گیری ولتاژ مبنا بر روی برد در نظر گرفته شده است.

3-7-3- ساختار کلی برد ورودی آنالوگ

شکل زیر ساختار کلی برد ورودی آنالوگ را نشان می‌دهد.



ـ ـ ـ ـ ـ 21- ساختار کلی برد ورودی آنالوگ

همانگونه که از شکل دیده می‌شود این برد از یک سو با سیگنالهای ورودی آنالوگ و از سوی دیگر با گذرگاه ورودی — خروجی سیستم در ارتباط می‌باشد. این برد شامل دو بخش دیجیتال و آنالوگ است. بخش آنالوگ سیستم وظیفه فیلتر کردن، حفاظت در برابر ولتاژهای بالا، تبدیل سیگنال ورودی از حالت جریانی به ولتاژی (در صورت نیاز) را بعهده دارد.

از سوئیچهای آنالوگ جهت انتخاب نمودن کانالهای ورودی استفاده گردیده است. کنترل این سوئیچها توسط بخش دیجیتال سیستم انجام می‌شود . در نقاط اتصال بخش دیجیتال و آنالوگ به یکدرگیر با اعمال تمهیدات لازم جداسازی‌هایی انجام شده است که در هنگام شرح واحدهای مربوطه، توضیحات آنها خواهد آمد. در زیر اسامی این واحدها به همراه توضیح مختصری دربارهٔ آنها آورده شده است.

3-7-4- واحد رمزگشای آدرس

این واحد شاهرگ اصلی برد AI محسوب می‌شود و دروازه ارتباط برد AI با برد UIOC می‌باشد. خطوط آدرس گذرگاه ورودی — خروجی از طریق این واحد رمزگشائی کردیده و نوع ورودی یا خروجی لازم از طریق آن تعیین می‌شود. در واقع این واحد نقش فعال کننده را برای سایر مدارهای داخلی برد AI فراهم می‌آورد.

8 بیت آدرس گذرگاه و 4 ورودی مربوط به محل شکاف کارت بر روی برد پایه و همچنین سیگنالهای کنترلی RST,R/W به این واحد وارد می‌شوند.

این واحد سیگنالهای کنترلی لازم را برای کارکردن واحدها مختلف برد جهت انتخاب یک کانال یا خواندن مقدار دیجیتال حاصله تولید می‌نماید.

3-7-5- واحد قفل کننده آدرس

این واحد از یکسو با گذرگاه داده‌های دیجیتال در ارتباط است و از سوی دیگر وظیفه نگهداری آدرس کانال آنالوگ برای استفاده سایر واحدهای برد را برعهده دارد.

3-7-6- واحد نمایشگر کانال

این واحد شامل مدارات مربوط به نمایش شماره کانال انتخاب شده می‌باشد. این واحد از اطلاعات خروجی واحد قفل کننده آدرس استفاده می‌نماید. با این واحد همچنین اطلاعاتی درباره کارکرد بعضی ازواحدهای مهم مدار از جمله A/D به نمایش در می‌آید.

3-7-7- واحد فعال ساز انتخاب کننده آنالوگ

این واحد وظیفه تولید 2 سیگنال مهم فعال کننه در کل برد را بعهده دارد. سیگنال فعال کننده اول که با MUXE نشان داده شده است به محض فعال شدن سبب رمزگشائی 4 خط داده مربوط به انتخاب کانال می‌گردد و به این ترتیب کانال آنالوگ عملاًانتخاب گردیده و مسیر آن برقرار می‌شود. سیگنال فعال کننده دیگر که با R/H نشان داده شده است کنترل کننده وضعیت و مدکاری A/D می‌باشد و به محض فعال شدن آن A/D شروع به انجام تبدیل ولتاژ آنالوگ ورودی به مقدار دیجیتال می‌نماید. کلیه ملاحظات زمانی لازم برای معتبر بودن سیگنال آنالوگ موجود در ورودی A/D توسط این سیگنال در نظر گرفته می‌شود.

3-7-8- واحد انتخاب کننده آنالوگ

این واحد که شامل رمزگشا و انتخاب کننده‌های غیر مجتمع می‌باشد از یکسو با کانالهای آنالوگ ورودی و از سوی دیگر با داده‌های خروجی واحد قفل کننده آدرس که همان آدرس کانال می‌باشد مرتبط است. این واحد قسمت زیادی از بخش آنالوگ سیستم را در بر می‌گیرد و شامل فیلترهای ورودی ،حفاظت در برابر ولتاژهای ناخواسته بالا و همچنین سوئیچهای آنالوگ می‌باشد.

این سوئیچها نقش انتخاب کننده را ابفاء می‌نمایند و توسط سیگنالهای کنترلی حاصله از خروجی رمزگشا باز و بسته می‌شوند. ورودیهای آنالوگ که به این واحد وارد می؛ردند توسط داده مربوط به آدرس کانالها انتخاب گردیده وبه این ترتیب یکی از ورودی‌ها انتخاب شده و راه خود را به خروجی این واحد باز می‌نماید. این سیگنال بعداً در اختیار واحد تقویت کننده جداساز قرار می‌گیرد.

3-7-9- واحد توقیت کننده جداساز

این واحد وظیفه جداسازی سیگنال آنالوگ انتخابی را از بخش دیجیتال سیستم بعهده دارد . در واقع توسط این واحد مقدار ولتاژ ورودی آنالوگ به خروجی واحد منتقل می گردد بی آنکه خود سیگنال بصورت فیزیکی از واحد رد شود. این عمل توسط تقویت کننده جداساز که از پریهاترین تراشه های مدار می‌باشد انجام می گیرد.

3-7-10- واحد مبدل آنالوگ به دیجیتال

وظیفه این واحد تبدیل سیگنال آنالوگ به دیجیتال می‌باشد. سیگنال دیجیتال شده توسط گذرگاه داده سیستم به برد UIOC منتقل می‌شود.

3-8- مدول شمارنده پالسهای ورودی PCI

1- مدول DI وظیفه این مدول را انجام می‌دهد و این کار از طریق تعریف گروههای موجود DI بصورت شمارنده پالس قابل انجام است.

2- شمارش پالسها بصورت نرم افزاری انجام می‌پذیرد و با آمدن فرمان freeze مقدار این شمارنده‌ها دربافرهایی ذخیره می گردد.

3- از آنجائی که مدول ورودی دیجیتال دارای 32 نقطه ورودی است و هر ورودی می‌تواند تا فرکانس 50hz تغییر وضعیت دهد. البته با توجه به امکان تغییر فرکانس نمونه برداری می‌توان فرکانسهای بالاتری را نیز پوشش داد.

4- ایزولاسیون ورودی نسبت به خروجی تا 2 کیلو ولت که توسط H11AA1 انجام می‌شود.

5- ابعاد برد 6U(23.3x16cm) می‌باشد.

3-9- مدول خروجی آنالوگ AO

1- هر برد دارای چهار خروجی می‌باشد.

2- جهت امنیت داده‌ها دارای انتخاب ، چک، و اجرا می باشد.

3- دارای محدود کننده جریان.

4- ایزولاسیون ورودی نسبت به خروجی تا 2 کیلو ولت.

5- خروجی صفر در زمان خاموش بودن RTU.

6- رنج خروجی قابل تنظیم در رنج 0-20mA.

7- خطای تبدیل سیگنال $\frac{1}{2}LSB$ در 12bit می باشد.

3-10- مودم

1- مودم قابلیت کار در مود سنکرون و آسنکرون را دارد.

2- طراحی مودم بر اساس DSP می باشد.

3- نوع مدولاسیون مودم FSK می باشد و پایین باند فرکانس به منظور انتقال صدا خالی گذاشته شده است $(fc = 2760 \pm 240)$ که توسط دیپ سوئیچ این فرکانس قابل انتخاب می‌باشد.

4- سرعت و فرکانس و مودهای کاری توسط میکروسوئیچهای متناظر برنامه‌ریزی می‌شوند.

5- نمایشگرهای وضعیت کاری مودم عبارتنداز:TXD,RXD,RTS,DCD,MODEM Fail

6- مودم قابلیت اتصال به خطوط 2 و 4 سیمه را دارا می‌باشد.

7- مودم قابلیت کار در حالت Full-duplex, Half-duplex را دارا می‌باشد.

8- مدار اینترفیس از نوع CCTTT V.24 و شامل مدارهای 113,105,106,102,103 برای ارسال اطلاعات و مدارهای 115,110,109,107,102,104 برای دریافت اطلاعات می‌باشد.

9- مشخصه الکتریکی مدار اینترفیس RS-232 می‌باشد.

10- سرعت تبادل اطلاعات قابل تعریف توسط دیپ سوئیچ (200,300,600,1200bps) می‌باشد.

11- نرخ خطای بیتی در حدود 10^{-5} می‌باشد.

12- قابیت دریافت سیگنالهای ورودی تا 40db– در حضور S/N=15db.

13- قابلیت ارسال سیگنال از 12db– تا 4db+ بطور جامپری.

14- آزمایش مودم در دو حالت Local Test, Line Test امکان پذیر می‌باشد.

15- امکان اتصال گوشی و دهنی به مودم جهت مکالمه در نظر گرفته شده است.

16- مودم دارای دو پورت می‌باشد که بر اساس سطح کاربر سیگنال سوئیچ می‌کند.

17- تولید شده توسط شرکت واف.

18- ابعاد برد 6U(23.3x16cm) می‌باشد.

3-11- اطلاعات فنی در مورد منبع تغذیه

1- ولتاژ ورودی 48Vdc (36Vdc<Vin<70Vdc)

2- ولتاژهای نامی خروجی 12Vdc,+12Vdc,5Vdc– می‌باشد.

3- جریان 12A برای خروجی 5V جریان 1.5A برای خروجیهای 12V+ و 12V– در نظر گرفته می‌شود.

4- ارای توان 80 وات است.

5- یازده آن 74 تا 81 درصد است.

6- ابعاد برد 6U(23.3x16cm) می‌باشد.

7- منبع تغذیه به صورت rack mount می‌باشد و فضای اضافی احتیاج ندارد.

8- ریپل خروجی بر روی 5 ولت کمتر از 50mVp-p.

9- برد دارای حفاظتهای اتصال کوتاه در وردی و خروجی، اضافه و کاهش ولتاژ در ورودی و خروجی.

10- وزن آن حدود نیم کیلوگرم است.

11- بصورت rack-mount است.

12- تولید شرکت متن نیرو.

3-12- مشخصات گذرگاه I/O

گذرگاه I/O مسیر ارتباطی بین مدول UIOC و بردهای ورودی – خروجی به آن می باشد، این گذرگاه در حقیقت کانال ارتباطی بین یک مدول کنترل کننده اصلی گذرگاه و یکسری مدول Slave است. مشخصات عمومی این گذرگاه عبارتنداز:

1- سازگار با سطوح ولتاژ خانواده HC(High Speed CMOS).

2- ساختار ساده مدارهای اینترفیس مخصوص این گذرگاه.

3- 8 خط انتقال داده دو طرفه.

4- 8 خط آدرس برای آدرس دهی ماکزیمم 256 نقطه.

5- خط مخصوص وقفه.

6- خطوط کنترلی: بمنظور تعیین جهت گذرگاه و همچنین کنترل توالی عملیات مدولهای خروجی (STB*).

7- خطوط تغذیه GC/L, -12V, +12V, +5V

3-13- تجهیزات عیب یابی و برنامه ریزی پایانه

مقدمه

تجهیزات تست، عیب یابی و پیکره بندی پایانه شامل یک کامپیوتر Notebook یک عدد مودم قابل تنظیم و نرم افزار تستر پایانه می باشد.

3-14- *مشخصات نرم افزار تستر پایانه*

نرم افزار تست پایانه برای تست دستگاه پایانه بر اساس چهار پروتکل فوق طراحی شده است. این نرم‌افزار بر روی کامپیوترهای مدل 386 و در محیط Windows قابل اجرا است. برای ارتباط با دستگاه پایانه از درگاه سریال RS232 استفاده شده است. این نرم افزار کلیه عملیات پروتکل را مطابق سه لایه Application, Physical, Link از استاندارد IEC870-5-101 و پروتکل هیتاچی و Indactic 2033 و کرمان تابلو (که هر یک بطور جداگانه قابل انتخاب می‌باشند) از جانیب مرکز کنترل کننده انجام می‌دهد.

نمایش فریمهای ارسالی و دریافتی و تفسیر آنها، نمایش وضعیت نقاط اطلاعاتی پایانه چه بصورت گرافیکی (بر روی نقشه تک خطی) و چه بصورت text امکان اراسل فریم با فرمت تعریف شده توسط کاربر، ثبت عملایت فریمها و تغییر وضعیتها روی فایل از دیگر قابلیتهای این برنامه است.

انتخابهای برنامه که پارامترهایی نظیر سرعت انتقال و شماره درگاه را شالم می‌وشد و پیگره‌بندی مشخصات پایانه روی فایل ذخیره می‌شود و قابل تغییر است . برنامه دارای دو مود مهندسی و اپراتوری است که هر یک قابلیتهای مختلفی را ارائه می‌کنند.

سرعت انتقال تا جایی که درگاه سریال کامپیوتر و درگاه سریال دستگاه پایانه اجازه می‌دهد قابل تنظیم است. کامپیوترهای شخصی معمولاً دارای دو درگاه سریال خروجی (COM1, COM2) هستند که هر کدام قابل استفاده است.

این نرم افزار بازبان Visual C نوشته شده است.

این نرم افزار دارای محیطی می‌باشد که امکان تعریف دیتابیس و تصویر سازی را دارا می‌باشد. در نتیجه با اوارد کردن مشخصات هر ایستگاه (نقشهٔ تک خطی و دیتابیس مربوط به آن) به کامپیوتر می‌توان پایانه مربوطه را تست نمود.

نرم افزار تستر تقریباً تمامی عملیات مرکز دیسپاچینگ را شبیه سازی می‌نماید.

این نرم‌افزار بطور کلی شامل سه بخش می‌باشد: User Interface, Data Base, Poller نرم افزار از طریق Poller اطلاعات RTU را کسب کرده و در Data Base قرار می‌دهد. همچنین فرمانهای صادره از User از طریق User Interface به Poller اعمال و از آنجا به RTU منتقل و پاسخ آن بازگردانده می‌شود.

User Intrface علاوه بر دریافت فرامین از User و ارسال آنها به Poller و دریافت پاسخ آنها، اطلاعات موجود در Data Base را نیز روی دیاگرام تک خطی در اختیار User قرار می‌دهد و بعلاوه از وقایع مختلفی که در سیستم اتفاق می‌افتد

شامل eventهای رسیده از RTU و فرمانهای صادره از طریق User گزارش تهیه کرده و به دستگاه خروجی مورد نظر ارسال می‌نماید.

Data Base مطابق با استاندارد DAO (Data Access Object) پیاده سازی می‌شود. DAO قابل دسترسی توسط نرم افزار Access بوده و در محیط Visual C++ بطور کامل پشتیبانی می گردد.

User Interface نمای پست تحت کنترل RTU را با یک دیاگرام تک خطی در اختیار User قرار می‌دهد و با مرور دائمی Database اطلاعات را روی دیاگرام Update می‌نماید.

همچنین فرامین صادر شده از طریق User را به Poller ارسال و پاسخ آنها را دریافت می‌نماید. امکان مشاهده وقایع اتفاق افتاده در سیستم به ترتیب زمان وقوع در پنجره Report که محتوای آن در فایل نیز ذخیره می گردد وجود دارد.

ضمن اینکه می‌توان Reportرا روی چاپگر چاپ نمود. همچنین می‌توان با انتخاب نقاط مشخصی از دیاگرام تک خطی مقادیر کسب شده در طول زمین را برای تجزیه و تحلیل‌های آتی مورد استفاده قرار گیرد. نرم افزار کلاً در محیط Windows پیاده سازی و اجرا می گردد.

3-15- دستگاه آزمایش پایانه

مشخصات سخت افزاری دستگاه:

1-1- نوع کامپیوتر و مشخصات آن:

- کامپیوتر قابل حمل (Note book).
- حافظه اصلی 4G.
- حافظه 32M RAM.
- مانیتور LCD رنگی.
- MS-Windows 2000.
- درایور فلاپی دیسک "3.5.
- پردازنده Intel Pentium.
- پورت سریال با کانکتور نوع D (9 یا 25 پایه).
- پورت موازی.

2-1- مودم قابل تنظیم و LTE

در زمان تست پایانه در صورتی که کاربر بخواهد مودم داخل پایانه را نیز تست نماید یک دستگاه مودم (بصورت External) مابین Notebook و پایانه قرار خواهد گرفت.

3-16- تابلو پایانه

3-16- **1**- *مشخصات مکانیکی*

- بدنه تابلو از ورق آهن روغنی به ضخامت 2/5 میلیمتر ساخته شده است.

- اسکلت اصلی تابلو از پروفیلهای مشبک ساخته شده و کلیه قطعات توسط پیچ و مهره به یکدیگر متصل شده‌اند و از انجام اتصالات جوشی و پرچی در تابلو کلاً پرهیز شده است،به همین منظور تغییرات در این تابلو به سهولت انجام خواهد گرفت.
- کلیه قطعات فلزی ، یراق الات و پیچ و مهره‌های استفاده شده از نوع گالوانیزه ضد زنگ و یا آلومینیوم می‌باشد.
- برای هر تابلو محل مناسب جهت قرار دادن نقشه‌های ضروری پیش بینی شده است.
- دو عدد شینه یکی مربوط به زمین کردن تابلو و تجهیزات و قطعات فلزی بدون برق و دیگری مربوط به کارتهای الکترونیکی پایانه پیش بینی شده است.
- تابلو دارای درب یک تکه از جلو می‌باشد و سابراکهای مربوط به کارتهای الکترونیکی بصورت سوئینگ و دسترسی از جلو می‌باشد.
- کانالهای پلاستیکی منساب جهت کابلهای ورودی و خروجی در تابلو نصب شده است.
- کلیه ترمینالها، ترمینال بلاکها و المانهای تابلو توسط برچسب و پلاک مشخص شده‌اند.
- تسمه های مخصوص از جنس فیبر استخوانی نسوز با ضخامت 1/5 سانتیمتر جهت محکم کردن کابلهای ورودی در تابلو پیش بینی شده است.
- قلابهای مخصوص جهت حمل و نقل در بالای تابلو و متصل به شاسی اصلی، نصب گردیده است.

3-16- 2- رنگ آمیزی

- بدنه تابلو ابتدا با مواد مخصوص چربی گیری و فسفاته شده و سپس با رنگ الکترواستاتیکی (بدنه و رنگ با بارهای مخالف باردار می‌شوند و سپس رنگ را با فشار به بدنه پاشیده می‌شود و بدین صورت رنگ تمام خلل و فرج سطح ورق را پر می‌کند) حداقل به ضخامت 60 میکرون رنگ آمیزی می‌شود.

3-16- 3- تجهیزات اضافی

- پیش بینی سیستم روشنایی که با کلید اتوماتیک بطور یکه با باز شدن درب جلو تابلو، لامپ فلورسنت با توان مصرفی 15 وات در تابلو روشن می‌شوند.
- ترموستات جهت ارسال آلارم حرارت زیاد تابلوبه مرکز کنترل این ترموستات طوری در داخل تابلو نصب شده است که سنسور مربوطه در بالاترین قسمت تابلو بوده و بمحض فعال شده (حرارت بیش از 55 درجه سانتیگراد) آلارم مربوطه را به مرکز ارسال می‌کند.
- ترمینالهای 220V-AC جهت تغذیه پریز و سیستم روشنائی تابلو در قسمت تحتانی تابلو نصب شده و حفاظ شیشه‌ای مناسب جهت جلوگیری از خطرات احتمالی نیز برای ترمینالهای مربوطه پیش بینی شده است. سیستم 220V-AC بوسیله یک کلید فیوز مینیاتوری 6A تغذیه می‌گردد.
- ترمینالهای مخصوص جهت ترکردن سیگنالهای وضعیت و نیز انجام سیم کشی آلارمهای داخلی RTU در تابلو پیش بینی شده است.
- ترمینالهای ورودی 48VDC از نوع لینک دار بوه که در مواقع لزوم می‌توان با برداشتن لینک مربوطه ولتاژ ورودی به پایانه را قطع نمود.
- کلید Remote/Local جهت تغییر وضعیت کنترلی پایانه از حالت اتوماتیک به حالت دستی در داخلی تابلو نصب شده است.

- لامپ RTU Fail که در صورت بروز هرگونه اشکالی در سیستم پایانه، روشن می‌شود در روی درب تابلو و برنگ قرمز نصب شده است.
- لامپ 48V On که در صورت برقراری ولتاژ 48Vdc در سیستم پایانه روشن می‌باشد که بر روی درب تابلو و برنگ سبز نصب شده است.
- یک عدد هیتر 200W که توسط یک عدد ترموستات کنترل می‌گردد که زمان نصب بر اساس محیط تنظیم می‌گردد. این هیتر جهت جلوگیریا ز ایجاد شبنم در داخل تابلو نصب شده است.

3-16- 4- درجه حفاظت و سیستم خنک کننده

باعنایت به این مسئله که در کلیه ایستگاهها، اطاقی جهت نصب تجهیزات اسکادا پیش بینی شده است، درجه حفاظت تابلو مطابق با استاندارد IP54, I.E.C بوده و سیستم خنک کنندگی داخل تابلو بصورت طبیعی می‌باشد.

3-16- 5- امکان گسترش

در این تابلو، با برداشتن دیواره‌های جانبی می‌توان دو یا چند سلول پایانه را بدون هیچ‌گونه تغییراتی در کنار هم نصب نمود.

3-16- 6- وزن وابعاد

وزن تابلو خالی بدون تجهیزات 132 کیلوگرم و با تجهیرات کامل حدود 150 کیلوگرم می‌باشد. ابعاد تابلو استاندارد تک سلولی برابر 80*60*206 (طول *عمق **ارتفاع**) سانتیمتر می‌باشد.

3-16- 7- طراحی تابلو پایانه

ایده اصلی در طراحی تابلو پایانه، ارائه یک سیستم کامل پایانه بود که نصب آن آسان و تعمیرات آن بسهولت انجام پذیرد. بر این اساس در این سیستم تعداد قفسه‌ها قابل افزایش تا شش عدد می‌باشد.

قفسه بالا محل نصب کارتها I/O بردهای اصلی (UIOC, Main) منبع تغذیه و مودم می‌باشد و قفسه‌های بعدی فقط محل نصب کارتهای I/O می‌باشد.

روکش کابلهای ورودی به پایانه پس از عبور از گلندهای مخصوص، جدا شده و سیمهای با عبور از کانالهای مخصصو که در قسمت عقب تابلو و روی دیوارهٔ پشتی نصب شده‌اند وارد یک سری ترمینال که بر روی دیواره نصب شده می‌شوند و از این طریق توسط سیمهای افشان نمرهٔ 0/5 پس ازطریق سینی زیر ساب راک عبور کرده و از طریق کانکتورهای مخصوص،از جلو به کارتهای I/O وارد می‌گردد.

از طرفی بعلت نصب کانالهای پلاستیکی در قسمت عقب تابلو، علاوه بر حفظ مسئله زیبائی، از دست گیر بودن کابلها نیز جلوگیری شده است بطوری که در جلوی تابلو تنها نمای کارتهای مربوط به دو قفسه وجوددارد.

در طراحی تابلو سعی بر این بوده است که از فضای داخل حداکثر استفاده بعمل آید تا از افزایش بی مورد حجم آن جلوگیری شود و همچنین پیش بینی آینده جهت نصب قفسه‌های بیشتر تا تعداد شش عدد شده است. بر این اساس ابعاد تابلو متناسب با ابعاد ساب راکها و کانالهای پشت (هریک با عرض 9 و عمق 6 سانتیمتر) انتخاب شده است.

طراحی سیستم الکتریکی تابلو نیز بر اساس تامین حداثکر حفاظت و ایمنی برای تجهیزات صورت گرفته است. بدین صورت که سیستم DC,AC با حفاظت فیوزی مجهز شده و نیز کلیه خطاهایی که باعث نقص در پایانه می‌شوند نیز توسط چراغ RTU Fail می‌شوند عبارتنداز:

- قطع هر یک از ولتاژهای 5-12-24-48 ولت.
- ظاهر شدن آلارم مودم Modem Fail.

- ظاهر شدن الارم شارژر Charger Fail.

علاوه بر این هرگونه افزایش حرارت در پایانه، توسط ترموستات مخصوص که دربالاترین قسمت تابلو نصب گردیده احساس و به مرکز کنترل ارسال می‌گردد.

جهت افزایش ضریب ایمنی نیز کلید Remote/Local روی پیشانی داخل تابلو نصب شده است که در هنگام تعمیرات و یا بروز اشکال در ایستگاه می‌توان با تغییر وضعیت کلید از Remote به Local از اعمال فرامین توسط مرکز کنترل به تجهیزات ایستگاه جلوگیری کرد.

3-17- عیب یابی،نگهدرای و پیکربندی پایانه

3-17- 1- نرم افزار پیکربندی

پیکربندی پایانه به معنی مشخص نمودن پارامترهای استاتیک موجود در برنامه ها جهت تطبیق پایانه و پروسه تحت کنترل می‌باشد که یکبار برای همیشه می‌بایست وضعیت آنها روشن گردد و بر اساس آنها عملکردهای پایانه مشخص می‌گردد. عمل پیکربندی پایانه از طریق بردهای UIOC انجام می‌گیرد. هر برد UIOC مجهز به یک درگاه سریال می‌باشد که با اتصال آن به یک کامپیوتر PC و استفاده از یک برنامه ترمینال ساده (نظیر ترمینال ...Procom Plus, Norton, Windows.) می‌توان اطلاعات پیکربندی را به بردهای UIOC وارد نمود.

اطلاعات پیکربندی شده در حافظه EEPROM مربوط به بردهای UIOC نوشته می‌شود و برای همیشه قابل استفاده خواهند بود. برد Main از طریق حافظه دو درگاهه براحتی می‌تواند اطلاعات پیکربندی شده در هر UIOC را بخواند. اطلاعات پیکربندی شامل مواردزیر می‌باشد:

1- تعدادبردهای DI متصل به UIOC.
2- تعداد بردهای AI متصل به UIOC/
3- تعداد بردهای DO متصل به UIOC.
4- تعداد بردهای A0 متصل به UIOC.
5- آیا پروسس جمع‌آروی مژرندها بصورت وقفه‌ای است.
6- آیا پروسس جمع‌آوری مژرندها نسبت به تغییر مژرند نیز حساس است.
7- پارامترهای مربوط به Chatter fillter.
8- تعیین نوع گروه ورودیهای دیجیتال (وضعیت، شمارنده پالس، رزرو).
9- تعداد رله‌های دائمی فعال در مدول خروجی دیجیتال.
10- نوع رله‌های خروجی دیجیتال (پایین /بالا، بسته/باز، دائمی)

3-17- 2- نحوه پیگربندی بردهای UIOC

در هنگام پیکربندی بردهای UIOC نباید برد Main بر روی گذرگاه VME قرار داشته باشد. با اتصال یک کامپیوتر PC از طریق درگاه سریال به هر یک از بردهای UIOC و پس از روشن نمودن پایانه پیغام زیر بر روی ترمینال ظاهر می‌گردد:

Main Module not available. Starting stand alone mode of uioc		
I:Initialize	P:Report	F: Get Config Data
M: RunMcx	A:About	S:SAS
U: Set Auto Start	N:Reset Auto Start	C:Menu

در این حالت چنانچه برای مدت چهار ثانیه کلیدی زده نشود نرم افزار بطور اتوماتیک شروع به تشخیص بردها I/O موجود بر روی گذرگاه I/O Channel می‌:ند و پس از آن سیستم عامل MCX11 اجرا می‌گردد. در صورتی که کلیدی زده شود نرم افزار با یک علامت (:)Prompt منتظر دریافت فرامین استفاده کننده می‌ماند.

همانطور که دیده می‌شود با زدن هر یک از کلیدهای فوق عملیات متناظر با آن انجام خواهد گرفت. بمنظور پیکربندی UIOC می بایست ابتدا کلید F زده شود در این حالت نرم افزار یکسری سوالات در مورد نحوه پیکربندی بردها از استفاده کننده می‌پرسد که می‌بایست به هر یکا ز آنها جواب دقیق بصورت بلی و خیر داده شود. سپس در پایان این عملیات (پرسش و پاسخ) می‌بایست بعد ظاهر شدن (:)Prompt کلید I زده شود که این موجب ذخیره شدن پارامترهای پیکربندی شده در حافظه EEPROM می‌گردد. پس از آن می‌بایست دورابره سیستم را باز نشانی نمود.

3-17- 3- نحوه پیکربندی برد Main

با اتصال یک کامپیوتر PC به درگاه سریال P5 از برد Main و پس از روشن شدن پایانه پیغام زیر بر روی ترمینال (نرم افزار ترمینال مانند Norton Terminal PCPluse)ظاهر می‌گردد.

Main Debugging Monitor
I: Initialize M:RunMcx S:SAS
U: Set Autostart N: Reset Autostart

در این حالت چنانچه پس از شش ثانیه کلیدی زده نشود نرم افزار بطور اتوماتیک شروع به تشخیص بردهای UIOC موجود بر روی گذرگاه VME می‌کند و پس از آن سیستم عالم MCX11 اجرا می‌گردد. در صورتی که کلیدی زده شود نرم افزار با یک علامت (:) منتظر دریافت فرامین استفاده کننده می‌ماند. بمنظر پیکر بندی برد Main می‌بایست ابتدا کلید I زده شود. در این حالت نرم افزار با پیغام شماره یک

TER RTU Address (00..FF)>
EntER Energizing Time of DO Coil Relaies (000..FFFF)>

منتظر وارد نمودن آردس پایانه می‌گردد. (آدرس پایانه معمولاً به مقدار 01 می بایست مقداردهی گردد) سپس پیغام شماره (2) ظاهر خواهد شد. این پارامتر مدت زمان اکتیو بودن رله‌های مدول DO درهنگام انتخاب (Sel) و اجرا (EXE) مربوط به فرامین مرکز می‌باشد. مقدار واحد برابر 10ms خواهد بود. بعنوان مثال عدد $\phi 100^{(H)}$ مدت زمان 256ms را بدست خواهد داد. در این حالت رله‌های برد DO بمدت 2.56 ثانیه اکتیو خواهند بود و سپس آزاد می‌گردند.

پس از مقداردهی به دو پارامتر فوق می بایست با زدن کلید U نرم افزار را بصورت Auto Start قرار داد. سپس با زدن کلید M نرم افزار اصلی اجرا خواهد شد. با زدن کلید U نرم افزار برای همیشه به طور اتوماتیک اجرا خواهد شد و زدن کلید N و دادن رمز

عبور مورد نیاز موجب برطرف شدن این حالت می‌گردد. کلید S مربوط به استفاده کنندگان نیست و توسط مهندس سیستم می‌بایست اجرا گردد.

3-17- 4- عیب یابی و نگهداری

پایانه از قسمتهای سخت افزاری و نرم افزاری مختلفی تشکیل شده است. به این جهت مسئله عیب یابی و نگهداری این سیستم نیاز به آشنایی کامل با سخت افزار و نرم افزارهای پایانه دارد. مسئله عیب یابی می‌تواند در سه سطح زیر انجام گیرد:

1- سطح برد
2- سطح بردهای UIOC
3- سطح پایانه

سطح اول مربوط به تشخیص و عیب یابی در محدوده یک برد (I/Oیا هوشمند یا Back-Plane) می‌باشد. در این حالت می‌بایست با استفاده از نقشه‌های شماتیک هر برد و عملکردهای آن محل بروز خطا را مشخص کرد.

در سطح دوم پایانه تا سطح بردهای UIOC کامل می‌گردد (منبع تغذیه، کارتهای I/O کارتهای ترمینالی و برد UIOC در پایانه قرار می‌گیرند) و سپس با استفاده از نرم افزارهای موجود در برد UIOC و روشهای توضیح داده شده در گزارش مربوطه عیب یابی انجام می‌پذیرد.

در سطح سوم پایانه به طور کامل سرپا می‌شود و از طریق نرم افزار RTU-Tester و با کمک دستگاه شبیه ساز پست تستهای مورد نیاز بر روی آن انجام می‌گیرد. با استفاده از نرم افزار تعبیه شده در برد UIOC و دستگاه RTU-Tester براحتی می‌توان محدوده خطا را مشخص نمود. این محدوده شامل ترمینال بردهای I/O بردهای پایه I/O کابل ریبون I/Oبرد I/O برد UIOC برد پایه MVE و I/O Channel و منبع تغذیه می‌باشد.

<u>برخی نکات بسیار مهم در راه اندازی و عیب یابی پایانه بشرح زیر می‌باشند</u>:

1- برد پایه I/O Channel قبل از اتصال بردهای I/O می‌بایست بطور کامل تست شود و از آنجا که بر روی این برد خطوط داده و آدرس و همچنین خطوط تغذیه 5+,12+,12− قرار دارد و امکان اتصالات ناخواسته به این خطوط وجوددارد به این جهت دقت در سالم بودن این برد از اهمیت زیادی برخوردار است.

2- منبع تغذیه پایانه نیز از جمله قسمتهای بسیار اساسی آن محسوب می‌شود. قبل از اتصال منبع تغذیه می‌بایست چک کرد که ایا تمامی فیوزهای مربوطه بر روی برد قرار دارند یا خیر. همچنین اتصال ولتاژ 48+ به ترمینالهای موجود بر روی برد پایه VME می‌بایست از نظر جهت کاملاً درست باشند. پس از روشن نمودن پایانه (دقت شود که در این حالت تنها منبع تغذیه داخل قفسه بردها قرار دارد و بطور مجزا تست می‌شود) می‌بایست تمامی دیودهای نورانی موجود بر روی آن که نشانه درستی برد می‌باشد روشن گردد. سپس می‌بایست با دستگاه ولتمتر ولتاژهای 5+,12+,12− را تست نمود و با استفاده از پتانسیو متر موجود بر روی برد ولتاژ 5+ را دقیقاًتنظیم نمود. (چنانچه ولتاژهای فوق بدست نیامد نشانه خرابی منبع تغذیه می‌باشد).

3- می‌بایست دقت کامل هنگام اتصال کابل ریبونی موجود در پشت پایانه برای اتصال بردهای I/O و ترمینالی نمود به گونه‌ای که هر برد I/O دقیقاً به ترمینال برد مربوط به آن وصل شود. اشتباه در این امر می‌تواند به بردهای I/O صدمه بزند.

4- کلید Remote/Local در وضعیت مناسب آن قرار گیرد.

5- هیچ یک از کارتهای I/O نباید اشتباهاً در قفسه بردهای ترمینالی قرار گیرد و هیچ یک از کارتهای ترمینالی نیز نباید در قفسه کارتهای I/O (حتی برای چند لحظه) قرار گیرد.

6- جهت ولتاژها (پلاریته مثبت و منفی) همانگونه که بر روی ترمینالیهای پیچی مارکاژ شده است از اهمیت بسیاری برخوردار است و می‌بایست حتماً رعایت گردند.

7- هنگام اتصال دستگاه RTU-Tester به پایانه ازکابلهای DTE-DTE استفاده شود و هنگام اتصال به مودم از کابلهای DTE-DCE.

8- هنگام راه‌اندازی پایانه با بیش از دو برد UIOC دقت شود که شماره شناسایی UIOC ها از طریق Dip-Switch موجود بر روی آنها بدرستی تعیین گردند و در هر صورت نباید شماره شناسائی دو UIOC با هم یکسان باشند.

9- در هنگام روشن بودن پایانه به هیچ عنوان نباید هیچ نوع برد I/O به سیستم اضافه یا کم شود. این کار در مور بردهای ترمینالی مانعی ندارد.

10- در هنگام استفاده زمودم دقت شود که کلیدهای Digital Loop Back, Analog Loop Back فعال نباشند (داخل نباشند).

11- هنگام روشن شدن پایانه دقت به دیودهای LED موجود بر روی بردها از اهیمت زیادی برخوردار است زیرا این دیودها یک نوع مکانیزم کشف خطا با سرعت بالا محسوب می‌گردند.

دیود تغذیه تمامی بردها رد حالت عادی باید روشن باشد.

دیود قرمز موجود بر روی برد Main باید خاموش باشد. (روشن بودن و یا چشمک زن بودن آن نشانه خرابی برد و اجرا نشدن نرم افزار باشد).

دیود تغذیه بردهای DI در حالت عادی چشمک زن می باشد.

دیود تغذیه بردهای DO ثابت است.

دیود تغذیه بردهای AI در حالت عادی ثابت است و نمایشگر هفت قسمتی بطور متناوب در حالت کار می باشند و دیود نورانی بالای آن بصورت چشمک زن می‌باشد.

دیود تغذیه برد UIOC ثابت است. چنانچه خطائی در برد UIOC پیش آید. دیود قرمز رنگ آن چشمک زن می شود که لبته پس از خوانده شدن خطا از طرف برد Main قطع می‌گردد. چنانچه بردهای DI به UIOC متصل باشند آنگاه چراغ سبزرنگ موجود بر روی آن روشن می‌گردد. در هنگام وقوع C.O.S این دیود به حالت چشمک زن قرار می‌گیرد و پس از خوانده شدن C.O.S مجدداً به حالت ثابت قرار می‌؛یرد. چنانچه بردهای DO به UIOC متصل باشند آنگاه چراغ زرد رنگ موجود بر روی آن روشن می‌گردد. در هنگام عمل کنترل این چراغ به حالت چشمک زن می‌رود.

12- هنگام اتصال بردهای ترمینالی نکات زیر در نظر گرفته شوند:

ترمینال بردهای ورودی دیجیتال دارای چهار فیوز و تعدادی جامپر جهت پذیرش سیگنالهای خشک و تر دارند که می‌بایست دقت کامل در صحیح گذاشتن جامپرهای مربوطه نمود.

ترمینال بردهای خروجی دیجیتال دارای یک جامپر برای اتصال ولتاژ 48– به بردهای DO می‌باشند که می‌بایست حتماًگذاشته شوند.

پتانسیومتر موجود بر روی برد ترمینالی ورودی آنالوگ می‌بایست به مقدرا 0.5v تنظیم شود و همچنین جامپرهای موجود بر روی آن بطور صحیح جاگذاری شوند.

12- جامپرهای مربوط به کنترل دو مرحله‌ای یا یک مرحله‌ای بر روی بردهای DO بدرستی تعیین و جاگذاری شوند.

13- در هنگام عیب یابی در سطح برد تراشه‌هایی که ممکن است آسیب بیشتری ببیند بر روی سوکت قرار گرفته‌اند و به این جهت می‌بایست قبل از هر چیز از صحت آنها مطمئن شد.

15- هنگام اتصال سیگنالهای آنالوگ به پایانه دقت شود که در صورت اعمال سیگنال بصورت ولتاژی، مقاومتهای موجود بر روی برد AI جاگذاری نشده باشند.

16- بردهی هوشمند پایانه می‌بیاست قبل از استفاده پیکر بندی شوند و به هیچ عنوان در هنگام بهره‌برداری عملی از سیستم نمی‌بایست بردهای هوشمند ایستگاههای مختلف را با یکدیگر تعویض نمد. (قبل از پیکر بندی مجدد).

17- در هنگام اتصال بردهای I/O به برد UIOC سعی شود حداکثر چهار برد DI به هر UIOC وصل شود و در صورت بیشتر بودن کارتهای DI از بردهای UIOC بیشتر استفاده شود. همچنین ترتیب چیدن بردهای I/O به گونه‌آی بشاد که ابتدا بردهای ورودی دیجیتال و سپس بردهای ورودی انالوگ و در انتها بردهای خروجی دیجیتال قرار گیرند.

18- تشخیص ناحیه معیوب در پایانه با تعویض بردها یا قسمتهای مشکوک با بردهای سالم و تست مجدد عملی می‌باشد. بعنوان مثال چنانچه تغییر وضعیت یک نقطه به مرکز ارسال نشود می‌بایست ابتدا پاینه ارا در سطح UIOC سرپا نمود و از برد UIOC به پایین سیستم را چک کرد. تعویض ترمینال برد، برد DI و کابل ریبون مربوطه می‌تواند بعنوان سریعترین راه حل برای کشف علت خرابی باشد.

19- نرخ تبادل اطلاعات با پایانه هنگامی که از نرم افزار RTU-Tester استفاده می‌شود در حالت سنکرون 9600 و درحالت آسنکرون 600 می‌باشد. همچنین نرخ تبادل اطلاعات با درگاه Diagnostic پایانه 9600 می‌باشد.

نظرات و پیشنهادات:

1- یکی از مشکلات عمده سیستم اسکادا در مرکزاکز دیسپاچینگ، قطع و وصل ارتباط مخابراتی ایستگاهها با مرکز می‌باشد. طی بررسیهای بعمل آمده مدت زمان قطعی‌ها، بین 5sec تا 28min و یا حتی 2 ساعت بوده است .

موقعی که بایت های اطلاعاتی دریافتی از لینک مخابراتی، دارای نویز باشند، PALCO ای که آن ایستگاه به آن Palco متصل است ارتباط ایستگاه با مرکز را قطع می‌کند تا اطلاعات نویز دار و اشتباه در مرکز نمایش داده نشود. لذا اتصال مجدد ایستگاه به مرکز منوط به بر طرف شدن نویز در کا نال مخابراتی می‌باشد.

برای رفع این مشکل، دو روش پیشنهاد می‌شود:

1- تعویض محیط انتقال اطلاعات . بعنوان مثال، از فیبر نوری استفاده شود.

2- استفاده از سرورهای مخصوص ارتباطات. (Communication servers)

این سرورها، علاوه بر انجام ارتباطات سریع و بهتر بین پایانه ها و مرکز، از حجم بار سرورهای اصلی Main کاسته و امکان بروز خطا در محاسبات مرکز را کاهش می‌دهند. شایان ذکر است اجرای هر دو پیشنهاد فوق بار مالی خاصی را دارا می‌باشد.

2- سیستم عامل های قابل استفاده در مراکز دیسپاچینگ

طی بررسیهایی که شخصاً انجام دادم، در مورد نرم‌افزار مرکز و سیستم عامل شرکت‌های معتبر د رزمینه سیستمهای اسکادا نتایج زیر بدست آمد:

شرکت ABB: نرم‌افزار SPIDER
سیستم عامل Windows NT

شرکت Siemens : نرم افزار TELEGYR-NMS
سیستم عامل Windows NT

شرکت IDS: نرم افزار HIGH-LEIT
سیستم عامل Windows NT

شایان ذکر است که شرکت متن نیرو، در مرکز تهرانپارس از نرم‌افزار RESY-USS (مربوط به شرکت Repas AEG)و از سیستم عامل Qunix استفاده کرده است. در حالی که شرکت کرمان تابلو که پیمانکار نصب سیستم اسکادار در 4 مرکز RDC تهران می‌باشد، از سیستم عامل Windows NT استفاده کرده است.

استفاده از صفحات MIMIC (میمیک):

استفاده از صفحات Lorge Screen Display LSD از مشخصات و تجهیزات ضروری هر مرکز کنترلی می‌باشد ولی متاسفانه در ایران کمتر استفاده شده است. مهمترین فایدهٔ این وسیله،امکان انجام سریع مانور و عمل کنترل،بر شبکه تحت نظارت توسط دیسپاچرها می‌باشد.

4- آموزش و آشنا نمودن دیسپاچرها با اصول کارکرد سیستمهای اسکادا:

عدم آشنایی و آموزش کافی دیسپاچرهای ،گاهاً باعث بوجود آمدن اشکالاتی در عمل کنترل این مرکز می‌شود حتی بارها مشاهده شده که دیسپاچرها، نحوهٔ پرینت گرفتن از سیستم را فراموش کرده‌اند و یا نسبت به آلارمهای سیستمی ایجاد شده در مرکز، هیچ عکس‌العملی از خود نشان نداده‌اند. لذا تمامی این موارد، نشاندهندهٔعدم آشنایی و آموزش کافی آنها با سیستم نصب شده می‌باشد.

5- استفاده از آلارم‌های صوتی:

به ازای تمامی آلارم‌هایی که در ایستگاه‌های تحت اسکن، اتفاق می‌افتد،فقط یک نوع آلارم صوتی (آن هم با صدای ضعیف) تولید می‌شود. لذا پیشنهاد می‌شود ابتدا نوع آلارم‌ها بر حسب اهمیت آنها، اولویت بندی شده و سپس برای هر الارم (با توجه به اولویت آن)،صدای خاص با بلندی مخصوص به خود، ایجاد شود.

این کار باعث عکس‌العمل سریع و شایستهٔاپراتر به عملی که باعث ایجاد آلارم شده است خواهد شد و نتیجه آن ، کنترل بهتر و بهینه سیستم و شبکه می‌باشد.