امکان سنجی به کارگیری سیستم‌های کنترل مبتنی بر فیلدباس در نیروگاه‌های حرارتی

عبدالرضا رضایی‌فر[۱] rezaeifar_a@mapna.com
علی اشرف مدرس[۱،۲] modarres@mapna.com
فرح جعفرنژاد[۱] jafarnejad@mapna.com
مهدی سجودی[۲] sojoodi_m@yahoo.com
حمیدرضا مومنی[۲] momeni_h@modares.ac.ir

۱. شرکت مدیریت پروژه‌های نیروگاهی ایران (مپنا)، ایران، تهران
۲. دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده مهندسی برق، گروه کنترل، ایران، تهران

واژه‌های کلیدی: سیستم‌های کنترل فیلدباس، DCS، سیستم‌های مقیاس وسیع، نیروگاه‌های حرارتی

چکیده

در این مقاله امکان به کارگیری سیستم‌های کنترل مبتنی بر فیلدباس در صنایع نیروگاهی مورد مطالعه قرار می‌گیرد. امروزه هرچند استفاده از سیستم‌های کنترل توزیع یافته (DCS) در نیروگاه‌ها یک تفکر جا افتاده درسطح جهانی می‌باشد، اما مزایای حاصل از به کارگیری سیستم‌های نوین کنترلی مبتنی بر فیلد باس در دستیابی به قابلیت اطمینان بالاتر، امنیّت بیشتر، نگهداری کمتر، صرفه جویی در حجم سخت افزار و نرم افزار و هزینه تاسیس و راه‌اندازی به گونه ای است که مطالعه امکان پذیری و شناسایی مزایا و موانع استفاده از این نوع سیستم را در نیروگاه‌ها اجتناب ناپذیر می نماید.

۱. مقدمه

با تولد کامپیوتر و بهبود روز افزون قابلیتهای آن به عنوان ماشین محاسب وپردازنده اطلاعات، استفاده از آن دراتوماسیون نیز مورد توجه جدی قرار گرفت ودر طول زمان با پیشرفت سخت افزار و نرم افزارهای کامپیوتری انواع کاربردهای آن تجربه و ساختارهای مختلفی مورد استفاده واقع شد. دراین میان سیستمهای کنترل توزیع یافته (DCS)[۱] به عنوان بخش اصلی تشکیل دهنده یک اتوماسیون باساختار سلسله مراتبی وظیفه کنترل، نمایش، نظارت وجمع آوری وثبت اطلاعات یک فرآیند صنعتی مقیاس وسیع را بر عهده دارد.

اکنون با توجه به ظهور تکنولوژی جدید فیلدباس در عرصه انتقال اطلاعات، این انتظار وجود دارد که بار دیگر شاهد تحولی عظیم در عرصه سیستم‌های کنترل صنعتی باشیم. در این میان نیروگاه‌ها به عنوان سیستم‌های دارای مقیاس بزرگ، از جمله سیستم‌های صنعتی می‌باشند که از این تحولات تاثیر خواهند پذیرفت. در این مقاله تلاش می‌گردد تا با ذکر مزایای عمومی حاصل از به کارگیری سیستم‌های

[1] Distributed Control System

www.noandishaan.com

نوین کنترلی، امکان به کارگیری این سیستم‌ها در نیروگاه‌ها مورد بررسی قرار گیرد.

دربخش دوم این مقاله ابتدا سیر تحول سیستمهای کنترل مورد بررسی قرار می گیرد. در ادامه، در بخش سوم به تبیین جایگاه سیستمهای کنترل گسترده (توزیع یافته) در اتوماسیون نیروگاه ورویکردهای متفاوتی که در نحوه به کارگیری آن در رابطه با توزیع وظایف و سخت افزار کنترلی وجود دارد، پرداخته می شود. بخش چهارم به معرفی سیستمهای کنترل مبتنی برفیلد باس و ذکر مزایای آن اختصاص دارد. در بخش پنجم با ارائه شرح مختصری ازساختارکلی یک نیروگاه سیکل ترکیبی و توضیح اثرات تداخل زیر سیستمهای موجود بر یکدیگر نحوه استفاده از سیستمهای مبتنی بر فیلد باس مورد بررسی و مطالعه قرار می گیرد. نهایتاً در بخش پایانی نتیجه‌گیری و جمع‌بندی ارائه می‌گردد.

۲. سیر تحول سیستمهای کنترلی صنعتی

با مروری بر سیر تحول سیستم‌های کنترل صنعتی می توان این نکته را دریافت که همگام با پیچیده شدن سیستم‌ها و فرآیندهای صنعتی، سیستم های کنترل نیز بنا به ضرورت دچار تحول و پیشرفت شده اند. با ظهور اولین کنترل کننده های مکانیکی و الکترومکانیکی در دهه ۱۹۳۰ میلادی، بهره-برداری از سیستم‌های صنعتی، حضور مستقیم اپراتور در کنار تجهیزات را مطلبید. در دهه ۱۹۵۰ با پیچیده شدن بیش از حدکنترل‌های محلی، انتقال فعالیتهای کنترلی و مونیتورینگ به اتاق کنترل آغاز گردید. استفاده از سیستم‌های مونیتورینگ آنالوگ و سوئیچهای گردان و فشاری در این دهه مرسوم بود. لزوم دستیابی به ساختار اتوماسیون سلسله مراتبی در دهه ۱۹۷۰ به اثبات رسید. در اواسط دهه مذکور عصر دیجیتال با ظهور مدار های مجتمع آغاز گردید. استفاده از کامپیوتر به عنوان جزء پردازنده و استفاده از نمایشگرهای رنگی از ویژگی‌های این دهه می باشد.

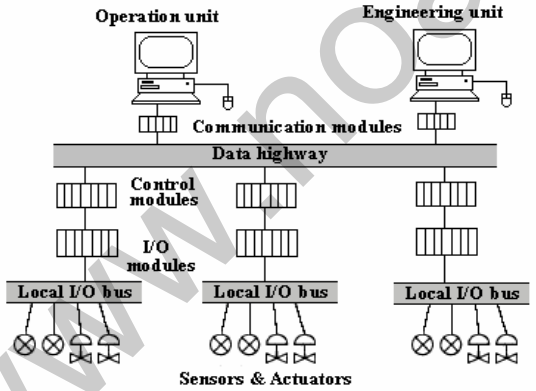
در دهه۱۹۸۰شاهد ظهور اولین سیستم کنترل میکروپروسسوری بودیم. در این سیستم‌ها پردازش مربوط به یک واحد صنعتی به صورت متمرکز و توسط یک واحد پردازنده انجام می‌شد(DDC)[2]. ایراد عمده چنین سیستمی این بود که با وقوع مشکلی در سخت افزار یا نرم افزار سیستم، عملکرد کنترلی کل سیستم مختل می‌گردید.

این اشکال اساسی در اوایل دهه ۱۹۹۰، با ظهور سیستمهای کنترل توزیع شده (DCS) تا حدّ زیادی مرتفع گردید. در این سیستم ها عملیات کنترلی توسط کارتهای کنترل زیادی توزیع شده‌اند. این کارتها در اتاقی مجاور اتاق کنترل نصب می‌شوند. لذا با وقوع اشکال در هرکارت کنترل، در صورتیکه افزونه[3] نداشته باشد فقط عملیات کنترلی مربوط به همان کارت با مشکل روبرو خواهد شد و نه کل واحد.

ویژگی‌های اساسی یک سیستم‌کنترل توزیع شده عبارت است از[۲،۱]:

- ساختار مدولار سخت افزاری و نرم افزاری
- استقلال بیشتر عملکرد حلقه های کنترلی
- تجهیزات تشخیص خرابی و عیب یابی
- جداسازی عملکرد اپراتوری و مهندسی
- امکان اجرای سیاست افزونگی[4]

ساختارکلی یک سیستم کنترل گسترده را می‌توان بصورت شکل ۱ در نظر گرفت.



شکل۱: ساختار کلی یک سیستم کنترل گسترده

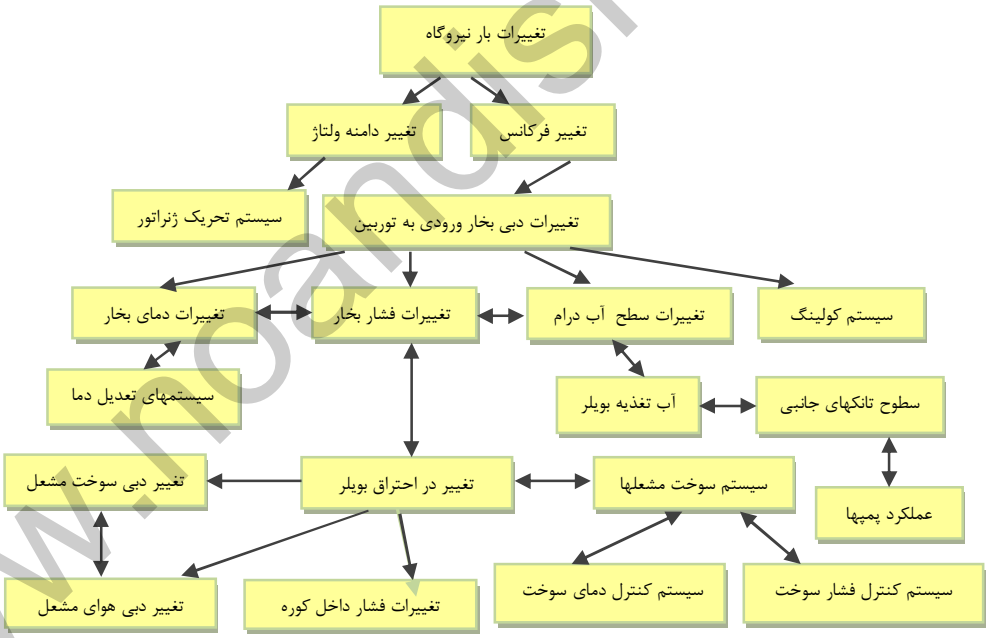
[2] Direct Digital Control
[3] Redundant
[4] Redundancy

www.noandishaan.com

۳. به کارگیری سیستم کنترل گسترده در فرآیندهای صنعتی مقیاس وسیع

اگر قرار باشد در یک عبارت ساده، یک سیستم مقیاس وسیع را تعریف نمود باید گفت: «سیستمی مقیاس وسیع نامیده می‌شود که از بخش‌های متفاوت و دور از هم ولی مرتبط تشکیل شده است». این ارتباط می تواند به صورت فیزیکی و مستقیم و یا به صورت اثر غیر مستقیم بخش‌ها بر یکدیگر باشد. به‌عنوان مثال، یک واحد نیروگاه حرارتی متشکل از بخش‌های مختلف، می‌تواند متجاوز از چندین هزار متغیر آنالوگ و یا دیجیتال داشته باشد، که بسیاری از آنها به طور مستقیم یا غیر مستقیم بر مابقی متغیرها اثر بگذارد.

شکل۲ اثرات قسمتهای مختلف نیروگاه را بر یکدیگر به اجمال به نمایش می‌گذارد. همانطور که مشاهده می‌گردد یک رویداد ساده نظیر تغییرات بار شبکه می تواند باعث تغییراتی در تمام بخش‌های سیستم نیروگاهی شود و سیستم‌های کنترل در نظر گرفته شده برای هر بخش را درگیرنماید.



شکل۲: تاثیر قسمتهای مختلف نیروگاه را بر یکدیگر

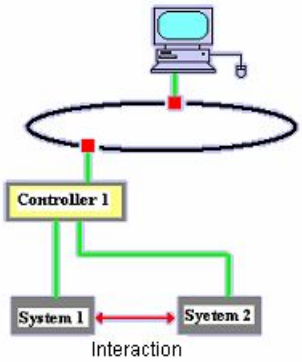
www.noandishaan.com

امروزه برای طراحی منطق کنترلی یک نیروگاه لاجیک های کنترلی استاندارد شده و متناسب با شرایط کاری نیروگاه در دسترس است که طی آن سعی می گردد که آثار تداخل زیر سیستم‌های نیروگاهی به حداقل برسد. ذکراین نکته ضروری است که برای دستیابی به روشهای کنترلی بهینه باید مباحث نظری سیستم‌های‌کنترل‌غیرمتمرکز[5] و مباحث کاربردی سیستم‌های کنترل توزیع یافته[6] را توأمان در نظر داشت.

در حالت کلّی، "چگونگی توزیع وظایف کنترلی" و "محل قرار گرفتن سخت افزار سیستم کنترل توزیعی" دو اصل مهم در انتخاب سیستم کنترل می‌باشد[۳]. در *توزیع وظایف*، جهت گیری بر مبنای تمرکز وحفظ ظاهر هرتابع یا وظیفه در خلال ایستگاه‌های مستقل داده است. در صورتیکه در *توزیع جغرافیایی* جهت گیری بر مبنای توزیع فیزیکی سخت افزار و با معیار مینیمم نمودن ارتباطات سیم بندی می باشد. توجه همزمان به این دو روش مکمل، تأثیرات عمده‌ای برروی کیفیت بهره‌برداری، تعمیرات، توسعه و هزینه سیستم خواهد داشت. به هر شکل، بدون توجه به اینکه واحد پردازشگر دریک اطاق مرکزی ویا یک اطاق نزدیک محوطه[7] باشد، تمام اطلاعات فرآیند و دسترسی به مقادیر مطلوب تنظیمی[8] و کنترل‌های دستی همگی در اطاق کنترل و به شکل متمرکز صورت می‌گیرد.

۳-۱-*توزیع وظایف* [9] *[۳]* :

به طور کلّی توزیع وظایف، تکنولوژی توزیع برنامه‌های کنترلی (نرم افزار) توسط سخت افزارمعین برای یک ساختار هرمی است. واژه توزیع وظایف به "اجرای یک هدف و کاربرد کامل و معین دریک ایستگاه کنترل بدون احتیاج به ارتباط وپشتیبانی ایستگاههای دیگر شبکه ارتباطی" اشاره دارد. در این دیدگاه، عملاً استراتژی اجرای یک حلقه کنترل به طور کامل وظیفه یک ایستگاه است. به طوریکه نه اطلاعات پردازش شده و نه سیگنال‌های ارسالی به محرک‌ها[10]، ازشبکه ارتباطی عبور نمی کنند. با توجه به عدم عبور اطلاعات کنترلی ازشبکه، پاسخ زمانی حلقه‌های کنترل بهبود می یابد (شکل۳).



شکل۳: توزیع سیستم کنترل براساس نگرش توزیع وظایف

مزایای انتخاب سیستم براساس توزیع وظایف :

- با توجه به استقلال وظایف ایستگاه های مختلف، خرابی و یا از دست دادن یک ایستگاه بر روی ایستگاههای دیگر تأثیر ندارد و باز به همین دلیل درصورت بروز اشکال درشبکه ارتباطی سیستم کنترل کار خود را ادامه می دهد.
- برنامه‌ریزی وپیکربندی ایستگاه‌ها به دلیل محدود بودن و متمرکز بودن اطلاعات هر ایستگاه معمولاً ساده تر است.

۳-۲- *توزیع جغرافیایی* [11] *[۳]* :

در توزیع جغرافیایی، بدون توجه به ارتباط تابعی، ایستگاه‌های کنترل نزدیک تجهیزات محوطه قرار می گیرند. در این صورت ممکن است سیگنال‌های ورودی به یک مدار کنترل و سیگنالهای فرمان به محرک مربوط به آن در دو ایستگاه مجزا قرار گیرند و از طریق شبکه ارتباطی به یکدیگر مربوط شوند. بنابراین در این نوع از توزیع برای دستیابی به ضریب اطمینان

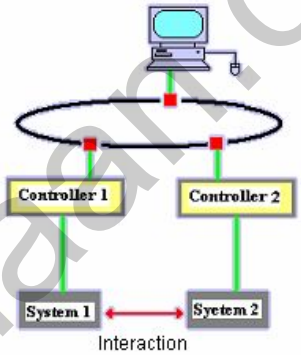
5 Decentralized Control System
6 Distributed Control System
7 Field
8 Set Point values
9 Functional Distribution
10 Actuators
11 Geographic Distribution

www.noandishaan.com

مناسب، باید از شبکه ارتباطی سریع و محافظت شده استفاده نمود (شکل۴).

مزایای انتخاب سیستم براساس توزیع جغرافیایی :

- صرفه‌جویی زیاد در سطح I/O ها وحجم سیم کشی صورت می پذیرد.
- توسعه وگسترش سیستم راحت و آسان انجام می‌شود.



شکل۴: توزیع سیستم کنترل براساس نگرش توزیع جغرافیایی

هرچند که به وضوح مشاهده می‌گردد که این دو دیدگاه در تضاد با یکدیگر می باشند، به طوریکه مزایای یکی معایب دیگری محسوب می گردد وبالعکس، امّا باید درنظر داشت که انتخاب ساختار مناسب در صورتی ممکن می‌گردد که هر دو نوع توزیع، توامان و در کنار یکدیگر مورد توجه قرارگیرند. بنابراین معیارهای زیر را می‌توان برای انتخاب ساختار یک واحد صنعتی پیشنهاد کرد:

- در شرایطی که تمرکز و توزیع تجهیزات محوطه‌ای در واحد صنعتی مشخص شده باشد، توزیع جغرافیایی فوائد اقتصادی دارد. در این گونه موارد برای محوطه مورد نظر یک سخت افزار مناسب انتخاب شده و از یک شبکه ارتباطی سریع وحفاظت شده استفاده می‌گردد.
- در مواردی که سرعت بالای پاسخ حلقه های کنترل ضروری است و یا شبکه ارتباطی به اندازه کافی حفاظت شده نیست توزیع وظایف تجویز می گردد.
- در مواردی که حجم اطلاعات وارتباطات یک سیستم (مانند کنترل احتراق) از ظرفیت یک ایستگاه افزایش یابد به کارگیری هر دونوع توزیع تجویز می گردد.

باید توجه داشت که اگرچه سخت افزار سیستم کنترل خواه به فرم "وظایف" ویا "جغرافیایی" توزیع می‌گردد ولی درحالت کلّی نرم افزارسیستم در خلال شبکه ارتباطی متمرکز باقی می‌ماند. بنابراین هرچند توزیع سخت افزاری منجر به ایزوله کردن اشکالات سخت افزاری می گردد ولی هنوز اشکالات نرم افزاری می تواند باعث بروز اشکال در ایستگاه‌های مستقل گردد.

در سالهای اخیر، به کارگیری توزیع وظایف با کدینگ نرم افزاری در کنار وهمراه توزیع جغرافیایی سیستم سخت افزار مورد توجه قرار گرفته است به طوریکه بهینه نمودن چنین ترکیبی منجر به استقلال، توانایی و دسترسی زیاد و اخذ پاسخ زمانی قابل قبول با هزینه کم می‌گردد. در این ارتباط می‌توان سیستم‌های کنترل فیلدباس را راه حلی جامع دانست.

۴. سیستم های کنترل فیلدباس و ویژگی‌های آن

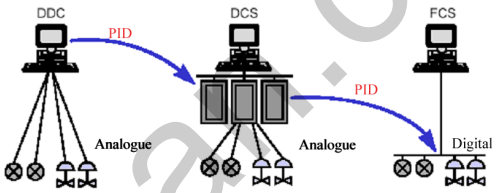
اگر سیرتحولات سیستمهای کنترلی میکروپروسسوری را در دهه های اخیر مورد بررسی قرار دهیم مشاهده می‌گرددکه از زمان به کارگیری کنترل کننده های DDC، تا به کارگیری سیستمهای کنترل توزیع شده (DCS) همواره جهت‌گیری تغییرات در راستای نزدیک نمودن کنترل کننده های فرآیند به سطح محوطه (سنسورها ومحرکها) بوده است. بنابراین شاید بتوان ظهور فیلدباس و سیستمهای کنترل مبتنی بر آن را در اواخر دهه ۱۹۹۰میلادی، در ادامه همین روند تاریخی دانست. به طوریکه اکنون سیستم‌های جدید کنترلی را می توان سیستم‌های‌کنترل‌فیلد (FCS)[12]نامید. درشکل۵ چگونگی روند انتقال PID را به عنوان جزء استاندارد واصلی کنترلی هر پروسه از اتاق کنترل مرکزی به سطح محوطه دیده می‌شود. مطابق این شکل سیر این تحولات به نهایت درجه خود رسیده است به طوریکه حلقه کنترلی در همان فیلد بسته می گردد و بدین ترتیب دستیابی به حداکثر توزیع

[12] Field Control System

www.noandishaan.com

کنترلی و درعین حال حداقل نیاز به سیم بندی امکان پذیر می‌گردد[۴].

در یک سیستم کنترل مبتنی بر فیلدباس، منطق کنترل[۱۳] (نرم افزار) تا سطح تجهیز ابزاردقیق (سنسور یا محرک) توزیع‌می‌گردد. به این ترتیب مزایای توزیع وظایف و جغرافیایی در بالاترین سطح محقق می‌گردد.



شکل۵: روند انتقال PID از اتاق کنترل به سطح محوطه

بر حسب آنکه از چه نوع شبکه فیلدباسی استفاده شود، تکنیک‌های مختلفی برای پیاده سازی سیستم کنترلی مطرح می گردد. همچنین توپولوژی قابل استفاده و ظرفیت و سرعت انتقال اطلاعات برای فیلدباس‌های مختلف متفاوت بوده و بستگی به نوع شبکه مورد استفاده دارد. در جدول۱ نام بعضی از فیلد باس‌های معروف به همراه سال معرفی و شرکت ابداع کننده آن و همچنین استاندارد مرتبط ارائه شده است.

جدول۱: معرفی بعضی از فیلد باس‌های معروف

Fieldbus Name	Technology Developer	Year Introduced	Governing Standard
PROFIBUS DP/PA	Siemens	DP-1994, PA-1995	EN 50170 / DIN 19245 part 3(DP) /4 (PA), IEC 61158-2 (PA)
AS-I	AS-I Consortium	Fall 1993	Submitted to IEC
Foundation Fieldbus H1	Fieldbus Foundation	1995	ISA SP50/IEC 61158
Ethernet	DEC, Intel, Xerox	1976	IEEE 802.3, DIX v. 2.0

بطورکلی مزیت‌های سیستم های کنترل مبتنی بر فیلدباس را نسبت به DCS در فازهای مختلف اجرا و بهره‌برداری یک پروژه صنعتی به شرح زیر می توان برشمرد[۶-۴]:

- *فاز طراحی و مهندسی:* کم حجم شدن سخت افزار سیستم کنترل، کاهش حجم فعالیت‌های مهندسی و سادگی تولید مدارک مهندسی را در پی‌دارد. همچنین نیاز به اسناد و مدارک راهنما مانند کاتالوگ‌ها و دیتاشیت‌ها کمتر خواهد بود.
- *فاز خرید تجهیزات کنترلی:* هرچند که تجهیزات ابزاردقیق فیلدباس گران‌تر از تجهیزات مرسوم می‌باشد، اما ازآن جا که یک سیستم مبتنی برفناوری فیلدباس در کل دارای معماری فشرده تر(جمع و جورتر) و اختصاصاً دارای معماری FCS است، در مجموع هزینه‌های کمتری را صرف خرید سخت افزار مربوطه می‌شود. همچنین زمان صرف شده برای ساخت تجهیزاتی مانند تابلوهای کنترل و تامین دیگر تجهیزات مانند کابل کاهش می-یابد.
- *فاز نصب:* کاهش سیم‌کشی و بنابراین آسانی و سرعت نصب از دستآوردهای استفاده از فیلدباس است. همچنین الزامات مربوط به نصب و اجرا مانند نصب کاندوئیت‌ها، سینی‌های کابل و ترمینال‌ها بسیار کاهش می‌یابد.
- *فاز راه‌اندازی:* بیش از ۱۰۰ تجهیز در روز می‌تواند راه-اندازی گردد. یک نفر به تنهایی می تواند کار راه‌اندازی و تست لوپ‌های کنترلی را از اتاق کنترل انجام دهد و احتیاج به نفری همراه در سطح محوطه به منظور آزمون لوپ[۱۴] نمی‌باشد. همچنین دیگر به کالیبراسیون تجهیزات ابزاردقیق در محدوده ۴ تا ۲۰ میلی‌آمپر احتیاج نمی‌باشد، چراکه ابزاردقیق دیجیتال متغیر فرآیند را در تمام محدوده مقادیر ممکن اندازه‌گیری می‌نماید. تنظیمات ابزاردقیق از سمت اتاق کنترل بارگذاری می‌شود و احتیاجی به تنظیم دستی هر ترانسمیتر در محل نمی‌باشد.
- *فاز بهره‌برداری:* رزولوشن بالای مقادیر اندازه‌گیری، عدم استفاده از مبدل‌های آنالوگ به دیجیتال و بالعکس در

[13] Control logic

[14] Loop check

www.noandishaan.com

زمان انتقال و پردازش سیگنال، قابلیت اطمینان بالاتر در انتقال سیگنال به دلیل عدم نویزپذیری و آزمون‌های اعتبارسنجی و انتقال همزمان مقدار اندازه‌گیری و وضعیت تجهیز ابزاردقیق از سمت محوطه به اتاق کنترل از مزایای زمان بهره‌برداری از سیستم فیلدباس می‌باشد. به اثبات رسیده است که با استفاده از این سیستم و حصول به سطح قابلیت‌اطمینان بالاتر زمان قطع-عملکرد[15] سیستم کاهش یافته و قابل پیش‌بینی می-گردد.

- *فاز تعمیر و نگهداری:* با استفاده از فیلدباس اطلاعات عیب‌یابی برای نگهداری‌های پیش‌گیرانه در دسترس خواهد بود، بطوریکه اقدامات مربوطه به نگهداری‌ها تنها در موارد ضروری و یا مطابق جدول زمانی صورت می-گیرد. همچنین تشخیص و جداسازی خطاهای مربوط به فرآیند و تجهیز ابزاردقیق به راحتی از اتاق کنترل امکان پذیر خواهد شد. از دیگر مزایا می توان به خود آزمونی[16] و انجام خودکار اقدام اصلاحی، عدم نیاز به کالیبراسیون دوره‌ای ۴ تا ۲۰ میلی‌آمپر و حصول به تکنولوژی نصب و اجرا[17] برای تجهیزات ابزاردقیق را نام برد.

۵. بررسی امکان به کارگیری سیستم های فیلدباس در نیروگاه

باید توجه داشت که فنآوری فیلدباس چیزی فراتر از یک فناوری مبتنی بر سیگنال ۴ تا ۲۰ میلی‌آمپر دیجیتالی می-باشد و برای دستیابی به مزایای ذکر شده در بخش قبل باید از یک سیستم جامع کنترلی مبتنی برفیلدباس، شامل شبکه ارتباطی و ابزاردقیق مربوطه بهره گرفت. اگرچه امروزه راه حل‌های مبتنی بر استفاده از سیستم‌های کامل فیلدباس (مانند F.F.[18]) در بسیاری از صنایع نظیر صنایع شیمیایی، غذایی و دارویی یک مساله جا افتاده و مقبول است، اما در عرصه پروژه‌های نیروگاهی ارائه راه حلّی جامع برای استفاده از سیستم‌های کنترل فیلدباس هم‌چنان ارائه نشده است. با این همه هم‌اکنون مراجع بسیاری وجود دارد که لزوم استفاده از این سیستم‌ها در نیروگاه را به تایید می‌رساند[۹].

ساخت یک واحد نیروگاه سیکل ترکیبی که در حال حاضر از مرسوم‌ترین نیروگاه‌های حرارتی در دینا می‌باشد، حدود ۴۰۰۰ سیگنال ورودی و خروجی (۱۱۰۰ سیگنال آنالوگ) را جهت کنترل، حفاظت و مونیتورینگ سیستم را به همراه خواهد داشت. یک نیروگاه متشکل از قسمت‌ها و جزایر[19] اصلی می‌باشد (مانند توربین و ژنراتور، بویلر، سیستم خنک کننده اصلی) که مستقیماً در سیکل تولید توان نقش دارند. در رابطه با این سیستم‌ها باید اشاره نمود که در طول زمان منطق کنترل به صورت روش‌های شناخته شده و استاندارد ارائه شده است. به عنوان مثال این مساله جا افتاده است که سیستم کنترل احتراق بویلر (سیستم مدیریت مشعل‌ها[20]) یا سیستمی نظیر پایش گازهای خروجی حاصل از احتراق توربین گاز و بویلر احتیاج به سیستم‌های کنترل مجزا با منطق از قبل مشخص دارد. از ویژگی‌های این زیرسیستم‌ها اثر تداخل[21] زیاد آن‌ها بر دیگر زیرسیستم‌های اصلی نیروگاه می‌باشد. از طرف دیگر یک نیروگاه شامل بخش‌هایی است که مستقیماً در فرآیند ترمودینامیکی سیکل تولید توان نقشی ندارند (مانند سیستم‌های تصفیه خانه، BOP و خنک کن کمکی). حلقه‌های کنترلی مربوط به این بخش‌ها معمولاً بسیار ساده و از نوع تک ورودی-تک خروجی[22] می‌باشند.

هرچند که استفاده از سیستم‌های کنترل جامع فیلدباس در رابطه با زیرسیستم‌های اصلی نیروگاه به خاطر پیچیدگی منطق‌های کنترلی و حفاظتی، مساله‌ای چالش انگیز و درخور تامل است، اما در رابطه با زیرسیستم‌های دیگر کنترل چنین به نظر می‌آید که استفاده از سیستم‌های جامع فیلدباس به راحتی امکان پذیر باشد. در این زمینه، جدول۲ اطلاعاتی را در مورد زیرسیستم‌های نیروگاهی ارائه می‌نماید.

[15] Outage
[16] Self-test
[17] Plug and Play
[18] Foundation Fieldbus

[19] Island
[20] Burner Management System (BMS)
[21] Interaction
[22] Single Input-Single Output (SISO)

www.noandishaan.com

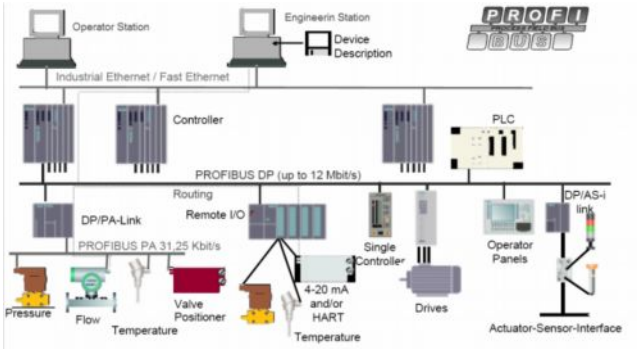
جدول۲: مقایسه زیرسیستم‌های موجود در یک نیروگاه سیکل ترکیبی از لحاظ امکان پذیری استفاده از FCS

نام زیرسیستم (جزیره)	میزان حساسیت در سیکل نیروگاه	میزان پیچیدگی کنترل	سطح تداخل با دیگر سیستم‌ها	امکان به‌کارگیری FCS
توربین	زیاد	زیاد	زیاد	ندارد
ژنراتور	زیاد	زیاد	متوسط	ندارد
بویلر (HRSG)	زیاد	زیاد	زیاد	ندارد
سیستم خنک کن اصلی	متوسط	متوسط	متوسط	دارد
سیستم خنک کن کمکی	متوسط	کم	متوسط	دارد
BOP Mech.	کم	کم	کم	دارد
BOP Elec.	کم	کم	کم	دارد
سیستم تصفیه-خانه	کم	کم	کم	دارد
سیستم پالایش آب کندانس	کم	کم	کم	دارد

راه‌حلی که تاکنون جهت برخورداری از حداکثر مزایای قابل تحقق فیلدباس در نیروگاه‌ها ارائه شده، استفاده از سیستم-های ترکیبی[23] در نیروگاه‌ها می‌باشد[۷و۸]. در چنین سیستم‌هایی، استفاده از قابلیت‌های فیلدباس در سیستم DCS مدّ نظر قرار می‌گیرد.

در شکل۶ چنین سیستمی‌به نمایش در آمده است. مطابق این شکل که اختصاص به راه‌حل ارائه شده از طرف شرکت زیمنس-وستینگهاوس دارد و هم اکنون در بیش از یک‌صد واحد نیروگاهی در آمریکای شمالی در حال کار می‌باشد، استفاده از Profibus به دو شکل مورد توجه واقع شده است[۹].

- استفاده ازProfibus DP به منظور توزیع ماجولهای I/O یا برقراری ارتباط با کنترل کننده‌های زیرسیستم‌های دارای کنترل اختصاصی.
- استفاده از ازProfibus PA به منظور برخورداری از حداکثر مزایای فیلدباس در سیستم‌های فرعی نیروگاه.



شکل۶: استفاده از Profibus در DCS تجاری شرکت زیمنس (TXP)

با رجوع دوباره به جدول۲ ملاحظه می‌گردد که استفاده از دو راه‌کار فوق برای تمامی زیرسیستم‌های موجود در یک نیروگاه مقدور می باشد[۹و۱۰]. با این همه باید توجه داشت که در سر راه رسیدن به چنین هدفی و توسعه به کارگیری فیلدباس در صنایع نیروگاهی موانعی چند وجود دارد که بعضی از آن‌ها عبارتند از:

- عدم آشنایی مدیران با صرفه‌های اقتصادی و زمانی حاصل از به‌کارگیری سیستم‌های فیلدباس
- مقاومت ذاتی مدیران با تغییرات عمده در تکنولوژی‌های مورد استفاده و امتحان پس‌داده
- کمبود تجربه و دانش فنی متخصصین کنترل و ابزاردقیق در طراحی و مستندسازی
- راحتی کار اپراتورها با سیستم‌های مرسوم به دلیل آشنایی قبلی

درمیان چالش های فراروی کارشناسان پروژه هنگام معرفی، نصب و استفاده از فناوری هایی مانند فیلدباس، باید مزایای فنی و مالی استفاده از آن را برای مدیران مربوطه مشخص نمود که عبارتند از سرعت، صحت و صرفه جویی هایی که برای واحد صنعتی به ارمغان خواهد آورد. مدیران فنی باید با شکیبایی علمی و دقت کارشناسی شک ها را برطرف و پرسش های بالقوه را پاسخ دهند. البته مزایای مورد نظر بستگی به نوع فناوری فیلدباسی دارد که کارشناسان انتخاب می کنند، زیرا هریک ازآن ها ویژگی های خاص خود را داراست. نباید از یاد برد که مالکان هر واحد صنعتی (ازجمله نیروگاه) انتظار دارند که شرکت آن ها دارای تولیدی با

[23] Hybrid

www.noandishaan.com

کیفیت بالاتر، منافع حاشیه‌ای بهتر و آلودگی کمتری از رقبایشان باشد. شکی نیست که تا این زمان، فناوری فیلدباس پاسخگوی سئوالات و اشکالات وارده در راه رسیدن به اهداف مود نظر بوده است[۶].

۶. نتیجه گیری

در این مقاله به بررسی امکان به کارگیری سیستم‌های فیلد باس در نیروگاه‌های حرارتی پرداخته شده‌است. ازآن جا که بسیاری از مدیران واحد صنعتی نسبت به تغییر فناوری مورد استفاده برای بهره‌برداری واحد صنعتی تردید دارند، باید آن‌ها را متقاعد نمودکه فیلد باس تنها راه حل برای بهبود و پیشرفت واحد صنعتی آن ها است. سرمایه گذای روی فناوری های کهنه و از رده خارج شده، با خطر عقب ماندگی تولید از وضعیت رقابتی همراه می شود. در استفاده از فیلدباس، صرفه جویی های آغازین با هزینه های پایین تر خرید، مهندسی و نصب حاصل می‌شود و صرفه جویی های درازمدت، با هزینه های پایین‌تر مربوط به تعمیرات و بهره داری قابل وصول است.

مراجع

1. TELEPERM XP, "*The Process Control System for Economical Power Plants Control*", System Overview, SIEMENS, Order No. A96001-U71-A327-x-7600.
2. Deliang Z., Jizhen L., "*Control-Decision and Integrated Information System of Power Plant*", IEEE, 1998,p.p. 1241-1245.
3. "*IEEE Application Guide for Distributed Digital Control and Monitoring for Power plants*", IEEE std 1046 –1991.
4. J.A Rehg,W.H. Swain,B.P. Yangual,S Wheatman, *Fieldbus in The Process Control Laboratory*, 29th ASEE/IEEE Conference on Frontier in Education, San Juan, Puerto Rico,10-13 November,1999.
5. Ozkul T., *Instrumentation network lowers distributed control to field level,* International IEEE/IAS Conference on Industrial Automation and Control: Emerging Technologies, 22-27 May 1995 Page(s):556 - 561
6. Berge J., Fieldbus for Process Control: Engimeering, Operation, and Maintenace, The ISA publication, Research Triangle Park NC, 2002.
7. Neumann P., Diedrich C., Simon R., *Necessary extensions of fieldbus systems for distributed processing*, Proceedings of IEEE International Workshop on Factory Communication Systems, 4-6 Oct. 1995, Page(s):247 – 254
8. Lingqi L., Hanasaki K., Wei X.; Pang Y.; Liu Zh.; Wu Y., *Integration of fieldbus into DCS*, 38th Annual Conference Proceedings of the SICE Annual, 28-30 July 1999 Page(s):1043- 1046.
9. Calandrini D., *The Benefits of Fieldbus Technology in Power Plants*, ISA organization.
10. Conzonato D., Di Odoardo C., Bartaloni E. and Guidi L., *The Fieldbus Technoloyg in The New Power Plants of ENEL PRODUZIONE*,

www.noandishaan.com