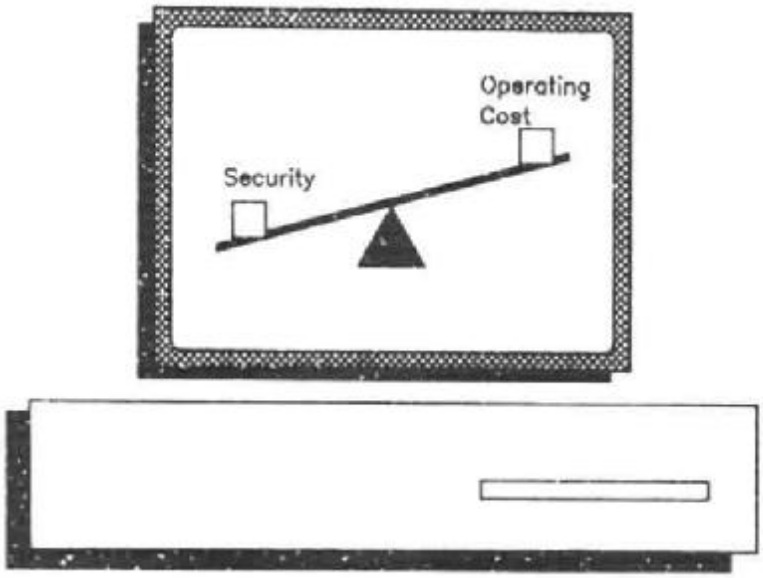
اصول طراحی مراکز

دیسپاچینگ



بخش تحقیقات و مطالعات

نشریه تخصصی بخش انرژی

زمستان ۱۳۷۲

RAH SHAHR

مهندسین مشاور معمار و شهرساز، عمران آب و انرژی

Architects, Urban Design, Hydraulic & Energy Consultants

بسم الله الرحمن الرحيم

پیشگفتـــار

با ساخت اولین نیروگاه برق در سال ۱۸۸۶ در نیویورک، صنعت برق متولد شد. از آن پس با توسعه روزافزون صنعت برق و افزایش نیاز مراکز مختلف صنعتی و خانگی به این انرژی ارزان و سالم، شبکه های برق، بزرگ و بزرگتر شدند. با توسعه ابعاد این شبکه ها و تعدد مراکز تامین نیرو، ایجاد مراکزی برای کنترل این سیستم ها لازم گشت و همچنین با پیشرفت ارتباطات از راه دور و سیستم های جمع آوری و تحلیل اطلاعات، نیاز به تمرکز اطلاعات مربوط به بهره برداری و وضعیت کاری سیستم در یك مرکز واحد، آشکارتر گردید.

از این رو مراکزی تحت نام دیسپاچینگ ساخته شدند و شرکت های برق توانستند با تکیه بر آنها، قابلیت اطمینان و اعتماد سیستم را افزایش داده و نحوه استفاده از آن را بهینه سازند. همچنین در دهه های اخیر با ورود کامپیوترهای سریع به شرکت های فوق، استفاده از این کامپیوترها در مراکز دیسپاچینگ به جای اپراتورها موجب حداقل شدن اشتباهات انسانی و بیشتر شدن سرعت تصمیم گیری ها و اقدامات مربوطه شده است.

بخش انرژی این مهندسین مشاور نیز در مدت زمان کوتاه فعالیت خود قدمهای محکم و بلندی را برداشته است که از آن جمله می توان تهیه نرم افزارهای کاربردی در صنعت برق و همچنین گزارشات متنوع در زمینه های مختلف را نام برد، در ادامه این حرکت و با توجه به نیاز شدید کشور به مطالعات و تحقیقات در زمینه ذکر شده، اقدام به تهیه

گزارشی تحت عنوان "اصول طراحی مراکز دیسپاچینگ" نمود که آنرا ملاحظه می‌فرمائید.

این مهندسین مشاور امیدوار است که توانسته باشد قدمی هرچند کوچك در جهت رسیدن به خودکفائی در کشور برداشته و در آینده نیز این حرکت را ادامه دهد.

لذا ضمن دعوت محققین، کارشناسان، اساتید و افراد اهل‌فن به مطالعهٔ این جزوه، امیدوار است نقطه‌نظرات خود را در اختیار این مهندسین مشاور قرار داده و ما را در پربارتر شدن کارهایمان یاری فرمایند.

در خاتمه بدینوسیله از آقایان دکتر حسین سیفی و مهندس مسعود حمیدی که این گزارش به همت و کوشش ایشان تهیه گردیده است قدردانی می‌نماید.

سعید شهیدی

مدیر بخش تحقیقات و مطالعات

فهرست مطالب

عنوان	شماره صفحه
۱- مقدمه	۱
۲- شمای کلی مراکز دیسپاچینگ	۲
۳- تاریخچه اتوماسیون در مراکز دیسپاچینگ	۴
۴- اهمیت و مفهوم قابلیت اطمینان در مراکز دیسپاچینگ	۹
۵- اجزای اساسی مراکز کنترل انرژی (دیسپاچینگ)	۱۳
۵-۱- صفحه های نمایش رنگی (مونیتورها)	۱۴
۵-۲- صفحه کلید	۱۴
۵-۳- صفحه کلید مخصوص	۱۵
۵-۴- قلم‌های نوری مخصوص و یا موس ها	۱۵
۵-۵- چراغ‌ها، اصوات ویا سیگنال های صوتی هشداردهنده و چراغ سیگنال های مفهومی	۱۵
۵-۶- تلفن‌های ارتباط	۱۵
۶- سیستم کامپیوتری مراکز دیسپاچینگ	۱۹
۷- معیارها و اصول طراحی اتاق کنترل و انتخاب تجهیزات جانبی	۲۵
۷-۱- کنسول اپراتورها	۲۶
۷-۲- روشنائی	۲۷
۷-۳- رنگ	۲۸
۷-۴- کف وکف پوش ها	۲۸
۷-۵- تهویه مطبوع	۲۹

۶-۷- طرح اتاق کنترل ۲۹
۷-۷- تمهیدات و تجهیزات جانبی اتاق کنترل ۲۹
۱-۷-۷- سیستم تهویه اتاق کنترل ۳۰
۲-۷-۷- سیستم کنترل رطوبت ۳۱
۸- ۷- سیستم تغذیه الکتریکی و UPSها ۳۱
۸- دیسپاچینگ و روشهای مختلف انتقال اطلاعات ۳۳
۱- ۸- نکات عمومی ۳۳
۱-۱-۸- مخابرات سری و موازی ۳۴
۲-۱-۸- سیستم ای سیمپلکس و دوپلکس ۳۷
۲- ۸- مدولاسیون ۳۷
۳- ۸- واسطه های مخابراتی ۳۹
۹- کاربردهای توابع مختلف و وظائف آنها در مراکز دیسپاچینگ ۴۳
۱- ۹- کنترل توزیع اقتصادی بار (EDC) ۴۴
۲- ۹- کنترل اتوماتیک تولید (AGC) ۴۴
۳- ۹- سیستم کنترل نظارتی برولتاژ و وضعیت کلیدها (SVC وSBC) ۴۵
۴- ۹- کنترل اتوماتیک ولتاژ (AVC) ۴۵
۵- ۹- ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم (SM) ۴۶
۶- ۹- تخمین حالت استاتیکی (SE) ۴۷
۷- ۹- آنالیز کننده قابلیت اطمینان سیستم (SA) ۴۸

۱- مقدمه

با گسترش جمعیت شهری و پیشرفت صنعت و تکنولوژی، لزوم استفاده از انرژی الکتریکی روز به روز بیشتر شده است. این نیاز روزافزون به انرژی الکتریکی تعدد مراکز تولید نیروی الکتریکی را ایجاب می‌نمود. ازدیاد این نوع مراکز نیرو و همچنین پیشرفت مستمر و ارتباطات تجهیزات و سیستم‌های وابسته به این صنعت (نظیر پست‌های برق، ترانسفورماتورها، تابلوها و مراکز کلیدزنی)، اندرکنش‌ها و تاثیرات متقابل این اجزا روی هم، وجود مراکزی برای کنترل این سیستم‌ها را ضروری می‌نمود. با گسترش هر چه بیشتر سیستم‌ها و شبکه‌های الکتریکی نیاز به اینکه کلیه اطلاعات مربوط به وضعیت کاری و بهره‌برداری هر یك از اجزای سیستم تولید نیروی الکتریکی، در یك مرکز واحد، گردآوری و نمایش داده شوند آشکارتر می شد. با پیشرفت تکنولوژی تله متری (یا سنجش از راه دور) به هر دو صورت آنالوگ و دیجیتال و همچنین ورود انواع کامپیوترهای آنالوگ و دیجیتال به عرصه صنعت و تکنولوژی، امکان کنترل عملکرد تمامی سیستم های موجود در صنعت برق به صورت یك سیستم مرکزی میسر شد. همچنین قابلیت و کارائی کامپیوترها در کنترل پروسه‌ها بصورت زمان واقعی[1] نیز بطور مستمرافزایش پیدا نمود، بطوریکه بسیاری از شرکت‌های برق توانستند با بکارگیری این تسهیلات و قابلیت‌های بوجود آمده در یك مرکز مجتمع، قابلیت اطمینان و اعتماد به بهره‌برداری از سیستم‌های خود را افزایش دهند. این مراکز امروزه به مراکز دیسپاچینگ (یا مراکز کنترل انرژی) معروف هستند. آنچه درپی خواهد آمد شرح مختصری از این گونه مراکز و سیستم‌های وابسته

خواهد بود. در ابتدا نگاهی به شمای کلی این مراکز که اهداف کلی و عملکرد آنها را بیان می‌نماید خواهیم نمود سپس فهرست وار به ذکر تعدادی از سیستم‌ها و تجهیزات وابسته که در بدو ورود به این گونه مراکز جلب توجه خواهند نمود، می پردازیم و بحث را با روش های انتقال اطلاعات در سیستم‌های دیسپاچینگ ادامه داده و در نهایت به تعدادی از توابع کنترلی روی خط [۲](لحظه به لحظه) که در مراکز کنترل اهمیت اساسی دارد، اشاره خواهیم کرد.

۲- شمای کلی مراکز دیسپاچینگ

همانطوریکه در مقدمه گفته شد مراکز دیسپاچینگ وظیفه کنترل و نظارت بر شبکه تولید و انتقال نیرو را بصورت متمرکز و به عبارتی وظیفه هماهنگ کردن پاسخ [۳]تمامی اجزا سیستم و تجهیزات وابسته به شبکه تولید را در شرایط مختلف کاری (عادی و اضطراری) برعهده دارد.

سیستم‌های موجود در این گونه مراکز (مخصوصاً کامپیوترهای موجود) ظرفیت انجام عملیات کنترلی را بدفعات مکرر دارا بوده و نمایش یك دسته اطلاعات بخصوص از یك قسمت مشخص سیستم [۴] ، بسهولت توسط اپراتورها میّسر خواهد بود. وظیفه اساسی سیستم‌های موجود (یا کامپیوترهای موجود)، پردازش پیوسته جریان اطلاعات تله متری شده، آشکار کردن وضعیت‌های غیرعادی [۵] و در صورت لزوم صدور علائم هشدار دهنده نظیر روشن کردن چراغ‌های سیگنال های مختلف و یا به صدادر آوردن بوق های مخصوص و نمایش پیامها و علائم ویژه در ارتباط با جریانات در حال وقوع در سیستم بر روی CRT ها (مونیتورها)خواهد

بود. مثلاً اگر پاره ای از متغیرها و پارامترهای بهره برداری از حدود و شرایط مجاز خود تجاوز نمایند، عملیات کنترل حالت عادی سیستم، متوقف شده و سیستم وارد حالت اضطراری خود می‌گردد. در چنین مواقعی بسیاری از پیامها و علائم هشدار دهنده، فعال شده و ممکن است اپراتور در چنین مواقعی در دریائی از اطلاعات و علائم هشداری غوطه ور شده و قدرت تشخیص و تصمیم‌گیری صحیح از او سلب گردد. در این مواقع، ضرورت کامپیوترهای مدرن مراکز دیسپاچینگ احساس می‌گردد، زیرا که این کامپیوترها اولین قدم موثر در تشخیص اختلالات و خطاهای بوقوع پیوسته را برداشته و باوسایل مختلف از جمله سیستم‌های خبره، اپراتور و یا دیسپاچر [۷] را در تشخیص و اتخاذ تصمیم صحیح یاری می‌نمایند.

روی همین اصل بدلیل بروز اشتباه و خطاهای ناشی از عملکرد اپراتورها (در مواقع و شرایط مختلف از جمله با توجه به شرایط جسمی و روحی آنان)، امروزه طراحانِ این گونه مراکز کنترل انرژی، سعی دارند که هر چه ممکن باشد از تعداد اپراتورها (و در نتیجه بروز اشتباهات انسانی) کاسته و کلیه سیستم‌ها و قسمت های این گونه مراکز را بسمت کامپیوتری شدن کامل [۸] سوق دهند بطوریکه تمامی عملیات اعم از بهره برداری، برنامه ریزی و مدیریت سیستم بطور ۱۰۰درصد توسط کامپیوتر انجام پذیرد. بنابراین از برجستگیهای مراکز جدید، سرعت و انعطاف زیاد در عملکرد بکمك توابع کنترل اتوماتیك (جدید) در حالات اضطراری، بازیابی، افزایش دقت و بهبود راندمان برنامه ریزی و بهره برداری از سیستم خواهد بود. همچنین نقش این گونه مراکز تنها به مانورها و عملیات مربوط به بهره‌برداری از

سیستم‌های قدرت محدود نمی شود، بلکه رل مهم آنها در استفاده و بهره‌گیری هر چه بیشتر از اطلاعات و داده‌ها، در برنامه‌ریزی و مدیریت سیستم آشکارتر می‌شود. در چنین مراکز پیشرفته‌ای، هماهنگی عملیاتی بین تمامی بخش‌های مهندسی از قبیل واحدهای بخاری، آبی و هسته ای بعلاوه پست‌های مربوط به سیستم انتقال نیرو، سیستم‌های توزیع و سیستم های کنترل اتوماتیك مربوطه، بوسیله شبکه‌های کامپیوتری موجود انجام می‌گیرد (ارتباط بین کامپیوترهای مراکز مختلف از طریق شبکه‌های مخابراتی کشور یا شبکه‌های اختصاصی انجام می‌پذیرد). توابع عملیاتی سیستم‌های کنترلِ مدرن و جدید امروزی برای شرایط اضطراری[۹] و بازیابی، پیشرفت‌های قابل‌ملاحظه ای حاصل نموده‌اند. اینگونه مراکز، به انواع سیستم‌های اتوماسیون نظیر توابع عملیاتی ویژه برای ردیابی اتوماتیك عیوب، سیستم‌های خبره برای تشخیص عیوب[۱۰] و خطا، عملیات ویژه حالت بازیابی، هشدار دهنده‌های هوشیار[۱۱]، سیستم‌های بررسی و محاسبات مربوط به بروز خطا و نظایر آن تجهیز شده‌اند.

۳- تاریخچه اتوماسیون در مراکز دیسپاچینگ

اتوماسیون مراکز دیسپاچینگ با معرفی توابع کنترلی AGC[۱۲] و EDC[۱۳] (کنترل تولید و کنترل توزیع اقتصادی بار) در این مراکز شروع شد و سپس در مراحل بعدی سیستم‌های کنترل و نظارت اتوماتیك و کامپیوتری بعنوان فاز دوم این اتوماسیون و با هدف اقتصادی کردن عملیات بهره‌برداری توسط حذف نقش اپراتورها در پست‌ها و سیستم‌های توربین آبی (نیروگاههای هیدروالکتریك) قدم به عرصهٔ

وجود گذاشت. این اتوماسیون مراکز دیسپاچینگ، اکثراً توابع عملیاتی حالت نرمال شبکه های قدرت را در برمی‌گرفت و تا چند سال پیش اکثر این سیستم‌ها بندرت توابع عملیاتی حالت اضطراری را دربرمی گرفتند. بسط و گسترش این نوع توابع (خاص حالت اضطراری و بازیابی)، بدلایل تکنیکی با مشکلات فراوانی همراه بود. هم‌چنین طراحی سیستم‌های اتوماسیون، بدلیل عدم وجود استانداردهای واحد و مشخص، بسیار سلیقه‌ای و در رابطه با نیازهای خاص هر یك از استفاده کنندگان انجام می شد. این موضوع، نصب سیستم‌های جدید کنترلی را از لحاظ تطبیق با سیستم‌های بزرگِ نصب شدهٔ قبلی دچار مشکل می‌ساخت. همچنین بدلیل عدم وجود ارتباط بین مراکز کنترل تولید یعنی کامپیوترهای کنترل پروسس درنقاط مختلف شبکه تولید نیرو، تبادل اطلاعات مربوط به بهره‌برداری و کنترل در سطوح مختلف، توسط شبکه مخابراتی کشور انجام می شد (سرعت کم). همچنین جمع آوری و ارسال اطلاعات برای اشخاص دست‌اندر کار برنامه ریزی و مدیریت، عمدتاً به همت و تلاش‌های انسانی بستگی داشت (مستمر نبودن دسترسی به اطلاعات بهره‌برداری). مجموعهٔ عوامل پیش گفته، از جمله موانع عمده و بزرگ در کسب و انتقال اطلاعات لازم برای مدیریت و برنامه ریزی و در نتیجه بسط و گسترش آنها بودند.

مشکلات ناشی از عدم وجود یا دسترسی به اطلاعات و یا داده‌های عملیاتی سیستم های قدرت از جمله اشکالات و موانع موثر درکنترل سیستم‌بود. بعبارت دیگر کیفیت سیستم‌های کنترل پیشرفته بستگی به وجود مقادیر عملیاتی لازم و قابل دسترس بودن اطلاعات بهره‌برداری مربوط به شبکه قدرت داشت. بنابراین با توجه به مشکلات و موانع

موجود در عملکرد مراکز دیسپاچینگ در طول دهه های اخیر (خصوصاً پانزده سال اخیر) طی نشست های مختلف در کنفرانس‌ها و سمینارهای بین‌المللی قرار شد که روی موارد زیر در طراحی، بسط و گسترش نسل جدید سیستم‌های اتوماسیون و کنترل شبکه های قدرت تاکید شود:

۱- افزایش و به عبارت بهتر توسیع شمول توابع عملیاتی و کنترلی سیستم برای حالت های اضطراری و بازیابی سیستم‌های قدرت.
۲- اتصال تمامی سیستم‌های کنترلی (مراکز کنترل) موجود در شبکه به یکدیگر (به منظور تبادل اطلاعات کنترلی در سطوح مختلف واعمال سیستم کنترل نظارتی).
۳- استاندارد سازی سیستم‌های نرم افزاری و سخت افزاری مربوطه بمنظور کاهش هزینه های ساخت و بهره برداری به همراه افزایش قابلیت اطمینان بهره برداری ازسیستم.
۴- بسط و گسترش سیستم‌های واسطه‌ای بین انسان و کامپیوتر .
۵- بسط و گسترش سیستم‌های کسب اطلاعات و بانک های اطلاعاتی که برای برنامه ریزی و مدیریت سیستم اساسی هستند.
۶- بازسازی و اصلاح سیستم‌های کنترل نیروگاهها با معرفی یا اضافه کردن رله های دیجیتالی حفاظتی و شبکه های کامپیوتری محلی در کلیدخانه ها و نیروگاهها.
۷- بسط و گسترش انواع دوره های آموزشی جهت ارتقاء سطح اطلاعات تکنیکی اپراتورها.

بنابراین در سیستم‌های جدید برجستگیهای زیر بروشنی بچشم می‌خورند:

الف)سیستم‌های کنترل و پشتیبانی برای مراکز دیسپاچینگ

نحوهٔ طراحی سیستم‌ها باید بگونه‌ای باشد که قابلیت حداقل کنترل را بر روی شبکهٔ نیرو در مواقع بروز حوادث غیرمنتظره نظیر حوادث طبیعی (زلزله شدید و یا انفجار ناشی از اهداف تروریستی) که منجر به تخریب کامل مرکز دیسپاچینگ می شود، داشته باشد.

ب) سیستم‌های خبره تشخیص بروز و ماهیت خطا

این سیستم‌ها قادرهستند که میزان و محل جریان‌های اتصالی در هر فاز را مشخص نموده و یا ماهیت خطاو توالی آن‌ها و همچنین رله‌های عمل نکرده و یا رله‌های با مانور اشتباه در پست‌ها را مشخص و گزارش نمایند.

ج) سیستم‌های اطلاعاتی مجتمع

همانطو ر که در قسمت قبل گفته شد، اتصال کامپیوترهای تمامی مراکز کنترل در سطح شبکه الزامی و اجتناب‌ناپذیر می‌نماید. بنابراین وجود سیستم‌های اطلاعاتی مجتمع که از یك بانك اطلاعاتی مشترك استفاده می‌نمایند بسیارضروری خواهد بود. سیستم‌ها و کامپیوترهای مختلف درسطح شبکه اطلاعات مختلف مربوط به مناطق تحت کنترل خود را بطور مداوم برای کامپیوترهای مرکز دیسپاچینگ ارسال نموده و اطلاعات لازم دیگر را از این مرکز اخذ می نمایند. همچنین اطلاعات مربوط به وضعیت جوی ویا وضعیت زمین‌شناسی از منابع مختلف اعم از دفاتر ایستگاههای هواشناسی دولتی یا خصوصی و یا ایستگاههای اختصاصی مربوط به شبکهٔ نیرو یا برق، در بانك‌های اطلاعاتی کامپیوترهای مرکز دیسپاچینگ ثبت و ضبط شده و بنا بر تقاضای

مراکز مختلف کنترل ارسال خواهند شد.

دراین رابطه، جهت افزایش راندمان استفاده از این پایگاهها و تسریع تبادل اطلاعات در سطوح مختلف، تمهیدات زیر می بایستی درشبکه های موردنظر اتخاذ گردد:

ج - ۱- گردآوری هر چه بیشتر اطلاعات و داده‌ها به منظور اعمال هرچه بیشتر مدیریت و کنترل با نصب انواع سنسورها، وسایل و تجهیزات ابزار دقیق و همچنین تجهیزات تله متری و نصب شبکه های کامپیوتر محلی [۱۴] در پست‌ها و نیروگاهها

ج - ۲- نوآوری درشبکه های مخابراتی : تعویض شبکه های مخابراتی کم ظرفیت وباسرعت پایین با سیستم‌های مخابراتی سریع و ظرفیت انتقال اطلاعات بالا تا بتوانند اطلاعات مربوط به وضعیت سیستم و همچنین عملکرد تجهیزات، نظیر رله های حفاظتی و یا نظایر آن را با دقت های بسیار بالا گزارش نمایند.

د) استانداردسازی سیستم‌های کنترل، توسعه و بهبود سیستم‌های فصل مشترك انسان و ماشین

طراحی قسمت های مختلف سیستم‌های کنترلی بصورت بلوك های استاندارد و مشخص که این موضوع انعطاف پذیری زیادی را در تغییر و طراحی‌های آینده سیستم کنترل تضمین می‌کند . همچنین این موضوع تاثیر بسزائی در کاهش هزینه و سهولت بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری سیستم دارد.

۴- اهمیت و مفهوم قابلیت اطمینان درمراکز دیسپاچینگ

بطور کلی هدف کلیه شرکت‌های برق، تحویل انرژی الکتریکی به مصرف‌کنندگان، با بالاترین کیفیت و نازلترین قیمت می باشد. برای اینکار باید این شرکت‌ها به تجهیزات و سیستم‌های کارا و مطمئن مجهز شوند تا با ایجاد توازن بین ملاحظات اقتصادی و قابلیت اطمینان سیستم، بهترین سطح بهره‌برداری را از شبکه موجود بعمل آورند. قابلیت اطمینان سیستم خصیصه‌ای است که توضیح آن بوسیله الفاظی که چنبه کمی دارند بسیار مشکل است. معمولاً روندها و قواعد مشخصی در زمینه بهره برداری متعادل به منظورحفاظت از خطرات و اغتشاشات مشخص (از پیش تعریف شده) در هر یك از شبکه‌های برق وجود دارد. قابلیت اطمینان سیستم، بوسیله مجموعه‌ای از این اغتشاشات که در حالت‌های مختلف بهره برداری پیش می آیند (توضیح بیشتر در این زمینه در بخش‌های بعدی خواهد آمد) تعریف می‌شود، اما نکته قابل توجه این است که کنترل قابلیت اطمینان سیستم، یکی از وجوه مشخصهٔ برجسته و مهم مراکز کنترل امروزی نسبت به مراکز قدیمی می‌باشد. بطور کلی هماهنگی صحیح و منطقی بین کنترل اپراتوری و کنترل اتوماتیك و همچنین تشخیص و ارزیابی (مونیتورینگ) تمامی شرایط و وضعیت‌های سیستم، از ضروریات کنترل قابلیت اطمینان سیستم می باشد تا نه تنها درمواقع کار عادی بلکه حتی تحت شرایط اضطراری، تصمیمات و فرامین مقتضی توسط سیستم مرکب انسان و کامپیوتر اتخاذ شده و سیستم به حالت نرمال بازگردانده شود.

بطور کلی منظور از کنترل قابلیت اطمینان سیستم، حفظ کردن یا نگه

داشتن سیستم در حالت بهره برداری نرمال (عادی) و بعبارت دیگرکمینه کردن (یا جلوگیری کردن از) انحراف سیستم از حالت کارکرد نرمال به هر یك از حالات اضطراری و یا بازیابی [15] می‌باشد و تمامی اعمال و مراحلی را که از طرف مرکز دیسپاچینگ در زمان وقفهٔ اجزائی از شبکهٔ قدرت باید جهت ادامهٔ بهره برداری از سیستم اعمال گردد، در بر می‌گیرد. کنترل قابلیت اطمینان در یك شبکهٔ قدرت به سه تابع اصلی که در مراکز دیسپاچینگ شبکه هر کشور انجام می شود تقسیم می‌شود.

۱- نظارت و ارزیابی سیستم [16]

۲- بررسی پیشامدهاو اختلالات [17]

۳- عملیات اصلاحی [18]

قسمت اول یا نظارت و ارزیابی شبکه، مهمترین تابع بین سه تابع فوق می‌باشد و بطورپیوسته اطلاعات جدیدی از وضعیت شبکه، نظیر ولتاژها، جریان ها، توان های انتقالی خطوط، وضعیت کلیدها، فرکانس، خروجی واحدهای تولید و وضعیت تپ ترانسفورماتورها را که بکمك سیستم تله متری (سنجش از راه دور) به مرکز دیسپاچینگ ارسال می شود، پردازش و در پایگاههای داده ثبت می‌نماید تا بعدها بسته به نیاز اپراتورها و یا توابع کنترلی کامپیوتری، نظیر تخمین حالت، مورد استفاده همه قرار گیرد. تخمین حالت (که بعداً در بخش کاربردهای توابع کنترلی در مراکز دیسپاچینگ تشریح می‌شوند) از ارکان اساسی بوده و جهت تلفیق اطلاعات تله متری شده (دور سنجشی شده) و اطلاعات مختلف موجود به منظور حصول به بهترین تخمین آماری از وضعیت فعلی شبکه بکار می‌رود. وقتی این سیستم در ترکیب با سیستم‌های کنترل ونظارت بکار رود به دیسپاچر یا اپراتور اجازه می‌دهد تا وضعیت

قطع کننده‌ها، کلیدها و پست‌ترانسفورماتورها را کنترل نماید. سیستم‌هائی با ترکیب بالا به سیستم‌های SCADA [۱۹] معروف هستند که تعداد کمی از اپراتورها را بر کنترل کل تولید شبکه و انتقال فشار قوی سیستم توانا ساخته و امکان اخذ تصمیمات صحیح و مانورهای مناسب جهت رفع اضافه بارها و یا اضافه ولتاژهای غیر مجاز را میسر می‌سازند.

تابع اصلی دوم بررسی اختلالات و پیشامدهاست و بصورت قابل ملاحظه‌ای در تقویت قابلیت اطمینان سیستم موثر می‌باشد. این تابع و کامپیوترهای دیجیتال مرکز دیسپاچینگ، این امکان را به اپراتورها می دهند که وقایع احتمالی مورد انتظار در سیستم را قبل از وقوع مدلسازی نموده و اپراتورها را از اضافه بارهای احتمالی یا اضافه ولتاژهای بیش از حد مجاز درصورت بروز اختلالات آگاه سازند. و بالاخره تابع اصلی سوم، به اپراتور اطلاع می‌دهد که در صورت بروز هرگونه اختلالی در شبکه که وضعیت آن از پیش، توسط برنامه کنترل قابلیت اطمینان مشابه‌سازی شده است، چه تدابیر اصلاحی را برای جلوگیری از بروز اختلالات زنجیره‌ای و اضافه بارها و یا اضافه ولتاژها اتخاذ نماید.

باید توجه داشت که اگر تمامی اختلالات ممکنه را در محاسبات مربوط به قابلیت اطمینان درنظر بگیریم (بطور همزمان)، دراین صورت هیچ سیستمی نمی‌تواند قابل اطمینان باشد. بنابراین در عمل قابلیت اطمینان سیستم‌نسبت به یك مجموعه محدود و مشخص و معین از اختلالات که خود زیر مجموعه‌ای کوچك از مجموعه کامل اختلالات ممکنه است،

سنجیده می شود. این مجموعه یا زیر مجموعه کوچك، "مجموعه پیشامدهای آینده [۲۰]" نامیده می‌شود به این معنی که یك سری اختلالات معین درنظر گرفته می‌شود و قابلیت و توانائی سیستم، درحفظ ادامهٔ کار عادی، تحت بروز این شرایط یا این مجموعه از اختلالات بررسی می شود (یعنی اگر این سری اختلالات اتفاق بیفتند چه خواهد شد؟). در بسیاری از شبکه‌های قدرت، کوچکترین و پرکارترین "مجموعهٔ پیشامدهای آینده" شامل سه سؤال و یا بهتر بگوئیم سه اختلال زیرمی باشد:

۱- خارج شدن یك خط از مدار

۲- خارج شدن یك واحد از مدار

۳- بروز اتصال کوتاه دو یا سه فاز

هر نوع اختلال دیگر نیز می‌تواند به این مجموعه اضافه شده قابلیت اطمینان سیستم تحت بروز این سری از اختلالات بررسی گردد. باید توجه داشت هرچه تعداد اختلالات درنظرگرفته‌شده بیشتر باشد، نیاز به سنجش پارامترهای بیشتر و در نتیجه نصب تجهیزات مربوطه نظیر حس کننده‌های (سنسورها) تله‌متری و نظایر آنها خواهیم داشت که بالتبع هزینه سیستم را می‌افزایند.

با توجه به مطالب پیش گفته و "مجموعه پیشامدهای آینده" مجموعهٔ تمام حالت‌های بهره برداری عادی ممکن است خود به دو زیرمجموعه مشخص قابل اطمینان [۲۱] و غیرقابل اطمینان [۲۲] تقسیم شود. بنابراین، برای اینکه سیستم کنترل قابلیت اطمینان بتواند وظیفه خودرا که همانا جلوگیری کردن (یا کمینه کردن) انحراف نقطهٔ کار سیستم از حالت عادی

باشد، بخوبی انجام دهد، بسیار مطلوب خواهد بود که اولاً مشخص شود که سیستم در حالت عادی است یا غیر عادی و ثانیاً اگر وضعیت عادی است، سیستم، قابل اطمینان است و یا غیر قابل اطمینان وثالثاً اگر غیرقابل اطمینان است چه اقدامات تصحیح کننده‌ای برای برگرداندن سیستم به حالت قابل اطمینان پیشنهاد می شود. این ایده‌ها، ما را به نقش و اهمیت وظایفی که سیستم‌های نظارت و ارزیابی قابلیت اطمینان [۲۳] و آنالیز قابلیت اطمینان [۲۴] برعهده دارند، واقف می‌سازد. (شرح وظایف این دوسیستم، در آخرین قسمت مقاله تشریح خواهد شد)

اکنون به تشریح مختصر بعضی از سیستم‌ها و تجهیزات متداول موجود در مراکز دیسپاچینگ می‌پردازیم.

۵- اجزای اساسی مراکز کنترل انرژی یا دیسپاچینگ

همانطوریکه مرسوم مراکز کنترل صنعتی می باشد، مراکز دیسپاچینگ عموماً در یك اتاق یا سالن تمرکز می‌یابند. اولین چیزی که در این مراکز جلب توجه می‌نماید تابلوهای نموداری [۲۵] است که مدل شماتیك پروسه سیستم و تجهیزات نصب شده در آن و ارتباط بین آنها را نشان می دهد. همچنین درمقابل محل نشستن اپراتورها، میزهای کنترلی متعدد، کنسول‌ها و مونیتورهای مختلف قراردارند که وضعیت سیستم را به اپراتورها گزارش می‌نمایند. کنسول‌ها، قابلیت مونیتورینگ (نمایش) تمامی سیستم را بطور همزمان دارا می‌باشند. تمامی اجزاء و ادوات کنترلی بر روی کنسول‌ها، تعبیه شده و بسته به شرایط، اپراتور آنها را مورد استفاده قرار می‌دهد. این ابزار، نظیر دستگیره‌های متعدد،

پوش باتون ها، قلم‌های نوری[۲۶]، موس ها و غیره، بعنوان تجهیزات و سیستم‌های واسط بین انسان و کامپیوتر محسوب شده و اصطلاحاً human - machine interfaces نامیده می‌شوند. اساسی‌ترین اجزاء مراکز کنترل دیسپاچینگ بهمراه مختصری از معیارهای طراحی اتاق دیسپاچینگ بطور خلاصه تشریح می شوند:

۱-۵ - صفحه نمایش‌های رنگی[۲۷](مونیتورها)

این مونیتورها، قابلیت نمایش تمامی شبکهٔ انتقال نیرو، پست‌های ترانسفورماتور و دیگر اجزاء سیستم قدرت را بهمراه اطلاعات لازم دیگر دارا می باشند. همچنین بکمك تسهیلات موجود در نرم افزارهای نصب شده بر روی سیستم کامپیوتری این نوع مراکز، می‌توان بخشی از اطلاعات مورد نظر را روی این CRT ها انتخاب نموده و به تفضیل بیشتری مورد بررسی قرارداد. اینکار بوسیلهٔ دگمه‌هائی موسوم به دگمه‌های صفحه برگردان[۲۸] و یاتوسط موس[۲۹] یا قلم‌های نوری با اشاره به نقاطی ازصفحه نمایش که از شدت نور بیشتری برخوردار هستند،[۳۰] صورت می‌گیرد.

۲-۵- صفحه کلید[۳۱]

صفحه کلید برای تصحیح کردن[۳۲] و یا واردکردن پارامترهای جدید مربوط به بهره‌برداری سیستم و یا احتمالاً صدور فرامین کنترلی امکان پذیر، مورد استفاده قرار می‌گیرد. این اطلاعات می توانند بصورت عددی و یا حرفی[۳۳] وارد شوند که بعداً توسط سیستم‌های فصل مشترك مربوطه به کدهای لازم و قابل استفاده برای کامپیوتر و نرم‌افزار های

موجود مبدل خواهند شد.

۳-۵- صفحه کلید مخصوص

صفحه کلید مخصوص برای افزایش یا کاهش تپ ترانسفورماتورها، سلول‌های خازنی خطوط انتقال، ورود یا خروج خطوط انتقال یا نظایر آنها استفاده شود.

۴-۵- قلم‌های نوری مخصوص و یا موس‌ها

قلم های نوری مخصوص و یا موس‌ها برای باز و بسته کردن کلیدهای قدرت (دیژنکتورها و سکسیونرهای) موجود در سیستم انتقال یا پست‌ها بکار می‌رود. همچنین با این قلم‌ها می‌توان هرگونه اطلاعات دیگری را که لازم باشد، توسط اشاره به نقاط روشن صفحه روی مونیتور نمایش داد.

۵-۵- چراغ‌ها، اصوات و یا سیگنال‌های صوتی هشدار دهنده [۳۴] و چراغ سیگنال های مفهومی

۶-۵- تلفن‌های ارتباطی

تلفن‌های ارتباطی با واحدهای تولیدی مختلف و پست‌های انتقال و تلفن‌های ارتباطی با شبکه های مجاور متصله از طریق شبکه‌های بین کشوری نیز درمراکز دیسپاچینگ وجود دارد.

هرگونه اطلاعات نمایشی و یا سیگنال‌های هشداری را می‌توان بصورت همزمان بر روی مونیتورها و یا پانلهای بزرگ دیواری که شامل

تابلوهای بزرگ نموداری هستند، مشاهده نمود. صفحهٔ مونیتور، تمامی عملیات و یا فرامینی را که اپراتور انجام می‌دهد، نمایش می دهد، این صفحات دارای یك زمینهٔ اصلی بهمراه یکسری علائم و اطلاعات ثابت هستند و بقیه اطلاعات و اجزاء آن متغیر بوده و در صورت تغییر توسط کامپیوترها به هنگام [۳۵]می‌شوند شکل ۱-۵ یك صفحه منوی نمونه را نشان می‌دهد.

شکل ۱-۵ استفاده از صفحه نمایش

انعطاف‌پذیری سیستم نمایش طوری است که مونیتورهای متعدد دیگری نیز قابل اضافه شدن به این سیستم کامپیوتری می‌باشند. رنگ‌ها، سمبول‌ها، حروف و اعداد و بطور کلی شکل نمایش [۳۶] اطلاعات ثابت و متغیر (چشمك‌زن)، بوسیله ترجمه گر این مونیتورها (که از کنسول اپراتورهافرمان می‌گیرند)، قابل تغییر و اصلاح هستند. ولتاژ باس‌ها ، جریان خطوط (بارخطوط)، محل قراگرفتن کلیدهای قدرت [۳۷]و ترانسفورماتورها و سایر تجهیزات توسط یك گراف کلی بر روی صفحهٔ

مونیتور قابل نمایش بوده و انتخاب هر موضوع (هریك از موارد پیش گفته) و اطلاعات جزئی‌تر راجع به هر مورد، بوسیله پوش باتون‌های مخصوص‌تعبیه شده در روی کنسول، که عملیات صفحه به عقب یا جلو ۳۸ را انجام می‌دهند و یا توسط قلم‌های نوری، میسر می گردد.

یکی از مشکلات موجود در زمینه مونیتورینگ اطلاعات، حجم عظیم اطلاعات درمواقع مختلف، بخصوص در حالت‌های اضطراری و بازیابی می‌باشد. تجربه نشان می‌دهد که تفسیر این حجم عظیم اطلاعاتی، حتی برای اپراتورهای با سابقه و پر تجربه نیز کار آسانی نمی‌باشد. درحقیقت کامپیوترهای موجود در مراکز دیسپاچینگ بطور مداوم حجم عظیم اطلاعات را جهت اپراتورها فراهم می‌نمایند، بدون اینکه محدودیت‌های انسان را در نظر بگیرند. بطور کلی عواملی نظیر نمایش یکبارهٔ حجم عظیم اطلاعات بدون دسته‌بندی آنها و همچنین عدم توانائی سیستم‌های نمایشگر گرافیکی در نمایش همزمان اطلاعات کلی و جزئی در سطوح استانداردهای مشخص، بنوعی باعث عدم تطابق کامل بین سیستم کامپیوتری و اپراتورها می شوند. یکی از راه حل‌های پیشنهاد شده برای این‌سری از مسائل، بکارگیری نرم‌افزار سیستم نمایش اطلاعات بصورت چند پنجره ای [۳۹] با امکانات قوی بزرگنمائی [۴۰] دریك محیط تمام گرافیك سیستم اسکادامی‌باشد. اینکار باید براساس اطلاعات کاملی از نیازهای اپراتورها در مواقع مختلف عملیاتی و همچنین کنترل بهینه حجم اطلاعات نمایشی باشد. این امور، اپراتورها را در درك و تفسیر صحیح اطلاعات اصلی و عمدهٔ شبکهٔ الکتریکی بمنظور اخذ و صدور فرامین لازم یاری می‌نمایند.

در سیستم چند پنجره ای، بنا به درخواست اپراتور، اطلاعات بسیار جزئی راجع به یك منطقهٔ بخصوص (یعنی منطقه ای که تحت بزرگنمائی قرارگرفته است) و یا یك نیروگاه یا یك پست بدون اینکه نمای گرافیکی کل سیستم از بین برود، بصورت یك پنجره در قسمتی از صفحه ظاهر می‌شود.

این نرم‌افزارهای جدید مانند هر واسط [۴۱]دیگری (بین انسان و کامپیوتر)، می‌توانند دیاگرام‌های الکتریکی هر نیروگاه را تهیه و ذخیره نموده و بعلاوه، امکانات جدیدی مانند ایجاد پنجره های کوچك برای نمایش منحنی‌های تیپ برای بارهای نمونه، اطلاعات، مشخصه های الکتریکی و مکانیکی تجهیزات، خطاها و سایر اطلاعات نظیر را فراهم آورند.

این سیستم‌ها همچنین به اپراتورها اجازه می‌دهند که تا بدون نیاز به نوشتن برنامه، بتوانند تصاویر گرافیکی دلخواه را بنا نمایند و یا آنها را تغییر و یا گسترش دهند (نظیر شمایل‌های تصویری [۴۲]جدید). این امکانات جدید ممکن است در مواقعی که لازم است نیروگاه جدیدی احداث شود و یا پارامترهای نیروگاههای قدیمی تغییر نمایند و یا تجهیزات جدیدی اضافه گردند، بکار رود.

تمام این امکانات، از دستاوردهای تکنولوژی نرم افزارهای تمام‌گرافیك [۴۳]درسیستم های اسکادا هستند، که اپراتور را به دیدن اطلاعات اصلی و مهم در حداقل زمان ممکنه ترغیب می‌نمایند. بطورکلی مزایای سیستم تمام گرافیك عبارتند از:

- تعدد و تنوع اطلاعات آماده نمایش بر روی صفحه مونیتور، بنا به انتخاب اپراتور فراهم می شود.
- با امکانات بزرگنمائی و جابجائی [۴۴] می‌توانند دسترسی به قسمت‌های مختلف اطلاعات را سهل‌الوصول نمایند.
- اطلاعات آنالوگ (پیوسته) می توانند جهت رسم نمودارها و چارت‌های مختلف گرافیکی بکار روند.

(این چارت‌هاو نمودارها درمدت زمان بسیار کوتاهی رسم شده و امکانات مهمی از جمله مقایسهٔ حالت‌های جدید با حالات قبلی و یا مطالعات روندی را فراهم می آورند).

- امکان معرفی شمایل‌های تصویری برای دسترسی سریع و آسان به بسیاری از اطلاعات جزئی را فراهم می آورند.

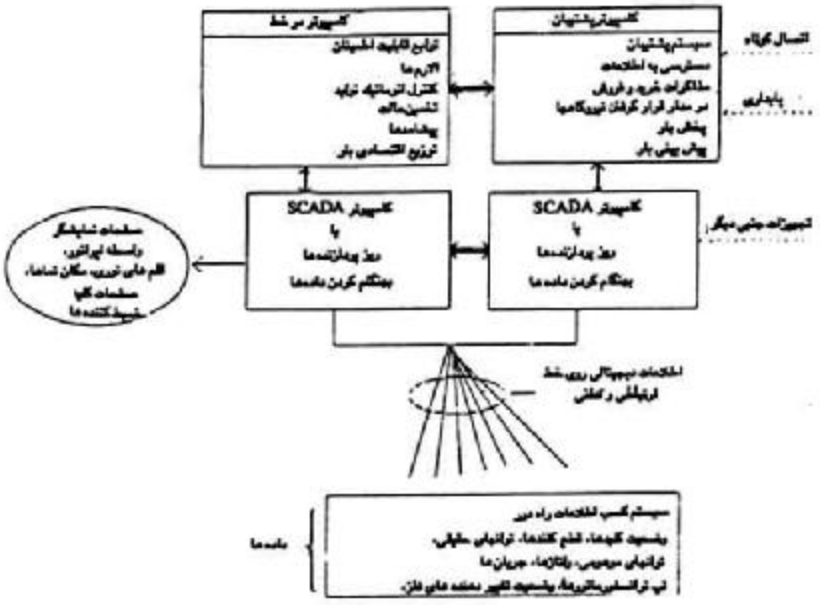
۶- سیستم کامپیوتری مراکز دیسپاچینگ

این بخش در حقیقت ادامه بخش قبلی بوده و مختصراً به ترکیب و عملکرد سیستم‌های کامپیوتری مراکز دیسپاچینگ می‌پردازد.

چون قابلیت اعتماد درسطحی بسیار بالا و مصونیت در مقابل از کار افتادن [۴۵] یا هر گونه اشکال دیگر در کامپیوترهای مراکز دیسپاچینگ، از اهمیت بالائی برخوردار است، اکثر شرکت‌های برق یك مجموعه با دو کامپیوتر را برای کنترل داده‌گیری از دور، مدیریت بار و انرژی و قابلیت اطمینان سیستم و سایر نیازهای سیستم‌های دیسپاچینگ بکار می برند.

هر یك از کامپیوترها دارای حافظه مجزا بوده و قابلیت راه‌اندازی و تغذیه طیف وسیعی از سیستم‌های ورودی و خروجی نظیر پرینترها، ماشین‌های تحریر دورنویس [۴۶] سیستم‌های نوار مغناطیسی، دیسك‌ها ونظایر آنها را دارا می‌باشند. معمولاً یك کامپیوتر مشغول اجرای برنامه‌ها یا توابع روی خط [۴۷] بوده و وظیفهٔ مونیتورینگ (نمایش پارامترها و دیگر اطلاعات لازم) و کنترل شبکهٔ قدرت را برعهده دارد. کامپیوتر دیگر بعنوان پشتیبان این کامپیوتر [۴۸] مشغول اجرای برنامه‌های خارج خط نظیر پیش بینی بار [۴۹]، تخصیص بار واحدهای آبی، بخاری [۵۰] می‌باشد.

کامپیوتر روی خط، متناوباً اطلاعات موجود در حافظهٔ دیسکی مشترك بین دو کامپیوتر را به هنگام می کند. شکل ۱-۶ بلوك دیاگرام عملیاتی این سیستم دو کامپیوتری را نشان می‌دهد.

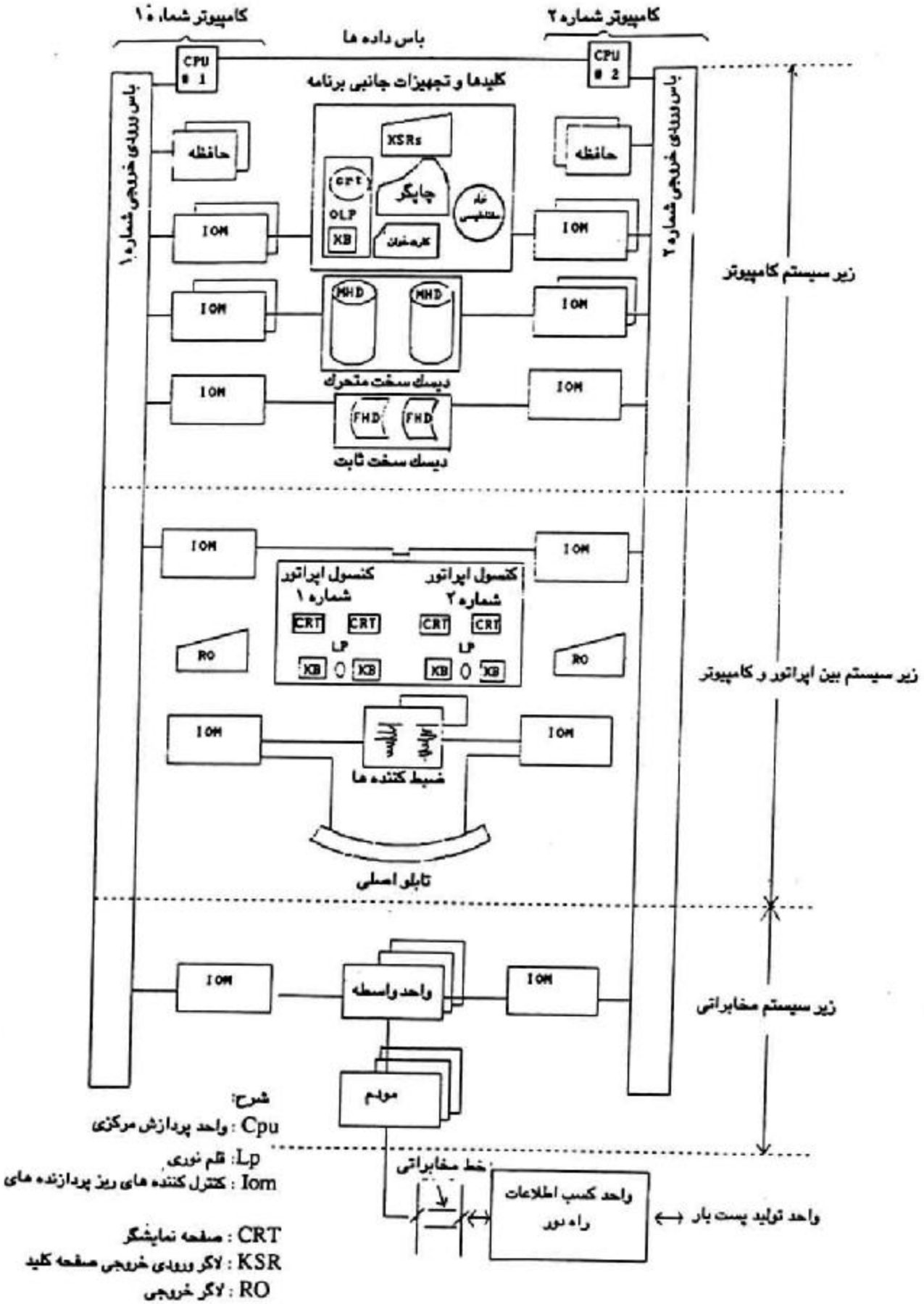


شکل ۱-۶: نمونه‌ای از سیستم کنترل ونظارت جهت سیستم‌های قدرت

در صورت بروز هرگونه اشکال در عملکرد کامپیوتر روی خط و یا فرمان تغییروضعیت، اطلاعات ذخیره شده در دیسك مشترك، به کامپیوتری که قرار است وارد مدارشود [۵۱]، اعمال یا منتقل می‌شود. بنابراین اطلاعات این کامپیوتر تازه وارد، حداکثر عمری معادل دورهٔ بهنگام‌سازی[۵۲] اطلاعات (بطورنمونه، سی ثانیه) خواهند داشت.

شکل ۲-۶ یك بلوك دیاگرام تفضیلی از ترکیب [۵۳] این سیستم دوکامپیوتری را بهمراه بعضی از تجهیزات یا وسائل پیرامونی یا جانبی نشان می دهد.

تمامی تجهیزات جانبی یا پیرامونی، توسط میکروپروسسورهای (ریز پردازنده‌های) ورودی و خروجی[۵۴] با کامپیوترها در ارتباط هستند. این میکروپرسسورها طوری برنامه ریزی شده اند که عملیاتی نظیر مخابرات و پیش پردازش اطلاعات آنالوگ، چك کردن حدود، تبدیل آحاد و نظایر آنرا بسهولت انجام می‌دهند. این میکروپرسسورها، همچنین انتقال اطلاعات بداخل و خارج کامپیوتر را بسهولت و بدون اینکه وقفه‌ای درکار واحد پردازندهٔ مرکزی (یا CPU) کامپیوترهاحاصل شود، انجام میدهند. حتی بعضی از سیستم‌های دیگر نیز به بصورت دوتائی وجود دارند و درصورت بروز هرگونه اشکالی، کارآن‌ها به سیستم مشابه منتقل می‌شود. در نتیجهٔ پیش‌بینی وجود تمامی تمهیدات پیش‌گفته، عملیات سخت‌افزاری سیستم بخوبی انجام شده و آمادگی [۵۵] و در دسترس بودن تمام قسمت‌ها تا ۹۹/۸٪ و یا بیشتر تضمین می شود. نرم‌افزارهای موجود در کامپیوترها، امکان ادامهٔ کار کامپیوترها را در شرایط رخ دادن چندین اشکال سخت‌افزاری و بکاراندازی و مقداردهی[۵۶]



شکل ۲-۶- بلوک دیاگرام کنترل کامپیوتری دوگانه

مجدد «برنامه های کاربردی» فراهم می آورند.

هرگونه تغییر (تصمیم) در کنترل سیستم، در کامپیوتر خارج خط[۵۷]، پردازش شده (شرایط آن تحت شبیه‌سازی کامپیوتری قرارگرفته و درصورت تایید) به کامپیوتر روی خط، منتقل می شود. همین نکته، اهمیت سیستم های بسیارسریع شبیه‌ساز عملکرد[۵۸] را آشکارمی سازد. و به جرأت می‌توان ادعانمود که امروزه کنترل شبکه بدون وجود این‌سیستم‌ها (یانرم افزارها در کامپیوترهای مرکز دیسپاچینگ) غیرممکن و یا بسیار مخاطره آمیز خواهد بود. مطالعهٔ رفتار سیستم توسط سیستم‌های شبیه‌ساز عملکرد، باعث می‌شود فرامین متخذهٔ قبل از اجرا، شبیه‌سازی شده و عملکرد سیستم در مقابل اجرای آنها امتحان شود. همچنین، مطالعه به کمك این سیستم‌ها، بسیاری از ضعف‌ها و مشکلات سیستم را آشکار ساخته و مجریان و مسئولان را به بررسی و رفع آنها ترغیب می نماید. سیستم شبیه ساز عملکرد می‌تواند برای هر یك از منظورهای زیر بکار رود:

۱- پیش‌بینی عملکرد سیستم قبل از اجرای فرامین.
۲- اثبات و تایید طراحی‌هائی که هنوز در حیطه تصور طراحان بوده[۵۹] و به اصطلاح هنوز روی کاغذ نیامده اند.
۳- بررسی ومشخص‌سازی‌حدود مجاز سیستم (محدودیت‌های بهره برداری[۶۰])
۴- بررسی مشکلات و ضعف های سیستم .
۵- بررسی و ارزیابی انواع راه حل ها.
۶- بررسی‌وارزیابی امکان افزودن تجهیزات وسیستم‌های جدیدتر

و بررسی عملکرد آن‌ها درسیستم قبل از اینکه آن سیستم‌ها خریداری و نصب شوند.

علاقه و اشتیاقی که شرکت‌های بهره‌بردار سیستم‌های اسکادا به این نوع شبیه‌ساز عملکرد نشان داده‌اند و همچنین تلاش محققین و متخصصین دست اندرکار، زمینه زیادی را برای پیشرفت و گسترش این نوع سیستم‌ها در سیستم‌های اسکادا و مدیریت انرژی[۶۱] فراهم آورده است. مثلاً با کاربرد سیستم شبیه ساز عملکرد مشخص شد که بسیاری از مشکلات مربوط به زمان واقعی نبودن اطلاعات به ضعف و نقص شبکه های اطلاعاتی (پایگاهای اطلاعاتی) ارتباط دارد. سرعت دسترسی به اطلاعات در این بانک‌های اطلاعاتی، طول بهینه رکوردهای ذخیره اطلاعات و همچنین سرعت انتقال اطلاعات از بانک‌های اطلاعاتی به سیستم‌های نمایشگر و تاخیرهای مربوطه به اینکار از عواملی بودند که مسئله زمان حقیقی بودن اطلاعات را از بین می‌بردند. طول کم رکوردهای ذخیره اطلاعات باعث ایجاد اشتباه در تفسیر آن و طول زیاد آنها مدت زمان دسترسی و فراخوانی اطلاعات را بالا می برد که به این ترتیب مشخص شد که باید تعادلی ۶۲ دراین میان بوجود آید.

بطور کلی کامپیوترهای دیجیتالی که در مراکز دیسپاچینگ بکار می‌روند معمولاً هر چند ثانیه یکبار یکسری از برنامه‌های مشخص را اجرا می نمایند که منجر به داده‌گیری از نقاط مختلف شبکه (به طرق مختلف) خواهد شد. عملیات و یا توابع مهم و برنامه های ویژه، معمولاً دارای بیشترین تناوب اجرا و در نتیجه سریعترین زمان فراخوانی اطلاعات هستند. بطور نمونه گروههای اطلاعاتی زیر هر دو ثانیه یکبار

فراخوانی می‌شوند.

- وضعیت تجهیزاتی نظیر دیژنکتورها در پست‌ها (باز یا بسته بودن آنها)، بار و ولتاژ پست‌ها و وضعیت تپ ترانسفورماتورها و بانک‌های خازنی.
- بار مربوط به Tie -Line ها و برنامهٔ وضعیت مبادلات.
- بار، ولتاژ و حدود بهره‌برداری هر ژنراتور و ظرفیت بویلرها.
- کنترل از راه دور به منظور اطمینان از عدم وجود هرگونه اختلال و اشکال در ارتباط مخابراتی دوطرفه بین کامپیوترها و کلیه تجهیزاتی که با این کامپیوترها در ارتباط هستند.

به مجموعه توربین و ژنراتور (در هر نیروگاه)، هر چهار ثانیه یك فرمان تعیین مقدار خروجی صادر می‌شود. به این ترتیب تمامی ژنراتورهای سیستم در تامین بار شبکه سهیم بوده و این تنظیم میزان تولید برای هر یك از واحدها براساس محاسبات متاثر از EDC[۶۳] و LFC[۶۴] و نظایر آن صورت می‌گیرد.

بسیاری از برنامه‌ها با الویت کمتر (آنهائیکه کمتر و یا بندرت مورد استفاده قرار می گیرند) ممکن است بنا به درخواست (فرمان) اپراتور برای مطالعه و یا مقداردهی اولیه یا تنظیم اولیه‌سیستم قدرت[۶۵] بکار روند.

سیستم کامپیوتری دارای آن حد از انعطاف است که اگر در خلال اجرای برنامه ای، بعضی از پارامترهای سیستم تغییر کنند، می‌تواند بعضی از

کدها و یا دستورالعمل‌ها برنامه‌های درحال اجرا را عوض نماید و مجدداً به اجرای بقیه برنامه بپردازد. بعنوان مثال اگر شیر فشار شکن بخار یکی از واحدهای نیروگاه برای تعمیر برداشته شود، آنگاه طبق یك فرمان و یا دستورالعمل مناسب که از سوی کامپیوتر صادر می‌شود، سهم این واحد از قدرت تنظیمی (که توسط EDC تعیین شده است)، کاهش می‌یابد. نرم افزارها و کامپیوترها و پردازنده‌های اطلاعات "طوری طراحی شده‌اند که قابلیت انعطاف و تطبیق پذیری زیادی داشته و به سرعت فرامین صادره از روی اپراتور را اجرا می‌کنند.

۷- معیارها و اصول طراحی اتاق کنترل و انتخاب تجهیزات جانبی آن

اگر چه اتاق کنترل، جزئی بسیار کوچك از سیستم مدرن کنترل سیستم می‌باشد، معذالك مهمترین قسمت آن بشمار می‌رود. اتاق کنترل، اتاقی است که در آن اپراتور و سیستم کنترل کامپیوتری با یکدیگر ارتباط برقرارمی نمایندودر نتیجه محیطی است که ممکن است خطاها و اشتباهات انسانی، مشکلاتی ایجاد نمایند بنابراین، اتاق باید بنحوی طراحی گردد که امکان بروز خطاهای انسانی در آن کاهش یابد تا بعنوان مرکز عملیاتی کارآ و محیط کاری مناسب مورد استفاده قرار گیرد. دراین رابطه باید آخرین تکنولوژی موجود در خدمت اتاق کنترل قرار گیرد تا اپراتور بتواند در محیطی سرشار از هماهنگی، کارآئی و سلامت به کار خود ادامه دهد.

مواردیکه در این زمینه برای بهبود راندمان و کارآئی اپراتور باید مورد

توجه قرار گیرند عبارتند از: روشنائی، تهویه، کفپوش، منابع تغذیه، تابلوهای کنترل، کنسولها، صفحه کلیدها و غیره.

۱-۷- کنسول اپراتورها

عمده توجه طراحان اتاق کنترل، معطوف به کنسول اپراتورها می‌باشد. چون کار اصلی اپراتورها در حالت نشسته و پشت این کنسولها انجام می‌گیرد، بنابراین شرایط پیرامونی این کنسولها باید بدرستی مدنظر قرار گرفته و طراحی گردد. یکی از مسائل مهمی که دراین زمینه باید مورد توجه قرارگیرد، خوانا بودن[۶۷] مونیتورها می‌باشد . ابعاد سمبل‌ها و اعداد و یا حروف و همچنین رنگ آنها بایستی براحتی تشخیص داده شوند.

مونیتورهایی که در آنها ابعاد و رنگ حروف و علائم براحتی قابل تغییر باشند، این نیاز اساسی را تامین می نمایند. همچنین اینکه تمامی ابزار و ادوات کنترل و نمایش، در دسترس و دید اولیه اپراتور قرار داشته باشند، از اهمیت اساسی برخوردار است.

وقتی میزکنسول و نیز مونیتورها قابل تغییر و تنظیم باشند، موقعیت مناسب کاری برای اپراتور فراهم خواهد شد. همچنین صندلی اپراتور باید از لحاظ آناتومی بدن مناسب بوده و اپراتور را دچار خستگی نکند. مطالب مورد بحث در شکل ۱-۷ خلاصه شده اند.

شکل ۱-۷: محل کاری مناسب جهت اپراتوربه صورت کنسول های متحرك

مونیتورها،نبایدطوری قرارگیرندکه مانع دیدن تابلوی نموداری مونیتورهایی که در پشت آنها قرار دارند، بشوند. همچنین میز کنترل مقابل اپراتورها (میزکنسول)، باید دارای سطح کافی برای قرار گرفتن وسائل مختلف نظیر تلفنها، صفحه کلیدها، موس و دیجیتایزرباشند، بعلاوه قرارگرفتن این تجهیزات بر روی میز کنسول باید طوری باشد که حداکثر دسترسی را برای اپراتور فراهم آورد.

۲-۷- روشنائی

جهت افزایش راندمان و کارآئی اپراتورها باید به مسئله روشنائی بذل توجه خاصی نمود، سطح روشنائی باید به گونه ای باشد که نه تنها یك محیط کاری مطلوب و شاد را برای اپراتور فراهم آورد، بلکه از خستگی چشم او که بطور مداوم در مقابل اشعه های صادره از صفحه مونیتورها قراردارد، جلوگیری نماید. توزیع مناسب نور بر روی قسمت کنسولها و

همچنین بر روی سطح تابلوهای نموداری از اهمیت خاص برخوردار بوده و برای کنترل شدت آن می‌توان از کاهنده‌ها استفاده نمود. همچنین توزیع و شدت نور باید بگونه‌ای باشد تا ضمن جلوگیری از خیرگی، متضمن جلوگیری از انعکاس‌های نامطلوب و کنتراستهای خسته کننده باشد. VDU صفحه هاباید دارای صفحات محافظ، بمنظور جلوگیری از انعکاس نور باشند و همچنین چراغها باید طوری قرار گیرند که از ایجاد انعکاس بر روی مونیتورها جلوگیری نمایند .

۳-۷- رنگ

رنگها نه تنها جنبه دکوراتیو دارند بلکه راحتی و شادابی افرادی را که در آن محیط مشغول بکار هستند، افزایش می دهند . بعنوان مثال رنگهای تیره اثر افسرده کننده ای دارند و بعلاوه محیطهای کاری را کوچك و باریك نشان می‌دهند. در مقابل رنگهای روشن و شاد اثر معکوس دارند. یك رنگ، می‌تواند علاوه بر اینکه باعث ایجاد و احساس فاصله گردد (بزرگی اتاق)، متضمن ایجاد احساس گرمی و شاد بودن نیز باشد.

۴-۷- کف و کفپوشها

رنگ کفپوشها مطابق بند قبل نباید متضمن ایجاد ناراحتی بوده و بعلاوه باید بعنوان یك عامل اکوستیکی خوب عمل نموده و صداهای ناخواسته را میرا کند. همچنین باید به مسئله خاصیت بارزدائی[۶۸] توجه خاصی شود. بنابراین کفپوشهای پلاستیکی یا فرشهای لاستیکی زمین شده [۶۹] ، باید در قسمتهائیکه کنسول و ابزار و ادوات الکترونیکی سیستمهای کنترل قرار دارند، مورد استفاده قرار گیرد.

۵-۷- تهویه مطبوع

کارآئی و راندمان اپراتورها قویاً تحت تاثیر درجه حرارت و رطوبت قرار دارد. بنابراین درجه حرارت و رطوبت یکنواخت برای ایجاد یك محیط مطلوب کاری مورد نیاز می‌باشد. از این رو از هرگونه تغییر دفعی یا زیاد در مقادیر این پارامترها (پارامترهای مطلوبیت کاری) باید نه تنها در اتاق کنترل بلکه حتی بین اتاق کنترل یا اتاقهای مجاور احتراز شود. درجه حرارتی معادل ۲۰ تا ۳۰ درجه سانتیگراد و درصد رطوبتی حدود ۵۰ ایده‌ال خواهد بود چرخش هوای تازه نیز در این مناطق امری معمول و مطلوب است.

۶-۷- طرح اتاق کنترل

اتاق کنترل می‌بایستی چنان طراحی شده باشد که احساس اعتدال و آرامش را در اپراتورها ایجاد نماید. البته این محیط نباید طوری باشد که احساس مثلاً مراکز فضایی تخیلی را به اپراتورها بدهد. اپراتورها باید خود را در محیطی کارا، هماهنگ و یکپارچه با وسائل وتجهیزات الکترونیکی و کامپیوتری احساس نمایند.

محیط اطراف اپراتورها باید آرام و ساکت و به دور از رفت‌و آمدهای زیاد باشد ولی در عین حال باید دسترسی به سایر قسمتهای اداری و لازم دیگر از این مرکز به سهولت و در اسرع وقت امکانپذیر باشد.

۷-۷- تمهیدات و تجهیزات جانبی اتاق کنترل

تجهیزات اتاق کنترل نظیر وسایل الکترونیك و کامپیوترها تا حد زیادی به تغییرات دما و رطوبت حساس می‌باشند، لذا حفظ محدوده‌های

استاندارد برای رطوبت ودرجه حرارت از اهمیت فوق العاده ای برخوردار است. محدوده های استانداردی که در این زمینه وجود دارند عبارتند از:

- درجه حرارت بین ۱۸ تا ۲۵ درجه سانتیگراد
- درجه رطوبت نسبی بین ۴۰ تا ۶۰ درصد (تا شبنم تشکیل نشود)

تخطی از این محدوده ها، توصیه نمی گردد.

۱-۷-۷- سیستم تهویه اتاق کنترل

ابعاد و ظرفیت سیستم تهویه براساس استانداردهای گفته شده قبلی ونیز تلفات حرارتی سیستم‌های الکترونیکی و الکتریکی نصب شده در اتاق کنترل، طرح می‌شود. تلفات معموله سیستمهای کامپیوتری بین ۲۰۰۰ تا ۳۸۰۰ وات برآورد می‌شود.

سیستم تهویه از دو قسمت تشکیل شده است، قسمت داخلی و قسمت خارجی . قسمت داخلی که شامل یك پنکه و یك کولر است، توسط لوله‌های حاوی هوای سرد به قسمت خارجی منتقل می‌شود. قسمت داخلی، ممکن است دیواری یا سقفی باشد در حالیکه قسمت خارجی ممکن است در بالکن یا در خارج اتاق نصب شود. کنترل این سیستم، بوسیله یك واحد کنترل که از حرارت نقاط مختلف اتاق و حرارت خارج از آن نمونه می‌گیرد، انجام می‌پذیرد. این واحد کنترل، مقادیر گردآوری شده را با مقادیر مرجع موجود در حافظه خود مقایسه نموده و از آنجا سیگنالهای فرمان لازم را بسمت قسمت خارجی ارسال می‌دارد. اگر درجه حرارت، از محدوده بالائی و یا پائینی مشخص شده، عدول نماید، آلارمهای مربوطه، این وضعیت را بفوریت نشان خواهند داد.

۲-۷-۷- سیستم کنترل رطوبت

چون دمای اتاق، توسط سیستم تهویه مطبوع، کنترل و تامین می‌گردد بنابراین با مسئله کمبود رطوبت شدید مواجه خواهیم بود، لذا برای تثبیت درجه رطوبت در حد بالای استاندارد مشخص شده (برای رطوبت)، از دستگاه رطوبتزن هوا استفاده می شود. این دستگاه، از یك واحد تولید بخار آب تشکیل می شود، که به سیستم تامین آب اتاق متصل بوده و مجهز به یك گرم‌کننده ویك پنکه می‌باشد که مطابق با میزان تعیین شده برای درصد رطوبت و نمونه اخذ شده از رطوبت سنج، بخار تولید نموده و به داخل اتاق تزریق می‌نماید.

۸-۷- سیستم تغذیه الکتریکی و UPSها

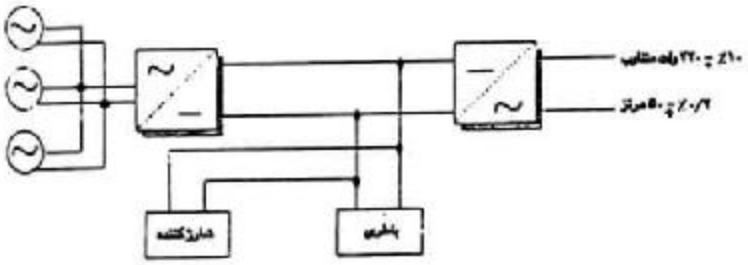
بطور معمول انرژی الکتریکی مورد استفاده تجهیزات اتاق کنترل از نوع تکفاز می‌باشد، هر چند که بعضی تجهیزات این اتاق از سطوح دیگر ولتاژ و فرکانس غیر از ولتاژ فرکانس برق شهر استفاده می کنند. حدود قابل قبول برای فرکانس، ۵۰ هرتز (۲٪ ±) و حدود قابل قبول برای ولتاژ ۲۲۰ ولت (۱۰٪ ±) است.

چون سیستمهای الکترونیکی و کامپیوتری بشدت نسبت به نوسانات ولتاژ و شوکهای گذرای شبکه برق حساس هستند، لذا سیستم تغذیه برق اتاق کنترل باید به سیستم‌های فیلتراسیون و دمپر مناسب مجهز باشد.

دیسك درایوهای کامپیوترها بخصوص به نوسانات ولتاژ شدیداً حساس هستند، لذا از پایدار کننده‌های مغناطیسی که به طور سری با شبکه

تغذیه اصلی قرار می‌گیرند، استفاده می‌شود. برای جلوگیری از وقفه سیستمهای مهم الکترونیك و کامپیوترها و همچنین هرگونه از بین رفتن اطلاعات در حال ذخیره یا پردازش، از منابع غیرقابل قطع که به UPSها[۷۰] معروف هستند، استفاده می شود تا در صورت قطع برق شهر، مسیر تامین انرژی الکتریکی سیستمها ازطریق آنها برقرار شده و در کار این سیستمها، کوچکترین وقفه‌ای حاصل نگردد. سیستم UPS، همچنین وظیفه فیلتراسیون نوسانات ولتاژ و میرائی (دمپینگ) شوکهای الکتریکی شبکه را برعهده دارد. بنابراین UPS، مجموعه ای شامل اینورترها، باطری‌ها، شارژ کننده باطریها و تثبیت کننده‌ها می‌باشد (شکل ۲-۷). اینورترها وظیفه تبدیل برق متناوب به مستقیم و بالعکس را بعهده دارند و باطریها بعنوان پشتیبانی مورد استفاده قرار می‌گیرند. برای افزایش قابلیت اطمینان این سیستم و آمادگی آن بهتر است برق UPS از چندین سیستم تغذیه شود. ظرفیت و ابعاد UPS ها برحسب مصارف مربوطه طراحی می‌گردند.

جریان هجومی و سیار[۷۱] اولیه تجهیزات نیز بایستی در طراحی و تعیین ظرفیت UPS ها درنظر گرفته شود معمولاً جریانهای هجومی حدود ۱۵ تا ۲۰ برابر جریان حالت دائم در زمانی معادل ۱۰ میلی ثانیه بعد از روشن شدن این وسایل و جریانهای سیار برای وسایلی نظیر دیسك درایوها و یا پرینترها معادل ۲ تا ۵ برابر جریان حالت دائم در زمانی معادل ۱ یا ۲ میلی ثانیه خواهد بود.



شکل ۲-۷: اساس یك سیستم تغذیه غیرقابل قطع (UPS)

۸- دیسپاچینگ و روش‌های مختلف انتقال اطلاعات

۱-۸- نکات عمومی

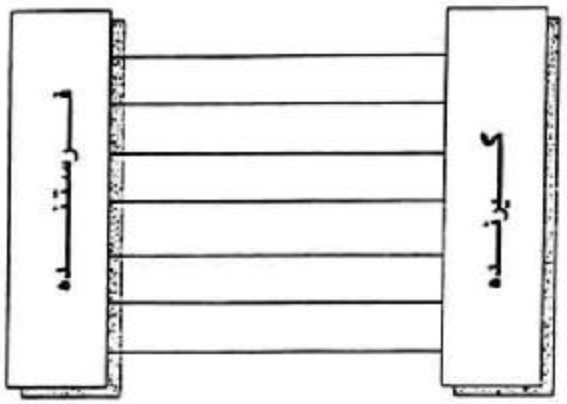
گستردگی و پراکندگی مراکز تولید نیرو، پست‌ها و ایستگاههای کلید زنی، ترانسفورماتورها و همچنین اطلاعات زیاد مربوط به وضعیت این سیستم‌ها و وجود یك سیستم کنترل مرکزی، اهمیت سیستم های مخابراتی مورد نیاز را که از کارائی و سرعت بالائی می‌بایستی برخوردار باشند، آشکار می‌سازد.

بطور کلی انتقال اطلاعات، حجم عظیم مخابرات بین قسمت‌های مختلف شبکه و مرکز دیسپاچینگ را تشکیل می‌دهد. اطلاعات به دو صورت آنالوگ و یا دیجیتال وجود داشته و می توانند ارسال شوند. آنالوگ بودن اطلاعات بدلیل سابقه تاریخی این صنعت، طبیعی ولی متاسفانه برای مخابرات در فواصل طولانی مناسب نیستند، چون براحتی

اعوجاج پذیر یا اغتشاش پذیر هستند. بنابراین تبدیل اطلاعات آنالوگ (متغیرهای پیوسته[۷۲]) به مقادیر یا اطلاعات دیجیتال (متغیرهای منفصل[۷۳] یا غیر پیوسته) وارسال آنها ارجح می‌باشد. علاوه بر این، هزینه‌سیستم‌های مخابرات دیجیتال نسبت به آنالوگ کمتر بوده و تکنیک‌های زیادی برای تبدیل اطلاعات از سیستم انالوگ به سیستم دیجیتال و سپس مخابرهٔ آنها وجود دارد که بسته به شرایط از یکی از آنها استفاده خواهد شد. انواع سطوح مختلف ولتاژ یا جریان، مقادیر با فرکانس‌های مختلف، و یا حتی نور (از زمانیکه فیبرهای نوری بعنوان یك واسطه[۷۴]در مخابرات بین دو نقطه مورد استفاده قرار گرفته‌اند) بعنوان معرف و مشخصات داده‌ها و اطلاعات، ممکن است مورد استفاده واقع شوند. با این مقدمه به شرح خلاصه انواع سیستم‌های مخابراتی مورد استفاده درشبکه‌های قدرت و مسائل مربوط می‌پردازیم.

۱-۱-۸- مخابرات سری و موازی:

شیوهٔ ارسال بیت‌های یك کلمه (یا Word بعنوان واحد اطلاعات) می‌تواند به دو صورت موازی یا سریال باشد. درفرم موازی، بیت‌های یك کلمه بصورت ترکیبی از صفرها و یك‌ها بصورت همزمان روی کانالهای مخابراتی موازی و متعدد ارسال می‌شوند (شکل ۱-۸)



شکل ۱-۸: مخابرات موازی

از مزایای این نوع سیستم‌ها سرعت بسیار بالای انتقال اطلاعات می باشد و اساساً از این فرم، در ارتباط داخلی کامپیوترها استفاده می‌شود. لازمهٔ این سرعت زیاد، تعدد کانالهای مخابراتی خواهد بود که بر گرانی سیستم می‌افزاید. روی همین اصل، هنگامیکه بین واحدهای مخابراتی فاصلهٔ زیادی باشد، از فرم مخابراتی سریال که در آن بیت‌های یك کلمه بصورت پشت سر هم یا متوالی بر روی کانالهای مخابراتی ارسال خواهند شد، استفاده می شود (شکل ۲-۸)

شکل ۲-۸: مخابرات سری

دراین رابطه،ظرفیت کانال سریال مخابراتی مطرح می شود که عبارتست از تعداد بیت های مخابره شده دریك ثانیه یا بی.پی. اس (bps[۷۵]). اصطلاح مرسوم دیگر در این زمینه نرخ انتقال اطلاعات[۷۶] می باشد و آن معادل معکوس عددی کوتاهترین زمان ممکن که یك سیگنال بر روی خطوط ارتباطی وجود دارد، می باشد. با این تفاسیر، هر چقدر بی. پی. اس یا بودریت افزایش یابد، سیستم، سریعتر، و طبعاً گرانتر خواهد بود. مخابرات سریال، خود به دو صورت سنکرون[۷۷] یا آسنکرون[۷۸] نیز امکان پذیر می باشد. در سیستم آسنکرون، پالس ساعت مرکزی فرستنده و گیرنده لزوماً همزمان نبوده و در مواقع لازم ابتدا یك بیت شروع[۷۹] که وظیفهٔ همزمانی پالس های ساعت فرستنده و گیرنده را برعهده دارد، فرستاده شده و متعاقب آن بیت های اطلاعاتی و در پایان یك بیت پایانی[۸۰] مخابره خواهد شد. اما در سیستم سنکرون، پالس ساعت فرستنده و گیرنده همزمان بوده و هر دوطرف، وظیفه همزمان

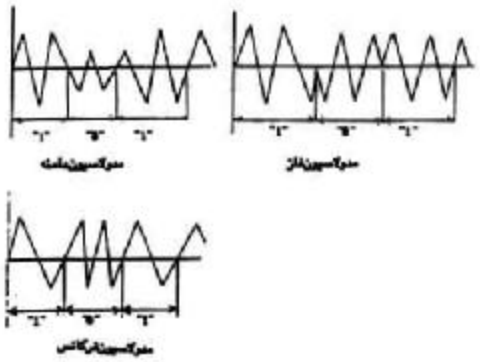
نگه‌داشتن خود نسبت به یکدیگر را برعهده دارند و برای اینکه این همزمانی، در طول زمانهای مدید عدم ارسال پیام، از بین نرود، در حالت عادی، همیشه کلماتی (نمونه) بین دوطرف در حال ارسال و دریافت می‌باشد. سیستم‌های آسنکرون از لحاظ هزینه بسیار ارزانتر از سیستم‌های سنکرون بوده اما برای خطوط و سیستم‌هایی با ترافیک زیاد مخابراتی، سیستم سنکرون مناسبتر است.

۲-۱-۸- سیستم‌های سیمپلکس [۸۱] و دوپلکس [۸۲]

در سیستم سیمپلکس، انتقال بصورت یك جهته و همیشه از فرستنده بسمت گیرنده خواهد بود. در سیستم‌های نیمه دوپلکس، انتقال اطلاعات در هر دو جهت (فرستنده به گیرنده و بالعکس) ولی غیر همزمان میسر می‌باشد. در سیستم‌های دوپلکس کامل، انتقال اطلاعات در هر دو جهت و در یك لحظهٔ بخصوص (یعنی همزمان) امکان پذیرمی باشد.

۲-۸- مدولاسیون

بعلت مشکلاتی نظیر تضعیف سیگنال‌های مخابراتی در فواصل طولانی و یا سایر مشکلات، از روش‌های مختلف برای تقویت و انتقال آنها استفاده می‌شود. یکی از این روش‌ها که از کارآمدترین آنهانیز بشمار می‌رود، همان مدولاسیون سطوح مختلف منطقی (صفر و یك) بر روی سیگنال‌های حامل از نوع AC می‌باشد (شکل ۳-۸). اینکار توسط مودم‌ها [۸۳] که در هر دوسوی کانالهای مخابراتی نصب می‌شوند، انجام می گیرد که سیگنال‌های رسیده را برطبق اصول مدولاسیون (مدولاسیون‌های دامنه یا فرکانس و یا فاز) مدوله و دمدوله نمایند تا در قسمت‌های مربوط تفسیر و فرامین لازم، دریافت گردند. (شکل ۴-۸).



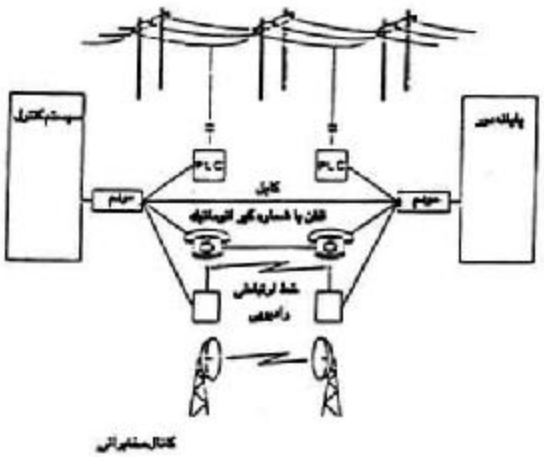
شکل ۳-۸: انواع مدولاسیون

شکل ۴-۸: مـودم

به منظور افزایش سرعت در ارسال پیام‌ها، از سیستم‌های دیگری بنام مالتیپلکسینگ[۸۴] استفاده می‌شود. کاربرد این سیستم‌ها باعث می‌شود تا از اتصال سیستم های مخابراتی با سرعت کم به یکدیگر، مجموعه‌ای با سرعت ارسال بالا تشکیل گردد. بنابراین، با ارسال تعداد زیادی از علائم و پیامها روی یك کانال مخابراتی با سرعت بالا، بجای فرستادن پیام‌ها روی کانالهای مخابراتی متعدد و کم سرعت، صرفه‌جوئی قابل ملاحظه‌ای در زمان و هزینه سیستم‌های مخابراتی بعمل خواهد آمد. حال به تشریح مختصر انواع واسطه های مخابراتی که در سیستم‌های قدرت مورد استفاده قرار می‌گیرند، می‌پردازیم:

۲-۸- واسطه‌های مخابراتی [۸۵]

واسطه، آن قسمت از یك کانال ارتباط مخابراتی است که دو نقطه یا ایستگاه مخابراتی را که قصد ارتباط دارند را به یکدیگر متصل می‌سازد. بطور کلی این واسطه‌ها، دو دسته هستند، دسته اول بین دو طرف (فرستنده و گیرنده)، اتصال فیزیکی (توسط کابل‌های هم محوریا فیبرهای نوری یا طرق دیگر) برقرار می‌نمایند. دسته دوم آندسته از واسطه‌ها هستند که هیچ گونه اتصال فیزیکی بین دو طرف وجود ندارد و ارتباط ایستگاهها از طرق دیگر نظیر امواج رادیوئی یامایکرویو برقرارمی‌شود (شکل ۵-۸). این سیستم‌ها بطور فهرست وار در زیر شرح داده شده‌اند.



شکل ۵-۸

سیم‌ها و کابل‌ها:

این سیم‌ها با توجه به کاربرد آنها در سیستم‌های مخابراتی شبکه‌های قدرت، دارای استقامت مکانیکی و عایقی خاص خود بوده و در کنار کابل‌های قدرت (با فاصله مناسب) کارگذاری شده و در سیستم‌هایی از نوع دوپلکس کامل با سرعتی معادل ۶۰۰۰ بی‌پی‌اس و یا در سیستم‌های سیمپلکس با سرعتی تا حدود ۹۶۰۰ بی‌پی اس بکار می‌روند.

کابل‌های هم محور یا کواکسیال:

این نوع کابل‌ها در سیستم‌های مخابراتی با باند عریض مورد استفاده قرار می‌گیرند (سرعت‌های حدود چندین صد هزاربی‌پی‌اس و یا حتی چندین میلیون بی‌پی‌اس). افت در این کابل‌ها، بکمك تقویت سیگنال در دو طرف جبران شده و همین، باعث افزایش هزینه سیستم خواهد شد.

فیبرهای نوری:

استفاده از فیبرهای نوری در چند ساله اخیر در صنعت مخابراتی مرسوم شده است که مزایای چندی بر آن مترتب می‌باشد:

- ارسال حجم بالای اطلاعات با سرعتی حدود ۵۰۰ میلیون بی‌پی‌اس.
- عدم حساسیت نسبت به اغتشاشات و اختلالات ناشی از میدان‌های قوی الکتریکی.
- خطای کم و امنیت بالای ارسال اطلاعات.
- وزن کم و ابعاد کوچك (که از خصوصیات عمده وبرجستهٔ این نوع از واسطه های مخابراتی می باشد).

تلفن:

این طریق ارتباط بین مراکز و واحدهای موجود در شبکه، از طریق اجاره یا خرید خطوط تلفنی از شبکهٔ تلفن کشور میسر می‌گردد که طبعاً محدودیت های شرکت‌های تلفن از قبیل سطح و سرعت سیگنال‌های ارسالی (بعلت محدودیت عرض باند سیستم) و یا اصرار بر استفاده از تجهیزات خاص و مورد تائید شرکت تلفن را باید تحمل نمایند.

پی ال سی[۸۶]:

این سیستم از پرکاربردترین تجهیزات مخابراتی در شبکه های قدرت می‌باشد که در آنها امواج کاریر مدوله شده با سیگنال‌های اطلاعاتی، بر روی ولتاژ اصلی خطوط سوار شده و از این طریق اطلاعات انتقال می‌یابند. ولتاژ خطوط معمولاً ۱۰۰ کیلوولت و یا بیشتر می باشد و نوع اطلاعات انتقالی عموماً از نوع وضعیت‌های بهره برداری،

سیگنال های حفاظتی و یا فرمان های کنترل می باشد. چون از این سیستم می توان هم برای ارتباط تلفنی و هم برای انتقال داده ها استفاده نمود، لازم است که عرض باند کانالهای صحبت و کانالهای انتقال اطلاعات با یکدیگر متفاوت باشند. عرض باند مورد استفاده برای خطوط مجهز به پی ال سی، معمولاً بین ۳۰ کیلوهرتز تا ۵۰۰ کیلوهرتز می باشد که با توجه به تفاوت عرض باند کانال های صحبت و انتقال اطلاعات، کل باند مورد استفاده به کانالهای مختلف با عرض باندهای مختلف تقسیم می گردد.

رادیو:

از این سیستم نیز در ارتباطات با فواصل طولانی (تا حدود ۱۰۰ یا ۲۰۰ کیلومتر) استفاده می گردد. مزایای این سیستم نسبت به واسطه های قبلی عبارتست از:

- استقلال از خطوط فشار قوی (استقلال از میدان های قوی الکتریکی).
- استقلال از خطوط شبکهٔ تلفنی کشور (استقلال از محدودیت های شرکت تلفن)
- کم بودن هزینه سرمایه گذاری نسبت به واسطه های با اتصال فیزیکی.

- افزایش تعداد کانالها (عرض باندهای مختلف) نسبت به کانال های برقرار شده توسط خطوط پی ال سی.
- سرویس دهی و نگهداری ارزانتر نسبت به سیستم های قبلی.

باندهای مورد استفاده این سیستم عموماً باندهای SHF/UHF [۸۷] می باشند.

امواج مایکروویو:

عرض باند مورد استفاده در ارتباطات از این نوع، معمولاً بین فرکانس دو تاسیزده گیگاهرتز (2- 13 GHz) می‌باشد که بندرت توسط شبکه های قدرت مورد استفاده قرار می‌گیرد. ارتباط بین دو ایستگاه، از طریق آنتن‌های سهمی شکل روبروی هم، صورت گرفته و هرگونه افتی در سطح سیگنال توسط تکرار کننده‌ها جبران می‌گردد. اگر ترکیب این سیستم بصورت حلقه‌ای باشد، راندمان و کارائی سیستم بمراتب افزایش یافته چه اگر ارتباط از یك جهت قطع گردد، امکان ارتباط از جهت دیگر میسر خواهد بود که همین قابلیت اعتماد سیستم مخابراتی را افزایش خواهد داد. لذا در سیستم‌ها و خطوط با راندمان و کارائی بسیار بالا، از ترکیب سیستم پی‌ال سی و مایکروویو بعنوان پشتیبان یکدیگر استفاده خواهد شد.

در خاتمه این بحث باید خاطر نشان نمود که امروزه ارتباطات ماهواره‌ای نیز برای استفاده در انتقال اطلاعات شبکهٔ نیروی کشورهای مختلف، مدنظر قرار گرفته است.

۹- کاربردهای توابع عملیاتی مختلف و وظایف آنها در مراکز دیسپاچینگ

دراین قسمت آندسته از وظایف یك مرکز کنترل را که بسیار اساسی بوده و بصورت زمان واقعی اجرا می‌شوند، مورد بررسی قرار می‌دهیم. البته توابع عملیاتی دیگری نیز وجود دارند که بصورت خارج خط اجرا می شوند که این به معنی کم اهمیت بودن آنها نیست، بلکه هدف اینست که بر حیاتی بودن برنامه‌های روی خط و مشخصاً برنامه‌هائی که نتایج

آنها بصورت زمان واقعی مورد استفاده قرار می‌گیرد، تاکید شود.

۱-۹- کنترل توزیع اقتصادی بار (EDC)

هدف از اجرای این تابع در مراکز دیسپاچینگ، توزیع بارشبکه بین واحدهای در حال کار متصل به آن می‌باشد، بطوریکه هزینهٔ سوخت این واحدها کمینه گردد. چون تغییرات بار در شبکه بطورمداوم و پیوسته می‌باشد، بنابراین این تابع در فواصل زمانی معینی (بسته به شبکه‌های مختلف) اجرا شده تا سهم تولید هر یك از واحدهای روی مدار مشخص گردد. امروزه بهمراه کمینه کردن هزینهٔ سوخت، اهداف دیگری نیز نظیر بیشینه کردن قابلیت اطمینان سیستم، بهینه کردن میزان توان راکتیو شبکه و جدیدترین آنها، کمینه‌کردن میزان آلودگی هوا درنظر گرفته می‌شود که این خود، یك مسئله بهینه سازی با چندین تابع هدف است که بروش‌های مختلف و جدید بهینه سازی نظیر برنامه ریزی دینامیکی، روش‌ها یا الگوریتم‌های مبتنی بر منطق فازی[۸۸] و روش‌های پیشرفتهٔ احتمالات و نظایر آنها حل می‌شود.

۲-۹- کنترل اتوماتیك تولید (AGC[۸۹])

یکی دیگر از توابع عملیاتی مهم و حیاتی برای مراکز دیسپاچینگ، تابع کنترل اتوماتیك تولید می‌باشد که وظیفهٔ حفظ فرکانس کل سیستم و همچنین کنترل تبادلات بار بین نواحی (که از طریق خطوطی به یکدیگر متصل هستند) را برعهده دارد.

برای اجرای تابع عملیاتی AGC، معمولاً اطلاعات متعددی از نقاط مختلف شبکه، تله متری (سنجش از راه دور) شده و درپایگاههای داده یا

اطلاعات کامپیوترهای مرکز دیسپاچینگ، ثبت می گردد. سپس محاسباتی با توابعی نظیر EDC به سرعت انجام و نتیجه این محاسبات بسمت سیستم AGC ارسال می‌شود و پس از پردازش، خروجی این تابع کنترلی بصورت پالس‌های بالا رونده یا پائین رونده با طول‌های مختلف ارسال می‌شود. در نتیجه، کامپیوترهای سیستم کنترل موجود در هر واحد یا نیروگاه، بار پایه خود را متناسب با طول پالس رسیده افزایش یا کاهش می دهند. طول این پالس‌ها برحسب طول یك كلمه (تعداد بیت‌های یك كلمه) كد گذاری شده و از طریق كانالهای مخابراتی ارسال می شود.

۳-۹- سیستم کنترل نظارتی بر ولتاژ و وضعیت کلیدها (SVC[۹۰] و SBC[۹۱])

این سیستم‌ها، وظیفه کنترل و نظارت بر وضعیت کلیدهای قدرت (دژنکتورها) و همچنین وضعیت تجهیزات تنظیم کننده ولتاژ، نظیر خازن‌ها و یا پست ترانسفورماتورها و رگولاتورهای تنظیم ولتاژ ژنراتورها را درمواقعی نظیر بارزدائی [۹۲] و یا پارگی سیستم[۹۳] برعهده دارند.

۴-۹- کنترل اتوماتیك ولتاژ (AVC [۹۴])

این تابع، برای کنترل ولتاژ و تخصیص توان راکتیو در شبکه بکار می رود. این تابع روند تغییرات ولتاژ را تنظیم کرده و همچنین تلفات ناشی از جریان راکتیو را که در شبکه قدرت در جریان است، کمینه می‌نماید . این کنترل ولتاژ و تخصیص توان راکتیو، براساس اطلاعات زیر که تله متری خواهند شد، انجام می گیرد.

- توان راکتیو ژنراتورها.
- پست ترانسفورماتورها.
- خازن های موازی یا شنت.
- راکتورهای شنت.

۵-۹- ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم (SM[۹۵])

این تابع فیزیکی، از توابع عملیاتی روی خط بوده که وظیفه آن ارزیابی و نظارت بر وضعیت فعلی سیستم قدرت می باشد. وجود همین سیستم است که مراکز دیسپاچینگ فعلی را از مراکز قدیمی متمایز می سازد. این سیستم، به یك سیستم تله متری و اندازه گیری دقیق و مطمئن که با تجهیزات مخابراتی سریع و پیشرفته قرین باشد، نیازمند است. انواع سنجش‌های مورد نیاز این تابع کنترل عبارتند از:

- سنجش‌های توان های اکتیو و راکتیو.
- جریان خطوط و ولتاژ باس ها.
- توان های اکتیو و راکتیو تزریقی در باس های شبکه.
- وضعیت رله های حفاظتی.
- وضعیت دیژنکتورها.
- موقعیت پست ترانسفورماتورها.
- وضعیت انواع کلیدهای اتوماتیك یا دستی (عمده و مهم).

بطور کلی، وظیفه سیستم ارزیابی قابلیت اطمینان، کنترل مقادیر آنالوگ تله متری شده نسبت به حدود از پیش تعیین شده (موجود در پایگاههای داده کامپیوترها)، به منظور دریافت این موضوع که آیا سیستم در نزدیکی مرز یا داخل وضعیت اضطراری قراردارد، می باشد.

یکی از نکات مهمی که دراین رابطه باید به آن توجه خاصی میذول داشت، بررسی معتبر بودن اطلاعات تله متری شده و همچنین آشکارسازی اطلاعات و داده‌های متناقض و ساقط نمودن آنها می‌باشد، که در این رابطه لزوم و اهمیت سیستم‌های تخمین گر حالت [۱۶] آشکار می گردد که ذیلاً شرح خواهد شد.

۶-۹- تخمین حالت استاتیکی

در قسمت ارزیابی قابلیت اطمینان گفتیم که این تابع بطور مداوم مقادیر ارسالی از قبیل توانهای اکتیو وراکتیو و یا ولتاژ باس‌های شبکه و نظایر آنها را کنترل نموده و آنها را با مقادیر و خطاهای از پیش تعیین شده، مقایسه می‌نماید تا به بروز مشکلات احتمالی در شبکه و یا خطوط انتقال پی برده و در صورت لزوم، با انجام مانورهای اصلاحی، اختلال‌های پیش آمده را برطرف سازد. طبیعی است که عملکرد صحیح سیستم ارزیابی قابلیت اطمینان تا حد زیادی بستگی به سیگنال‌های اندازه گیری شده ارسالی دارد. در این میان، مشکلاتی نظیر خطای ناشی از مشخصه‌های طبیعی مبدل‌ها، نویزی شدن اطلاعات مخابره شده، اشتباهات تصادفی در اتصال صحیح مبدل‌ها، اشکالات جوی، حوادث طبیعی مثل زلزله یا طوفان های شدید و یا اشکالات فنی موجود در سیستم ها، همگی باعث ایجاد اشتباه در دریافت و تفسیر سیگنال‌های ارسالی و یا قطع کانالهای ارتباطی خواهند شد. تخمین گر حالت قادر است. خطاهای کوچك تصادفی را حذف کرده و خطاهای بزرگ و مشخص را آشکار نماید و اگر بدلایلی که گفته شد کانالهای ارتباطی مخابراتی قطع شوند، اطلاعات لازم را که ارسال نشده‌اند، با مقادیر مناسب جانشین سازد. این سیستم از روشها و تئوریهای آماری متنوعی جهت

تشخیص و آشکار سازی این نوع خطاهاو نیز تخمین آنها استفاده می کند. این روشها ساده ولی طولانی هستند (روشهای آماری تخمینی مثل روش حداکثر شباهت، روش حداقل مربعات و یا روش حداقل واریانس و نظایر آنها).

۷-۹- آنالیز کننده قابلیت اطمینان سیستم (SA[۹۷])

این تابع، نیـز بعنوان یکی دیگر از توابع کنتـرلی روی خط، بررسی شرایط عادی سیستم از نظر قابل اطمینان بودن یا نبودن را بعهده دارد. وظیفه دیگر SA اینست که اعمال اصلاحی را که برای رفع حالت غیر قابل اطمینان بودن لازم هستند، بررسی نموده و مشخص سازد. از اولین وظیفه گفته شده دراین قسمت، بعنوان بررسی پیشامدها [۹۸]، یادمی‌شود. محاسبات و ارزیابی سیستم در حالت عادی و نیز در حالت بروز اغتشاش، در دو بعد ایستا، و پویا صورت می‌گیرد. بعد ایستا، بررسی و تخمین رسیدن یا نرسیدن سیستم پس از بروز اغتشاش به شرایط و قیودی نظیر حدود ولتاژهای اکتیو و راکتیو، درجه حرارت‌های مجاز خطوط انتقال را برعهده دارد. دو فاز عمده درتخمین قابلیت اطمینان ایستا، عبارتند از:

۱- فاز مطالعاتی که در آن بررسی پیش‌آمدها بصورت خارج خط صورت گرفته و نتایج پیشامدهائیکه منجر به تجاوز از قیود و شروط لازم سیستم می‌شوند، در یك پایگاه داده ثبت می شوند.

۲- فاز دوم که در آن قابلیت اطمینان سیستم توسط کامپیوتر بصورت بلادرنگ، تخمین زده می شود. اگر شرایط کنونی سیستم، در پایگاه داده وجود داشته باشد، تخمین بسرعت انجام می‌گیرد، در غیر اینصورت

کامپیوتر بکمك درون یابی بین داده های موجود و شرایط کنونی سیستم و با کمك بکارگیری مجدد برنامه پخش بار و شرایط کنونی سیستم، قابلیت اطمینان آن را محاسبه خواهد نمود. بنابراین مشاهده می شود که اساس کار این سیستم، طبقه بندی وضعیت سیستم براساس شرایط و اطلاعات موجود در پایگاه های داده خواهد بود. این روش، بعلت اینکه پایگاههای داده، بعلت ضرورت کاری، باید حالت‌های زیادی را دربرگیرند (حالت‌های شبیه سازنده بصورت خارج خط)، طبعاً زمان محاسبه و بعد از آن زمان فراخوانی زیادی را در برگرفته و در نتیجه دارای محدودیت است. همچنین تعیین حدود قابلیت اطمینان سیستم که فاصله بین نقطه کار کنونی و حدود قابل اطمینان سیستم را نشان می‌دهد. براحتی قابل تعیین نیست. لذا امروزه با توجه به حجم زیاد اطلاعات و افزایش کارائی، شبکه های عصبی [۹۹] بدلیل سهولت طبقه‌بندی وضعیت‌های مختلف کاری و فراگیری آنها، و نیز سرعت بسیاربالای فراخوانی از پایگاههای داده، مورد توجه قرار گرفته اند.

بعد دیگر محاسبات قابلیت اطمینان، بعد پویای آن می باشد. مفهوم قابلیت اطمینان پویای در ارتباط با پایداری پویا مطرح می‌شود. لازمهٔ قابلیت اطمینان پویا، دارابودن پایداری پویا علاوه بر رعایت شدن حدود مجازسیستم می باشد.

قدم اول در تخمین قابلیت اطمینان پویا، مطالعه پایداری پویای سیستم می‌باشد. دراین رابطه نیز همان دلائلی که موجب شده تا شبکه های عصبی در تخمین قابلیت اطمینان ایستا مورد توجه قرار گیرند، در مطالعات دینامیکی نیز مورد توجه قرار گرفته‌اند.

١- Real time

٢- On line

٣- Response

٤- Selective Monitoring

٥- Abnormalities

٦- Expert systems

٧- Dispatcher

٨- Fully computerized

٩- Emergency

١٠- Failure detetion

١١- Intelligent alarms

١٢- Automatic Generation Control

١٣- Economic Dispatch Control

١٤- LAN (Local Area Network)

١٥- Restorative

١٦- System Monitoring

١٧- Contingency analysis

١٨- Corrective actions

١٩- Supervisory Control And Data Acquisition

٢٠- Next contingency set

٢١- Secure

٢٢- Insecure

٢٣–Security Monitoring (SM)

٢٤– Security Analysis (SA)

٢٥– Mimic board

٢٦– Light pens

٢٧–Color cathode raytobe

٢٨– Paging buttons

٢٩– Mouse

٣٠– Poke points (or highlighted)

٣١– Keyboard

٣٢– Edittinge

٣٣– Alphanumeric

٣٤– Alarm

٣٥– Updated

٣٦– Format

٣٧– Breakers

٣٨– Page backward/forward

٣٩– Multi-window system

٤٠– Zooming facilities

٤١– Interface

٤٢– Icons

٤٣– Full graphic

٤٤– Zooming and panning

٤٥– Failure

٤٦– Teletypes

۴۷- منظوراز توابع روی خط (که معادل انگلیسی On line functions می باشد) توابعی هستند که بطور لحظه به لحظه در طـول عملیـات بهره برداری از شبـکه در حال اجرا بوده در مقابل آن، کلمه توابع خارج خط (معادل کلمه Off line functions) می باشد که با تناوب های مختلف زمانی در کامپیوترها و یا درصورت نیاز توسط اپراتورها احضار و اجرا خواهند شد.

۴۸- Backup

۴۹- Load forcasting

۵۰- Hydro-thermal allocation

۵۱- On comming computer

۵۲- Refreshing

۵۳- Configuration

۵۴- Input/ output microprocessors

۵۵- Availabilty

۵۶- Initializing

۵۷- Off line

۵۸- Performance simulator

۵۹-Vevification/Validation of concept

۶۰- Performance limits

۶۱- Energy Management System (EMS)

۶۲- Trade off

۶۳- Economic Dispatch Control

۶۴- Load Frequency Control

۶۵- Initializing of power system

۶۶- Data handler

۶۷– Readability

۶۸– Antistatic

۶۹– Grounded rubber carpet

۷۰– Uninterruptible Power Supply

۷۱– Inrush/surge currents

۷۲– Continuos

۷۳– Discrete

۷۴– Media

۷۵– Bit per second

۷۶– Baud rate

۷۷– Synchronous

۷۸– Asynchronous

۷۹– Start bit

۸۰– Stop bit

۸۱– Simplex

۸۲– Duplex

۸۳– Modem

۸۴– Moltiplexing

۸۵– Communication medias

۸۶– Power Line Carrier

۸۷– Super / Ultra high frequency

۸۸– Fuzzy logic

۸۹– Automatic Generation Control

۹۰– Super visory of voltage control

۹۱– Supervisory of breakers control

۹۲– Load shedding

۹۳– System splitting

۹۴– Automatic Voltage Control

۹۵– Security Monitoring

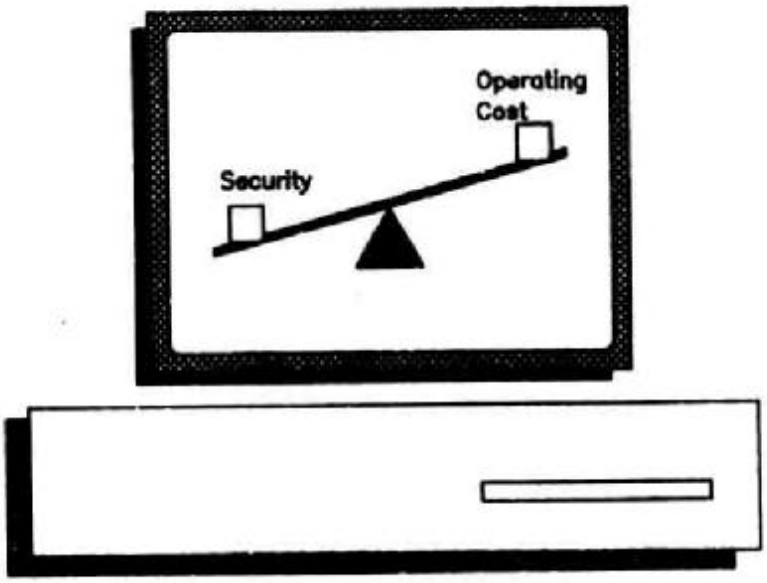
۹۶– State Estimation

۹۷– Security Analysis

۹۸– Contingency analysis

۹۹– Artificial neural networks

DESIGN PRINCIPLES OF ENERGY CONTROL CENTRES



Technical Journal of the Energy Department

No.1, Winter 1994

RAH SHAHR

مهندسین مشاور معمار و شهرساز، عمران آب و انرژی

Architects, Urban Design, Hydraulic & Energy Consultants