

# معرفی سیستم SCADA جایگاه های سوخت گاز طبیعی فشرده و پیشنهاد

## یک سیستم بهینه

مجتبی چاجی

کارشناس ارشد مهندسی مکانیک-ساخت و تولید

شرکت مهندسی مشاور نوآوران صنعت موتور

[M\\_chaji@yahoo.com](mailto:M_chaji@yahoo.com)

مرتضی قندی

کارشناس مهندسی برق-کنترل

شرکت مهندسی مشاور نوآوران صنعت موتور

[Ghandi.morteza@yahoo.com](mailto:Ghandi.morteza@yahoo.com)

## چکیده

به منظور کارکرد صحیح تجهیزات و بهره برداری دائمی از تجهیزات جایگاه های سوخت گاز طبیعی فشرده (CNG) و کسب رضایت مشتریان از امر سوخت رسانی به خودرو، همچنین کاهش هزینه های تعمیرات و نگهداری، ارائه به موقع خدمات تعمیر و نگهداری پیشگیرانه مطابق با دستور العمل های سازندگان تجهیزات و در نتیجه بالا بردن راندمان سوخت رسانی CNG، جمع آوری داده های تجهیزات مختلف ایستگاه CNG از قبیل کمپرسور(قلب جایگاه)، دیسپنسر(توزیع کننده)، درایر(خشک کن)، تابلوی اولویت بندی، تابلوی آشکار ساز گاز و آتش (F&G) و ارسال، نمایش، کنترل و تحلیل آنها ضروری می باشد. در این راستا لزوم نصب سیستم جمع آوری داده ها، نظارت و کنترل آنها (SCADA) در ایستگاه و مرکز کنترل ایجاب می نماید. در این مقاله، مقدمه و ضرورت نیاز به سیستم اسکادا، کلیات یک سیستم اسکادا، مولفه های سخت افزاری ایستگاه های محلی و مرکزی، نرم افزار های مورد نیاز سیستم، رابط های ارتباطی سیستم SCADA بررسی خواهد گردید و در ادامه چند روش جمع آوری داده های تجهیزات و ارسال آنها برای مانیتور، تحلیل و کنترل داده ها معرفی شده، مزایا و معایب هر یک بررسی گردیده و در نهایت یک سیستم اسکادا بهینه پیشنهاد می گردد.

کلمات کلیدی: Control center, RTU, SCADA, CNG, F&G

## ۱- مقدمه

سیستم جمع آوری داده ها، نظارت و کنترل بر آنها (SCADA) در بسیاری از صنایع نفت، گاز، پتروشیمی، شبکه های ارتباطی استفاده می گردد. در اینگونه فرآیندهای فراگیر، سیستم اسکادا به این دلیل طراحی شده است که به اپراتور اجازه دسترسی به اطلاعات حساس، مهم و بحرانی از وضعیت سیستم بدون آنکه حضور فیزیکی در جایگاه داشته باشد را بدهد. به عبارت دیگر کارکرد صحیح تجهیزات در یک ایستگاه CNG و بهره برداری دائمی از جایگاه و رضایت مشتریان از امر سوخت رسانی گاز در جایگاه های گاز طبیعی فشرده، نیاز به تعمیر نگهداری و سرویس های دوره ای تجهیزات مطابق با دستور العمل های سازندگان تجهیزات می باشد. جهت ارائه خدمات تعمیر و نگهداری به موقع در دوران گارانتی و بعد از آن، لزوم مانیتور و کنترل نمودن پارامترها و همچنین بررسی آلام ها و داده های تجهیزات برای خدمات رسانی به موقع به جایگاه و به حداقل رساندن زمان توقف جایگاه ایجاب می نماید. که به این منظور تامین، نصب و راه اندازی سیستم اسکادای جایگاه های گاز طبیعی فشرده ضرورت می یابد.

## ۲- معرفی سیستم اسکادای CNG

به منظور جمع آوری اطلاعات، کنترل و نمایش وضعیت هر یک از جایگاه های سوخت رسانی گاز طبیعی CNG در مرکز کنترل و مانیتورینگ اختصاصی مربوط به جایگاه های فوق به روش های مختلف می توان عمل نمود. نکته مهمی که در این رابطه وجود دارد پراکندگی ایستگاه های موجود در سطح شهر یا کشور بوده که این امر استفاده از برخی سیستم های تله متری را ممکن و برخی دیگر را غیر ممکن می سازد. نکته دیگر اینکه سیستم مانیتورینگ مرکزی باید دارای قابلیت توسعه تقریباً نامحدودی باشد، زیرا جایگاه های سوخت رسانی در حال افزایش در سطح کشور می باشد.

سیستم اسکادا که یک سیستم نظارت بر کنترل و جمع آوری داده ها می باشد، در بسیاری از صنایع نفت و گاز پتروشیمی، شبکه های ارتباطی و ... استفاده می شود. در اینگونه فرآیندهای فراگیر سیستم اسکادا به این دلیل طراحی شده است که به اپراتور اجازه دسترسی به اطلاعات حساس، مهم و بحرانی از وضعیت سیستم، بدون آنکه حضور فیزیکی در جایگاه داشته باشد را بدهد.

از مزایای عمده سیستم اسکادا، کاهش هزینه های تعمیرات و نگهداری، با توجه به ارائه به موقع خدمات تعمیرات و نگهداری پیشگیرانه که در نتیجه باعث بالابردن راندمان کارکرد تجهیزات جایگاه CNG می شود و مدت زمان توقف سوخت رسانی را به حداقل می رساند. حال سیستم اسکادای جایگاه های CNG و بخش های مختلف آن بررسی می گردد.

### ۲-۱ بخش های مختلف سیستم اسکادای CNG

#### ۲-۱-۱ ایستگاه اصلی (Control center)

وظایف ایستگاه اصلی به شرح زیر می باشد:

- گرفتن داده ها از سطح فیلد در فواصل معین به وسیله RTU و ایستگاه های فرعی
- کنترل از راه دور تجهیزات از طریق اپراتور ایستگاه

## ۲-۱-۲ ایستگاه های فرعی (واسطه)

وظایف ایستگاه های فرعی ( واسطه) به شرح زیر می باشد:

- دریافت داده از طریق RTU در داخل ناحیه.
- ثبت وقایع و نمایش این داده ها در ایستگاه اپراتور محلی.
- ارسال داده به ایستگاه اصلی.
- ارسال در خواست های کنترلی از ایستگاه اصلی به RTU

## ۲-۱-۳ جایگاه CNG

### ۲-۲ تقسیم بندی سیستم SCADA جایگاه CNG از لحاظ تجهیزات

#### ۱-۲-۲ بخش سخت افزاری

حال به بررسی هر کدام از بخش های سخت افزاری می پردازیم:

#### ۲-۱-۲-۲ تجهیزات داخل پروسه تحت کنترل

این تجهیزات شامل تمامی تجهیزات سطح فیلد شامل Actuators ، Instruments و... می باشند.

#### PC 2-1-2-2

کاربرد PC در جایگاه CNG

- جهت ارتباط بین کاربر و تجهیزات
- نمایش داده های تجهیزات
- ذخیره سازی داده ها و آلارم ها برای مدتی معین
- کنترل و تنظیم داده ها با سطوح دسترسی متفاوت
- تحلیل داده ها در نرم افزار نصب شده با توجه به اطلاعات تجهیزات

### 3-1-2-2 Remote Terminal unit (RTU) به مرکز کنترل و همچنین دریافت فرمان های مرکز

کنترل و اعمال آنها به پروسه تحت کنترل را بر عهده دارد. RTU از یک طرف به عنوان یک سیستم فرمان پذیر و غیر فعال در مقابل مرکز کنترل عمل می کند و از طرف دیگر وظیفه جمع آوری اطلاعات فیلد و ارسال آن ها را به مرکز کنترل به عهده دارد. در یک جایگاه CNG، RTU شامل بخش های مختلف زیر می باشد:

#### • DCE (Data Circuit Terminating Equipment)

که به عنوان یک تجهیز واسط انتقال داده می باشد، مانند مودم های صنعتی.

#### • PLC (Programmable Logic Controller)

وظیفه جمع آوری و پردازش اطلاعات و ارسال فرمان ها کنترلی

#### • شبکه ارتباطی ( Communication Network )

وظیفه ارتباط بین RTU و سیستم نظارتی مرکز کنترل.

## انواع شبکه های ارتباطی مورد استفاده جهت انتقال داده از RTU به مرکز کنترل الف- از نظر بستر ارتباطی

### ○ سیستم رادیویی

یکی از مطلوب ترین روش ها برای انتقال اطلاعات، در سیستم های تله متری است. استفاده از روش رادیویی تله متری، مستلزم طراحی مهندسی مطلوب با توجه به وضعیت منطقه است.

### مزایای استفاده از سیستم های رادیویی

- مستقل از خرابی خطوط می باشد.
- قابلیت بالا و زمان خرابی کم به علت انجام عملیات تعمیراتی به صورت مدولار
- هزینه های جاری و تعمیراتی نسبتا پایین.
- ایمنی و قابلیت اطمینان بالا با توجه به Redundancy.
- با نصب سیستم رادیویی که با تجهیزات تکرار کننده رادیویی و نصب آنتن در جهت مطلوب، می توان فقط با نصب یک رادیو در یک نقطه محدوده سیستم تله متری را افزایش داد.

### معایب این سیستم به شرح زیر می باشد:

- قیمت تهیه و نصب تجهیزات بالاتر از سایر روش ها.
- لزوم اخذ مجوز فرکانس.
- تراکم طیف فرکانس.
- نیاز به اخذ مجوز استفاده از مسیر های مورد نیاز.
- نیاز به جاده های دسترسی برق برای تکرار کننده ها.
- محدودیت کانال های موجود در مجوز های دریافتی.
- نیاز به طرح بحرانی سیستم برای انعکاس، جذب و انکسار امواج رادیویی.

### ○ کابل یا خطوط زمینی:

#### • شبکه:

با توجه به نزدیکی نقاط کنترلی می توان از شبکه برای انتقال اطلاعات استفاده کرد. از شبکه های معروف می توان به Profibus، Foundation Fieldbus اشاره کرد.

- از معایب این روش عدم پشتیبانی از مسافت های دور می باشد.

#### • فیبر نوری (Fiber optic)

فیبر نوری غالبا برای ارتباط با سایر شبکه ها و به عنوان بستر مخابراتی بکار رفته می شود و در ساختار peer-to-peer دستیابی به سرعت های بالا در آن امکان پذیر می باشد.

معایب فیبر نوری به شرح ذیل می باشد:

- نیازمند سرویس های اختصاصی برای نصب می باشد.
- هزینه اتصال در آن ممکن است بسیار زیاد باشد.
- .

## • **Leased line:**

غالباً به صورت استیجاری از شبکه مخابراتی موجود، در اختیار گرفته شده و متناسب با میزان اتصال دارای قیمت پائینی می باشند.

معایب این روش به شرح ذیل می باشد:

- برای ساختارهای مخابراتی پیچیده مناسب نیستند.
- غالباً صاعقه سبب ایجاد خطا در این سیستم ها می شود.
- توسعه این سیستم ها بایستی به وسیله شرکت مخابرات انجام گردد.

## ○ **شبکه ماهواره ای ( Satellite Transmission )**

استفاده از ماهواره یکی از مطمئن ترین روش های ارسال و دریافت اطلاعات می باشد.

مزایای این روش عبارتند از:

- استفاده در مناطقی که خارج از پوشش رادیویی است.
- کاهش هزینه استفاده از سرویس های مختلف ماهواره ای.

## **ب- از نظر معماری های ارتباطات:**

در زیر به سه معماری ارتباطی بین RTU جایگاه و مرکز کنترل اشاره شده است که می توانند در یک

سیستم ارتباطی ترکیب شوند:

- ساختار Point-to-point: در این پیکربندی ساده اطلاعات فقط بین دو ایستگاه مبادله می شود.
- ساختار Multi-point: در این پیکربندی یک ایستگاه اصلی و بقیه فرعی هستند.
- ساختار ایستگاه واسطه: در این روش ذخیره و مبادله اطلاعات توسط تکرار کننده ها انجام می شود.

## • **برخی توپولوژی های قابل استفاده در سیستم اسکادا به صورت زیر لیست می شوند:**

- BUS
- Star
- Tree
- Loop
- Ring
- Star & ring
- Line

## • **برخی استانداردهای معروف Field bus جهت ارتباط تجهیزات و کنترلر یا RTU**

- Industrial Ethernet
- Bit Bus
- Inter bus
- Mod Bus
- Can bus
- Profibus
- As-I
- F.F.

در زیر به دو استاندارد Field bus قابل استفاده در جایگاه های CNG اشاره می شود:

### ● استاندارد Modbus

#### مزایا:

- سادگی اجرا
- عدم نیاز به به سخت افزار جهت پیاده سازی لایه Data link

#### معایب:

- عدم پشتیبانی از فیبر نوری
- سرعت کم انتقال اطلاعات

### ● استاندارد Profibus

به سه دسته DP، FMS و PA تقسیم می شود دارای کارآیی بالاتر نسبت به ModBus می باشد. از جمله آنها:

- پشتیبانی از سرعت انتقال بالاتر و فاصله بیشتر بین تجهیزات در صورت استفاده از فیبر نوری
  - امکان برقراری ارتباط ایمنی برای محیط های با احتمال خطر انفجار در Profibus PA.
  - قابلیت اطمینان بالا در انتقال اطلاعات.
  - تغذیه ابزار دقیق میدان از طریق کابل گذرگاه اطلاعات.
  - قابلیت کارکرد با تجهیزات سازندگان مختلف.
- پیوست ۱ ساختار کلی یک سیستم اسکادا را نشان می دهد..

### ۲-۲-۲ بخش نرم افزاری سیستم اسکادا:

نرم افزارهای اسکادا به دو نوع اختصاصی و باز تقسیم می شود که با توجه به مزایای سیستم باز نسبت به اختصاصی که در زیر قید شده است از این نرم افزارها استفاده می شود.

- قابلیت هماهنگی با سایر سیستم ها
  - پشتیبانی از اکثر مدل های PLC و RTU
  - توانایی ترکیب تجهیزات مختلف در یک سیستم
- نرم افزار های Citect و Wonder ware از جمله این نرم افزارها هستند.

### ● خصوصیات برجسته یک نرم افزار اسکادا:

- رابط های کاربری
- نمایشگر گرافیکی
- Alarms
- Trends
- رابط RTU(PLC)
- مقیاس پذیری

- دسترسی به داده

- پایگاه داده

- شبکه بندی

- Redundancy

- پردازش معماری Client / server توزیع شده.

برخی پارامترهای تجهیزات مختلف ایستگاه CNG جهت نمایش و کنترل در نرم افزارهای نصب شده در سیستم اسکادا در پیوست ۲ آمده است.

### ۳- نتیجه گیری و پیشنهاد سیستم اسکادا مطلوب و بهینه در پروژه ملی CNG

۱-۳ جهت ارتباط بین تجهیزات و کنترلر (یا RTU) با توجه به مزایای PA – Profibus نسبت به Mod Bus و با توجه به قابلیت اجرای آن با Optic fiber ، سرعت بالاتر، پشتیبانی فواصل بیشتر نسبت به تجهیزات و قابلیت استفاده در محیط Exib جهت این امر PA – Profibus پیشنهاد می گردد.

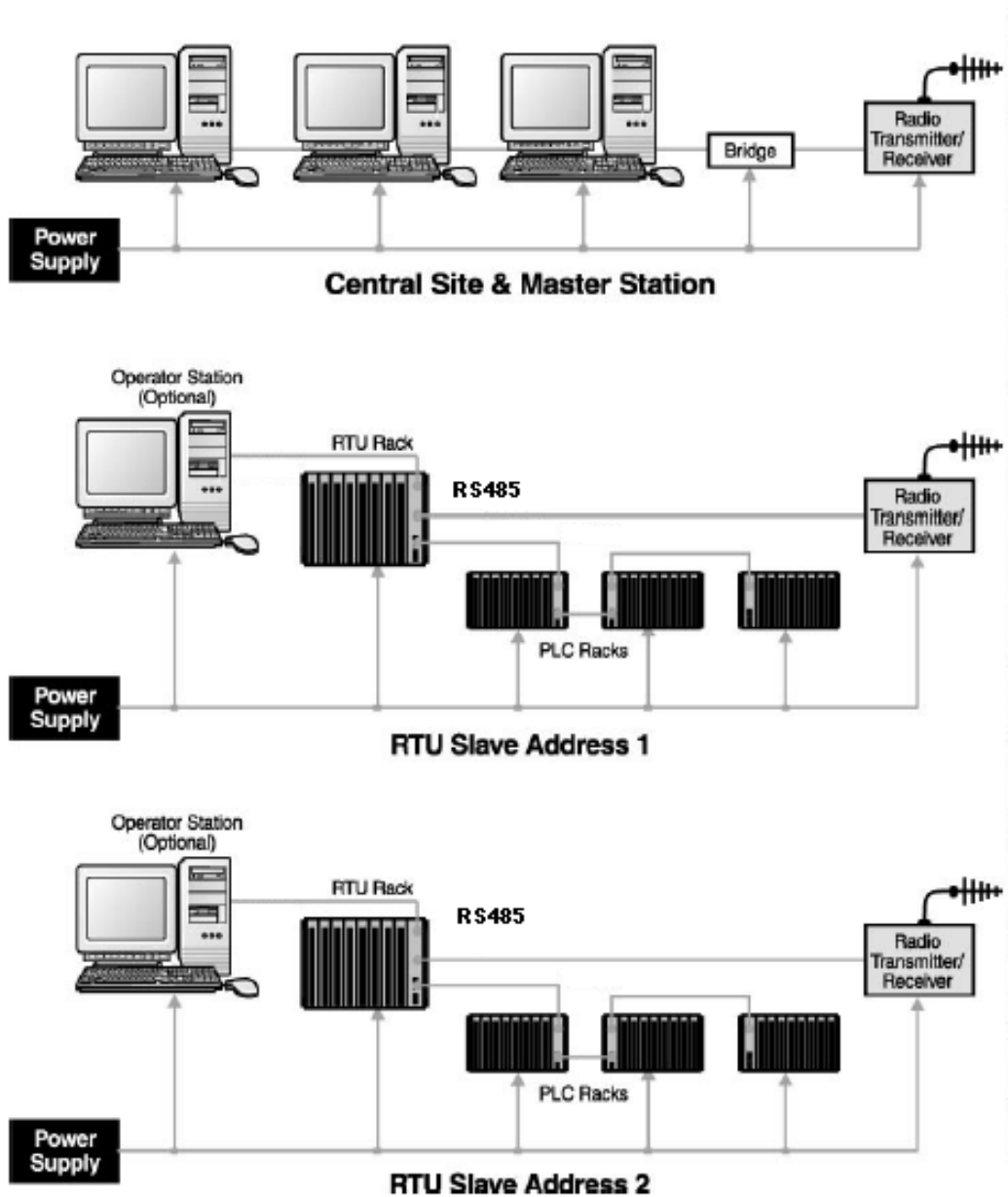
۲-۳ جهت بالابردن قابلیت اطمینان در جایگاه CNG از توپولوژی Star & ring استفاده گردد.

۳-۳ جهت ارتباط RTU با مرکز کنترل با توجه به موارد اشاره شده، استفاده از ساختار ایستگاه واسطه پیشنهاد می گردد. در این ساختار در صورت نقص در ایستگاه اصلی، ایستگاه های واسطه وظیفه جمع آوری اطلاعات و صدور فرمان های کنترلی را بر عهده می گیرند.

۴-۳ در ارتباط بین جایگاه ها و ایستگاه های واسطه استفاده از فیبر نوری به علت سرعت بالای انتقال، عدم تاثیر نویز بر آن و ... پیشنهاد می گردد.

۵-۳ جهت ارتباط بین مرکز کنترل و ایستگاه های واسطه (یا جایگاه ها) با توجه به شرایط و امکانات موجود روش ارتباطی Dial – up و در صورت فراهم شدن بستر های لازم، روش ماهواره ای پیشنهاد می گردد.

## پیوست شماره ۱



شکل (۱) ساختار کلی یک سیستم SCADA ، جایگاه های CNG را نمایش می دهد.

## پیوست شماره ۲

# Signals Which can be Monitored and Controlled Through SCADA

### **COMPRESSOR**

- 1-suction Pressure
- 2-Discharge Pressure
- 3-Discharge Temperature
- 4-Lube Oil Pressure
- 5-Lube Oil Temperature
- 6-Status Of the compressor On/Off - Total running time
- 7-Number of Start/Stops ( In one Hour- In each Shift)
- 8-AC Motor (Motor Temp Over Heating- Motor vibration)
- 9-Motor Temp Over Heating(Motor vibration)
- 10-Water Cooled (Cooling Water Level- Alarm ,if too low)
- 11-Lube . System malfunction

### **DRYER**

- 1-Mode of operation(Auto Dew- Fixed cycle)
- 2-Dew Point(Status)
- 3-Mode Of each Chamber(Drying- Regenerating- Cooling- Standby)
- 4-Inlet / Outlet Drying Valves (Status , open/close- Alarm, if One close)
- 5-Inlet /Outlet Regeneration Valves(Status , open/close- Alarm, if One close)
- 6-Blower Motor (Status On/ Off- Delta P Status)
- 7-Heater Status On/Off(Core Temp)
- 8-Cooler(Status On/Off- Outlet Temp- Alarm)

### **STORAGE TANKS**

- 1-Pressure Level High Bank (Status)
- 2-Pressure Level Mid Bank(Status)
- 3-Pressure Level Low Bank(Status)

### **DISPENSER**

- 1-Number Of Dispensers(Status of each dispenser)
- 2-Total Sales Of Each Dispenser(End Of the shift- End Of the day)
- 3-Flow Meter(Error Conditioning- Abnormal Flow rate)
- 4-Price Setting
- 5-Mass Reading (Each Dispenser- Total)

### **CNG STATION**

- 1-Station Situation (Operational / Busy- Normal- Close/Open)
- 2-Fire & Gas Detection Alarms / Status
- 3-Number Of Employees in Each shift (Names – Responsibilities)
- 4-Card Reader(Total sales made by smart cards)
- 5-Total Power Consumption /day/ month

## References :

- 1-Practical Modern SCADA Protocols: DNP3, 60870.5 and Related Systems  
(Gordon Clarke, Deon Reynders)
- 2-Modern Control Engineering ,Fourth Edition, By k.ogata.Prentice-hall 2002
- 3-“SCADA Security- Generic Electric Grid Malware Design”
- 4-SCADA System makers Pushed toward security , Robert Lemos, 2006
- 5-Technical Information , fieldbus Book, By YOKOGAWA Electric Corporation, 2001
- 6-Process Control Instrumentation Technology , Eighth Edition, By Curtis  
D.Jhnon.Prentice- hall of India 2006
- 7-Industrial Communication , Gustaf Olsson
- 8-Profibus PA, By Somson
- 9-Profibus Specification , By Profibus Neutzer Organization
- 10-“How to put SCADA on the Internet”.control Engineering , By Donald Wallace  
2003-09-01
- 11-TECHNICAL INFORMATION BULLETIN 04-1  
Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) Systems,October 2004