

## گزارشی از پروژه BMS کتابخانه ملی ایران

در عصر حاضر، گرایش جوامع صنعتی پیشرفته و در حال توسعه به استفاده از سیستم‌های اتوماسیون در صنایع، سازمان‌ها و مراکز مختلف، با هدف کاهش نیروی انسانی و صرفه‌جویی در هزینه‌های هنگفت اقتصادی، منجر به کارگیری حجم گسترده‌ای از سیستم‌های کنترل اتوماتیک در محیط‌های مختلف صنعتی، تجاری، اداری و حتی مسکونی گردیده است.

از آنجا که نظارت بر صحت عملکرد هر یک از این سیستم‌های کنترل به صورت جداگانه، مستلزم صرف وقت، انرژی و نیز حضور نیروی انسانی در محل به کارگیری آنها می‌باشد، نیاز به یک سیستم مدیریت جامع که قادر به نمایش درآوردن اطلاعات و سازماندهی کلیه سیستم‌های کنترل در عرض مدت زمان کوتاهی باشد، به طرز چشمگیری نمود پیدا می‌کند.

در این راستا طی سالیان اخیر، BMS (سیستم مدیریت ساختمان) به عنوان یک شیوه‌ی نوین و منحصر به فرد در جهت برآورده کردن انتظارات فوق معرفی و در اکثر جوامع صنعتی به کار گرفته شده و توانسته است قابلیت‌های خود را در زمینه مدیریت تمامی سیستم‌های کنترل به کار رفته در محیط‌های صنعتی و غیرصنعتی به اثبات رساند. مقاله پیش‌رو که در دو بخش حضورتان تقدیم می‌گردد، نگاهی اجمالی بر طراحی، اجرا و راه اندازی موفقیت آمیز یکی از بزرگترین پروژه‌های BMS کشور یعنی پروژه‌ی BMS کتابخانه ملی ایران می‌باشد که توسط شرکت مرکز کنترل ایران (CCI) نماینده انحصاری فروش و خدمات پس از فروش تجهیزات کنترلی شرکت هانیول (Honeywell) و یکی از با سابقه ترین شرکت ها در زمینه طراحی، اجرا و راه اندازی سیستم های اتوماسیون ساختمان (BMS) در ایران، تحقق یافته است.

### معرفی محل اجرای پروژه

کتابخانه ملی جمهوری اسلامی ایران با 97000 مترمربع زیربنا و حدود 30000 مترمربع فضای سبز، یکی از عظیم‌ترین ساختمان‌های فرهنگی- اداری کشور می‌باشد که در زمینی به مساحت 62000 مترمربع در اراضی عباس‌آباد تهران حد فاصل بزرگراه‌های شهید حقانی و شهید همت احداث گردیده است. ساخت این بنای عظیم به سفارش وزارت مسکن و شهرسازی و طراحی و معماری منحصر به فرد آن توسط شرکت مهندسان مشاور پیرراز به مدیریت جناب آقای مهندس محسن میرحیدر و سرپرستی زنده یاد استاد یوسف شریعت‌زاده صورت پذیرفته است.

عملیات احداث ساختمان کتابخانه از سال 1371 آغاز و در سال 1383 در هشت طبقه به پایان رسیده است و در حال حاضر بیش از 60000 مترمربع از زیر بنای کل شامل محوطه، تالارهای مطالعه، فضاهای اداری، مخازن کتاب، مراکز تحقیقات، مهد کودک، کتابفروشی، پارکینگ و ... مورد بهره‌برداری قرار گرفته و بقیه زیربنا در مراحل بعد و بسته به نیاز بهره بردار مورد استفاده واقع خواهد گردید.

### شرح پروژه

در ساختمان کتابخانه ملی ایران انواع مختلفی از تجهیزات الکتریکی، الکترونیکی و مکانیکی از قبیل کتاب‌برها، آسانسورها، دوربین‌های مدار بسته، دستگاه‌های تهویه مطبوع (HVAC)، خطوط روشنایی (Lighting)، سیستم اعلام حریق، تابلوهای برق فشار قوی، فشار ضعیف، دیزل ژنراتور،

ترانسفورماتورها و نیز تجهیزات مکانیکی موتورخانه مرکزی مانند چیلرها، بویلرها، پمپها، برجهای خنککننده، مبدل‌های حرارتی و ... طراحی، اجرا و راه‌اندازی گردیده که لزوم کنترل و نظارت بر عملکرد هر یک از این تجهیزات خود باعث به کارگیری سیستم‌های اتوماسیون پیشرفته در بخش‌های مختلف ساختمان شده است.

با توجه به وسعت فضای کتابخانه و عدم امکان کنترل و سازماندهی تمامی این سیستم‌ها در محل اجرا، لزوم به کارگیری یک سیستم یکپارچه که قادر به مدیریت تمامی تجهیزات کنترلی ساختمان از یک محل باشد، مسوولان امر را بر آن داشت تا مقدمات تجهیز کتابخانه ملی ایران به سیستم BMS را همزمان با روند تکمیل ساختمان کتابخانه طی دو مرحله فراهم آورند.

از اینرو مناقصه فاز اول پروژه‌ی BMS کتابخانه ملی ایران برگزار گردید و پس از بررسی‌های لازم و در نظر گرفتن سوابق اجرایی شرکت‌کنندگان در مناقصه در زمینه‌ی BMS، پیشنهاد شرکت مرکز کنترل ایران به عنوان بهترین پیشنهاد پذیرفته و پس از توافق‌های اولیه و انعقاد قرارداد مقرر گردید تا در این مرحله، تمامی دستگاه‌های تهویه مطبوع در حال بهره برداری، تجهیزات به کار رفته در موتورخانه مرکزی، خطوط روشنایی، پست‌های برق فشار قوی، فشار ضعیف و دیزل ژنراتور در ابتدا به ادوات و تجهیزات کنترلی محلی (Local) مجهز در نهایت به سیستم BMS متصل گردند.

### ساختار شبکه‌ی BMS کتابخانه ملی ایران

BMS از دیدگاه کلی، یک شبکه‌ی گسترده متشکل از یک یا چند کامپیوتر مرکزی و تمامی سیستم‌های کنترل محلی (Local) به کار رفته در بخش‌های مختلف یک ساختمان می‌باشد.

این سیستم‌های کنترل ممکن است به صورت بی‌سیم و یا از طریق کابل‌های شبکه، کابل‌های فیبر نوری و خطوط تلفن به کامپیوترهای مرکزی شبکه متصل گردیده و توسط پروتکل‌های استاندارد جهانی و یا پروتکل‌های مخصوص به خود با آنها ارتباط برقرار نمایند.

شبکه‌ی BMS کتابخانه ملی ایران نیز در فاز 1، از دو کامپیوتر مرکزی واقع در اتاق‌های BMS و اتاق مونیترینگ موتورخانه و سیستم‌های کنترل محلی مربوط به دستگاه‌های تهویه مطبوع، تجهیزات موتورخانه مرکزی، خطوط روشنایی و پست‌های برق فشار قوی، فشار ضعیف و دیزل ژنراتور تشکیل گردیده است.

این سیستم‌های کنترل از طریق کابل‌های شبکه موسوم به کابل‌های لون (Lon) در خطوط جداگانه به صورت زنجیروار به یکدیگر مرتبط شده و توسط یکسری تجهیزات شبکه و کابل‌های فیبر نوری به کامپیوترهای مرکزی در اتاق BMS و اتاق مونیترینگ موتورخانه متصل گردیده‌اند.

وظیفه‌ی سیستم‌های کنترل محلی در درجه اول، نظارت بر عملکرد تجهیزات مکانیکی، الکتریکی و الکترونیکی مرتبط با خود و در مراحل بعد تبادل اطلاعات با کامپیوترهای مرکزی به منظور ارسال اطلاعات سیستم و نیز دریافت فرامین کنترلی از طرف کامپیوترها جهت اعمال به تجهیزات تحت کنترل می‌باشد.

در این شماره عملکرد سیستم‌های اتوماسیون دستگاه‌های تهویه مطبوع کتابخانه ملی ایران را مورد بحث و بررسی قرار داده و در شماره‌های بعد به تشریح عملکرد سیستم‌های کنترل و نحوه‌ی اتصال آنها به شبکه BMS در دیگر بخش‌های ساختمان کتابخانه خواهیم پرداخت.

### سیستم تهویه مطبوع کتابخانه ملی ایران

سیستم تهویه مطبوع ساختمان کتابخانه مجموعاً مشتمل بر 63 عدد دستگاه هوارسان، 50 عدد آگزوز فن (مکنده‌ی هوا)، 6 عدد ساپلای فن (دمنده هوا) و 9 عدد فن کویل سقفی می‌باشد که از این میان و بر طبق قرارداد منعقدۀ تعداد 41 عدد دستگاه هوارسان به همراه تمامی آگزوز فن‌ها و ساپلای فن‌ها در فاز اول به تجهیزات کنترلی Local مجهز و در نهایت به سیستم BMS متصل گردیده و مابقی موارد نیز در فاز دوم تحت پوشش شبکه BMS قرار خواهند گرفت.

دستگاه‌های هوارسان کتابخانه ملی ایران در دو نوع تک منطقه‌ای و چند منطقه‌ای موجود بوده و در اتاق‌های جداگانه به نام اتاق هوارسان نصب و در طبقات مختلف ساختمان پراکنده گردیده‌اند و هر یک از آنها وظیفه‌ی تامین هوای مطلوب بخشی از ساختمان را عهده‌دار می‌باشند. هر دو نوع دستگاه‌های هوارسان (تک منطقه‌ای و چند منطقه‌ای) از فن‌های دمنده و مکنده سانتریفیوژ، دمپرهای سه‌گانه هوای تازه، برگشت و خروجی، کویل‌های آب سرد و گرم، افشانک بخار (رطوبت‌زن)، فیلترهای کیسه‌ای و نیز کانال‌های هوای رفت، برگشت و خروجی تشکیل گردیده‌اند. در هوارسان‌های تک منطقه‌ای، کویل‌های آب سرد و آب گرم در یک طبقه و پشت سر هم واقع شده‌اند و کانال و یا کانال‌های هوای رفت و برگشت به مناطقی که تغییرات دما و رطوبت یکسانی دارند، راه یافته‌اند. در هوارسان‌های چند منطقه‌ای، کویل‌های آب سرد و گرم در دو طبقه‌ی مجزا به نام‌های دک سرد و دک گرم واقع شده و کانال‌های هوای رفت و برگشت به مناطقی که تغییرات دما و رطوبت متفاوتی دارند، اختصاص داده شده‌اند.

در این هوارسان‌ها هم چنین برای هر یک از کانال‌های هوای رفت، یک دمپر دو قسمتی به نام دمپرزون تعبیه شده است که جهت چرخش هر یک از قسمت‌های آن خلاف جهت قسمت دیگر بوده و برای عبور دادن هوای گرم، سرد یا مخلوطی از هر دو به داخل کانال هوای رفت و زون مربوطه، می‌تواند به سمت دک گرم یا سرد یا حالت نیمه باز تغییر وضعیت دهد.

در ساختمان کتابخانه ملی ایران از هوارسان‌های تک منطقه‌ای جهت هوارسانی مخازن بسته کتاب، تالارهای همایش، موزه، نمازخانه‌ها، رستوران، مهد کودک و ... و از هوارسان‌های چندمنطقه‌ای جهت تامین هوای مطلوب تالارهای مطالعه، دفاتر اداری، کلاس‌های آموزشی، کافه‌تریا، انبارها و کارگاه‌ها، راهروها و ... استفاده شده است.

### سیستم کنترل دستگاه‌های تهویه مطبوع

سیستم کنترل دستگاه‌های تهویه مطبوع کتابخانه ملی ایران از دو بخش نرم افزار و سخت‌افزار تشکیل گردیده است.

سخت‌افزار سیستم شامل تابلوهای کنترل و تجهیزات به کار رفته در آنها، تابلوهای برق- قدرت فن‌های هوارسان‌ها، تابلوهای اعلام وضعیت حریق، ادوات کنترلی مورد استفاده در دستگاه‌های هوارسان و کابل‌های کنترلی و نرم‌افزار سیستم مشتمل بر برنامه کنترلی تعریف شده برای کنترلر به منظور اعمال حلقه‌های کنترلی بر عملکرد دستگاه‌های تهویه مطبوع می‌باشند.

### بخش سخت‌افزار

در سیستم BMS کتابخانه ملی ایران، به هر دستگاه هوارسان یک تابلو کنترل جداگانه (Local) متشکل از تجهیزات کنترلی، الکترونیکی و الکترونیکی مختلف اختصاص داده شده و به منظور کنترل پارامترهایی مانند دما، رطوبت و گازدی اکسیدکربن ( $CO_2$ ) در داخل دستگاه هوارسان و فضای کار و تردد افراد، یکسری ادوات کنترلی نیز در بدنه دستگاه هوارسان و فضاهای مربوطه نصب گردیده است. همچنین در هر یک از اتاق‌های هوارسان، تعدادی تابلو برق- قدرت معمولی و اضطراری جهت تغذیه فن‌های دمنده و مکنده سانتریفیوژ دستگاه‌های هوارسان و نیز تعدادی تابلو اعلام وضعیت حریق متصل به حسگرهای دود و حرارت به کار رفته در مناطق مختلف ساختمان کتابخانه در نظر گرفته شده است.

کنترلر به منظور نظارت بر عملکرد دستگاه‌های هوارسان نیازمند برقراری ارتباط با ادوات کنترلی، تابلوهای برق قدرت و تابلوهای اعلام وضعیت حریق می‌باشد.

ارتباط بین تابلو کنترل و ادوات کنترلی از طریق کابل‌های کنترلی دو سیمه و سه سیمه شیلددار و بدون شیلد و ارتباط بین تابلو کنترل، تابلوهای برق قدرت و اعلام وضعیت حریق از طریق کابل‌های کنترلی دو سیمه و چند سیمه بدون شیلد صورت می‌پذیرد که این کابل‌ها از یک طرف به داخل تابلو کنترل و از طرف دیگر به ادوات کنترلی، تابلوهای برق قدرت و تابلوهای اعلام وضعیت حریق متصل می‌باشند.

### تابلوهای کنترل

در تابلوهای کنترل دستگاه‌های هوارسان، تجهیزاتی مانند ترانس  $220/24_{Vac}$ ، کنترلر، کارت حافظه، ماژول‌های ورودی و خروجی (I/O Module)، پانل رابط بین کاربر و ماشین (MMI)، رله‌های  $24_{Vac}$ ، فیوزهای مینیاتوری، فیوزهای شیشه‌ای و ترمینال‌ها مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

کنترلر به کار رفته در این تابلوها از نوع کنترلرهای DDC (Direct Digital Control) مدل Excel 500 تولید شرکت هانیول (HoneyWell) می‌باشد.

این کنترلر قابلیت نظارت بر عملکرد چند سیستم مختلف را به طور همزمان دارا بوده و قادر به اجرای محدوده‌ی وسیعی از برنامه‌های مدیریت مصرف انرژی نیز می‌باشد.

در کنترلرهای Excel 500 برخلاف دیگر کنترلرهای شرکت هانیول (HoneyWell) هیچ‌گونه صفحه نمایش LCD بر روی بدنه دستگاه تعبیه نگردیده است و کاربر تنها از طریق پانل MMI موجود بر روی درب تابلو کنترل قادر به برقراری ارتباط با کنترلر می‌باشد.

پانل MMI که رابط بین کنترلر و کاربر می‌باشد از یک صفحه‌ی نمایش LCD و تعدادی دکمه فشاری جهت نمایش، جستجو و تنظیم مقدار داده‌ها تشکیل گردیده و اتصال این پانل به کنترلر از طریق کابل و پورت سریال RS232 صورت پذیرفته است.

پورت RS232 همچنین امکان اتصال کنترلر به مودم‌های External و پایانه‌های ISDN به منظور برقراری ارتباطات Dial-up و بی‌سیم (از طریق پروتکل GSM) و تبادل اطلاعات با سیستم‌های کامپیوتری در نقاط دور دست (مانند کامپیوترهای مرکزی شبکه BMS) را به خوبی فراهم می‌نماید.

در بدنه کنترلرهای Excel 500 هیچ‌گونه ترمینال خارجی جهت اتصال مستقیم کنترلر به کابل‌های کنترلی تعبیه نگردیده است و کنترلر تنها از طریق ماژول‌های ورودی و خروجی می‌تواند با ادوات کنترلی، تابلوهای برق قدرت و تابلوهای اعلام وضعیت حریق ارتباط برقرار نماید.

این ماژول‌ها در واقع بردهای الکترونیکی هستند که وظیفه‌ی پردازش سیگنال‌های دریافتی و آماده‌سازی این سیگنال‌ها برای کنترلر یا ادوات کنترلی را بر عهده داشته و در چهار نوع ورودی آنالوگ (AI)، ورودی دیجیتال (DI)، خروجی آنالوگ (AO) و خروجی دیجیتال (DO) طبقه بندی گردیده‌اند. هر یک از این ماژول‌ها از کانال‌های ارتباطی (ورودی‌ها و خروجی‌ها) جهت اتصال به کابل‌های کنترلی و ارسال و دریافت داده‌ها برخوردار می‌باشند.

تعداد این کانال‌ها بسته به نوع و مدل ماژول‌ها متفاوت می‌باشد و در صورت وجود تعداد پوینت‌های کنترلی زیاد و ناکافی بودن تعداد کانال‌ها، با در نظر گرفتن محدودیت‌های سیستم می‌توان از دو یا چند ماژول ورودی و خروجی دیگر جهت اتصال تمامی پوینت‌ها به کنترلر استفاده نمود.

در تابلوهای کنترل هوارسان‌های کتابخانه‌ملی ایران هر چهار نوع ماژول AI، AO، DI، DO مورد استفاده قرار گرفته و کابل‌های کنترلی از طریق تعدادی سوکت (ترمینال) به آنها متصل گردیده‌اند. تعداد کانال‌های ارتباطی این ماژول‌ها جمعاً مشتمل بر 8 کانال ارتباطی برای هر یک از ماژول‌های ورودی و خروجی آنالوگ، 12 کانال برای ماژول ورودی دیجیتال و 6 کانال برای ماژول خروجی دیجیتال می‌باشد.

اکثر این کانال‌ها به منظور تبادل اطلاعات بین کنترلر، دستگاه هوارسان، تابلوهای برق قدرت و تابلوهای اعلام وضعیت حریق مورد استفاده قرار گرفته اند و در برخی موارد نیز به دلیل وجود تعداد پوینت‌های کنترلی زیاد، از تعداد بیشتری ماژول متناسب با نوع داده‌ها استفاده گردیده است.

ارتباط بین کنترلر و ماژول‌های ورودی و خروجی از طریق یک ماژول ارتباطی دیگر به نام کارت حافظه صورت می‌پذیرد. این ماژول از دو پروتکل ارتباطی سریال به نام‌های C-Bus (پروتکل مختص کنترلرهای هانیول) و Lon-Bus (پروتکل استاندارد جهانی) برای برقراری ارتباط با ماژول‌های I/O استفاده می‌نماید. در بدنه این ماژول دو عدد ترمینال سه پین و یک سوییچ دو وضعیتی مربوط به پروتکل‌های C-Bus و Lon-Bus تعبیه شده است. کاربر می‌تواند با اتصال ماژول‌های ورودی و خروجی به یکی از این دو ترمینال و قراردادن سوییچ در یکی از وضعیت‌های Lon یا C-Bus پروتکل بهینه برای برقراری ارتباط بین کنترلر و ماژول‌های I/O را انتخاب نماید.

از آنجا که ولتاژ مورد نیاز جهت راه‌اندازی و آغاز به کار کنترلرهای Excel 500، ماژول‌های ورودی و خروجی و تعدادی از ادوات کنترلی، مقدار 24 ولت مستقیم یا متناوب ( $24V_{ac/dc}$ ) می‌باشد، در هر یک از تابلوهای کنترل دستگاه‌های هوارسان یک ترانس 220/24Vac و تعدادی فیوز مینیاتوری و شیشه‌ای در انواع مختلف جهت قطع و وصل جریان ورودی و خروجی ترانس و نیز حفاظت از کنترلر، ماژول‌ها و ادوات کنترلی در برابر اتصال کوتاه تعبیه گردیده‌اند.

در تابلوهای کنترل هوارسان‌ها همچنین تعدادی رله (با تغذیه 24 ولت متناوب) جهت قطع مدار قدرت فن‌های هوارسان‌ها و خاموش شدن دستگاه در مواقع اضطراری مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

این رله‌ها با تابلوهای اعلام وضعیت حریق و نیز تعدادی سوییچ دو وضعیتی موجود در بدنه دستگاه هوارسان و کانال‌های هوای رفت و برگشت در ارتباط بوده و در صورت بروز اتفاقاتی مانند آتش‌سوزی یا یخ‌زدگی کویل گرمایش در زمستان، با تغییر وضعیت سوییچ‌ها از حالت نرمال خارج شده و مدار قدرت فن را قطع می‌نمایند.

در سیستم کنترل هوارسان‌های کتابخانه ملی ایران، به دلیل وجود عواملی مانند تعداد پیوندت‌های کنترلی زیاد، محدود بودن ابعاد تابلوها و در نتیجه عدم امکان به کارگیری تعداد مازول‌های بیشتر و ورود تعداد زیادی کابل به داخل آنها، اتصال دو یا چند دستگاه هوارسان به یک کنترلر امکان‌پذیر نبوده و از این رو به هر دستگاه هوارسان یک تابلو کنترل جداگانه اختصاص داده شده است.

این مساله هر چند اجتناب‌ناپذیر این مزیت بزرگ را در پی دارد که در صورت بروز نقص فنی برای سیستم کنترل یک هوارسان، فقط هوارسان مربوط به همان سیستم از مدار خارج شده و دیگر هوارسان‌ها به دلیل دارا بودن تابلو کنترل مستقل همچنان به کار خود ادامه خواهند داد.

### **ادوات کنترلی دستگاه‌های هوارسان**

ادوات کنترلی نصب شده در دستگاه‌های هوارسان کتابخانه ملی (تک منطقه‌ای و چندمنطقه‌ای) در برخی موارد یکسان و در برخی موارد با یکدیگر تفاوت دارند.

از آنجا که هوارسان‌های چند منطقه‌ای وظیفه‌ی هوارسانی نقاط بیشتری از ساختمان را نسبت به هوارسان‌های تک منطقه‌ای بر عهده دارند، در نتیجه تعداد ادوات کنترلی مورد استفاده در این هوارسان‌ها و تعداد مازول‌های ورودی و خروجی به کاررفته در تابلو کنترل مربوط به آنها نیز از هوارسان‌های تک منطقه‌ای بیشتر می‌باشد.

در ادامه و به اختصار به معرفی و تشریح عملکرد ادوات کنترلی به کار رفته در دستگاه‌های هوارسان کتابخانه ملی ایران خواهیم پرداخت.

### **1- سنسورهای کانالی دما:**

این سنسورها در بدنه کانال‌های هوای برگشت و هوای تازه ( هوای محیط بیرون) و نیز بدنه دستگاه هوارسان نصب گردیده و پروب آنها در معرض هوای کانال و دستگاه هوارسان قرار داده شده است. وظیفه‌ی این سنسورها اندازه‌گیری مقادیر دمای هوای برگشت از محیط، هوای تازه، هوای خروجی از کویل پیش‌گرمکن، هوای مخلوط (ترکیب هوای تازه و برگشت)، هوای دک‌های گرم و سرد (مختص هوارسان‌های چند منطقه‌ای) و ارسال این مقادیر به عنوان ورودی‌های آنالوگ به کنترلر می‌باشد.

### **2- سنسورهای جداری دما:**

این سنسورها بر روی لوله‌های ورودی و خروجی کویل‌های سرمایش، گرمایش و پیش‌گرمکن نصب گردیده و وظیفه‌ی آنها اندازه‌گیری مقدار دمای آب ورودی و خروجی کویل‌ها و ارسال این مقادیر به عنوان ورودی‌های آنالوگ به کنترلر می‌باشد.

### **3- سنسورهای اتاقی دما:**

این سنسورها تنها در هوارسان‌های چند منطقه‌ای مورد استفاده قرار گرفته و درون فضای هوارسانی شده توسط هر یک از کانال‌های هوای رفت دستگاه نصب گردیده‌اند. وظیفه‌ی این سنسورها اندازه‌گیری مقدار دمای هوای محیط (زون مربوطه) و ارسال این مقدار به عنوان ورودی آنالوگ به کنترلر می‌باشد.

#### **4- سنسورهای کانالی دما و گاز دی‌اکسید کربن (CO<sub>2</sub>):**

این سنسور در واقع تلفیقی از سنسورهای دما و گاز دی‌اکسیدکربن (CO<sub>2</sub>) می‌باشد که در بدنه کانال هوای برگشت نصب گردیده و پروب‌های آن در معرض هوای کانال قرار داده شده است. وظیفه‌ی این سنسور اندازه‌گیری مقدار دما و گاز دی‌اکسیدکربن هوای برگشت و ارسال این مقادیر به عنوان ورودی‌های آنالوگ به کنترلر می‌باشد. لازم به ذکر است که این سنسور نیز همانند سنسورهای اتاقی دما تنها در هوارسان‌های چندمنطقه‌ای مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

#### **5- سنسورهای کانالی رطوبت:**

این سنسور در بدنه کانال هوای برگشت نصب گردیده و پروب آن در معرض هوای کانال قرار داده شده است. وظیفه‌ی این سنسور اندازه‌گیری مقدار رطوبت هوای برگشت و ارسال این مقدار به عنوان ورودی آنالوگ به کنترلر می‌باشد.

#### **6- محرک‌های الکتریکی دمپرهای زون:**

این محرک‌های الکتریکی تنها در هوارسان‌های چندمنطقه‌ای موجود بوده و بر روی دمپرهای زون در مدخل کانال‌های هوای رفت نصب گردیده‌اند. وظیفه‌ی این محرک‌ها چرخاندن تدریجی این دمپرها از صفر تا نود درجه بر مبنای سیگنال‌های دریافتی از کنترلر (به عنوان خروجی آنالوگ) به منظور هدایت هوای گرم یا سرد یا مخلوطی از هر دو به داخل زون مربوطه می‌باشد.

#### **7- محرک‌های الکتریکی دمپرهای هوای تازه، برگشت و خروجی:**

این محرک‌های الکتریکی بر روی دمپرهای هوای تازه، برگشت و خروجی نصب گردیده و وظیفه‌ی آنها باز و بسته کردن تدریجی این دمپرها بر مبنای سیگنال‌های دریافتی از کنترلر (به عنوان خروجی آنالوگ) به منظور ورود هوای تازه به داخل دستگاه و هدایت هوای برگشتی از محیط به فضای بیرون و یا باز گرداندن درصدی از آن به داخل محیط است.

#### **8- محرک‌های الکتریکی شیرهای کنترلی دوراهه:**

این محرک‌های الکتریکی بر روی شیرهای کنترلی دوراهه رطوبت‌زن (افشانک بخار) نصب گردیده و وظیفه‌ی آنها باز و بسته کردن تدریجی این شیرآلات بر مبنای سیگنال‌های دریافتی از کنترلر (به عنوان خروجی آنالوگ) به منظور وارد کردن بخار آب در مسیر هوای رفت و افزایش میزان رطوبت هوای محیط می‌باشد.

#### **9- محرک‌های الکتریکی شیرهای کنترلی سه راهه:**

این محرک‌های الکتریکی بر روی شیرهای کنترلی سه‌راهه کویل‌های گرمایش، سرمایش و پیش‌گرمکن نصب گردیده و وظیفه‌ی آنها باز و بسته کردن تدریجی این شیرآلات بر مبنای سیگنال‌های دریافتی از کنترلر (به عنوان خروجی آنالوگ) به منظور هدایت آب گرم یا سرد به داخل کویل‌ها و بازگرداندن تمام یا درصدی از مقدار آب ورودی، به داخل چیلرها و دیگ‌های آبداغ می‌باشد.

#### **10- سویچ‌های اختلاف فشار (Differential Pressure Switch):**

این سویچ‌ها در بدنه دستگاه هوارسان و در مجاورت فن‌های هوای رفت، برگشت و نیز فیلترهای کیسه‌ای نصب گردیده و از یک پروب مثبت و یک پروب منفی جهت ورود و خروج جریان هوا داخل سویچ برخوردار می‌باشند.

این پروب‌ها در دو طرف فن‌ها و فیلترهای کیسه‌ای قرار داده شده‌اند و اختلاف فشار هوای ورودی و خروجی آنها تعیین‌کننده قطع یا وصل بودن سویچ در هر لحظه می‌باشد. وظیفه‌ی این سویچ‌ها اعلام پارگی یا عدم پارگی تسمه فن و نیز گرفتگی یا عدم گرفتگی فیلترهای کیسه‌ای به عنوان یک ورودی دیجیتال به کنترلر براساس قطع یا وصل بودن سویچ می‌باشد.

### **11- تشخیص‌دهنده‌های دود (Smoke Detectors):**

تشخیص‌دهنده‌های دود در واقع کلیدهای دو وضعیتی دارای حسگر دود می‌باشند که در بدنه کانال‌های هوای رفت و برگشت نصب گردیده و پروب آنها در مسیر جریان هوای کانال قرار داده شده است. در صورت وجود دود درون کانال هوای رفت یا برگشت و تشخیص آن توسط سنسور مربوطه، این کلیدها تغییر وضعیت داده و به صورت سخت‌افزاری از طریق رله‌های موجود درون تابلو کنترل، باعث خاموش شدن دستگاه هوارسان و جلوگیری از گسترش آتش‌سوزی می‌شوند که این تغییر وضعیت‌ها به عنوان ورودی‌های دیجیتال به کنترلر نیز اعلام می‌گردند.

### **12- ترموستات ضد انجماد:**

ترموستات ضد انجماد یک کلید دو وضعیتی دارای پیچ تنظیم دما می‌باشد که بر روی بدنه دستگاه هوارسان نصب گردیده و پروب آن در مسیر هوای رفت و قبل از کوئل گرمایش قرار داده شده است. در صورتی که دمای هوای داخل دستگاه به زیر نقطه تنظیم (setpoint) تعیین شده برای آن کاهش یابد، این کلید تغییر وضعیت داده و به صورت سخت‌افزاری از طریق رله‌های موجود درون تابلو کنترل، باعث خاموش شدن دستگاه هوارسان جهت جلوگیری از بروز یخزدگی برای کوئل گرمایش می‌شود که این تغییر وضعیت به عنوان یک ورودی دیجیتال به کنترلر نیز اعلام می‌گردد.

### **بخش نرم‌افزار**

در سیستم کنترل دستگاه‌های هوارسان کتابخانه ملی ایران، مانند هر نوع سیستم کنترل دیگر نرم‌افزار تعریف شده درون کنترلر تعیین‌کننده استراتژی کنترل دستگاه و نحوه‌ی عملکرد ادوات کنترلی به کار رفته در آن به شمار می‌رود.

استراتژی کنترل از طریق انتخاب و به کارگیری مجموعه‌ای از توابع کنترلی که پردازش اطلاعات و اعمال فرامین بر مبنای فرمول‌های ریاضی به کار رفته در آنها صورت می‌پذیرد، تعیین می‌گردد.

این توابع از طریق نرم‌افزار برنامه‌نویسی مختص کنترلر و توسط برنامه‌نویس انتخاب و یا ایجاد گردیده و پس از ترجمه به زبان ماشین درون کنترلر دالود می‌گردند.

نرم‌افزار برنامه‌نویسی کنترلرهای مورد استفاده در سیستم BMS کتابخانه ملی ایران، نرم‌افزار قدرتمندی به نام care می‌باشد که برنامه‌نویس با استفاده از آن قادر است علاوه بر ایجاد برنامه کنترلی برای کنترلرهای یکایک دستگاه‌های هوارسان، به طور زنده (Live) (در صورت اتصال کنترلر به کامپیوتر حاوی برنامه)



شاهد عملیات دریافت و پردازش اطلاعات و نیز اعمال فرامین از طرف کنترلر به ادوات کنترلی و تابلوهای برق- قدرت و همچنین دخل و تصرف مستقیم در روند ارسال و دریافت داده‌ها باشد.

پس از تهیه نرم‌افزار کنترلی توسط برنامه‌نویس و دانلود آن درون کنترلر، عملیات دریافت و پردازش اطلاعات و نیز تولید سیگنالهای کنترلی آغاز می‌گردد.

از این پس کنترلر از طریق ماژول‌های ورودی آنالوگ و دیجیتال داده‌های ارسالی از طرف ادوات کنترلی و تابلوهای برق- قدرت را دریافت نموده و پس از پردازش اطلاعات، از طریق ماژول‌های خروجی آنالوگ و دیجیتال سیگنال‌های لازم را به ادوات کنترلی و تابلوهای برق قدرت اعمال می‌نماید.

لازم به ذکر است که در برنامه کنترلی ایجاد شده توسط نرم‌افزار **Care**، برای تمامی داده‌های ورودی و خروجی و هم چنین پوینت‌های داخلی سیستم، دو وضعیت عملکرد اتوماتیک (**Auto**) و دستی (**Manual**) در نظر گرفته شده است و کنترلر تنها در صورت قرار داشتن وضعیت تمامی داده‌ها و پوینت‌ها در حالت اتوماتیک، قادر به دریافت، پردازش و ارسال اطلاعات براساس برنامه کنترلی تعریف شده می‌باشد.

کاربر می‌تواند با تغییر وضعیت داده‌ها از حالت اتوماتیک (**Auto**) به حالت دستی (**Manual**) از طریق پنل **MMI** یا نرم‌افزار **Care** خود شخصا به تعریف مقدار داده‌ها برای کنترلر و نیز اعمال سیگنال‌های کنترلی به مقدار دلخواه بپردازد.

### حلقه‌های کنترلی (Control Loops):

در سیستم کنترل دستگاه‌های هوارسان کتابخانه ملی ایران، حلقه‌های کنترلی متنوعی جهت کنترل پارامترهای محیطی مانند دما، رطوبت و گاز دی‌اکسیدکربن ( $CO_2$ ) و همچنین روشن و خاموش شدن دستگاه‌های هوارسان طراحی گردیده‌اند که در اکثر موارد در مورد هر دو نوع دستگاه هوارسان (تک‌منطقه‌ای و چند منطقه‌ای) یکسان و در برخی موارد با یکدیگر تفاوت دارند.

حلقه کنترلی به چرخه‌ای از ارسال مقادیر و داده‌ها از طرف ادوات کنترلی و تابلوهای برق قدرت به کنترلر، دریافت و پردازش این داده‌ها براساس توابع تعریف شده درون کنترلر و اعمال فرامین لازم از کنترلر به ادوات کنترلی و تابلوهای برق- قدرت جهت اصلاح و قرار دادن این مقادیر در وضعیت و محدوده‌ی مطلوب اطلاق می‌گردد.

حلقه‌های کنترلی به کار رفته در سیستم کنترل هوارسان‌های تک منطقه‌ای و چند منطقه‌ای کتابخانه ملی ایران به شرح زیر می‌باشند:

#### 1- حلقه‌های کنترلی دما:

در حلقه‌های کنترلی دما، کنترلر در هر لحظه مقدار دمای هوای محیط، کانال یا دستگاه هوارسان را از سنسورهای مربوطه دریافت نموده و با مقدار دمای مطلوب پیش‌فرض (نقطه تنظیم) مقایسه می‌نماید.

در صورت انحراف مقدار دما از نقطه تنظیم، کنترلر با اعمال سیگنال‌های لازم به محرک‌های الکتریکی شیرهای کنترلی کویل‌های گرمایش و سرمایش و دمپرهای سه‌گانه هوای تازه، خروجی و

برگشت و دمپرهای زون، آنها را متناسب با تغییرات دما به صورت تدریجی باز و بسته نموده و به این ترتیب با کاهش میزان انحراف، مقدار دما را در محدوده‌ی مطلوب حفظ می‌نماید.

حلقه‌های کنترلی دما به کار رفته در هوارسان‌های کتابخانه ملی ایران عبارتند از:

#### **حلقه کنترلی دمای هوای برگشت:**

این حلقه کنترلی در هوارسان‌های تک منطقه‌ای به منظور حفظ دمای محیط در محدوده‌ی مطلوب مورد استفاده قرار گرفته است.

#### **حلقه کنترلی دمای هوای زون:**

از این حلقه کنترلی در هوارسان‌های چند منطقه‌ای جهت حفظ دمای هوای زون‌ها در محدوده‌ی مطلوب استفاده گردیده است.

#### **حلقه کنترلی دمای هوای دک‌های گرم و سرد:**

این حلقه‌های کنترلی در هوارسان‌های چندمنطقه‌ای جهت قراردادن دمای هوای طبقات گرم و سرد در نزدیکی نقطه تنظیم مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

#### **حلقه کنترلی دمای هوای خروجی از کویل پیش‌گرمکن:**

از این حلقه کنترلی در هوارسان‌های تک منطقه‌ای و چند منطقه‌ای برای جلوگیری از کاهش دمای هوای داخل دستگاه به زیر مقدار تعریف شده در فصل زمستان، استفاده شده است.

#### **حلقه کنترلی دمای هوای مخلوط (ترکیب هوای تازه و برگشت):**

این حلقه کنترلی در هوارسان‌های تک منطقه‌ای و چند منطقه‌ای جهت جلوگیری از کاهش بیش از حد دمای هوای داخل دستگاه در فصل زمستان و بروز یخ‌زدگی برای کویل گرمایش، در مواقعی که کویل پیش‌گرمکن توانایی پیشگیری از افت شدید دما را نداشته باشد، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

#### **نکته:**

در سیستم کنترل هوارسان‌های کتابخانه ملی ایران، مقادیر ارسالی از طرف سنسورهای جداری دما به کنترلر تنها به منظور نمایش در سیستم BMS مورد استفاده قرار گرفته و هیچ‌گونه حلقه کنترلی برای آنها تعریف نشده است.

### **2- حلقه کنترلی رطوبت**

در حلقه کنترلی رطوبت، کنترلر در هر لحظه مقدار رطوبت هوای برگشت از محیط را توسط سنسور کانالی مربوطه دریافت نموده و با مقدار رطوبت مطلوب پیش‌فرض (نقطه تنظیم) مقایسه می‌نماید.

در صورت انحراف مقدار رطوبت از نقطه تنظیم، کنترلر با اعمال سیگنال لازم به محرک الکتریکی شیر کنترلی دوراهه رطوبت‌زن، آن را متناسب با تغییرات رطوبت به صورت تدریجی باز و بسته نموده و به این ترتیب با کاهش میزان انحراف، مقدار رطوبت را در محدوده‌ی مطلوب حفظ می‌نماید.

در دستگاه‌های هوارسان تک منطقه‌ای، همزمان با آغاز فرآیند رطوبت‌زنی، شیر کنترلی کویل سرمایش به منظور جلوگیری از وقوع کندانس در بدنه دستگاه و کانال‌های هوارسان با اعمال فرمان از طرف کنترلر در حالت کاملاً بسته قرار می‌گیرد.

### **3- حلقه کنترلی گاز دی‌اکسید کربن (CO<sub>2</sub>):**

در حلقه کنترلی گاز دی‌اکسیدکربن، کنترلر در هر لحظه مقدار گاز دی‌اکسیدکربن هوای برگشت از محیط را توسط سنسور کانالی مربوطه دریافت نموده و با مقدار مطلوب پیش‌فرض (نقطه تنظیم) مقایسه می‌نماید. در صورتی که مقدار گاز دی‌اکسیدکربن از نقطه تنظیم بالاتر باشد، کنترلر تمامی فرامین اعمالی از طرف دیگر حلقه‌های کنترلی به محرک‌های الکتریکی دمپرهای سه‌گانه هوای تازه، برگشت و خروجی را موقتاً لغو نموده و با اعمال سیگنال جدید به این محرک‌ها، دمپرهای هوای تازه و خروجی را در حالت کاملاً باز (100% هوای تازه) و دمپر هوای برگشت را در حالت کاملاً بسته قرار می‌دهد.

#### **4- حلقه‌های کنترلی توقف اضطراری دستگاه‌های هوارسان:**

##### **4-1- حلقه‌های کنترلی نرم‌افزاری:**

در حلقه‌های کنترلی نرم‌افزاری، کنترلر در هر لحظه وضعیت قطع یا وصل بودن سویچ‌های اختلاف فشار و نیز وضعیت روشن یا خاموش بودن کنتاکتور فن‌های هوای رفت و برگشت را مورد بررسی قرار داده و در صورت عدم دریافت وضعیت مورد انتظار، علاوه بر نمایش آلام‌های مربوطه در پنل MMI و کامپیوترهای مرکزی سیستم BMS، فرمان خاموش را به تابلوهای برق قدرت هوارسانها و فرمان بسته را به تمامی محرک‌های الکتریکی (غیر از محرک الکتریکی دمپر هوای برگشت) اعمال می‌نماید.

##### **4-2- حلقه‌های کنترلی سخت‌افزاری**

در حلقه‌های کنترلی سخت‌افزاری کنترلر در هر لحظه وضعیت قطع یا وصل بودن رله‌های 24vac متصل به تابلوهای اعلام وضعیت حریق، سویچ‌های تشخیص‌دهنده دود و ترموستات ضدانجماد را مورد بررسی قرار داده و در صورت عدم دریافت وضعیت مورد انتظار، علاوه بر نمایش آلام‌های مربوط به بروز آتش‌سوزی یا وقوع یخ‌زدگی کویل گرمایش در پنل MMI و کامپیوترهای مرکزی سیستم BMS، فرمان خاموش را به تابلوهای برق- قدرت هوارسانها و فرمان‌های باز یا بسته را به دیگر محرک‌های الکتریکی جهت رفع شرایط اضطراری پدید آمده، اعمال می‌نماید.

در این حلقه‌های کنترلی، در صورت بروز اتفاقاتی مانند آتش‌سوزی یا یخ‌زدگی کویل گرمایش در فصل زمستان، دستگاه هوارسان قبل از اعمال فرمان از طرف کنترلر به صورت سخت‌افزاری توسط رله‌های 24vac خاموش گردیده و اعمال فرمان خاموش توسط کنترلر تنها به منظور اطمینان از خاموش شدن دستگاه هوارسان حتی در صورت عمل نکردن رله‌ها، صورت می‌پذیرد.

##### **برنامه‌زمان‌بندی روشن و خاموش شدن دستگاه‌های هوارسان:**

در سیستم کنترل هوارسان‌های کتابخانه ملی ایران به منظور مدیریت مصرف انرژی، برنامه‌های کنترلی مختلفی در فواصل زمانی معین جهت کنترل عملکرد دستگاه‌های هوارسان در طول شبانه‌روز و همچنین قبل و بعد از حضور افراد در محیط تعریف گردیده است.

این برنامه‌های کنترلی شامل موارد زیر بوده و در ساعات زمانی مشخص توسط کنترلر به اجرا گذاشته می‌شوند:

1- روشن شدن دستگاه هوارسان و اعمال حلقه‌های کنترلی به منظور پاکسازی هوا و تنظیم دما قبل

از حضور افراد در محیط

- 2- خاموش شدن دستگاه هوارسان پس از پایان ساعت کاری سازمان و خروج افراد از محیط، به منظور صرفه‌جویی در مصرف انرژی
- 3- خنک کردن محیط کار در آغازین ساعات صبح در فصل تابستان با استفاده از هوای خنک محیط بیرون در هنگام خاموشی دستگاه و عدم حضور افراد در محیط
- 4- باز و بسته کردن شیرآلات کنترلی کویل‌های سرمایش و گرمایش و رطوبت‌زن با اعمال فرمان به محرک الکتریکی آنها به منظور جلوگیری از گریپاژ در هنگام خاموشی دستگاه و عدم اعمال حلقه‌های کنترلی.

#### نحوه اتصال سیستم‌های کنترل هوارسان‌ها به شبکه BMS کتابخانه ملی ایران

کنترلرهای Excel 500 به کار رفته در سیستم کنترل هوارسان‌های کتابخانه ملی ایران از طریق دو پروتکل ارتباطی شبکه به نام‌های Lon-Bus و C-Bus قادر به برقراری ارتباط و تبادل اطلاعات با کامپیوترهای مرکزی در یک شبکه‌ی BMS می‌باشند.

پروتکل Lon-Bus پروتکل استاندارد جهانی و قابل استفاده جهت برقراری ارتباط میان انواع کنترلرها با کامپیوترهای مرکزی در شبکه‌ی BMS می‌باشد. پروتکل C-Bus مختص کنترلرهای شرکت هانیول بوده و تنها جهت تبادل اطلاعات میان این نوع کنترلرها با کامپیوترهای مرکزی در یک شبکه‌ی BMS مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ساختار شبکه‌های BMS با پروتکل‌های Lon و C-Bus با یکدیگر تفاوتی ندارد و در هر دو حالت، کنترلرها و ماژول‌های ورودی-خروجی را می‌توان در خطوط جداگانه از طریق کابل‌های شبکه با همین نام به صورت متوالی با یکدیگر ارتباط داده و توسط یکسری تجهیزات شبکه (مانند سویچ و روتر) و کابل‌های فیبر نوری یا انواع دیگری از کابل‌های شبکه به کامپیوترهای مرکزی متصل نمود (شکل 1)

تفاوت اصلی این دو نوع پروتکل در نرخ ارسال و دریافت داده‌ها، حداکثر طول مجاز کابل جهت اتصال کنترلرها به کامپیوترهای مرکزی و همچنین حداکثر تعداد کنترلرها، ماژول‌های ورودی-خروجی و پوینت‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری مجاز جهت به‌کارگیری در ساختار سخت‌افزاری و نرم‌افزاری شبکه BMS می‌باشد.

پروتکل Lon-Bus تمامی موارد فوق را در مقدار بیشتر و محدوده‌ی وسیعتری نسبت به پروتکل C-Bus پشتیبانی می‌نماید و از اینرو در شبکه‌ی BMS کتابخانه ملی ایران با توجه به تعداد زیاد پوینت‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری و فاصله‌ی طولانی کامپیوترهای مرکزی از کنترلرهای دستگاه‌های هوارسان، از ساختار شبکه و پروتکل Lon جهت برقراری ارتباط میان کنترلرها، ماژول‌ها و کامپیوترهای مرکزی استفاده شده است.

#### چگونگی ارسال و دریافت داده‌ها در شبکه‌ی BMS:

در نرم‌افزار کنترلی تعریف شده درون کنترلرهای دستگاه‌های هوارسان، به هر یک از پوینت‌های نرم‌افزاری (داده‌های داخلی کنترلر) و سخت‌افزاری (داده‌های ورودی و خروجی کنترلر) یک آدرس کاربری (User Address) اختصاص داده شده است و کاربر با استفاده از آن می‌تواند از طریق پنل MMI، نرم‌افزار Care یا کامپیوترهای مرکزی شبکه‌ی BMS به داده مورد نظر خود دسترسی پیدا کرده و از مقدار یا وضعیت آن اطلاع حاصل نماید.

در این نرم افزار کنترلی همچنین برای کارت حافظه و هر یک از ماژول های ورودی و خروجی یک شماره سریال (ID) شامل ارقام و حروف لاتین در نظر گرفته شده است که این شماره سریال توسط کارخانه سازنده درون ماژول مورد نظر تعریف گردیده و کنترلر از آن جهت آدرس دهی و دسترسی به ماژول استفاده می نماید.

آدرس های کاربری پوینت های سخت افزاری به کانال های ارتباطی ماژول های ورودی و خروجی اختصاص داده شده اند و کنترلر جهت انتخاب این پوینت ها و پردازش آنها براساس توابع کنترلی، از مجموعه شماره سریال ماژول و آدرس کاربری پوینت مورد نظر استفاده می نماید.

در کامپیوترهای مرکزی شبکه ی BMS از یک نرم افزار گرافیکی به نام EBI مخفف عبارت (Enterprise Building Integrator) جهت مانیتورینگ تمامی پوینت های نرم افزاری و سخت افزاری شبکه استفاده گردیده است.

این نرم افزار نیز از شماره سریال (ID) کارت های حافظه و ماژول های ورودی و خروجی جهت انتخاب کنترلرها و ماژول های موجود در نقاط مختلف شبکه استفاده نموده و از طریق آدرس کاربری به پوینت نرم افزاری یا سخت افزاری مورد نظر دسترسی پیدا می کند.

در نرم افزار EBI، مدل گرافیکی دستگاه های هوارسان به همراه ادوات کنترلی به کار رفته در آنها به صورت دو بعدی یا سه بعدی نمایش داده شده است.

کاربر می تواند با انتخاب هوارسان مورد نظر خود، علاوه بر مدل گرافیکی مقادیر مربوط به تمامی پوینت های نرم افزاری و ورودی و خروجی کنترلر را به صورت مستقل و همچنین در نمودارهای میله ای و منحنی های خطی و غیرخطی به صورت لحظه ای مشاهده نماید.

در این نرم افزار هم چنین این امکان برای کاربر فراهم شده است تا با تغییر وضعیت پوینت ها از حالت اتوماتیک (Auto) به حالت دستی (Manual) مقادیر و وضعیت های دلخواه خود را به کنترلر و ورودی ها و خروجی ها اعمال نماید.

نرم افزار EBI تنها جهت نمایش و تغییر مقادیر و وضعیت پوینت های نرم افزاری و سخت افزاری کنترلر مورد استفاده قرار گرفته و هیچ نقشی در استراتژی کنترل و روند پردازش داده ها در کنترلر دارا نمی باشد.

## گزارشی از پروژه BMS کتابخانه ملی ایران بخش دوم

در شماره قبل عملکرد سیستم کنترل دستگاههای تهویه مطبوع (HVAC) در ساختار شبکه BMS کتابخانه ملی ایران مورد بحث و بررسی قرار گرفته و نحوه اتصال این سیستمها به کامپیوترهای مرکزی و چگونگی مانیتورینگ داده های نرم افزاری و سخت افزاری مربوط به آنها در این کامپیوترها به طور کامل تشریح گردید.

این شماره به طور کامل به بررسی عملکرد سیستم های قدرت به کار رفته در شبکه برق ساختمان کتابخانه ملی ایران اختصاص یافته و در شماره بعد نیز نحوه اتصال این سیستمها به شبکه BMS ارایه گردیده که امید است مورد توجه خوانندگان محترم واقع گردد.

### شبکه برق ساختمان کتابخانه ملی ایران

در ساختمان کتابخانه ملی ایران امور مربوط به تولید، انتقال و توزیع جریان برق مورد نیاز قسمتهای مختلف سازمان در پنج بخش اصلی به نام های پست پاساژ (Post Passage)، پست برق فشارقوی (High Voltage)، پست برق فشار ضعیف (Low Voltage)، اتاقهای ترانسفورماتور (Transformer Rooms)، اتاق دیزل ژنراتور (Diesel Generator Room) و هم چنین در بخشهای فرعی شامل اتاقها و پست های برق محلی موجود در طبقات مختلف ساختمان صورت می پذیرد. بخشهای فوق از تجهیزات الکتریکی، الکترونیکی و کنترلی مانند انواع تابلوهای برق- قدرت، ترانسفورماتورها، دیزل ژنراتورها، بانک های خازنی، تابلوهای اعلام آلام، باطری ها (UPS)، ادوات و تابلوهای کنترل محلی مربوط به شبکه BMS و ... برخوردار می باشند.

تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی به منظور تولید، انتقال، توزیع، اندازه گیری و کنترل محدوده ولتاژ و جریان و نیز قطع و وصل جریان برق مورد نیاز قسمتهای مختلف سازمان و تجهیزات کنترلی جهت نظارت بر عملکرد آنها و اعلام وضعیت کارکرد و آلامهای مربوطه در زمان بروز نقص فنی و ارسال آنها بر روی شبکه BMS و در برخی موارد جهت اعمال فرمان قطع یا وصل جریان برق مورد استفاده قرار گرفته اند.

برق ورودی به ساختمان کتابخانه از نوع سه فاز با ولتاژ خط 20kv می باشد که پس از عبور از تابلوهای برق- قدرت موجود در پست پاساژ و پست برق فشار قوی و ورود به ترانسفورماتورها، به برق سه فاز با ولتاژ خط 380v تبدیل شده و در پست برق فشار ضعیف (اتاق توزیع) در خطوط جداگانه برای مصرف در نقاط مختلف ساختمان توزیع میگردد.

همچنین در شرایط اضطراری (قطع برق شهر)، دیزل ژنراتورها وظیفه تامین برق مورد نیاز برخی از بخشهای ساختمان (برق سه فاز با ولتاژ 380v) را بر عهده داشته و با وصل مجدد برق شهر از مدار خارج و در حالت آماده باش قرار می گیرند.

### سیستم های قدرت و کنترل

سیستم های قدرت به کار رفته در بخشهای اصلی و فرعی شبکه برق کتابخانه ملی ایران متناسب با تشابه یا تفاوت نوع عملکردشان در تامین جریان برق (تولید، انتقال، توزیع) از ساختار مداری، تجهیزات الکترونیکی و هم چنین داده ها و پویتهای کنترلی یکسان یا متفاوت برخوردار می باشند.

بعنوان مثال تمامی تابلوهای قدرت مورد استفاده در پست پاساژ و پست برق فشارقوی وظیفه انتقال جریان برق شهر از ورودی ساختمان به اتاقهای ترانسفورماتور را برعهده داشته و از اینرو در مقایسه با یکدیگر از ساختار و تجهیزات الکترونیکی و کنترلی یکسان تشکیل گردیده اند در صورتی که همین سیستم ها در مقایسه با سیستم های به کار رفته در اتاق برق فشار ضعیف (اتاق توزیع)، اتاق دیزل ژنراتور و پست های برق محلی به دلیل تفاوت در نوع عملکرد دارای ساختار مداری و تجهیزات الکترونیکی متفاوتی می باشند. در شبکه BMS کتابخانه ملی ایران به تمامی سیستمهای قدرت با عملکرد یکسان در تامین جریان برق، تابلوهای کنترل جداگانه اختصاص داده شده است که این تابلوها نیز توسط کابلهای شبکه به یکدیگر مرتبط شده و در نهایت به کامپیوترهای مرکزی شبکه BMS متصل گردیده اند.

در ادامه به معرفی و تشریح عملکرد سیستم های قدرت به کار رفته در بخشهای اصلی و فرعی شبکه برق ساختمان کتابخانه ملی ایران خواهیم پرداخت.

بخشهای اصلی

### • پست پاساژ (Post Passage)

پست پاساژ اولین محل در مسیر عبور جریان برق 20kv ورودی به ساختمان کتابخانه ملی می باشد و همانگونه که از نامش پیداست در حالت کلی جهت گذر جریان برق همراه با کنترل میزان جریان ورودی به دیگر بخشهای ساختمان کتابخانه طراحی گردیده است.

پست پاساژ شامل تابلوهای برق- قدرت به نامهای **Bus Coupler ، Outgoing ، Incoming** و **Bus Riser** می باشد که به منظور ورود و خروج جریان برق، کنترل میزان جریان عبوری و نیز اندازه گیری توان اکتیو و راکتیو مصرفی در کل ساختمان مورد استفاده قرار گرفته اند.

از دیدگاه کلی تابلوهای **Outgoing** و **Incoming** به عنوان مدخلهای ورودی و خروجی جریان برق و تابلوهای **Bus Coupler** و **Bus Riser** نیز به عنوان تابلوهای میانی با عملکرد اندازه گیری توان و کنترل میزان جریان در نظر گرفته می شوند.

این تابلوها از ساختار مداری مشابهی برخوردار بوده و شامل تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی مانند کلیدهای حفاظتی فشارقوی (دژنکتور)، کنتورهای توان اکتیو و راکتیو (مختص **Bus Riser**) ، ترانسهای ولتاژ و جریان، آمپر متر و ولت متر (مختص تابلوهای **Incoming**)، سوئیچهای سه وضعیتی ، کلید های **start/stop**، فیوزهای مینیاتوری و... می باشند.

کلید های حفاظتی تابلوهای قدرت (دژنکتور) جهت قطع و وصل جریان برق 20kv به صورت دستی (توسط سوئیچهای **Start/Stop**) و یا اتوماتیک (توسط اعمال فرمان از تابلو کنترل **BMS**) و همچنین قطع مدار در صورت اضافه بار و وقوع اتصال کوتاه در شبکه و در نتیجه جلوگیری از بروز صدمات در دیگر تجهیزات شبکه برق طراحی گردیده اند.

دژنکتور از دیدگاه کلی به مجموعه ای از یک پانل کنترلی (**Control Panel**) ، محرک الکتریکی (موتور) **DC**، بوبینهای قطع و وصل موتور، تیغه های باز و بسته کننده مسیر جریان در هر فاز، تیغه های اتصال دهنده خطوط فاز به زمین، ترانسهای کاهنده جریان، رله ها، سوئیچهای دو و سه وضعیتی (**Start/Stop** و **H-O-A**) ، فیوزهای مینیاتوری و تیغه های نرمال باز و نرمال بسته (به منظور اعلام وضعیت روشن و خاموش و آلارم های مربوطه) اتلاق می گردد.

تیغه های باز و بسته کننده مسیر جریان و هم چنین تیغه های اتصال دهنده خطوط فاز به زمین ، با محرک الکتریکی در ارتباط (اینترلاک) بوده و وظیفه اصلی دژنکتور باز و بسته کردن این تیغه ها بر مبنای اعمال فرمان روشن و خاموش به بوبینهای قطع و وصل موتور به صورت دستی و اتوماتیک و یا از طرف پانل کنترلی می باشد.

در مواقعی که تیغه های باز و بسته کننده با اعمال فرمان از طرف پانل کنترلی و یا به صورت دستی و اتوماتیک در حالت باز قرار میگیرند تیغه های اتصال دهنده خطوط فاز به زمین این خطوط را جهت جلوگیری از بروز قوس الکتریکی به ترمینال ارت متصل می نمایند.

مقدار ولتاژ مورد نیاز جهت راه اندازی محرک الکتریکی  $110V_{dc}$  و حداکثر میزان جریان مجاز عبوری از آن حدودا  $10A$  می باشد که این مقادیر توسط رکتیفایر (**UPS**) تک فاز واقع در اتاق برق فشار قوی تامین می گردند.

در دژنکتورهای شبکه برق کتابخانه ملی ایران از گاز **SF6** (هگزا فلوراید سولفور) به عنوان عایق بین قطعات مختلف و همچنین خاموش کننده جرقه و قوس الکتریکی در هنگام قطع و وصل تیغه ها استفاده شده است.

هم چنین به منظور جلوگیری از کاهش دما و افزایش رطوبت در داخل دژنکتور و در نتیجه پیشگیری از بروز فعل و انفعالات شیمیایی و کاهش اثر گاز **SF6** یک هیتر به همراه ترموستات جهت تنظیم دمای محفظه در محدوده مطلوب تعبیه گردیده است.

پانل کنترلی وظیفه اندازه گیری جریان عبوری از هر یک از خطوط فاز در هر لحظه و اعمال فرمان روشن و خاموش به بوبینهای قطع و وصل موتور از طریق رله جانبی متصل به خود (**Trip Relay**)، در صورت خروج مقدار جریان از محدوده مجاز (اتصال کوتاه و یا افت جریان) و یا بازگشت آن به حد استاندارد را بر عهده دارد.

تیغه های رله جانبی در مسیر بوبینهای قطع و وصل محرک الکتریکی دژنکتور قرار داشته و باز و بسته شدن آنها باعث روشن و خاموش شدن بوبینها می گردد.

ترانسهای کاهنده جریان نیز به منظور کاهش دادن و متعادل کردن جریان بالای خطوط فاز به مقدار مناسب جهت اعمال به پانل کنترلی و هم چنین امکان قرار گرفتن پانل بدور از مدارها و تجهیزات فشار قوی مورد استفاده قرار گرفته اند.

ولتاژ مورد نیاز جهت اعمال به منبع تغذیه پانل مقدار  $110V_{dc}$  و مقدار جریان مورد نیاز آن حدودا  $5A$  می باشد که توسط رکتیفایر (UPS) تک فاز واقع در اتاق برق فشار قوی تامین می گردند.

پانل کنترلی همچنین شامل یک صفحه LCD و تعدادی دکمه فشاری جهت تعریف یکسری پارامترها مربوط به محاسبات اندازه گیری جریان خطوط فاز و نیز تعدادی ترمینال جهت اتصال به منبع تغذیه، خطوط سه فاز خروجی از ترانس جریان، رله جانبی و تابلو کنترل BMS ( به منظور اعلام وضعیت و آلام در زمان بروز خطا) می باشد.

کنتورهای توان به کار رفته در تابلو قدرت Bus Riser جهت اندازه گیری توان مصرفی اکتیو و راکتیو (بار سلفی- خازنی) در کل ساختمان مورد استفاده قرار گرفته اند.

خطوط سه فاز به دلیل برخورداری از ولتاژ و جریان بالا قابل اتصال مستقیم به کنتورهای توان نمی باشند و از اینرو از ترانسهای کاهنده جهت متعادل کردن میزان جریان و ولتاژ و اتصال خطوط به کنتورها استفاده شده است.

در کنتورهای توان، میزان توان اکتیو و راکتیو مصرفی به ترتیب بر حسب  $kwh$  و  $kvarh$  محاسبه میگردد و این کنتورها قابلیت تولید پالس به ازای هر  $kwh$  و  $kvarh$  جهت اعلام مقدار توان به شبکه BMS را نیز دارا می باشند.

در تابلوهای Incoming پست پاساژ همچنین تعدادی نمایشگر ولتاژ و جریان (آمپر متر و ولت متر) و نیز سوئیچهای انتخابگر (سلکتور) جهت گزینش خطوط سه فاز به منظور نمایش ولتاژ و جریان آنها تعبیه گردیده است که در این حالت نیز از ترانسهای کاهنده جهت متعادل کردن میزان جریان و ولتاژ خطوط و اتصال نمایشگرها به آنها استفاده شده است.

#### • اتاقهای ترانسفورماتور و اتاق برق فشار قوی (Transformers & High Voltage Rooms)

اتاق برق فشار قوی دومین محل در مسیر عبور جریان برق پس از پست پاساژ می باشد و از دیدگاه کلی جهت تقسیم جریان برق  $20kv$  بین ترانسفورماتورهای قدرت و همچنین تامین منابع تغذیه DC مورد نیاز بخشهای دیگر در نظر گرفته شده است.

این اتاق شامل تابلوهای قدرت به نامهای Incoming، Outgoing، EAP1، EAP2 و همچنین تابلوهای تامین کننده منابع DC (رکتیفایرهای تک فاز و سه فاز) می باشد.

تابلوهای قدرت Incoming و Outgoing به عنوان پورتهای ورودی و خروجی جریان برق مورد استفاده قرار گرفته اند و از نظر ساختار مداری و تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی تفاوتی با تابلوهای ورودی و خروجی برق واقع در پست پاساژ ندارند.

پورتهای ورود و خروج جریان برق  $20kv$  در اتاق برق فشار قوی جمعاً مشتمل بر یک تابلو ورودی به نام Incoming و پنج تابلو خروجی به نامهای Outgoing 1,2,3,4,5 می باشند و برقراری یا قطع جریان برق در آنها از طریق قطع و وصل کلیدهای حفاظتی (دژنکتور) به کار رفته در مدارشان صورت می پذیرد.

هریک از تابلوهای Outgoing به یک ترانسفورماتور قدرت واقع در اتاقهای ترانسفورماتور متصل گردیده و وظیفه برقرار کردن یا قطع جریان برق سیم پیچ اولیه آن از طریق کلیدهای حفاظتی را عهده دار می باشد.

اتاقهای ترانسفورماتور را می توان به عنوان مکمل اتاق برق فشار قوی و سومین محل در مسیر عبور جریان برق در نظر گرفت.

هریک از این اتاقها از یک ترانسفورماتور قدرت به منظور کاهش مقدار ولتاژ خطوط سه فاز از  $20kv$  به  $380v$  و تعدیل آن جهت مصرف در نقاط مختلف ساختمان برخوردار می باشند.

در هر یک از این ترانسفورماتورها تعدادی سنسور حرارتی جهت اندازه گیری دما و اعلام درجه حرارت نقاط مختلف ترانس تعبیه گردیده است.

سنسورهای حرارتی هر ترانس به یک سیستم کنترلی جداگانه مختص همان ترانس (Protem L203) واقع در تابلو EAP1 متصل می باشند.

وظیفه این سیستم کنترلی دریافت مقادیر سنسورها و اعلام آلام در صورت خروج درجه حرارت از حد استاندارد و همچنین اعمال فرمان قطع (Trip) به خروجی ترانسفورماتور در صورت



افزایش بیش از حد درجه حرارت جهت قطع جریان (عامل ایجاد حرارت) و خارج کردن بار از مدار می باشد.

سیگنالهای تغذیه جهت اعمال به این سیستمها به ترتیب مقدار ولتاژ  $V_{dc}$  110 و مقدار جریان حدودا 6A می باشد که توسط رکتیفایر (UPS) سه فاز واقع در اتاق برق فشار قوی تامین می گردند.

این سیستم های کنترلی همچنین قابلیت اعلام وضعیت Alarm و Trip به سیستم کنترلی BMS یا هر نوع سیستم اعلام آلام دیگر را از طریق رله های داخلی خود دارا می باشند.

رکتیفایر (UPS) های تک فاز و سه فاز موجود در اتاق برق فشار قوی وظیفه تامین منابع DC مورد نیاز جهت تغذیه محرکهای الکتریکی و پانل های کنترلی دژنکتورها و کلیدهای حفاظتی فشار متوسط، سیستم های کنترل درجه حرارت در ترانسفورماتورها و همچنین تابلوهای کنترل BMS مربوط به شبکه برق ساختمان کتابخانه را بر عهده دارند.

تابلوهای قدرت اتاق پست پاساژ سیگنالهای DC مورد نیاز خود را از رکتیفایر تک فاز و تابلوهای قدرت و سیستم های کنترل اتاقهای برق فشار قوی، فشار ضعیف و دیزل ژنراتور این سیگنالها را از رکتیفایر سه فاز دریافت می کنند.

وظیفه اصلی رکتیفایرها در شرایط نرمال و اضطراری (برقراری جریان برق شهر یا دیزل ژنراتورها) تبدیل ولتاژ و جریان متناوب تک فاز و سه فاز اعمالی به آنها به ولتاژ و جریان مستقیم و همچنین شارژ باطری های داخلی و در شرایط قطع برق شهر و در فاصله راه اندازی و ورود دیزل ژنراتورها به مدار، سوئیچ به باطری ها جهت تامین منابع DC مورد نیاز می باشد.

رکتیفایرها همچنین قابلیت اعلام وضعیت عملکرد خود (سوئیچ به باطری و بالعکس) را به سیستمهای کنترل BMS یا هر نوع سیستم اعلام آلام دیگر دارا می باشند.

تابلو EAP2 نیز صرفا جهت تقسیم ولتاژ تک فاز و سه فاز (380 / 220v) بین رکتیفایرها طراحی و مورد استفاده قرار گرفته است.

#### • اتاق برق فشار ضعیف (Low Voltage Room)

اتاق برق فشار ضعیف (اتاق توزیع) چهارمین محل در مسیر عبور جریان برق پس از اتاقهای ترانسفورماتور می باشد و همانگونه که از نامش پیداست جهت تقسیم برق سه فاز خروجی از ترانسفورماتورها (380v) بین مصرف کننده ها در نقاط مختلف ساختمان طراحی گردیده است.

این اتاق شامل تابلوهای قدرت نرمال و اضطراری به نامهای (M1, M2, ..., M5) و (EM3, EM4, EM5) و هم چنین بانکهای خازنی به نامهای (CB1, CB2, ..., CB5) و نیز تابلو برق روشنایی پروژکتورهای ساختمان به نام PCP می باشد.

هریک از تابلوهای قدرت نرمال و اضطراری خود از تابلوهای ورودی و خروجی (Incoming و Outgoing) جهت دریافت و توزیع جریان برق تشکیل گردیده اند.

در این تابلوها نیز از کلیدهای حفاظتی فشار متوسط جهت قطع و وصل جریان برق ورودی و خروجی سه فاز به صورت دستی و اتوماتیک و همچنین قطع مدار در صورت بروز اتصال کوتاه یا افت جریان در شبکه استفاده شده است.

تابلوهای قدرت نرمال (به غیر از M1) از دو پورت ورودی (Incoming) به عنوان ورودیهای اصلی و فرعی برخوردار می باشند.

هریک از پورتهای ورودی اصلی تابلوهای قدرت نرمال به خروجی یکی از ترانسفورماتورها (سیم پیچ ثانویه) متصل بوده و کلیدهای حفاظتی مربوط به آنها نیز با سیستم کنترل درجه حرارت ترانسفورماتورها (تابلو EAP1) واقع در اتاق برق فشار قوی در ارتباط (اینترلاک) می باشند و همانطور که قبلا نیز ذکر گردید در صورت افزایش درجه حرارت ترانسفورماتورها با اعمال فرمان از طرف سیستم کنترل در حالت قطع قرار گرفته و بار را از مدار خارج می نمایند.

حداکثر میزان جریان قابل عبور از کلید های حفاظتی پورتهای Incoming تابلوهای قدرت نرمال و اضطراری به ترتیب 1600A و 800A و در مورد پورتهای Outgoing این تابلوها بسته به میزان مصرف بخشهای مختلف ساختمان از 40A تا 1000A متغیر می باشد.

کلیدهای حفاظتی فشار متوسط قابلیت اعلام وضعیتهایی مانند روشن و خاموش بودن کلید، قطع مدار قدرت (Trip) و همچنین وضعیت قرارگرفتن سوئیچ ها در حالت دستی و اتوماتیک را از طریق ترمینالهای خود به شبکه BMS دارا می باشند.

تابلوهای قدرت نرمال (M1, M2, ..., M5) از طریق پورتهای ورودی فرعی و یکی از پورتهای خروجی خود به صورت متوالی به یکدیگر متصل (کوپل) گردیده اند.

عمل کوپلینگ با اتصال کلید های حفاظتی فشار متوسط پورتهای Incoming و Outgoing مرتبط با یکدیگر به صورت دستی یا اتوماتیک صورت می پذیرد.

در تابلوهای قدرت نرمال همچنین سایر پورتهای خروجی به تابلوهای قدرت اصلی (واقع در اتاق دیزل ژنراتور) و فرعی (پست های محلی) و نیز بانک های خازنی متصل می باشند. پورتهای خروجی تابلوهای قدرت اضطراری نیز به پست ها و تابلوهای اضطراری فرعی در قسمتهای مختلف ساختمان متصل گردیده اند.

در اتاق برق فشار ضعیف تعدادی تابلو بانک خازنی (به تعداد تابلوهای قدرت نرمال) جهت تامین توان راکتیو مصرفی توسط بارهای اهمی- سلفی مانند الکتروموتورها، ترانسهای ولتاژ و جریان و.... در بخشهای مختلف ساختمان در نظر گرفته شده است.

بانک های خازنی نقش بسزایی در جلوگیری از تامین توان راکتیو توسط ترانسفورماتورها و در نتیجه پیشگیری از افزایش جریان و درجه حرارت در مدارهای شبکه و بروز صدمات احتمالی در مدار دارند.

بانک های خازنی به صورت موازی و به شکل اتصال مثلث بین خطوط فاز خروجی از ترانسفورماتورها قرار داده شده و متناسب با افزایش یا کاهش میزان درخواست توان راکتیو، به نوبت وارد مدار و یا از آن خارج می شوند.

از دلایل اتصال متوالی (کوپلینگ) تابلوهای قدرت نرمال به یکدیگر، افزوده شدن ترانسفورماتورها و بانک های خازنی به مدار متناسب با افزایش میزان درخواست توان اکتیو و راکتیو در شبکه و همچنین جبران توان در صورت بروز نقص فنی برای یکی از ترانسفورماتورها یا بانکهای خازنی توسط دیگر تابلوها می باشد.

لازم به ذکر است مراحل (Stage) ورود و خروج بانکهای خازنی در مدار از طریق یکسری ترمینالهای موجود درون تابلوها قابل اعلام به شبکه BMS می باشد.

#### • اتاق دیزل ژنراتور ( Diesel Generator Room )

اتاق دیزل ژنراتور به عنوان مکمل اتاق برق فشار ضعیف جهت تامین برق سه فاز (380v) مصرفی در نقاط مختلف ساختمان در هنگام بروز شرایط اضطراری (قطع جریان برق شهر) در نظر گرفته شده است.

این اتاق مشتمل بر پنج ژنراتور با موتور دیزلی (جهت تامین برق در شرایط اضطراری) و نیز پنج تابلو قدرت به نامهای ATS1,2,3,4,5 (به منظور نظارت بر عملکرد مجموعه دیزل ژنراتورها) می باشد.

هریک از تابلوهای ATS قابلیت اتصال به یک دیزل ژنراتور، یک تابلو قدرت نرمال و یک تابلو قدرت اضطراری واقع در اتاق برق فشار ضعیف را دارد.

تابلوهای ATS دارای دو پورت ورودی جهت دریافت جریان برق دیزل ژنراتور و جریان برق شهر (از طریق اتصال به پورتهای خروجی تابلوهای قدرت نرمال) و همچنین دارای یک پورت خروجی جهت تغذیه تابلوهای قدرت اضطراری اصلی (EM3,EM4,EM5) و فرعی (از طریق اتصال به پورتهای ورودی آنها) می باشد.

در این تابلوها دو کلید حفاظتی فشار متوسط در مسیر پورتهای ورودی به منظور قطع و وصل جریان برق پورتهای و همچنین قطع مدار در صورت وقوع اتصال کوتاه یا افت جریان در شبکه در نظر گرفته شده است.

تابلوهای ATS همچنین دارای یک سیستم کنترلی جهت مانیتورینگ پورتهای ورودی و خروجی و عملکرد دیزل ژنراتورها می باشند.

وظیفه اصلی سیستمهای کنترل به طور خلاصه اندازه گیری ولتاژ و فرکانس برق پورتهای ورودی در هر لحظه و اعمال فرمان روشن و خاموش به دیزل ژنراتورها همزمان با قطع و وصل جریان برق شهر و نیز اعمال فرمان باز یا بسته به کلیدهای حفاظتی جهت انتخاب دیزل ژنراتور یا برق شهر می باشد.

سیستم های کنترل تابلوهای ATS از طریق ترمینالهای ورودی و خروجی تعبیه شده بر روی بردهای داخلی خود قادر به دریافت وضعیت عملکرد دیزل ژنراتورها و اعمال فرمان به آنها و نیز اعلام وضعیتهایی مانند سوئیچ از برق شهر به ژنراتورها و بالعکس به شبکه BMS می باشند.

این سیستمها همچنین قادر به ارسال تمامی وضعیتهای دریافتی و پوینتهای داخلی خود بر روی شبکه های کامپیوتری (مانند شبکه BMS) از طریق پروتکلها و کابلهای شبکه فیبر نوری می باشند.

## بخشهای فرعی

بخشهای فرعی شبکه برق ساختمان کتابخانه ملی ایران مشتمل بر تابلوهای قدرت و پست های برق محلی موجود در نقاط مختلف ساختمان می باشند که جهت تقسیم و توزیع جریان برق بین مصرف کننده ها طراحی، نصب و راه اندازی گردیده اند.

تابلوهای قدرت و پست های محلی بخشهای فرعی تماما به صورت مستقیم یا غیر مستقیم (با واسطه) به تابلوهای قدرت نرمال و اضطراری واقع در اتاق برق فشار ضعیف متصل گردیده و برق مورد نیاز خود را از این تابلوها تامین می نمایند.

از آنجا که بخشهای فرعی شبکه برق ساختمان کتابخانه ملی ایران بسیار متعدد و گسترده بوده و در این مختصر مجالی جهت پرداختن به تمامی آنها نمی باشد، در ادامه تنها قسمتهای متصل به شبکه BMS کتابخانه مورد بحث و بررسی قرار خواهند گرفت که امید است مورد توجه خوانندگان محترم واقع گردد.

- پست های برق خطوط روشنایی داخل و خارج ساختمان
- خطوط روشنایی ساختمان کتابخانه ملی ایران را می توان به دو بخش خطوط روشنایی داخل و خطوط روشنایی خارج ساختمان تقسیم بندی نمود.
- خطوط روشنایی داخل ساختمان شامل تمامی لامپها و چراغهای دیواری و سقفی به کار رفته در بخشهای اداری و غیر اداری مانند دفاتر کاری کارمندان، تالارهای مطالعه، تالارهای همایش، مخازن کتاب، راهروها، راه پله ها، سرویسهای بهداشتی، آشپزخانه، رستوران، موتورخانه مرکزی، اتاقهای برق و ... می باشند.
- خطوط روشنایی خارج ساختمان نیز مشتمل بر تمامی لامپها و چراغهای دیواری، سقفی و پایه دار به کار رفته در پارکینگها، محوطه عبور و مرور افراد، فضای سبز اطراف ساختمان و نیز پروژکتورهای نمای ساختمان کتابخانه می باشند.
- تغذیه تمامی خطوط روشنایی داخل ساختمان کتابخانه (و برخی خطوط خارج ساختمان مانند پارکینگها و برخی چراغهای محوطه) توسط یکسری تابلوهای قدرت نرمال و اضطراری ایستاده (واقع در اتاقهای برق روشنایی) و نیز تابلوهای دیواری محلی (Local) واقع در راهروها، فضاهای اداری، تالارهای مطالعه و ... تامین میگردد.
- تغذیه اکثر خطوط روشنایی خارج ساختمان (به غیر از پارکینگ و برخی چراغهای محوطه) نیز توسط تابلوهای قدرت نرمال و اضطراری محلی (Local) واقع در محوطه عبور و مرور افراد، فضای سبز اطراف ساختمان و تابلو PCP (مختص پروژکتورهای نمای ساختمان) واقع در اتاق برق فشار ضعیف صورت می پذیرد.
- اتاقهای برق روشنایی که در طبقات مختلف ساختمان پراکنده گردیده اند از جمله بخشهای فرعی شبکه برق ساختمان کتابخانه ملی ایران بوده و مشتمل بر تابلوهای قدرت نرمال و اضطراری خطوط روشنایی، تجهیزات شبکه کامپیوتری و نیز تابلوهای کنترل و تجهیزات شبکه BMS سازمان می باشند.
- نوع تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی به کار رفته در تابلوهای برق نرمال و اضطراری خطوط روشنایی داخل و خارج ساختمان کتابخانه در اکثر موارد یکسان می باشد و به عنوان نمونه می توان از سوئیچهای دو و سه وضعیتی، کلید های Start/Stop، کنتاکتورها، رله های ضربه ای، فیوزهای مینیاتوری و نمایشگرهای ولتاژ و جریان مورد استفاده در آنها نام برد.
- تابلوهای نرمال و اضطراری کل ساختمان کتابخانه را می توان به دو دسته سوئیچ دار و بدون سوئیچ تقسیم بندی نمود.
- تابلوهای برق فاقد سوئیچ جهت تامین روشنایی اتاقها و دفاتر کاری کارمندان و نیز تامین برق پریشهای موجود و ... طراحی گردیده و قطع و وصل جریان برق در این حالت توسط فیوزهای مینیاتوری داخل تابلو یا از طریق کلید های تک پل و دوپل موجود در اتاقها صورت می پذیرد.
- تابلوهای برق دارای سوئیچ نیز عمدتا به منظور تامین روشنایی فضاهایی مانند تالارهای مطالعه، تالارهای همایش، مخازن کتاب، راهروها، راه پله ها، چراغهای محوطه و فضای سبز، پروژکتورهای نما و ... مورد استفاده قرار گرفته و قطع و وصل جریان برق در آنها توسط فیوزهای مینیاتوری، سوئیچهای دو و سه وضعیتی، کلیدهای Start/Stop و رله های ضربه ای انجام میشود.

در تابلوهای برق دارای سوئیچ ، قطع و وصل خطوط روشنایی از طریق اعمال فرمان روشن یا خاموش به کنتاکتورها به صورت دستی (با قراردادن سوئیچ سه وضعیتی در حالت HAND و استفاده از کلیدهای Start/Stop یا رله های ضربه ای) و اتوماتیک ( با قرار دادن سوئیچ سه وضعیتی در حالت AUTO و فرمان از طرف تابلو کنترل بر مبنای برنامه زمانبندی یا اتصال مدار به فتوسل) صورت می گیرد.

مدارهای برق تابلوهای روشنایی دارای سوئیچ خود به دو دسته Type A و Type B طبقه بندی می شوند.

در مدارهای نوع A به خطوط روشنایی اصلی همراه با تمامی انشعابات آنها تنها یک سوئیچ سه وضعیتی جهت روشن و خاموش کردن خط در حالت دستی ( با استفاده از کلید های Start/Stop) و اتوماتیک اختصاص داده شده است و از اینرو با اعمال فرمان روشن یا خاموش به کنتاکتورها خطوط اصلی و تمامی انشعابات آنها به صورت یکجا قطع و وصل می گردند.

در مدارهای نوع B به هریک از انشعابات خطوط اصلی یک سوئیچ سه وضعیتی جهت قطع و وصل جریان برق انشعاب مورد نظر به صورت دستی یا اتوماتیک و هم چنین یک رله ضربه ای جهت قطع و وصل جریان برق بدون توجه به موقعیت سوئیچ سه وضعیتی (در هر دو حالت دستی و اتوماتیک) اختصاص داده شده است.

در این نوع مدارها فرمان قطع و وصل از تابلو کنترل (بر مبنای برنامه زمانبندی) به تمامی انشعابات به صورت یکجا اعمال گردیده و کاربر می تواند در صورت نیاز به روشن یا خاموش کردن هریک از انشعابات خارج از برنامه زمانبندی با تغییر وضعیت سوئیچها و استفاده از رله های ضربه ای این عمل را به دلخواه انجام دهد.

مدارهای نوع B از دیدگاه کلی جهت تغییر پترن خطوط روشنایی به دلخواه کاربر طراحی گردیده و عمدتاً در تالارهای مطالعه، تالارهای همایش و مخازن بسته کتاب مورد استفاده قرار گرفته اند. در تابلوهای قدرت نرمال و اضطراری خطوط روشنایی ترمینالهایی نیز جهت اتصال کابلهای کنترلی به آنها به منظور دریافت وضعیت قرار گرفتن سوئیچها در هر یک از حالات دستی و اتوماتیک، وضعیت روشن یا خاموش بودن کنتاکتورها و نیز اعمال فرمان توسط تابلو کنترل تعبیه گردیده اند.

لازم به ذکر است در تمامی تابلوهای نرمال و اضطراری با قرار دادن سوئیچ سه وضعیتی در حالت خاموش (Off) نیز می توان نسبت به خاموش کردن تمامی خطوط روشنایی بدون نیاز به کلیدهای Start/Stop یا رله های ضربه ای اقدام نمود.

تابلوهای برق دستگاههای هوارسان

همانطور که در بخش اول مقاله ذکر گردید در اتاقهای هوارسان شامل دستگاههای هواساز، تعدادی تابلو برق قدرت نرمال و اضطراری نیز جهت تغذیه فن های دمنده و مکنده سانتر بیفوز ( فن های هوای رفت و برگشت ) به کار رفته در دستگاههای هوارسان تعبیه گردیده اند .

ساختار مداری این تابلوها بسیار شبیه به مدار داخلی تابلو های برق خطوط روشنایی بوده و هر یک از آنها شامل سوئیچهای سه وضعیتی جهت روشن و خاموش کردن فن ها به صورت دستی (با استفاده از کلید های start/stop) یا اتوماتیک (با اعمال فرمان از تابلو کنترل BMS ) می باشند

تعداد فن های دمنده و مکنده به کار رفته در دستگا ههای هوارسان کتابخانه ملی بسته به میزان حجم هوای مورد نیاز جهت گردش در محیط و دستگاه هواساز متفاوت می باشد .

به عنوان مثال ممکن است یک دستگاه هوارسان از دو عدد فن هوای رفت و یک عدد فن هوای برگشت یا دو عدد فن هوای رفت و دو عدد فن هوای برگشت و یا یک عدد فن در مسیر هوای رفت و یک عدد فن در مسیر هوای برگشت برخوردار باشد .

در تابلو های قدرت هوارسانها به هر یک از مجموعه فن های هوای رفت و برگشت (شامل یک یا دو عدد فن ) یک عدد سوئیچ سه وضعیتی و به تک تک فن ها نیز کلید های (start/stop) جداگانه اختصاص داده شده است .

در حالت اتوماتیک، قطع و وصل جریان برق مجموعه فن های هوای رفت یا برگشت با اعمال فرمان از طرف تابلو کنترل به طور همزمان صورت می پذیرد ، اما در حالت دستی می توان هریک از فن ها را با استفاده از کلیدهای (start/stop) به صورت جداگانه و مستقل از یکدیگر روشن و خاموش نمود .

هم چنین مدار فرمان مجموعه فن های هوای رفت تمامی دستگاههای هوارسان با تابلوهای اعلام حریق، ترموستاتهای ضد انجماد و کلیدهای تشخیص دود اینترلاک بوده و در صورت بروز هر گونه اتفاق مانند آتش سوزی یا بروز یخ زدگی برای کویل گرمایش فن های هوای رفت به صورت سخت افزاری و فن های هوای برگشت با اعمال فرمان از طرف تابلو کنترل از مدار خارج می شوند .

در تابلوهای قدرت نرمال و اضطراری دستگاههای هوارسان نیز ترمینالهایی جهت اتصال کابهای کنترلی به آنها به منظور دریافت وضعیت قرار گرفتن سوئیچها در هر یک از حالات دستی و اتوماتیک، وضعیت روشن و خاموش بودن کنتاکتورها، وضعیت خطا ( Trip ) و نیز اعمال فرمان توسط تابلو کنترل در نظر گرفته شده است .

تابلوهای برق آگروز فن ها و ساپلای فن ها

در ساختمان کتابخانه ملی ایران علاوه بر دستگاههای هوارسان تعدادی آگروز فن ( Exhaust Fan ) جهت تخلیه هوای مخازن بسته کتاب در هنگام آتش سوزی و ایجاد دود و نیز تعدادی ساپلای فن ( Supply Fan ) جهت پاکسازی هوا در مکانهای عبور و مرور افراد مانند راه پله ها و راهروها در نظر گرفته شده است .

تابلوهای برق تغذیه کننده این فن ها همان تابلوهای برق نرمال و اضطراری واقع در اتاقهای برق روشنایی ساختمان بوده و شامل سوئیچهای سه وضعیتی و کلید های start/stop جهت روشن و خاموش کردن فن ها به صورت دستی و اتوماتیک می باشند .

ساختار مدار فرمان آگروز فن ها و ساپلای فن ها همان ساختار مداری نوع A مخصوص تابلوهای روشنایی ساختمان می باشد با این تفاوت که این فن ها با تابلوهای اعلام حریق ( Fire ) تعبیه شده در مخازن کتاب نیز در ارتباط ( اینترلاک ) بوده و در هنگام وقوع آتش سوزی در صورت قرار گرفتن سوئیچ سه وضعیتی در حالت اتوماتیک بدون نیاز به اعمال فرمان از طرف تابلو کنترل به صورت سخت افزاری روشن و پس از اطفای حریق مجددا خاموش می گردند .

در تابلوهای قدرت نرمال و اضطراری اتاقهای برق روشنایی ترمینالهایی نیز جهت اتصال کابهای کنترلی به آنها به منظور دریافت وضعیت قرار گرفتن سوئیچها در هر یک از حالات دستی و اتوماتیک، وضعیت روشن و خاموش بودن کنتاکتورها، وضعیت خطا ( Trip ) و نیز اعمال فرمان توسط تابلو کنترل در نظر گرفته شده است .

تابلوهای برق پمپهای سانتریفیوژ موتورخانه مرکزی

در موتورخانه مرکزی کتابخانه ملی ایران تعداد قابل توجهی پمپ سانتریفیوژ به منظور به گردش در آوردن آب سرد و گرم در داخل کویلهای گرمایش و سرمایش هوارسانها، مبدلهای حرارتی، دیگهای آب داغ، چیلرها و ... تعبیه گردیده است .

برق مورد نیاز جهت تغذیه این پمپها از طریق یکسری تابلوهای قدرت نرمال و اضطراری به نامهای MCC و EMCC تامین میگردد .

در این تابلوها نیز همانند تابلوهای برق خطوط روشنایی و دستگاههای هوارسان، سوئیچهای سه وضعیتی جهت روشن و خاموش کردن پمپها به صورت دستی (با استفاده از کلید های start/stop) و اتوماتیک (با اعمال فرمان از تابلو کنترل) در نظر گرفته شده است .

ساختار مدار فرمان این پمپها نیز همانند مدارهای نوع A مخصوص تابلوهای روشنایی بوده و در تابلوهای برق قدرت آنها ترمینالهایی نیز جهت اتصال کابلهای کنترلی به آنها به منظور دریافت وضعیت سوئیچها، وضعیت روشن و خاموش بودن کنتاکتورها، وضعیت خطا ( Trip ) و نیز اعمال فرمان توسط تابلو کنترل تعبیه گردیده است .

## نحوه اتصال شبکه BMS به شبکه برق ساختمان کتابخانه ملی ایران

در شبکه BMS کتابخانه ملی ایران به هریک از بخشهای اصلی و فرعی شبکه برق ساختمان کتابخانه، سیستم های کنترل محلی جداگانه جهت اتصال به تجهیزات قدرت و نظارت بر عملکرد مجموعه آنها اختصاص داده شده است.

وظیفه این سیستمها در درجه اول نظارت بر عملکرد تجهیزات قدرت و در صورت لزوم اعمال فرامین کنترلی و در مراحل بعد تبادل اطلاعات با کامپیوترهای مرکزی شبکه BMS به منظور ارسال اطلاعات سیستم و دریافت فرامین کنترلی از کامپیوترها جهت اعمال به تجهیزات برق- قدرت می باشد. سیستم های کنترل شبکه برق ساختمان کتابخانه همانند سیستمهای کنترل دستگاههای هوارسان از دو بخش سخت افزار و نرم افزار تشکیل گردیده است.

سخت افزار این سیستمها شامل تابلوهای کنترل و تجهیزات به کار رفته در آنها، ادوات کنترلی و کابلهای کنترلی رابط بین تابلوهای کنترل و تابلوهای برق- قدرت و نرم افزار آنها نیز مشتمل بر برنامه های کنترلی جهت مانیتورینگ داده ها و اعمال فرمان به تجهیزات قدرت می باشد.

ساختار و تجهیزات سخت افزاری سیستمهای کنترل شبکه برق تفاوت چندانی با سیستمهای کنترل دستگاههای هوارسان نداشته و اتصال این سیستمها به کامپیوترهای مرکزی شبکه BMS نیز توسط کابلهای شبکه لون (Lon) و فیبرنوری و یکسری تجهیزات شبکه صورت پذیرفته است.

همچنین نرم افزار سیستمهای کنترل نیز در بخشهای اصلی عمدتاً جهت مانیتورینگ وضعیتهای کارکرد سیستمهای قدرت و اعلام آلام متناسب با وضعیتهای دریافتی و در بخشهای فرعی علاوه بر موارد فوق جهت اعمال فرامین کنترلی به تابلوهای برق طراحی گردیده است.

در ادامه و به اختصار به معرفی و تشریح عملکرد سیستمهای کنترل شبکه برق ساختمان کتابخانه ملی ایران خواهیم پرداخت.

### 1- بخشهای اصلی

#### 1-1- پست پاساژ، اتاق برق فشار قوی، اتاقهای ترانسفورماتور

در شبکه BMS کتابخانه ملی ایران به تمامی تجهیزات قدرت به کاررفته در پست پاساژ، اتاق برق فشار قوی و اتاقهای ترانسفورماتور یک تابلو کنترل به نام ECP01M اختصاص داده شده است.

عمده تجهیزات سخت افزاری به کاررفته در این تابلو همان تجهیزات موجود درون تابلوهای کنترل دستگاههای هوارسان با قابلیتهای یکسان بوده و تفاوت آنها در وجود مبدل ولتاژ  $110V_{dc} / 24 V_{dc}$ ، رله های  $110V_{dc}$  و ترمینالهای پیچی و همچنین عدم به کارگیری ماژولهای خروجی دیجیتال و آنالوگ در تابلو ECP01M می باشد.

تابلو کنترل ECP01M صرفاً به منظور مانیتورینگ پوینتهای ورودی آنالوگ و دیجیتال طراحی گردیده است و هیچ گونه فرمان کنترلی از طرف این تابلو به تجهیزات برق- قدرت اعمال نمی گردد و به همین دلیل در آن تنها از ماژولهای ورودی دیجیتال و آنالوگ استفاده شده است.

در این تابلو نیز همانند تابلوهای کنترل دستگاههای هوارسان، ارتباط بین کنترلر و پنل MMI از طریق پورت RS232 و ارتباط بین کنترلر و ماژولهای ورودی دیجیتال و آنالوگ از طریق کارت حافظه، کابلهای شبکه و پروتکل ارتباطی لون (Lon) صورت پذیرفته است.

همچنین با توجه به تامین ولتاژ  $110V_{dc}$  توسط رکتیفایرها، از یک مبدل ولتاژ  $110V_{dc} / 24 V_{dc}$  به منظور تولید ولتاژ و جریان مورد نیاز جهت راه اندازی و آغاز به کار کنترلر، ماژولهای DI و AI و چراغهای سیگنال در تابلو کنترل استفاده شده است.

در هریک از اتاقهای برق تعدادی سنسور اتاقی نیز جهت اندازه گیری مقدار دمای محیط و نمایش آن در شبکه BMS مورد استفاده قرار گرفته است.

ارتباط تابلو کنترل با تابلوهای برق- قدرت و سنسورهای اتاقی دما از طریق کابلهای  $2 \times 1/5 \text{ mm}^2$  شیلددار برقرار گردیده است که این کابلها از یک طرف به سنسورهای اتاقی و ترمینالهای تعبیه شده در تابلوهای قدرت و از طرف دیگر توسط ترمینالهای پیچی به ماژولهای ورودی دیجیتال و آنالوگ متصل می باشند.

مقادیر دریافتی از سنسورهای اتاقی دما به عنوان ورودیهای آنالوگ و وضعیتهای دریافتی از تابلوهای برق- قدرت به عنوان ورودیهای دیجیتال به کنترلر اعمال می گردند.

در تابلو کنترل به منظور جلوگیری از ورود جریانهای القایی (ناشی از ولتاژ و جریان بالای مدارهای فشارقوی) به دورن ماژولهای ورودی دیجیتال توسط کابلهای متصل به تابلوهای فشارقوی (Incoming) و (Outgoing) از رله های  $110V_{dc}$  در مسیر اتصال ترمینالهای پیچی به ماژولها استفاده شده است.

در این حالت تغییر وضعیت پوینتهای دریافتی از تابلوهای فشارقوی باعث قطع و وصل تغذیه رله های  $110V_{dc}$  و در نتیجه تغییر وضعیت تیغه های نرمال باز (یا نرمال بسته) و اعمال پوینتها به صورت غیر مستقیم به ماژولها می شود.

نرم افزار برنامه نویسی کنترلر به کار رفته در تابلو ECP01M همان نرم افزار Care با قابلیتها و امکانات ذکر شده برای سیستم کنترل دستگاههای هوارسان می باشد.

با توجه به اینکه تابلو کنترل ECP01M تنها به منظور مانیتورینگ مقادیر و وضعیتهای ارسالی از سنسورها و تابلوهای برق- قدرت طراحی گردیده است، در برنامه تعریف شده برای سیستم کنترلی آن هیچ گونه حلقه کنترلی (Control Loop) جهت اعمال فرمان به تابلوهای قدرت پس از پردازش داده های دریافتی در نظر گرفته نشده است و استراتژی کنترل صرفا جهت پردازش داده ها و اعلام آلام متناسب با مقادیر و وضعیتهای دریافتی تعیین گردیده است.

لازم به ذکر است که در این برنامه کنترلی نیز می توان همانند سیستمهای کنترل دستگاههای هوارسان، وضعیت تمامی پوینتها و داده ها را از طریق پنل MMI یا برنامه Care از حالت اتوماتیک (Auto) به حالت دستی (Manual) تغییر داده و نسبت به تعریف مقادیر دلخواه برای کنترلر اقدام نمود.

پوینتهای دریافتی کنترلر از تجهیزات به کار رفته در در پست پاساژ، اتاق برق فشار قوی و اتاقهای ترانسفورماتور به شرح زیر می باشند:

#### 1- اتاقهای ترانسفورماتور

ورودی آنالوگ

سنسورهای دما به کار رفته در هریک از اتاقهای ترانسفورماتور مقدار دمای اتاقها را در هرلحظه اندازه گیری نموده و به کنترلر ارسال می نمایند.

کنترلر با دریافت این مقادیر به عنوان ورودیهای آنالوگ و مقایسه آنها با نقاط تنظیم (Setpoint)، در صورت خروج مقادیر از محدوده مجاز آلام های لازم جهت اعلام وضعیت اضطراری را به نمایش در می آورد.

ورودی دیجیتال

کنترلر از ترانسفورماتورها هیچ گونه پوینت ورودی دیجیتال دریافت نمی نماید.

#### 2- اتاق برق فشارقوی

ورودی آنالوگ

سنسور دما به کار رفته در اتاق برق فشارقوی مقدار دمای اتاق را در هرلحظه اندازه گیری نموده و به کنترلر ارسال می نماید.

کنترلر با دریافت این مقدار به عنوان ورودی آنالوگ و مقایسه آن با نقطه تنظیم (Setpoint)، در صورت خروج مقدار دما از محدوده مجاز آلام لازم جهت اعلام وضعیت اضطراری را به نمایش در می آورد.

ورودی دیجیتال

وضعیتهای دریافتی کنترلر از تابلوهای برق- قدرت اتاق برق فشارقوی عبارتند از:

1- وضعیتهای اخطار (Warning) و خطا (Trip) از سیستمهای کنترل درجه حرارت

ترانسفورماتورها (سیستمهای ProteM در تابلو EAP1) در هنگام خروج درجه حرارت از محدوده مجاز

2- وضعیت عملکرد رکتیفایرهای تک فاز و سه فاز در سوئیچ از حالت نرمال به اضطراری و بالعکس (سوئیچ از برق شهر به باتری و بالعکس)

3- وضعیت قطع و وصل منبع تغذیه  $110V_{dc}$  پانل کنترلی کلیدهای حفاظتی (دژنکتور) در هریک از تابلوهای Incoming و Outgoing

4- وضعیت اخطار (Warning) از کلیدهای حفاظتی (دژنکتور) در صورت خروج مقدار جریان خطوط سه فاز از حد مجاز

5- وضعیت خطا (Trip) از کلیدهای حفاظتی (دژنکتور) در هنگام وقوع اتصال کوتاه و اضافه بار در شبکه و قطع مدار قدرت توسط دژنکتور

6- وضعیت اتصال یا عدم اتصال تیغه های کلیدهای حفاظتی به زمین در هریک از تابلوهای Incoming و Outgoing

#### 3- پست پاساژ

ورودی آنالوگ

سنسور دما به کار رفته در اتاق پست پاساژ مقدار دمای اتاق را در هرلحظه اندازه گیری نموده و به کنترلر ارسال می نماید.

کنترلر با دریافت این مقدار به عنوان ورودی آنالوگ و مقایسه آن با نقطه تنظیم (Setpoint)، در صورت خروج مقدار دما از محدوده مجاز آلام لازم جهت اعلام وضعیت اضطراری را به نمایش در می آورد.

ورودی دیجیتال

- وضعیت‌های دریافتی کنترلر از تابلوهای برق- قدرت اتاق برق فشارقوی عبارتند از:
- 1- وضعیت قطع و وصل منبع تغذیه  $110V_{dc}$  پانل کنترلی کلیدهای حفاظتی (دژنکتور) در هریک از تابلوهای **Outgoing** و **Buscoupler**
  - 2- وضعیت اخطار (**Warning**) از کلیدهای حفاظتی (دژنکتور) در صورت خروج مقدار جریان خطوط سه فاز از حد مجاز
  - 3- وضعیت خطا (**Trip**) از کلیدهای حفاظتی (دژنکتور) در هنگام وقوع اتصال کوتاه و اضافه بار در شبکه و قطع مدار قدرت توسط دژنکتور
  - 4- وضعیت اتصال یا عدم اتصال تیغه های کلیدهای حفاظتی به زمین در هریک از تابلوهای **Outgoing** و **Incoming**
  - 5- دریافت پالسهای ارسالی از کنتورهای توان اکتیو و راکتیو به منظور تعیین و نمایش مقادیر توان در هر لحظه

مهدی ملکوتی خواه

مدیر فنی واحد **BMS**

مهندسین مشاور اکسیس

[www.iransmarthome.com](http://www.iransmarthome.com)