تبادل اطلاعات در سیستمهای قدرت با استفاده از XML
(زبان نشانه گذاری قابل توسعه)

عبدالوهاب فطانت
عضو هیات علمی گروه برق دانشگاه آزاد اسلامی بهبهان
f_fetanat @yahoo.com

محمدعلی پسندیده
عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی بهبهان

چکیده :

تبادل داده کاربرد های بسیا ر مهمی در سیستم قدرت دارد . تبادل بایستی قابل اطمینان، به دورازخطا و مطابق با انواع نرم افزارها در صنایع وابسته باشد .با رشد روز افزون صنعت برق و پیچیدگی های آن نیازمبرم به استفاده از مدل تبادل داده **XML** (زبان نشانه گذاری قابل توسعه) می باشد . پس از معرفی تاریخچه اشکال مختلف مدل های تبادل داده ، مدل **CIM,XML** بررسی می شوند. **CIM**مدل سازی اطلاعات در سیستم های قدرت است و توسط **EPRI** معرفی شده است .زبان **CIM XML**، سند آن و زبان پیکر بندی ایستگاه های برق (**SCL**)، تبادل داده ها برای تنظیمات رله و حفاظت و نقش **XML** در عملکرد بلا درنگ سیستم قدرت در این مقاله تشریح می شوند.

واژه های کلیدی : تبادل داده ، سیستم قدرت،**XML** ، **CIM**و**SCL**.

۱- مقدمه

تبادل داده ها یک مسئله مهم و جدید در صنعت برق با دسترسی مستقیم و سریع به اطلاعات است . موسسه ها و شرکت های مختلف برق نظیر شرکتهای تولید برق، انتقال و توزیع از این جمله اند .به علت ارتباط فیزیکی در سیستم های قدرت احتیاج به داده های وسایل و عملکرد ها انها دارند . داده ها در حجم گسترده ای به اشتراک گذارده می شوند و البته این مساله احتیاج به تبادل داده قابل اعتماد و با بازده ای بالا دارد . مدل تبادل داده بایستی توسعه پذیر بوده و بتواند نظر دیگر تکنولوژیها را جذب کند. بایستی مستقل از نرم افزار و سخت افزار باشد تا تمام صنایع و محیط ها را تجمیع کند .

در این مقاله از **XML** (**eXtensible Markup Language**) زبان نشانه گذاری قابل توسعه استفاده شده است **[1]** .

ابتدا در این مقاله تاریخچه مختصری از تبادل داده در سیستم قدرت بیان می شود سپس **XML**و تکنولوژی های وابسته به آن در سیستم های قدرت مطرح می شود.

۱-۱- تاریخچه ی مختصری از تبادل داده در سیستم های قدرت

به علل مختلف، نظیر شبیه سازی سیستم قدرت برای عملکرد صحیح نظارت بلا درنگ، طراحی و نصب، انتقال و استاندارد سازی عملکر د سیستم قدرت، تبادل داده بسیار مهم است . نظارت بلا درنگ محتاج به مقادیر زیادی داده جهت انتقال برای پردازش دارد . به علت اینکه تبادل داده مساله ای بزرگ است داده های غیر قابل اعتماد و یا از دست دادن داده ها موضوعاتی غیرقابل قبول هستند . به این سبب مساله تبادل داده در طول زمان پیشرفت چشمگیری کرده است .اولین و اغلب گسترده ترین فرمت استفاده شده" **IEEE Common Format**" است که در سال ۱۹۶۸ توسط گروه کاری **IEEE** پیاده شده است **[2]**.

```
1 1 1 1 0  1.0284  5.9500  90.00  49.00  0.000  0.000  115.00  0.000  0.000  0.000  0.000  0.000  0
2 1 1 1 0  1.0354  7.7400  56.00  15.00  0.000  0.000  115.00  0.000  0.000  0.000  0.000  0.000  0
3 1 1 1 0  0.9971  6.6400  20.00  0.000  0.000  0.000  230.00  0.000  0.000  0.000  0.000  0.000  0
```

```
<? XML VERSION ="1.0" ENCODING ="UTF- 8" ?>
<!--XML FILE GENERATED BY CF2XML CONVERTER (HTTP://DEXCHANG.FBE.ITU.EDU.TR)-->
<NETWORK XMLNS :XSI ="HTTP://W W W.W3.ORG/2001/XMLSCHEMA-INSTANCE"
XSI :NONAMESPACESCHEMALOCATION="CF.XSD">
<TITLE>
 <MVA_BASE>100.0</MVA_BASE>
<CASE_IDENTIFICATION>16 BUS AC SYSTEM</CASE_IDENTIFICATION>
< / TITLE>
<BUS ID ="1" TYPE="3" AREA_NUMBER="0" LOSS_ZONE_NUMBER="1" REMOTE_BUS_NUMBER="0">
<NAME>BUS_1 18.0</NAME>
<FINAL>
<VOLTAGE>1.0</VOLTAGE>
<ANGLE>0.0</ANGLE>
</FINAL>
<LOAD>
<MW>0.0</MW>
<MVAR>0.0</MVAR>
</LOAD>
<GENERATION>
<MW>0.0</MW>
<MVAR>0.0</MVAR>
</GENERATION>
```

```
<BASE_KV>18.0</BASE_KV>
<DESIRED_VOLTS>1.0</DESIRED_VOLTS>
<LIMITS UNIT='MVAR'>
<MAX>-99999.0</MAX>
<MIN>999999.0</MIN>
</LIMITS>
<CONDUCTANCE>0.0</CONDUCTANCE>
<SUSCEPTANCE>0.0</SUSCEPTANCE>
</BUS>
```

شکل ۱- فرمت عمومی **IEEE**(بالا) و مطابق آن نمایش **XML** (پایین)

فرمت عمومی **IEEE** برای انتقال داده پخش بار حل شده و به صورت متنی بکار گرفته می شود . در طی دهه ۱۹۸۰ فرمت **PTI** ظهور کرد یک فرمت مالکانه که توسط موسسه تکنولوژی های قدرت توسعه یافته است. **PTI** شبیه به فرمت عمومی **IEEE** است جز اینکه شامل ارتباطات **DC** است . بعد از **PTI**، کنسول هماهنگی سیستم غربی (**WSCC**)فرمت خود را ایجاد کرده است. با بزرگ شدن صنعت برق احتیاج به یک تبادل داده جدید می باشد . تبادل داده ای در سطح کشوری ویا کشورهای مختلف را نیز می توان مدنظر قرار داد.این تبادل داده **XML**است . فرمت عمومی **IEEE** به صورت نمایش ستونی است وخطوط جدا شده اند . ستونها داده ها پخش بار، انواع شاخه ها ، باس ها و تنظیمات ترانسفورمرها را نشان می دهد .خواندن این مقادیر راحت نیست و محتاج به دانشی در رابطه با فرمت آن دارد .به علاوه خواندن آن احتیاج به برنامه نویسی جهت دست کاری رشته ها نظیر تقسیم کردن و... آنها دارد .در شکل ۱ قسمتی از فرمت عمومی و مطابق آن نمایش **XML** آورده شده است .

۲ - زبان نشانه گذاری قابل توسعه (**eXtensible Markup Language=XML**)

XML یک زبان نرم افزاری علامت گذاری است که بر چسب هایی شبیه به **HTML** دارد .
برتری **XML** بر**HTML** در این است که اجازه بر چسب های جدید مطابق با نیاز را دارد و این انعطاف پذیر بودن آنرانشان می دهد. **XML** در حقیقت" یک فرمت عمومی برای اسناد ساخت یافته و داده ها" است**[3]**. فرمت **XML** بر اساس بر چسب (**Tag Based**) است. بر چسبها کلماتی بین <>و صفات نمایشی داده ها می باشد .فرمت داده عموما" می تواند هر کیفیتی را نشان دهد.**XML** ساختیافته است و هر موجودیت آن بنام گره (**node**) یک بر چسب بازوبسته دارد .

<tag>…</tag>

یک **tag** اصلی وجود دارد و بقیه تحت عنوان فرزندان آنها می باشد . در **XML** قواعد زیر کاملا" رعایت می شود :

- هر بر چسب شروع باید با یک بر چسب پایان جفت شود .
- بر چسب ها نباید با یکدیگر همپوشانی داشته باشند .
- نام بر چسب به نوع حروف (بزرگ یا کوچک) حساس است .

XML یک زبان توصیفی (**Metalanguage**) است زبانی است که یک زبان دیگر را توصیف می کند . هر نوع اطلاعاتی که بتوان آنرادر پایگاه داده نوشت یک زبان محسوب میشود **[4]** . از آنجا ئیکه **XML**را می تواند برای تعریف چنین اطلاعاتی بکاربرد یک زبان توصیفی محسوب می شود .
XML خود مستند است. **XML** می تواند با پایگاه داده ارتباط بر قرار کند. هر رکورد در پایگاه داده هم ارز با یک گره **XML** است و بدین لحاظ **XML** ارتباط بین چند پایگاه داده مختلف را بخوبی انجام می دهد .

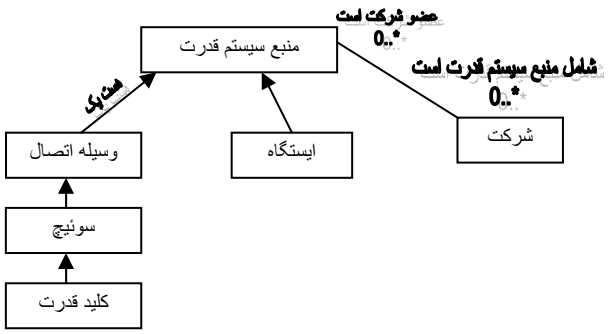
۳ - مدل اطلاعاتی مشترک (**Common Information Model = CIM**)

به عنوان اولین گام تبادل در محیط صنعت **EMS (Energy Management System)**، تبادل داده در یک محیط مشترک بین موجودیتهای سیستم قدرت و ارتباط بین آنها می باشد .

مدل اطلاعاتی مشترک کار موسسه **EPRI** جهت تجمیع اجزاء نرم افزاری مختلف مستقل در سیستمهای مدیریت انرژی است . **CIM** منابع سیستم قدرت را بین صنایع مختلف بصورت اشتراکی مدل می کند . **CIM** یک دید منطقی ازاطلاعات **EMS** را برای آنالیز شبکه های انتقال ،تولید ، کنترل **SCADA** و شبیه سازی عملکرد اپراتورها ست. **CIM** برحسب دیاگرام کلاس **UML** (زبان مدلسازی واحد) بیان شده است .

UMLدر حقیقت **CIM** را خلاصه سازی کرده است تا پیاده سازی باز را به عهده بگیرد وهیچ محدودیتی در ارتباط و در شی گرایی با سایر تکنولوژی ها وجود ندارد **[4]**و**[5]** .

شکل ۲ نمونه ای از مدل **CIM** است.



شکل ۲- مدل سیمها در **CIM**

اولین کلاس منبع سیستم قدرت (**Power System Resource**) یک کلاس عمومی از اجزاء سیستم قدرت است .

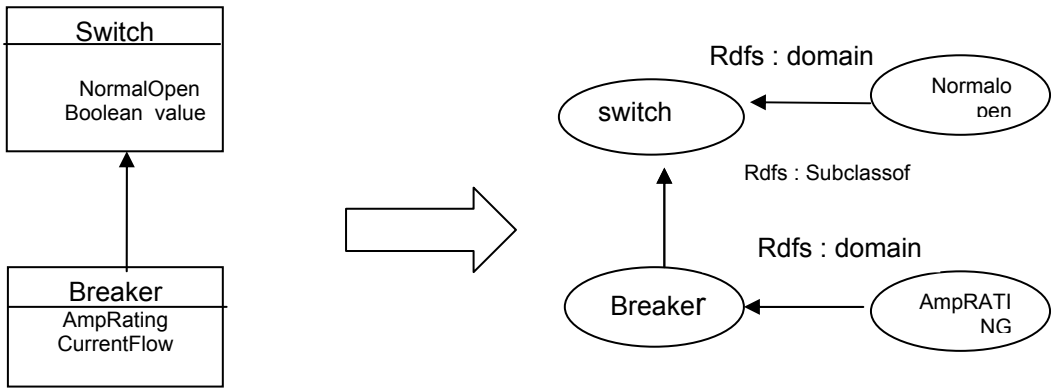
از این کلاس کلاسهای دیگری وارث خواهند شد . زیر کلاسهای خطوط – خازنها – کلیدهای قدرت- ترانسفور ماتور ها از این نمونه اند **[6]** . بین این زیر کلاسها ارتباط وجود دارد. **CIM** نام هر کلاس ،خصوصیات عملکرد ها و ارتباط بین آنها را توصیف می کند . **CIM** به بسته های (**packages**) نرم افزاری تقسیم می شود. بسته های نرم افزاری سیمها (**Wires**)

شامل اطلاعاتی به صورت مشخصات برقی شبکه های توزیع و انتقال می باشند . بسته توپولوژی شبکه توصیفی از اطلاعات ارتباطی بین اشیاء است . بعلاوه این بسته های نرم افزاری نمایش دهنده اطلاعات مدل سازی برای آنالیز امنیت مربوط به مدل تبادل **ISO/RTO** هستند .

۳ – ۱ - زبان **CIM XML**

زبان **CIM XML** کاربرد چارچوب توصیف منبع (**Resource Description Framework**) **RDF** در **CIM** است.**RDF** یک زیر ساخت برای کد گذاری تبادل و استفاده مجدداز اطلاعات ساختیافته روی وب می باشد . در حقیقت توسط **CIM**شمای **RDF** و مشخصات نحوی **RDF** تعریف می شود . **RDF** مفاهیم **UML** رابطور کافی توصیف می کند .

شکل ۳ نمایشی از این توضیحات است.



مدل شی CIM

مدل داده CIM RDF

شکل ۳- تبدیل مدل شی **CIM** به مدل داده **CIM RDF**

منابع مطابق اشیاء، خصوصیات مطابق صفات اشیاء، ارتباطات نظیر وراثت توسط صفات شمای **RDF** مانند **SubClassOf**نمایش داده میشود . شکل ۴ تعریف شمای شکل ۳ را بصورت **CIM XML** نشان می دهد .

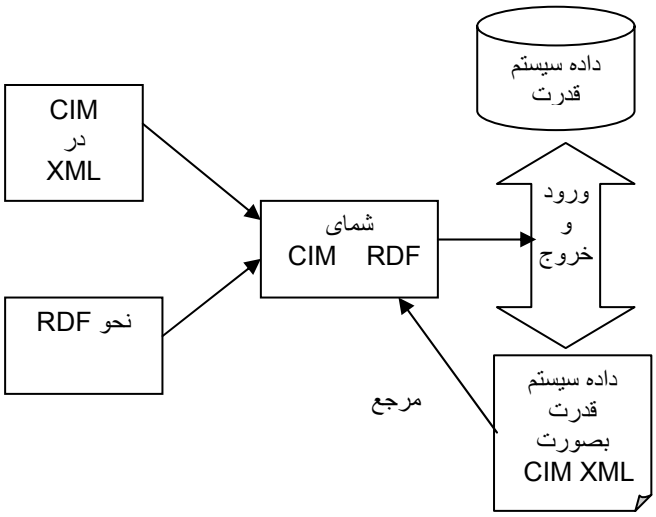
```
<rdfs:class rdf : id="switch">
      <rdf : lable>switch</rdf  : lable>
      <rdfs : subclassof
rdf : resource="#conductingequipment"/>
</rdfs : class>
<rdfs : class rdf : id="breaker">
      <rdfs : lable>breaker</rdfs : lable>
      <rdfs : subclassof rdf : resource ="#switch"/>
</rdfs : class>
<rdf : property rdf : id ="switch.normalopen">
       <rdfs : lable>normalopen</rdfs : lable>
       <rdfs : domain resource ="#switch"/>
<rdfs : range rdf : resource ="#boolean"/>
</rdf : property>
<rdf : property rdf : id="breaker.amprating">
<rdfs : lable>amprating</rdfs : lable>
       <rdfs : domain resource="#breaker"/>
       <rdfs : range rdf : resource ="# real"/>
</rdf : property>
```

شکل ۴ - شمای **CIM RDF**

۳ – ۲ - سند **CIM XML**

با توجه به شمای **CIM RDF** یک مدل سیستم قدرت **EMS** می تواند به یک سند **XML** تبدیل شود این سند موصوف به **CIM XML** است . همه بر چسب ها (**tags**) با توجه به **CIM RDF** تولید می شوند .

شکل ۵ نمایش دهنده این تبدیل است.



شکل ۵- مکانیزم تبادل داده **EMS** مبتنی بر **XML**

تمام سند به صورت **CIM XML** قابل فراخوانی است . این اسناد می توانند در برنامه های خارجی مورد استفاده قرار گیرند . پیاده سازان سیستم فوق با انتخاب **XML** بهترین ابزار پیشرفت را جهت نرم افزارهای صدور و خروج داده انتخاب می کنند .
فرمت **CIM XML** با **NERC** مطابق دارد. این تطابق توصیه شده بر اساس مدل تبادل در شرایط امنیت انتقال است . گروه مدیریت شی (**OMG**)یک رابط استاندارد جهت پرس و جو از اطلاعات سیستم قدرت رادارد .این استاندارد موسوم به **DAF** (**Data Access Facility**)"دسترسی سهولت داده" است . **CIM XML** بر اساس مدل داده **DAF** است و درحقیقت به اشتراک گذاری شمای **CIM** را بعهده دارد .

۳ – ۳ - **CIM XML** برای تست فیدر های شعاعی **IEEE**

توسط **CIM XML** می توان فیدر هایی را بعنوان ورودی در نظر گرفته اسناد **CIM XML** آنرا تولید کرد . گامهای زیر برای چک کردن اسناد **CIM XML** مانند فیدر ها انجام می شود :

الف) خواندن سند **CIM XML** و پردازش داده فیدر

ب) ورود داده های فیدر به پایگاه داده

ج) مقایسه پایگاه داده با پایگاه داده اصلی که شامل اطلاعات فیدر است .

توپولوژی هر جزء ای ، شکل خطوط ،هادی ها وتنظیم کننده های ولتاژ مطابق موارد گفته شده بررسی خواهد شد **[5]**.

۴ - زبان پیکر بندی ایستگاه برق (**SCL** = **Substation Configuration Language**)

دراستاندارد **IEC61850**، زبان پیکر بندی ایستگاه (**SCL**) بر اساس زبان نشانه گذاری توسعه پذیر (**XML**) است که در آن ساختار های اجزاء پست به صورت نرم افزاری استاندارد تعریف شده است .

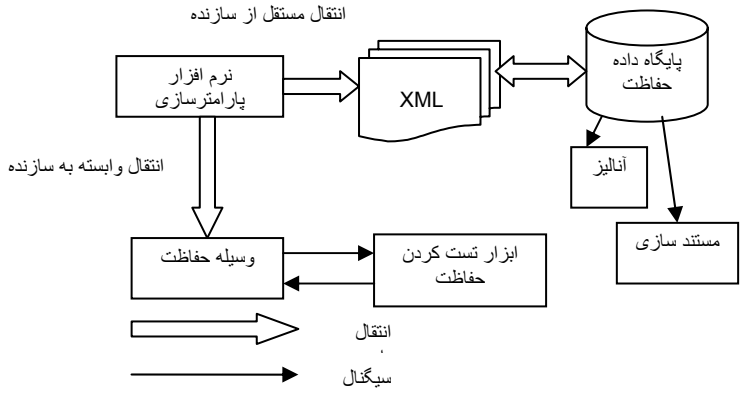
این زبان همه اطلاعات تبادلی در شبکه مخابراتی ایستگاه را بعهده دارد .تبادل اطلاعات یکی از مهمترین قسمت استاندارد **IEC** است که پایه زبان**SCL** می باشد این تبادل شامل موارد زیر است **[8]**.

- دسترسی داده بلا درنگ
- وسایل کنترلی
- گزارش گیری رویداد/آلارم
- توصیف ابزار
- ارسال فایل

SCL ترتیبی از فایلهای پیکر بندی را توصیف میکند . انواع فایلهای **SCL**شامل توصیف مشخصات سیستم (**SDD**) ،توصیف کارکردهای **IED** (**ICD**) ،توصیف پیکر بندی ایستگاه (**SCD**) ،فایلهای توصیف **IED** پیکربندی شده (**CID**) می باشد.اساس این فایلها بر اساس **XML** ساخته و به روش یکسانی شکل گرفته و لیکن حوزه های مختلفی را شامل می شود.

۵ - تبادل و پایگاه داده برای حفاظت

استفاده از یک پایگاه داده برای وظایف مختلف و نیز ساخت یک فرمت تبادل داده راه حل بسیار مناسبی جهت تنظیمات رله ها میباشد .نرم افزارهایی توسط سازندگان رله ها جهت وارد کردن پارامتر های حفاظتی استفاده میشوندوآنها از رابط های بخصوصی بین کامپیوتر های دستی و سخت افزار رله مانند **RS-232** جهت تبادل داده استفاده می کنند .از یک طرف این نرم افزارها همه پارامتر های رله هارا شامل شده از طرف دیگر به جای نرم افزارهای خاص آن کارخانه سازنده قرار می گیرند بسیاری از این پارامتر ها برای مستند سازی و آنالیز سیستم حفاظتی بکار گرفته می شوند .در شکل ۶ نرم افزار پارامتر سازی ،داده ها را به رله ها منتقل می کند و این عمل توسط سیستم انتقال وابسته به آن سازنده صورت می گیرد بعلاوه پایگاه داده ای برای حفاظت سیستم قدرت مد نظر قرار می گیرد **[9]** .



شکل ۶- انتقال داده برای رله و حفاظت

با توجه به شکل ۶ مشاهده می شود **XML** رابطی بین نرم افزارپارامتر سازی و پایگاه داده حفاظت از یک طرف و از طرف دیگر رابطی بین این نرم افزار و ابزار تست کردن می باشد.امتیاز بزرگ **XML** این است که مستقل از سازنده رله می باشد.
البته ساختمان پایگاه داده باید چنان قابل انعطاف باشد تا بتواند مجموعه متفاوتی از داده ها را مربوطه به رله های مختلف

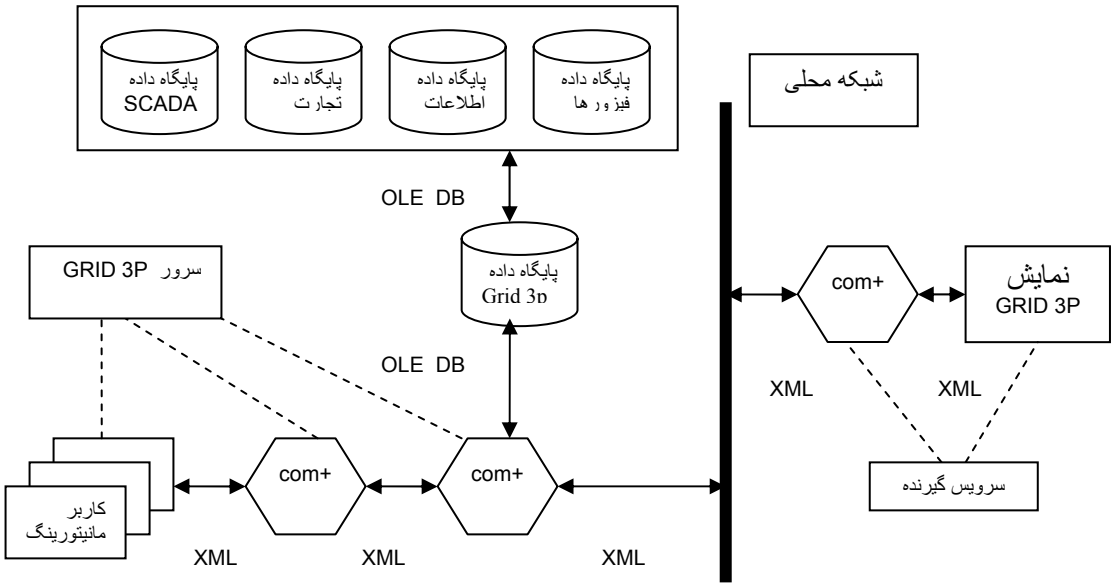
دریافت کند .بعلاوه کاربر باید بتواند از بین داده های مختلف داده هایی برای مستند سازی وداده هایی برای آنالیز انتخاب کند. پارامتر های مربوط به مستند سازی وابستگی به احتیاجات کاربر دارد نمونه ای از تنظیمات رله به فرم **XML**در شکل ۷ آورده شده است .

```
<Device>
<DVG data>
<location>
      <name>substation A </Name>
      <UNLO>FGH</UNLO>
</location>
<node>
      <un>220</un>
      <unn>FGH</UNN >
</node>
<system element>
      <elementname1>BLAU</elementname1>
      <elementname2>BL</elementname 2>
      <UNOB>FGH</UNOB>
</System element>
</DVG data>
<Device information>
      <manufacturer>siemens</manufacturer>
      <serial no>7sa51114CA521AC1</SERIAL NO>
      <Device type>7SA511</Device type>
      <version>3.01</version>
</Device information>
</Device>
<Distance>
...
<parameter sets>
<actual>1</actual>
    <parameter>
      <parameter set>1</parameter set>
    <RA1>75</RA1>
    <RA2>160</RA2>
    <RAE1>75</RAE1>
    <RAE2>160</RAE2>
    <X+A>175</X+A>
    <X-A>175</X-A>
  ...
  ...
  </Parameter>
...
</parameter sets>
...
<Distance>
```

شکل۷ **-** فایل **XML** برای انتقال تنظیمات حفاظت

۶ - مدریت اجرائئ بلادرنگ در سیستم قدرت **(Real Time Performance Management =RTPM)**

شکل۸ در بر گیرنده مسیر داده برای سیستم بلادرنگی در سیستم قدرت بر اسا س**XML** است . سمت چپ شکل پردازه را با جمع آوری داده ها از مجموعه ای پایگاه داده بر اساس **SCADA**، تجارت، فیزورها و اطلاعات دیگر نشان می دهد در سمت راست قسمت سرویس گیرنده معماری را نشان می دهد و در حقیقت خروجی **RTPM** است **[10]**.



شکل ۸- معماری **XML** نمونه

در شکل **GRID 3P** (**Grid Real Time Performance Monitoring and Prediction Platform**) سکوی پیش بینی و نظارت اجرایی بلادرنگ شبکه میباشد. یک روش تجمیع داده برجسته که توسط کنسرسیوم راه حل های تکنولوژی الکتریکی با قابلیت اطمینان بالا (**CERTS**) ارائه و انجام می شود .

۷ – نتیجه گیری

در این مقاله کاربرد **XML** برای تبادل اطلاعات و داده ها در سیستم قدرت بیان شده است . **XML** قابل توسعه ، توصیفی ، مستقل از سخت افزار و نرم افزار و ارتباط دهنده بین پایگاههای داده مختلف در شرکت های برق است . با استفاده از **CIM XML** می توان ارتباط بین ابزار و تجهیزات مختلف برقی برقرار کرد . ارسال پیام در رله و حفاظت دیجیتالی، ارسال پارامتر ها به دستگاه جهت تست کردن توسط کامپیوتر و انتقال داده ها در سیستمهای نظارتی مانند **SCADA** توسط **XML**قابل انجام است .از تحقیقات بعدی در این زمینه می توان استفاده هماهنگ **XML** و اینترنت در سیستمهای قدرت و قسمتهای مختلف آن مانندحفاظت پایلوتی ، نظارت ، دریافت و ارسال اطلاعات و ... را نام برد.

۸ – منابع

[1] Hasan Dage , umut utkan ,"An xml based Data Exchange Model for power system studies "

[2] Common Format for Exchange of solved load Flow Data , Technical Report 6 (1973)

[3] چارلز اشباکر مترجم علیرضا زارع پور

اموزش برنامه نویسی **xml** در ۲۴ ساعت

[4] A.devose , S.E.widergren , J.Zhu , "xml For CIM Model Exchange"

[5] Xiao feng wang , Noel N.schulz , scott Neumann , "CIM Extentions to Electrical Distribution and CIM XML for the IEEE Radial test Feeders"

[6] Report on the common Information Model (CIM) Extensible Markup language(xml) Interoperability test #4 the power of the CIM to exchange power Model , EPRI.

[7] Drew Baigent , Mark Adamiak , Ralph Mackiewicz , "IEC 61850 Communication Networks and system In Substations".

[8] Karlheinz Schwarz ,
"Standard IEC 61850 for substation Automation and other power system applications"

[9] Carstem Bose , Thomas Weber , Michael Sshwan ,
"Protection system coordination- considering New Techniques By Flexible Models"

[10] Carlos Martinez , Henry Huang, Ross Guttromson ,
"Archiving and Management of power systems Data for Real time Performance Monitoring Platform"