



بررسی و تحلیل کاربرد سیستم های کنترل گسترده (DCS) در عملکرد جزیره ای نیروگاه ها

رحمان خورسندی

دانشجوی کارشناسی کنترل، دانشکده مهندسی برق، دانشگاه صنعتی خواجه نصیر طوسی

[Email:rahman.khorsandi@gmail.com](mailto:rahman.khorsandi@gmail.com)

چکیده:

امروزه از واحد های تولید انرژی در صنایع مختلف جهت تامین توان بارهای محلی استفاده می شود. ژنراتورهای این نیروگاه ها به صورت موازی با شبکه راه اندازی می شوند. این صنایع مایلند که به شبکه سراسری متصل شوند تا هنگام تولید اضافی آن را به شبکه تحویل دهند و یا در صورت کمبود از شبکه دریافت نمایند. اما مایل نیستند که در صورت اغتشاش در شبکه این واحدها از دست بروند. این سیستم را برای شبکه سراسری نیز طراحی نمود تا در صورت اغتشاش در قسمتی از شبکه، بقیه شبکه از آن جدا شود. به همین منظور سیستم حفاظت جزیره کننده مورد نیاز می باشد تا در صورت اغتشاش در شبکه از آن جدا شوند. عملکرد سیستم کنترل بار فرکانس و سیستم تحریک باید به گونه ای باشد که پایداری جزیره حفظ شود و فرکانس سیستم قدرت جزیره شده به فرکانس نامی برگردد. سیستم حفاظتی باید در صورت نیاز با انجام بارزدایی مناسب جلوی تریپ توربین را بگیرد. اما نوع سیستم کنترل نیروگاه، تشخیص اغتشاش قبل از تریپ توربین ها و تغییر مد اجزا مهم شبکه از مسائل مهم پیاده سازی این سیستم می باشد. سیستم کنترل نیروگاه های جدید DCS می باشد.

کلیدواژه- اغتشاش در شبکه، جزیره ای کردن، سیستم حفاظتی، سیستم های کنترل گسترده (DCS)، شبکه سراسری،

سیستم های DCS از جمله سیستم های کنترلی هستند که در فرآیند های پیچیده ای چون نیروگاه ها و پالایشگاه ها به دلیل سهولت بهره برداری، کاهش حجم تجهیزات کنترل و ابزار دقیق، افزایش

1- مقدمه:

DCS که مخفف Distributed Control System می باشد به عنوان سامانه اصلی کنترل فرآیند های پیچیده نام برده می شود.

ü ایمنی و حفاظت

2- سطوح کنترلی:

سیستم کنترل نیروگاه باید بر اساس ساختار سلسله مراتبی غیر متمرکز پیاده سازی شود چون ایمنی و در دسترس پذیری فرآیند برای اتوماسیون نیروگاه ها از اهمیت بسیاری برخوردار است. این ساختار سلسله مراتبی شامل سه سطح اصلی می باشد. این سه سطح عبارتند از:

2-1- سطح کنترل محرک:

که به منظور راه اندازی و نظارت بر حلقه های کنترلی خودکار محرک ها استفاده می گردد.

2-2- سطح کنترل واحد:

از این سطح، فرمان راه اندازی یا توقف سیستم و هماهنگ سازی بین کلیه توابع، به منظور کنترل جامع نیروگاه صورت می گیرد. بالاترین سطح کنترلی از نظر سلسله مراتبی، سطح کنترل واحد می باشد.

2-3- سطح کنترل گروهی:

بازدهی، ایمنی و بهینه سازی، قابلیت انعطاف پذیری و توسعه پذیری، از اهمیت ویژه ای برخوردارند. برای تعریف یک سیستم کنترل گسترده می توان گفت: یک سیستم کنترل گسترده در واقع یک شبکه کامپیوتری است. در این شبکه کامپیوتری، تجهیزات کنترلی و بوردهای الکتریکی اطلاعات خود را در رابطه با چگونگی انجام فرآیند ها در نیروگاه در اختیار یکدیگر قرار می دهند تا عمل مدیریت فرآیندها به درستی صورت پذیرد.

یک سیستم کنترل توزیع شده بایستی در کلیه سطوح اعم از کنترل محرک، کنترل گروهی و کنترل واحد به صورت

شکل 1- سیستم اتوماسیون (AS)

غیر متمرکز بوده و از عهده وظایف زیر برآید:

ü کسب اطلاعات و انتقال داده ها

ü حالت دادن سیگنال ها

ü کنترل ترتیبی

ü کنترل پیوسته

ü نظارت و دیده بانی

(

سایر

زیر

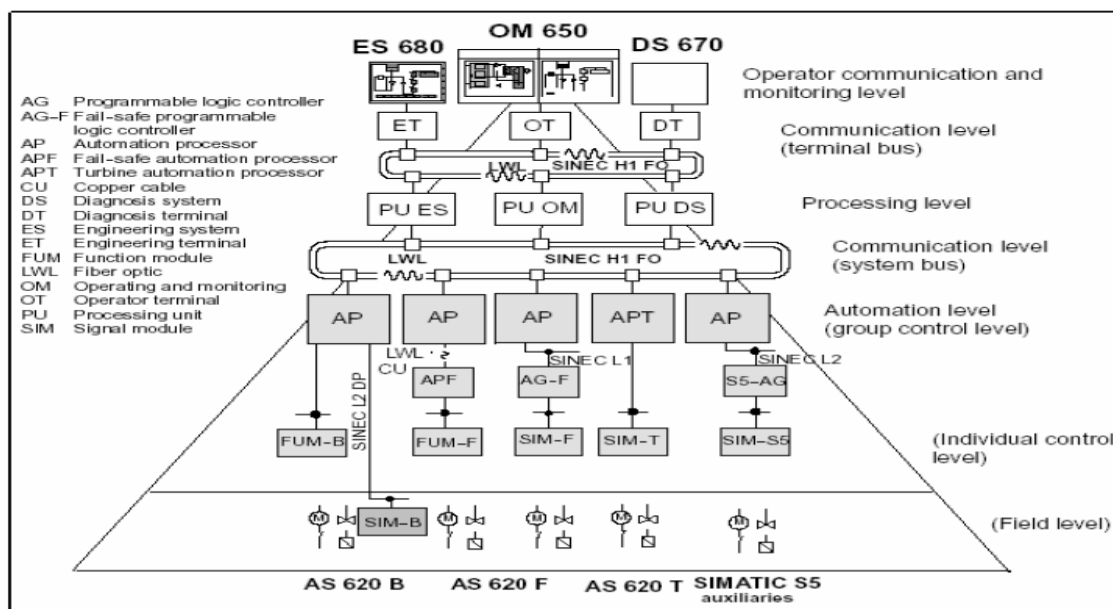
سی

ستم

ها

می

باشد.



3-4-

ی

س

ت

عملکرد آن، کنترل و هماهنگ سازی خودکار فرآیند های مرتبط با هم می باشد.

م تشخیص دهنده(DS):

برای نظارت بر جزئیات وضعیت سیستم استفاده می گردد. سیستم تشخیص خطا، حاوی پیام های هشداردهنده و اطلاعات مربوط به جزء خراب می باشد.

3- ساختار اصلی DCS(سیستم اتوماسیون

TELEPERM XP ساخت شرکت SIMENS

(

3-5- شبکه اتصال دهنده(BS):

ارتباط بین سیستم های اتوماسیون، کنترل و تشخیص دهنده بوسیله شبکه اتصال دهنده انجام می پذیرد.

شکل 2 ساختار کلی یک سیستم کنترل گسترده را نشان می دهد.

3-1- سیستم اتوماسیون(AS):

وظیفه این سیستم، انجام عملیات کنترلی در سطح فردی و گروهی می باشد.(شکل 1)

3-2- سیستم کنترل و مدیریت(OM):

واسطه قدرتمند بین انسان و ماشین است و پنجره ای برای نظارت و انجام عملیات برروی فرآیند می باشد.

3-3- سیستم مهندسی(ES):

:سیستمی یکپارچه برای پیکر بندی (Configuring

4-4- MPC (Model Predictive Control):

جهت استفاده از MPC باید از قبل مدلی از فرآیند تعریف شده باشد.

نرم افزارهای ذکر شده علی رغم بهبود کیفی کنترل فرآیند باعث افزایش حجم کاری در طراحی نرم افزار DCS می شود.

5- وظایف نرم افزار سیستم:

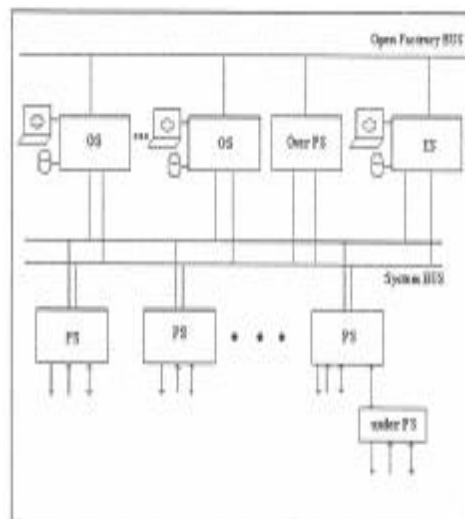
سیستم نرم افزار مستقل از وظایف اتوماسیون مشخص شده است و در تمام AP ها به طور مشخص موجود می باشد. این سیستم عملیات های زیر را انجام می دهد:

- فراخوانی و کنترل مراحل پردازشی برنامه کاربر
- نظارت و فعال کردن ماژول های مربوطه
- خواندن اطلاعات از دستگاه های فرآیند
- ارتباط کنترلر ها
- شروع به کار سیستم
- نظارت و تشخیص خطا

6- وظایف DCS :

به سه بخش اصلی تقسیم می گردد:

- § اندازه گیری، کنترل، نظارت بر صحت کارکرد تجهیزات و عیب یابی
- § نشان دادن مقادیر فرآیند، هدایت فرآیند و اعلام آلام ها
- § تبادل اطلاعات با سایر قسمت های یک واحد تولیدی



شکل 2- ساختار کلی یک سیستم کنترل گسترده

4- امکانات نرم افزاری DCS:

1-4 Adaptive Controller:

با استفاده از این نرم افزار می توان حلقه های کنترلی را به راحتی تنظیم نمود و پارامترهای مورد نیاز همانند P، I و D را با استفاده از قابلیت تنظیم خودکار آن بدست آورد.

2-4 Gain Scheduling:

پارامترهای تنظیم شده حلقه های کنترلی باید با توجه به مقادیر اندازه گیری شده از فرآیند، به جهت پایدار ماندن حلقه کنترلی، تغییر نمایند که این امر باعث غیر خطی شدن منطق کنترلی حلقه ها می گردد. این نرم افزار در جهت کارکرد صحیح حلقه کنترلی با توجه به مقادیر موجود و چهارچوب کنترلی تعریف شده، امکاناتی را در اختیار کاربران قرار می دهد.

3-4 نرم افزارهای مبتنی بر منطق فازی:

بلوک های تابع فازی در نرم افزار PS در دسترس می باشند.

می گیرد.

7- ایمنی سیستم :

جزیره ای شدن ممکن است به علت خطا در شبکه سراسری اتفاق بیفتد و شبکه سراسری یک کشور به چندین جزیره پایدار و یا ناپایدار تبدیل شود.

به همین منظور سیستم حفاظت جزیره کننده مورد نیاز می باشد تا در صورت اغتشاش در شبکه از آن جدا شوند. این سیستم حفاظتی می تواند در شبکه سراسری نیز پیاده سازی شود تا در صورت اغتشاش در شبکه، شبکه را به چندین جزیره تبدیل نماید و پس از رفع اغتشاش این جزایر به هم متصل شوند .

خاصیت اصلی این سیستم در راهبری فرآیند به حالت ایمن در شرایط نامطمئن از نظر سخت افزاری و یا فرآیندی می باشد. اگر مشکل سخت افزاری و یا نرم افزاری در واحد های PS ایجاد گردد، در این حالت برای خروجی های سیستم مقادیر از قبل پیش بینی شده ای، تعریف شده و فرآیند به حالت ایمنی که از قبل برای سامانه در نظر گرفته شده است، سوق داده می شود. ساختارهای ایمنی در سیستم DCS در بخش PS و Under-PS قرار می گیرند.

8- بررسی عملکرد جزیره ای یک نیروگاه:

یک شبکه نمونه در شکل 3 نشان داده شده است. نیروگاه توان را از شبکه در سطح 132 kv دریافت می کند و سپس ترانسفورمرهای کاهنده سطح ولتاژ را به سطوح 11kv ، 6/6 kv و 415 v می رساند. ژنراتورها به طور مستقیم یا با ترانسفورماتور به باس متصل می شوند. بارها به سه دسته تقسیم می شوند: بارهای ضروری، بارهای مهم و بارهای غیرمهم. بارهای ضروری جهت ایمنی، تجهیزات و اشخاص و بارهای مهم جهت اجتناب از هر گونه اختلال در تولید راه اندازی می شوند. اما می توان در مواقع ضروری که چاره ای نمی باشد آن ها را خارج کرد. بارهای غیرمهم می توانند در هر زمانی بدون آنکه روی فرآیند تأثیری داشته باشند تغذیه کرد.

جهت بررسی عملکرد جزیره ای یک نیروگاه هنگام خاموشی سراسری باید عملکرد اجزاء زیر هنگام جزیره ای شدن، مدل سازی و مورد بررسی واقع شود. این اجزا شامل ژنراتور، سیستم تحریک، توربین، گاورنر و شبکه قدرت می باشد. با مدلسازی اجزا فوق و شبیه سازی جهت بررسی عملکرد جزیره ای، می بینیم که برای یک نیروگاه باید سیستم کنترل بار فرکانس در هنگام جزیره ای در مد کنترل فرکانس و سیستم تحریک در مد تنظیم ولتاژ عمل نماید و در موقع اتصال به شبکه، سیستم کنترل بار فرکانس باید در مد کنترل بار و سیستم تحریک در مد تنظیم توان راکتیو عمل نماید.

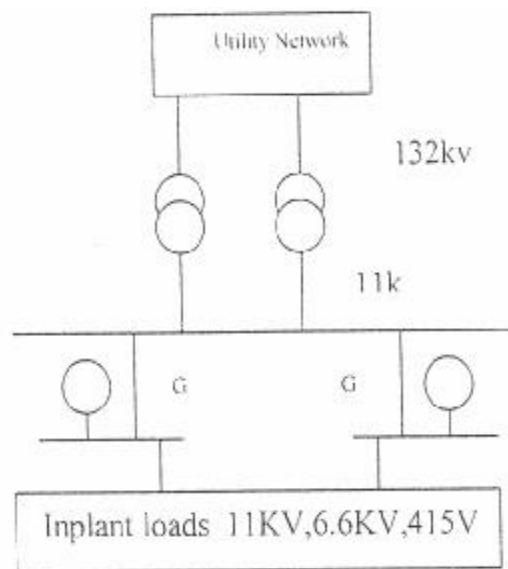
9- جزیره ای کردن یک مجتمع صنعتی:

جزیره ای بودن سیستم قدرت به معنی برق دار بودن بخشی از شبکه سراسری می باشد که خواسته و یا ناخواسته جدا شده است و همچنان تولید کنندگان در آن به تولید توان می پردازند. در شبکه توزیع ، به علت استفاده از DG که مزایای زیادی از جمله کاهش تلفات را به همراه دارد جزیره ای شدن صورت

حفاظتی که موجب قطع تغذیه شبکه می شود.

- نوسانات بزرگ در فرکانس یا ولتاژ شبکه یا هر دو

در همه موارد بالا، جداسازی واحدهای داخل مجتمع صنعتی از شبکه ضروری می باشد. ژنراتورها جهت ایمنی در صورتی که پارامترهای شبکه از مقدار مجاز خودشان خارج شوند تریپ داده می شوند. زمان قابل اجازه برای حفاظت در هنگام اغتشاش در حدود چندین ثانیه می باشد. بنابراین جداسازی باید در طول یک ثانیه صورت بگیرد. در این یک ثانیه جداسازی و پایدار سازی و تأمین بخش یا تمام بارهای مجتمع صنعتی صورت می گیرد.



شکل 3- یک شبکه نمونه به همراه بارهای محلی

10- علت های جزیره ای کردن

در مواقعی که شبکه در دسترس نمی باشد و یا پارامترهای شبکه به صورت وسیعی در حال تغییر می باشند واحد های تولید برق از شبکه جدا شده و بارهای ضروری را تا زمانی که شبکه به حالت عادی برگردد تغذیه می کنند. در شرایطی که اغتشاش در شبکه وجود دارد اگر ژنراتورها به طور مناسب از شبکه جدا نشوند افزایش تلفات در تولید و آسیب به تجهیزات از نتایج آن می باشد. ناپایداری زاویه روتور و ولتاژ از علل اصلی جزیره ای کردن می باشد.

11- انواع اغتشاش :

انواع اغتشاش هایی که می تواند صورت بگیرد به شکل زیر تقسیم بندی می گردد:

- افت تغذیه شبکه به علت فروپاشی شبکه

- خطا روی خطوطی که توان را به مجتمع صنعتی انتقال می دهند و به دنبال آن تریپ خط به علت عملکرد رله های

12- تشخیص اغتشاش:

اغتشاش هایی که اشاره شد توسط موارد زیر تشخیص داده می شود:

§ تغییر ناگهانی در راستای جریان با کاهش در ولتاژ (از شبکه - پلنت به پلنت - شبکه)

§ تغییر ناگهانی در راستای قدرت اکتیو با افت در فرکانس

§ نرخ تغییر فرکانس (با افت یا صعود فرکانس)

§ کاهش در فرکانس (اما با نرخ آرام)

§ فرورفتگی ولتاژ برای یک دوره طولانی

§ افزایش ولتاژ بیشتر از مقدار معمول با قدرت اکتیو صفر که از شبکه وارد پلنت می شود.

روش های جزیره ای کردن :

جهت آشکار سازی اغتشاش و جداسازی از شبکه در ذیل نام برده می شود:

اتصال به شبکه سراسری توسط DCS قابل پیاده سازی می باشد. این سیستم تغییر مد سیستم کنترل تحریک، سیستم کنترل بار فرکانس، و عمل بارزدایی را در هنگام جزیره ای و موازی انجام می دهد.

در صورت خاموشی سراسری در شبکه سراسری یک واحد نیروگاهی از شبکه قدرت جدا شده به صورت جزیره ای در ابتدا بار محلی و سپس بار منطقه را تامین نماید. همچنین سیستم حفاظتی می تواند تعمیر داده شود و روی شبکه سراسری پیاده سازی شود و شبکه سراسری را به چندین جزیره تقسیم نموده و در صورت هر گونه اغتشاش در شبکه، از خاموشی سراسری جلوگیری نماید. این سیستم حفاظتی می تواند توسط سیستم کنترل DCS پیاده سازی شود و الگوریتم آن به صورت نرم افزاری در ES سیستم DCS اجرا شود.

15- سپاسگزاری:

بر خود لازم می دانم از راهنمایی های جناب آقای دکتر بطحایی و جناب آقای دکتر فاتحی تشکر و قدردانی نمایم.

مراجع:

- [1] N.Kanaya, "Distributed Control System Using a Remote Distributed Object Model for 1.8-GeV Synchrotron Radiation Beamlines at TSRF", IEEE TRANSACTIONS ON NUCLEAR SCIENCE, VOL. 52, NO. 1, FEBRUARY 2005
- [2] Trybus, Leszek, Current Features Of DCS Systems For Power Plants, Rzeszow University of Technology, IFAC Symposium on Power Plants and Power Systems Control, Kananaskis, Canada, 2006
- [3] پورزاد، سکینه، سیستم DCS نیروگاه منتظر قائم، پایان نامه کارشناسی دانشگاه صنعتی خواجه نصیر طوسی، ۸۳
- [4] محسنی توچایی، محمدرضا، بهره برداری و عملکرد جزیره ای یک واحد نیروگاه گازی در یک نیروگاه نمونه مجهز به سیستم کنترل DCS، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی خواجه نصیر طوسی، ۸۴
- [5] درستی، مسعود، پروژه کارورزی بر روی سیستم کنترل توزیع شده (DCS) در نیروگاه، ۸۴
- [6] Simens Teleperm XP The Process Control System for Economical Power Plant control

- نرخ تغییر فرکانس

- توان معکوس با زیر فرکانس

- اضافه جریان با کنتاکت زیر ولتاژ

- جداسازی زیر فرکانس خالص

- جداسازی زیر ولتاژ خالص

13- مراحل جزیره کردن

پیاده سازی این مراحل توسط سیستم کنترلی DCS انجام می گیرد.

- تشخیص اغتشاش در شبکه

- جداسازی از شبکه (قطع CB2 قبل از عمل کردن CB1)

- تغییر سیستم گاورنر از مد افت سرعت به مد سرعت ثابت

- تغییر سیستم تحریک از مد تنظیم توان راکتیو به مد تنظیم ولتاژ

- بارزدایی

14- مراحل اتصال به شبکه

- تشخیص رفع اغتشاش شبکه

- اتصال به شبکه

- تغییر مد سیستم گاورنر و سیستم تحریک

- وارد کردن بارهای قطع شده

نتیجه گیری:

سیستم حفاظت جزیره ای کننده جهت جداسازی و