

کلیات مراحل طراحی و ساخت ایستگاه‌های مرکزی در سیستم‌های نظارت و کنترل برق

مهندس فرشاد فرمند - مهندس محمود مصلحی

فارغ‌التحصیلان کارشناسی ارشد دانشکده مهندسی برق دانشگاه صنعتی امیرکبیر

دکتر کریم فائز

استادیار دانشکده مهندسی برق دانشگاه صنعتی امیرکبیر

چکیده

در سیستم‌های امروزی نظارت و کنترل، ایستگاه‌های مرکزی (MS) با بهره‌گیری از تجهیزات پیشرفته و هوشمند آف‌لند امر جمع‌آوری اطلاعات ایستگاه‌های راه دور (RTU) و نیز فرآیند مخابرات را به‌طور مستقل و بدون مشارکت کامپیوتر مرکزی به‌عهده گرفته، بدین ترتیب مسائل و مشکلات ناشی از ارتباط مستقیم کامپیوترهای سریع را با لینک‌های مخابراتی که از سرعت پائین‌تری برخوردارند به‌حد اقل برسانند. در این مقاله نشان داده خواهد شد که چگونه با تحقیق و مطالعه استانداردهای موجود و شناخته شده جهانی و استفاده از امکانات موجود فعلی کشور می‌توان یک سیستم ایستگاه مرکزی هوشمند و اقتصادی که در نهایت به‌عنوان بخشی از سیستم نظارت و کنترل به‌کار گرفته می‌شود، طراحی و پیاده نمود. بخش نخست این مقاله به‌شرح پروژه، لزوم رعایت استانداردها، اجزاء و وظایف سیستم MS از قبیل FEP، واحدها، مدول‌های خروجی دیجیتال و آنالوگ می‌پردازد و در بخش دوم از کلیات مراحل طراحی و انتخاب پروتکل استاندارد، انتخاب پرت سریال، انتخاب باس استاندارد و غیره سخن به‌میان آمده است که جهت تسریع درک مطالب اغلب آنها به‌صورت جداگانه تنظیم گردیده است.

“Design and Manufacturing of Master Station” in Dispatching Control System

F. Farmand, M. Sc. - M. Moslehi, M.Sc. - K. Faez, Ph.D.

Elect. Eng. Dept. Amirkabir Univ. of Tech.

ABSTRACT :

Today in process control systems, intelligent microprocessor-based master stations can handle communication processings independently and outside the main (central) computer thus preventing straight connection of high speed computers with low speed communication links. Therefore we can relieve computer of a lot of load and make its capacity available for data processing purposes.

A master station subsystem forms a part of a process control computer system installed at control center.

In our system, it consists of a multipurpose central unit, a standard system bus, analog restitution modules, digital out and alarm modules (that controls mimic wall diagram) all installed in a standard rack and finally a console and display unit for supervising system functions and sending commands.

From central computer point of view the central unit is a Front End Processor (FEP) that concentrates data received from Remote Terminal Units (RTU) installed at remote plants (such as airline systems, traffic control systems, power systems, industrial systems, etc.) via low speed links, buffers and sends them to a high speed link toward the computer.

and vice versa.

From RTU(s) point of view it is a master (or primary) station that polls remote stations in an ordered fashion to transmit data. Also time synchronization of all RTU(s) is achieved by sending periodic time set commands from master station.

Central unit controls digital and analog modules via system bus and updates mimic diagram and recorders or meters on coming new data. It can also receive operator commands from console unit (Such as digital or setpoint commands to special RTU, RTU(s) polling list, etc.)

In this paper the above modules and their function, are introduced. Then the general rules of designing and choosing protocol, standard bus and etc. are presented in comparison manner.

شرح مقاله :

یا واحدهائی به نام FEP انجام می‌گیرد. این واحد که بخش اصلی ایستگاه مرکزی را تشکیل می‌دهد متمرکزکننده‌ای است که نزدیک کامپیوتر مرکزی قرار می‌گیرد و وظیفه جمع‌آوری اطلاعات ایستگاههای راه دور (RTU) را به طریق Polling و TDM، تصحیح آنها از خطا و ارسال دسته جمعی اطلاعات را به کامپیوتر مرکزی با پروتکل و فرمت قابل فهم کامپیوتر به عهده دارد، همچنین این واحد قادر است فرامین لازم را از کامپیوتر دریافت نموده و جهت اجراء به ایستگاههای RTU ارسال دارد. مجموعه موارد فوق که اصطلاحاً "فرآیند مخابره داده‌ها" نامیده می‌شود در سیستمهای قدیمی تر مستقیماً توسط کامپیوتر مرکزی صورت می‌گرفت که امروزه این امر به دلیل زیر کمتر به کار می‌رود.

الف- در صورت تغییر و یا تصحیح پروتکل مربوط به ارتباط با ایستگاههای RTU، نرم افزار و سیستم عامل کامپیوتر مرکزی نیاز به تغییر خواهد داشت که در اغلب موارد با توجه به پیچیدگی و عدم دسترسی آن بسیار مشکل است.

ب- استفاده از یک سیستم جداگانه (FEP) منجر به کارآیی بالاتر پردازش داده‌ها، که وظیفه اصلی کامپیوتر مرکزی است می‌گردد. زیرا فرآیند مخابره داده‌ها معمولاً وقت‌گیر و نیازمند طی مراحل مختلفی است که از کارآیی یک کامپیوتر سریع می‌کاهد.

FEP از طریق لینک‌های با سرعت متوسط و پائین اطلاعات را جمع‌آوری نموده و پس از ذخیره و تغییر فرمت و پروتکل، از طریق یک لینک سریع پارالل و یا سریال آنها را منتقل می‌کند. ایستگاههای که اطلاعاتی برای ارسال نداشته‌اند در این لینک، محلی به آنها اختصاص داده نمی‌شود. به عبارت دیگر از دید کامپیوتر ارتباط یک به یک میان کامپیوتر و ایستگاههای راه دور، وجود ندارد و آنچه به کامپیوتر ارسال می‌شود متوسط ترافیک شبکه است که در لینک قرار می‌گیرد.

در مواردی که کامپیوتر و یا لینک آن دچار خرابی یا وقفه گردند، FEP می‌تواند بدون اختلال در عملکرد شبکه به کار خود ادامه داده، اطلاعات را ذخیره نموده و با ارتباط مجدد با کامپیوتر مرکزی پلوهکهای داده را

پروژه MS که طراحی و ساخت نمونه آزمایشگاهی آن در دانشگاه صنعتی امیرکبیر و تحت نظارت شرکت توانیر انجام گرفته است بخشی از سیستم کلی نظارت و کنترل دیسپاچینگ است که شامل RTU, MS، کامپیوتر مرکزی و لینک‌های ارتباطی است.

واحد یا واحدهای MS که در مراکز کنترل قرار دارند وظیفه جمع‌آوری و ذخیره اطلاعات ایستگاههای RTU و ارسال آنها را آنها را به کامپیوتر مرکزی به عهده دارند و از طرف دیگر فرامین لازم را از کامپیوتر مرکزی اخذ نموده و به صورت پیامهای قابل فهم ایستگاههای RTU تبدیل می‌کنند. شکل (۱) دیاگرام واحد MS و شکل (۲) ارتباط بخش اصلی آن (FEP) را با سیستم کلی نظارت و کنترل نشان می‌دهد.

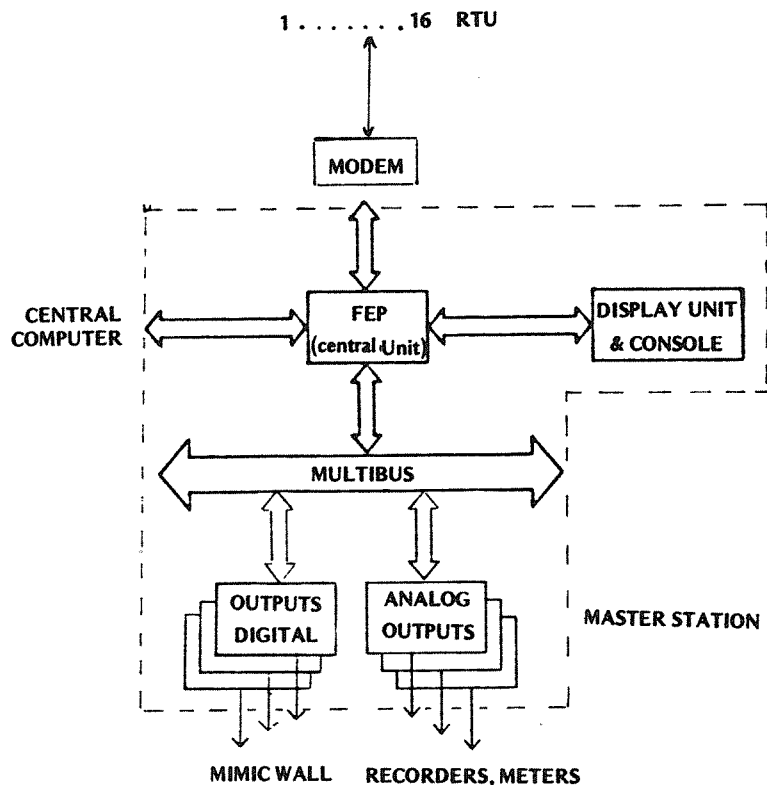
در این پروژه جهت افزایش کیفیت و کارآیی سیستم سعی بر این بوده است که حتی الامکان از استانداردهای معمول و شناخته شده امروزی استفاده شود که این امر به دلایل گوناگونی صورت گرفته است. الف- استفاده از استانداردها علاوه بر آن که قابلیت اطمینان سیستم را افزایش می‌دهد امکان ارتباط چندین سیستم با ساختمانهای سخت‌افزاری و نرم‌افزاری متفاوت را فراهم می‌سازند.

ب- عموماً برای برآوردن نیازهای مختلف استانداردها، قطعات و تجهیزات اولیه خاص آنها به وفور در بازارهای جهانی یافت می‌شوند. بنابراین رعایت استاندارد تا حد زیادی مشکلات سخت‌افزاری و مراحل ساخت را کاهش می‌دهند. به طور مثال پرتهای سریالی ساخته شده‌اند که قادرند برخی از نیازهای "لایه ۲" و "لایه ۱" شبکه‌های مخابراتی و انتقال داده را که بر مبنای استانداردهای جهانی استوار می‌باشند برآورده سازند.

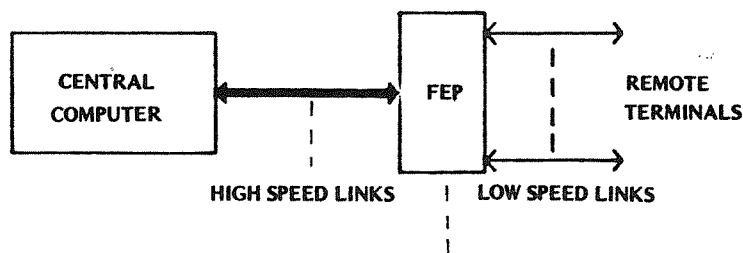
۱- شرح اجزاء و وظایف سیستم

۱-۱) FEP

امروزه امر جمع‌آوری اطلاعات در مراکز کنترل و نظارت توسط واحد



شکل ۱- دیاگرام بلوکی MS



شکل ۲- دیاگرام کلی سیستم نظارت و کنترل

از دریافت هر فریم حاوی تغییر وضعیت‌ها آنها را خارج از روتین عادی خود به کامپیوتر مرکزی ارسال می‌دارد که به صورت Online در اختیار کامپیوتر قرار می‌گیرد.

- ذخیره کلیه اطلاعات ایستگاهها که در موارد از دست رفتن اطلاعات اولیه در کامپیوتر مرکزی با درخواست کامپیوتر تمامی اطلاعات هر RTU ارسال می‌گردد.

- راه‌اندازی اولیه تمامی ایستگاههای RTU تحت نظارت و فرمان FEP و یا راه‌اندازی یک یا چند ایستگاه با درخواست کامپیوتر مرکزی.

- ارسال پریودیک ساعت ایستگاه مرکزی جهت سنکرونیزاسیون زمانی کلیه ایستگاههای RTU.

ارسال کند. در مورد کاربرد FEP در سیستم دیسپاچینگ، وظایف زیر به آن محول گردیده است.

- جمع‌آوری اطلاعات گروههای دیجیتال و آنالوگ ایستگاههای RTU، ذخیره‌سازی و ارسال دسته‌جمعی آنها پس از طی هر سیکل Polling ایستگاه به کامپیوتر مرکزی.

- دریافت تغییر وضعیتهای آنالوگ و دیجیتال که توسط هر ایستگاه RTU ثبت می‌گردد و به همراه ارسال اطلاعات گروه و یا گروههای مورد درخواست به ایستگاه مرکزی ارسال می‌گردد. FEP بلافاصله پس

حافظه‌های داخلی خود ذخیره نموده و خروجی‌های آنالوگ را احیا^{۱۱} می‌کنند.

۲- طراحی سیستم و انتخاب روشهای اجرایی:

در این مورد، چند مساله اساسی از قبیل انتخاب پروتکل استاندارد، انتخاب بایس سیستم^{۱۲} استاندارد انتخاب پرت سریال و غیره مورد نظر قرار گرفت که در مورد هر یک به اختصار شرح داده می‌شود.

۱-۲- انتخاب پروتکل استاندارد:

انتخاب یک پروتکل مناسب براساس نیازهای سیستم و امکانات سخت‌افزاری جهت اجراء آن صورت می‌گیرد. خصوصیات یک پروتکل مناسب را می‌توان در موارد زیر خلاصه نمود:

– بهره‌وری و راندمان بالای انتقال

– کنترل توالی و تصدیق فریمهای دریافتی

– روشهای مطمئن تشخیص و تصحیح خطا

در جدول (۱) به‌طور چکیده مراحل که منجر به انتخاب پروتکل HDLC گردیده، ذکر شده است. این پروتکل که از نوع گرایش بیت^{۱۳} می‌باشد امروزه به‌صورت وسیعی در شبکه‌های مخابراتی داده استفاده می‌شود و سازمانهای استاندارد متعددی از آن بهره می‌گیرند. به‌طور مثال شبکه SNA از روش SDLC که اولین پروتکل گرایش بیت عرضه شده IBM بوده است در لینک داده خود استفاده می‌کند.

سازمان استاندارد ISO با اندک تغییراتی آنرا با نام HDLC معرفی نموده است. سازمان ANSI نام ADCCP و سازمان CCITT نام LAP (که بخشی از استاندارد X.25 است) را بر آن نهاده است. این پروتکلها بسیار به یکدیگر شباهت داشته و با اندک تفاوتی تعریف شده‌اند و هنوز نیز در حال توسعه می‌باشند. دلیل انتخاب این نوع پروتکلها به‌خاطر قابلیت انعطاف آنها و جایگزین کردن آنها با پروتکلهای گرایش کاراکتر^{۱۴} بوده است.

اطلاعات کنترلی HDLC در موقعیت‌های خاصی نسبت به مرزهای فریم قرار می‌گیرد. فرمت آن در شکل (۳) نشان داده شده است. میدان آدرس شماره ایستگاه‌هایی را که فرمان به آنها صادر شده است، مشخص می‌کند که در اینجا آدرس (الی) جهت شناسائی کلیه ایستگاهها استفاده می‌شود. آدرس ۲۵۵ (۸ بیت توالی) که آدرس جمعی و یا Global نامیده می‌شود جهت صدور همزمان فرمان به تمامی ایستگاهها استفاده می‌شود. این آدرس برای راه‌اندازی همزمان ایستگاهها و یا ارسال ساعت استفاده می‌شود. در میدان کنترل بیت P (با بیت Poll) توسط ایستگاه مرکزی ارسال می‌شود تا ارسال آخرین فریم خود را به ایستگاه RTU نشان دهد. به‌طور متناظر RTU نیز بیت F (یا بیت Final) را فعال می‌کند. در این میدان شماره‌های توالی دریافت N(R) و ارسال N(S) قرار دارد که توسط آن توالی هر فریم ارسال و دریافتی کنترل می‌گردد. ارسال N(R) به معنای تصدیق تعداد

* تعداد غیر مشخصی بیت که می‌تواند مضر بی اثر کارا کتر باشد

Flag	RTU Address	Control	Information	CRC	Flag 01111110
8 bits	8 bits	8 bits	*	16bits	8 bits

شکل ۳- ساختمان فریم HDLC

– کشف خطای فریمهای دریافتی به کمک کد CRC و تصحیح آنها به روش ارسال مجدد^۹.

– کشف پیامهایی که اصلا " دریافت نشده‌اند از طریق تکنیک کنترل توالی پیامها.

– کنترل مدولهای خروجی آنالوگ و ارسال اطلاعات گروههای آنالوگ به آنها جهت نمایش در ثباتها، میترها و غیره.

– دریافت فرامین انتخاب و اجراء^{۱۵} از کامپیوتر مرکزی و ارسال آنها به آدرس ایستگاههای مورد نظر.

– کنترل کنسول مرتبط با سیستم FEP.

– کنترل مدولهای خروجی دیجیتال و ارسال وضعیتها و آلارمها به آنها جهت نمایش بر صفحه دیاگرام میمیک

۲-۱- مدولهای خروجی دیجیتال

این مدولها که از طریق بایس استاندارد سیستم FEP با آن در ارتباطند، کمیتهای دیجیتال را دریافت نموده و خروجی‌های دیجیتال و یا آلارم را فعال می‌سازند که منجر به نمایش علائم و وضعیتها در دیاگرام میمیک می‌گردد (دیاگرام میمیک دیوار بزرگی است که وضعیت سیستم تحت کنترل را از طریق علائم اخباری مانند لامپهای روشنایی یا خبردهنده‌های صوتی به نمایش می‌گذارد).

در مد آلارم هرگونه تغییر وضعیت از ۰ به ۱ و یا ۱ به ۰ منجر به قطع و وصل متناوب رله‌های خروجی و در نتیجه لامپ روشنایی دیاگرام میمیک و یا علائم صوتی آن می‌گردد تا اپراتور از وجود وضعیتهای جدید آگاه گردد.

مد وضعیت اپراتور را از وضعیت موجود هر یک از ورودی‌های دیجیتال که محلی برای آن در دیاگرام میمیک در نظر گرفته شده آگاه می‌سازد (لامپ روشن به معنای وضعیت وصل و لامپ خاموش به معنای وضعیت قطع کنتاکت است) این مد به هنگام اجراء فرامین که منجر به وضعیت (های) جدید می‌گردد به کار می‌رود. همچنین پس از اعلام وضعیت آلارم اپراتور را از وضعیت ایجاد شده مطلع می‌سازد.

۳-۱- کنسول و نمایشگرهای LCD:

بخش کنسول که به FEP مرتبط است و مستقیما " توسط آن کنترل می‌گردد، سیستم FEP را قادر می‌سازد که پارامترهای اولیه مانند آدرسهای مجاز ایستگاههای راه دور، اولویت و دفعات Polling آنها و غیره را از طریق فرمان اپراتور دریافت نماید.

از طریق نمایشگرهای LCD، آلارمهای از قبیل خرابی مدم، عدم پاسخ یک یا چندین ایستگاه RTU به نمایش گذاشته می‌شود. همچنین مشخصات داخلی و جداول عیب‌یابی هر RTU با انتخاب کلیدهای مربوطه قابل مشاهده است.

۴-۱- مدولهای خروجی آنالوگ:

این مدولها که از طریق بایس استاندارد سیستم FEP با آن در ارتباطند، کمیتهای با ماهیت آنالوگ را به‌صورت دیجیتال دریافت نموده و مجددا " به کمیتهای آنالوگ تبدیل می‌کنند، که در ثباتها و میترها قابل نمایش می‌باشند. این مدولها اطلاعات دیجیتال را در

جدول ۱- انتخاب پروتکل استاندارد

انواع	نوع انتخاب شده	دلایل و قابلیتها
روشهای انتقال ۱- سنکرون ۲- آسنکرون	سنکرون	۱- این روش از خط انتقال بنحو بهتری استفاده می کند . ۲- راندمان بالاتری به روش آسنکرون دارد (بسته به تعداد کاراکترهای ارسالی در هر فریم راندمان تا حدود ۹۹% قابل افزایش است) . ۳- روش آسنکرون بیشتر در مواردی به کار می رود که از ترمینالهای غیر بافر شده استفاده می شود . اما ترمینالهای نظیر RTU قادرند اطلاعات را ذخیره نموده و در موقع مقتضی و تحت کنترل ایستگاه مرکزی آنها را ارسال دارند .
پروتکل های سنکرون ۱- Character Oriented ۲- Byte count ۳- Bit Oriented	Bit oriented	۱- در این نوع پروتکل موقعیت بیت در فریم است که تعیین کننده نوع اطلاعات (کنترلی و یا داده) می باشد . به طور نمونه در پروتکل HDLC بیت ۱ الی ۸ آدرس ایستگاه راه دور ، بیت ۱۰ الی ۱۲ شماره توالی فریم و ... را مشخص می کند که از نوع اطلاعات کنترلی می باشند ، بنابراین با استفاده از موقعیت بیت ونه الگوی بیت (مانند آنچه در پروتکل های Character Oriented وجود دارد) امکان تعریف تعداد زیادی کاراکتر کنترلی وجود دارد (مثلا " در یک میدان کنترل ۸ بیتی ، ۲۸ کاراکتر کنترلی قابل تعریف است) ۲- در میدان داده این نوع پروتکلها برخلاف کدبندیهای نظیر ASCII و غیره محدودیتی از نظر شکل داده ها وجود ندارد و داده ها بصورت های مختلف از قبیل باینری خالص و غیره می توانند ارسال شوند که این خود باعث افزایش راندمان انتقال می گردد . در این روش سنکرون نیز اسبون فریم توسط الگوی خاصی به نام Flag انجام می شود و جهت عدم تشابه آن با الگوی داده از روش Bit stuffing استفاده می شود .
۱- تصحیح مستقیم خط (FEC) از روشهای کشف طریق کدهای نظیر و تصحیح خطا همینگ ۲- کشف خطا (از طریق کدهای نظیر CRC) و تصحیح آن به روش ارسال مجدد (Retransmission)	Retransmission (CRC Checking)	۱- در روش اول به دلیل افزایش تعداد بیت های ارسالی راندمان انتقال کاهش می یابد و در مواردی مناسب است که لینک داده یکطرفه ۱۶ باشد و یا اینکه تاخیر دور زدن پیام ۱۷ قابل توجه باشد (مانند سیستم های ماهواره) و یا داده هایی به صورت زنده ۱۸ مورد نیاز است . در کدهای نظیر CRC حجم زیادی از داده ها از نظر کشف خطای احتمالی بررسی می گردد در حالی که تعداد بیت های کد ثابت و محدود است . ۲- ماهیت نویز خطوط انتقال از قبیل خطوط تلفنی ، PLC و غیره بیشتر به صورت ضربه ای ۱۹ است که ناشی از رعد و برق ، سوئیچینگ پست و عوامل دیگر است . در این نوع خطوط معمولاً " (به طور آجاری) چندین بیت خطای متوالی رخ می دهد که امکان تصحیح آنها را به روش مستقیم کاهش می دهد . در چنین مواردی تکنیک Retransmission مناسبتر است .
پروتکل های استاندارد امروزی که منابع آن قابل دسترس بوده اند . ۱- DDCMP (از نوع Byte Oriented) ۲- HDLC (از نوع Bit Oriented) ۳- IBM Bisync (از نوع Character Oriented)	HDLC	۱- این پروتکل از نوع گرایش بیت ۱۳ می باشد و فریم آن به روش سنکرون ارسال می شود . پروتکل های نظیر Bisync از نوع Character oriented است که کارآیی لازم را ندارد و امروزه کمتر استفاده می شود . ۲- در این پروتکل امکان کنترل توالی ارسال و دریافت (N (R) و N (S) وجود دارد ، بنابراین احتمال از دست رفتن پیام هایی که اصلاً " به مقصد نرسیده اند به حداقل می رسد و به علاوه امکان ارسال چندین فریم پیاپی بدون نیاز به تصدیق . تک تک فریمها وجود دارد ، بنابراین در مواردی که حجم وسیعی از داده ها ارسال می گردد تاخیر دور زدن پیام ۱۷ به حداقل می رسد . ۳- قطعات و تجهیزات لازم جهت پیاده کردن این پروتکل براحتی در دسترس است (مانند پرت سریال SIO) . ۴- در پروتکل های نظیر DDCMP با استفاده از میدان شمارش بایتهای ۲۰ میدانهای کنترل و داده ها از یکدیگر مجزا گردید و به این ترتیب مسائل و محدودیت های پروتکل های نظیر Bisync را برطرف می سازند اما به دلیل آنکه در مقایسه با پروتکل های نظیر HDLC کمتر استفاده می شوند و قطعات آنها براحتی در دسترس نیستند در اینجا مورد نظر نمی باشد . ۵- قابلیت Bit stuffing که ضمن حل مسائل مربوط به تشابه الگوهای داده و Flag باعث ارسال حداقل یک وضعیت گذاری بیت از ۱ به صفر در هر کاراکتر ارسالی می گردد که در استخراج ساعت نمونه برداری استفاده می شود .

۱- N(R) فریم قبلی و انتظار ارسال فریم شماره N(R) از ایستگاه مقابل است. میدان اطلاعات شامل داده‌های اصلی و توابع کنترل و فرمان ایستگاه MS و یا RTU می‌باشد. معمولاً طول میدان اطلاعات محدود انتخاب می‌شود زیرا در میدانهای طویل احتمال خطای حداقل یک بیت افزایش یافته که منجر به درخواست ارسال مجدد تمام فریم ۱۵ می‌گردد.

در انتهای فریم نیز کد CRC قرار دارد که یک رشته ۱۶ بیتی بوده و بر مبنای توصیه سازمانهای استاندارد ISO و CCITT بنا شده است. در ابتدا و انتهای فریم الگوهای Flag قرار دارد (۰۱۱۱۱۱۱۰) که جهت سنکرونیزاسیون فریم استفاده می‌شود. در میدان داده در صورت ارسال ۵ بیت ۱ متوالی یک صفر اضافه می‌شود تا احتمال تشابه الگوی Flag و داده از بین برود.

۲-۲ انتخاب پرت مخابراتی سریال:

پرت سریال انتخاب شده می‌بایستی قادر باشد تا حدود زیادی نیازهای پروتکل انتخاب شده (HDLC) و نیز نیازهای لایه فیزیکی از جمله سینکالهای ارتباط با مدم ۱ آرآ برآورده سازد. در جدول (۲) مراحل این انتخاب ذکر شده است.

۲-۳ انتخاب باس استاندارد

این باس که ارتباط بردهای خروجی آنالوگ و برد اصلی (FEP) را برقرار سازد از سینکالهایی استفاده می‌کنند که قادر است عمل Handshaking بین برد اصلی و سایر بردها را انجام داده و به این ترتیب:

۱- برد اصلی از وجود خرابی یا عدم نصب بردهای فرعی مطلع می‌گردد.

۲- در صورت عدم آمادگی بردهای فرعی و کندی عملکرد آنها برد اصلی می‌تواند ارسال اطلاعات خود را تا مدتی به تعویق اندازد. در جدول شماره (۳) مراحل انتخاب یک نوع استاندارد (IEEE 796) ذکر گردیده است.

۲-۴ انتخاب روش مکالمات FEP و RTU:

همان طوری که ذکر گردید ایستگاه مرکزی یا چندین ایستگاه RTU در ارتباط است. در چنین مواردی شبکه‌های متعددی از قبیل شبکه چندنقطه‌ای ۲۲ و یا ستاره‌ای ۲۳ قابل استفاده است. در هر یک از این شبکه‌ها برای جلوگیری از ارسال همزمان پیامها از دو یا چند ایستگاه روشهای کنترل خط مانند روش Polling، روش تصادمی ۲۴ و غیره به کار می‌رود (در روش تصادمی معمولاً ایستگاه راه دور با صدور یک پیام از طریق یک لینک جداگانه Full duplex ایستگاه مرکزی را از وجود وضعیت‌ها و اطلاعات جدید آگاه می‌سازد و ایستگاه مرکزی در صورت آزاد بودن خط با ارسال پیامی آن را در اختیار ایستگاه راه دور قرار می‌دهد). در شبکه‌های سوئیچینگ مانند شبکه‌های تلفنی، تلکس و غیره تنها انتقال داده از نقطه‌ای به نقطه دیگر مطرح است، در حالی که در شبکه‌های کنترل راه دور انتقال داده برای هدفی دیگر که همان کنترل فرآیند است، انجام می‌شود. در این شبکه‌ها (مانند شبکه دیسپاچینگ) در هر لحظه امکان تغییر اولویت ایستگاه‌ها برای به‌اختیار

گرفتن خط انتقال وجود دارد. اگر فرمانی به ایستگاه خاصی صادر می‌شود ایستگاه مرکزی می‌بایست سریعاً از نتیجه فرمان صادره که احتمالاً منجر به وضعیت (یا وضعیتهای) جدید گردیده است مطلع گردد. بنابراین اولویت آن RTU برای اشغال خط انتقال و ارسال وضعیت‌های جدید در مقام بالاتری در مقایسه با حالات عادی قرار می‌گیرد. نیز ممکن است در یک یا چند سیکل ایستگاهی از اهمیت بالاتری برخوردار گردد و بنابراین تعداد دفعاتی که به ایستگاه مجاز به استفاده از خط انتقال است، می‌بایستی به‌طریقی افزایش یابد. در چنین مواردی تکنیک Polling انعطاف بیشتری داشته و به کمک نرم افزار چنین تغییراتی به راحتی امکان پذیر است. در شبکه‌هایی که فرآیندها از یکدیگر مستقل نمی‌باشند، تغییر وضعیت یک ایستگاه می‌تواند به سایر ایستگاهها نیز سرایت کرده و باعث تغییر وضعیت آنها نیز گردد. به‌طور مثال حالات گذرای سوئیچینگ یک یا چندین پست و نیروگاه می‌تواند در سایر ایستگاهها نیز موجب وضعیتهای جدید آنالوگ و یا دیجیتال گردد. به‌کارگیری روشهایی مانند روش تصادمی می‌تواند منجر به درخواست اغلب ایستگاهها در به‌اختیار گرفتن خط انتقال گردد و ایستگاه مرکزی ناچار است درست همانند روش Polling عمل نموده و به ترتیب اولویت خط را در اختیار ایستگاهها قرار دهد. بنابراین چنین روشهایی که مشکلات سخت‌افزاری و اجراء آنها افزون‌تر است در نهایت کمتر نتیجه‌بخش خواهد بود.

با توجه به موارد بالا و نیز سهولت امکانات اجرای روش Polling در اینجا نیز همانند سایر سیستمهای مشابه از این روش بهره گرفته شده است. اما برای آن که سایر ایستگاههایی که پیامهایی را به صورت ذخیره جهت ارسال دارند با تاخیر کمتری مواجه شوند. لازم است طول پیامها کوتاه گردیده و تعداد دور زدن پیامها ۲۶ به حداقل برسد. بنابراین موارد زیر رعایت گردیده است.

– در هر سیکل Polling، هر ایستگاه تنها برای ارسال یک گروه از اطلاعات آنالوگ و یا دیجیتال مورد سؤال قرار می‌گیرد بنابراین طول پیام‌های آرسالی از RTU تقلیل می‌یابد.

– در صورتی که ایستگاه RTU تغییر وضعیت در بافر خود ذخیره نموده باشد در پاسخ MS ابتدا آنها را ارسال نموده و سپس در همان پیام آرسالی اطلاعات گروه مورد تقاضا را نیز ارسال می‌دارد. بنابراین نیازی به Polling مجدد جهت ارسال تغییر وضعیتها که توأم با تاخیر دور زدن پیام است، نخواهد بود.

– در صورتی که فرمانی به ایستگاه خاصی ارسال گردد آن ایستگاه خارج از سیکل عادی Polling برای ارسال تغییر وضعیت‌های احتمالی خود مورد سؤال قرار می‌گیرد.

۲-۵ انتخاب روش مکالمات FEP و کامپیوتر:

همان طوری که می‌دانیم کامپیوتر مرکزی می‌تواند با چندین FEP در تماس باشد. ارتباط هر FEP با کامپیوتر به صورت نقطه به نقطه ۲۷ و معمولاً از طریق یک پرت مستقل کامپیوتر است و به این ترتیب امکان ارسال اطلاعات FEP به صورت آسنکرون و بدون نیاز به درخواست (Polling) کامپیوتر فراهم آید (توجه شود که روش ارسال می‌تواند به صورت سنکرون باشد ولی طریقه برقراری ارتباط به صورت آسنکرون انجام می‌پذیرد) در این حال پرت کامپیوتر به محض دریافت اولین کاراکتر اطلاعات جدید وقفه‌ای را به پروسور سیستم ارسال می‌دارد که

جدول ۲- انتخاب پرت سریال مخابراتی

انواع	نوع انتخاب شده	دلایل و قابلیت‌ها
قابلیت‌های پرت‌های سریال مخابراتی ۱- سنکرون ۲- آسنکرون ۳- سنکرون و آسنکرون	سنکرون و آسنکرون	به دلیل انتخاب روش ارسال سنکرون MS و RTU پرت سریال فرستنده و گیرنده نیز از این نوع انتخاب می‌گردد. از طرفی نوع ارتباط FEP با کامپیوتر مرکزی به قاطعیت پرت کامپیوتر بستگی دارد که در صورت نیاز به صورت آسنکرون نیز می‌تواند باشد. که در این حالت می‌توان از پرت‌های دوکاناله استفاده نمود که یک کانال به صورت سنکرون و کانال دیگر به صورت آسنکرون برنامه‌ریزی می‌گردد. در صورت عدم دسترسی به این نوع پرت از دو پرت جداگانه و هر یک با یکی از قابلیت‌های فوق قابل استفاده است.
چیپ‌های قابل دسترس جهت پرت‌های مخابراتی ۱- SIO ۲- 8251 ۳- 6854	SIO	۱- قابلیت برنامه‌ریزی در هر دو مد سنکرون آسنکرون. ۲- برخورداری از دو کانال مجزا که هر یک سیگنال‌های ارتباط با مدم را از طریق باس RS 232 دارند و می‌توانند به صورت Full duplex عمل کنند. ۳- قابلیت برنامه‌ریزی در مد HDLC با مشخصات زیر: ۱- ۳- چک کد CRC و تشخیص خطای فریم دریافتی. ۲- ۳- تولید کد CRC فرستنده ۳- ۳- تشخیص ابتدا و انتهای فریم دریافتی. ۴- ۳- تشخیص همانندی آدرس فریم دریافتی با آدرس برنامه‌ریزی شده. ۵- ۳- قابلیت Bit stuffing - ۶- ۳- ارسال رشته لفو فریم (Abort) با فرمان CPU. ۷- ۳- تشخیص سیگنال Abort فریم دریافتی در گیرنده. ۴- تمامی عملیات این پرت می‌تواند در روتین‌های وقفه انجام گردد. هر کانال از چهار نوع وقفه که هر یک بردار خاص خود را ارسال می‌دارند استفاده می‌کند و هر وقفه نیز می‌تواند تعیین‌کننده یک یا چندین وضعیت متفاوت در گیرنده و یا فرستنده باشد.

جدول ۳- انتخاب باس استاندارد

انواع	نوع انتخاب شده	دلایل و قابلیت‌ها
باس سیستم ۱- سنکرون ۲- آسنکرون	آسنکرون	باس آسنکرون امکان Handshaking بردها و واحدهای مرکزی را فراهم می‌سازد.
روش‌های ارتباط بردها ۱- پارالل ۲- سریال	پارالل	در مواردی که بردها در یک واحد قرار می‌گیرند این روش مناسبتر بوده و امکان تبادل سریع اطلاعات را فراهم می‌سازد.
باسهای استاندارد با منابع قابل دسترس ۱- باس STE ۲- باس STD ۳- Multibus ۴- S-100 ۵- IEEE-488 ۶- سایر انواع	Multibus	۱- این باس از نوع آسنکرون و پارالل می‌باشد. ۲- ابعاد برد این باس برای سیستم مورد نظر (FEP و مدول‌های آنالوگ) مناسب و امکان طراحی آن به صورت بردهای دو رویه در ایران امکان‌پذیر است. ۳- از خطوط ۱۶ بیتی داده استفاده می‌کند و به راحتی با پروسسورهای ۱۶ بیتی قابل تطبیق است. ۴- این باس اخیراً توسط IEEE استاندارد گردیده و با نام IEEE 796 معرفی گردیده است. ۵- باس آدرس آن ۲۰ بیتی بوده و قابلیت آدرس‌دهی آن توسط باس فرعی دیگری که به صورت رزرو نگاهداشته می‌شود تا ۲۴ بیت قابل افزایش است.

نتیجه :

– طراحی و ساخت سیستمی که مطابق با نیازهای سیستم دیسپاچینگ کشور است حتی با امکانات و تجهیزاتی که امکان تهیه آن در داخل کشور مقدور است عملی و کاملاً اقتصادی است .
– رعایت استانداردها در بالا بردن قابلیت اطمینان و سیستم و نیز کاهش مسائل و مشکلات مراحل طراحی و ساخت نقش مهمی دارند .
امید است که مورد توجه و استفاده خوانندگان ، مدیریت دیسپاچینگ و مسئولان توانیر که در این امر ما را یاری نموده اند ، قرار گیرد .



منجر به انتقال اطلاعات FEP به حافظه سیستم گردد که می تواند به طریق DMA و یا طرق دیگر باشد . پروتکل ارتباطی به قابلیت پرت کامپیوتر بستگی دارد . در صورتی که پرت کامپیوتر و برنامه های نرم افزاری آن قابلیت پیاده سازی پروتکل HDLC را داشته باشند می توان از مد آسنکرون این پروتکل استفاده نمود . در این حالت FEP با فرمان کامپیوتر در این مد قرار گرفته و در صورت پر شدن بافر خود ، اطلاعات را بدون نیاز به Polling کامپیوتر ارسال می دارد . در مواردی که کامپیوتر نیازمند اطلاعات اولیه می باشد آنها را به طریق Polling از FEP درخواست می کند و اگر پیام یا فرمانی برای ارسال به ایستگاه خاصی داشته باشد در دو مرحله Selection و Execution و از طریق FEP آنرا به انجام می رساند .

پاورقی :

1. Master Station
2. Intelligent
3. Link Layer
4. Physical Layer
5. Front End Processor
6. Central Computer
7. Data Communication Processing
8. Data Processing
9. Retransmission
10. Selection & Execution
11. Refresh
12. System Bus
13. Bit - Oriented
14. Character Oriented
15. Retransmission
16. Simplex
17. Turn Around Delay
18. Real Time
19. Burst
20. Count Field
21. Modem
22. Multipoint
23. Star
24. Contention
25. Teleprocessing Networks
26. Turn Around
27. Point to Point

منابع :

- 1- Computer Communications - Wushow Chou - Volume 1.
- 2- Data Communication Teleprocessing Networks - Trevor - Housley.
- 3- Computer Networks - Andrew S. Tanenbau.
- 4- International Standar - High Level Data Link Control Procedures.

۵- سایر منابع استانداردهای موجود

