گزارش نهایی پژوهش و امکان‌سنجی

طرح انتقال اطلاعات فنی به مرکز بحران

نیروگاه اتمی بوشهر

(ویرایش ۰، آذر ماه ۱۳۹۴)

فهرست

۱. مقدمه

از نظر ایمنی هر نیروگاه هسته ای نیاز به یک اطاق بحران دارد که ویژگی ها و ملزومات خاصی را باید دارا باشد. در پی اعلام آمادگی این شرکت جهت مشارکت در اجرای طرح انتقال اطلاعات فنی به مرکز بحران و وجود پیشنهادی از طرف مشاور خارجی پروژه در این زمینه پس از مذاکرات و جلسات متعدد مقرر گردید، ابتدا یک پروژه با عنوان "پژوهش و امکان سنجی طرح انتقال اطلاعات فنی به مرکز بحران" تعریف و اجرا گردد تا متعاقب آن کارشناسان دوطرف بتوانند با شناخت بیشتر و دیدی عمیق تر توانایی اجرای پروژه اصلی را مورد ارزیابی قرار دهند. این شرکت تنها در حوزه کامپیوترها و نرم افزارهایی که در این اطاق جهت مانیتورینگ پارامترهای راکتور، توربین، سیستمهای جانبی بکار گرفته شده است، تخصص دارد.

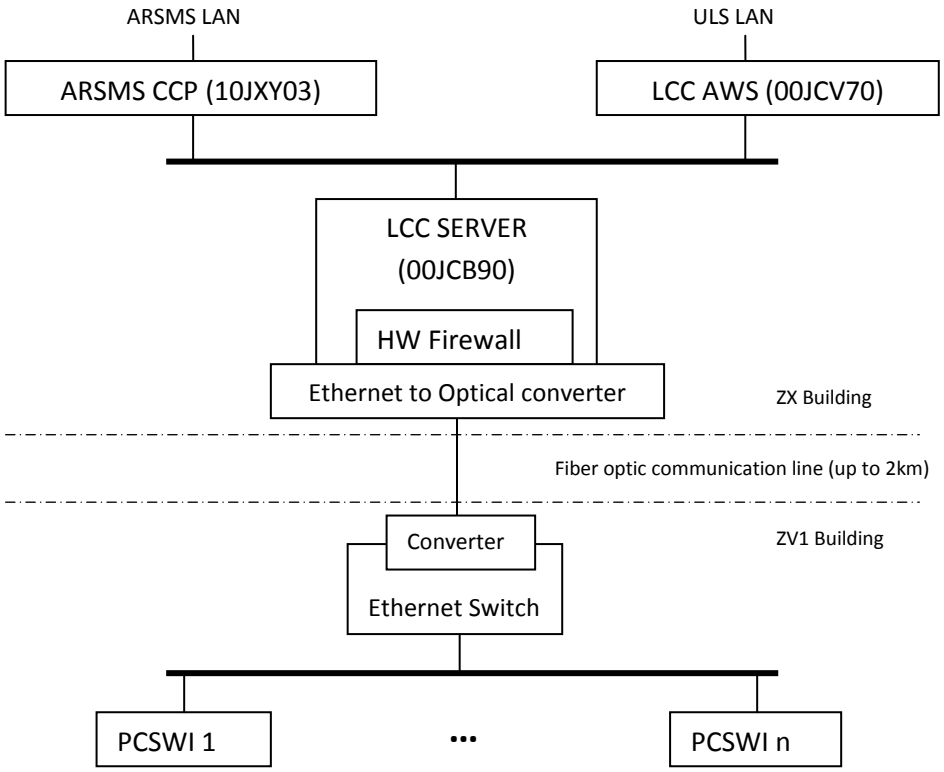
در بررسی‌های اولیه مشخص گردید شرط لازم برای امکان پذیر بودن اجرای طرح پیشنهادی مشاور خارجی توسط نیروهای داخلی در گرو این موضوع است که بتوانیم سیستم عامل و نرم افزارهای خاص کنترلی نیروگاه را برروی کامپیوترهای قابل تهیه در بازار داخل نصب و راه اندازی نماییم. این امر سبب شد که فعالیتهای اجرایی در پروژه امکان‌سنجی اجرای طرح انتقال اطلاعات فنی به مرکز بحران پشتیبان نیروگاه اتمی بوشهر به سه مرحله تقسیم شود.

- مرحله اول: ایجاد بستری مشابه ولی مستقل از سیستم کنترل اصلی نیروگاه که توسط آن بتوان به مطالعه و تحقیق سیستم های کنترل سطح بالا پرداخت.
- مرحله دوم: ارتقاء سیستم های مبتنی بر LICS206 در سطح بالا به سیستم عامل جدیدتر LICS1000
- مرحله سوم: مطالعه هر یک از سیستم‌ها و ارتباط برنامه‌ها در سرویس دهنده‌ها و سرویس گیرنده‌ها و سایر اجزاء برای بدست آوردن جزئیات فنی لازم برای پیاده‌سازی نهایی طرح می‌باشد.

در ادامه این گزارش سعی شده است راهکار های بکارگرفته شده در هر مرحله و روشهای تحقیق و توسعه در این مسیر را تشریح نماییم و در پایان به جمع بندی نتایج و پیشنهادات این شرکت برای ادامه کار بپردازیم.

۲. چارت نحوه انتقال اطلاعات

چارت نحوه انتقال اطلاعات فنی به مرکز بحران پیشنهاد شده توسط مشاور خارجی پروژه به طور خلاصه در شکل ۱ مشخص شده است.

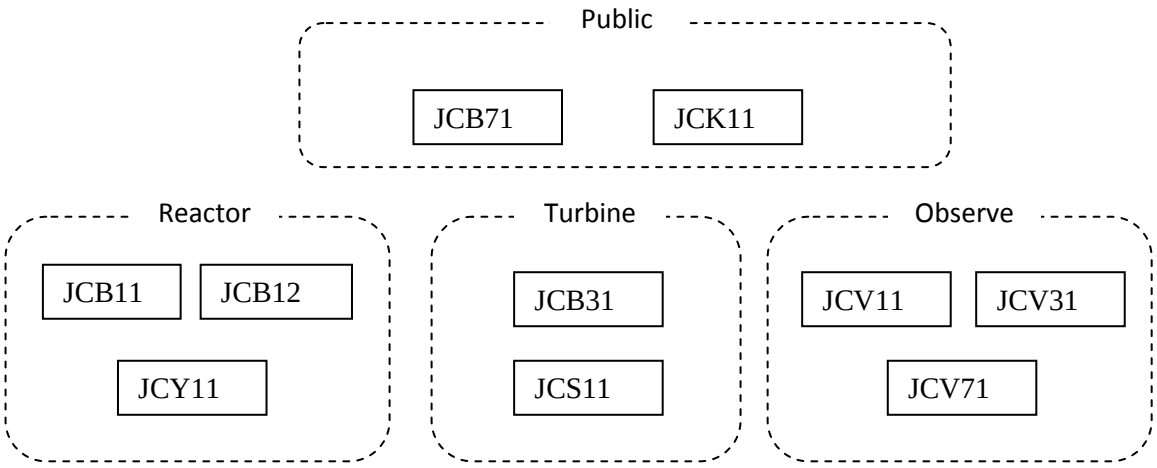


شکل ۱ : چارت انتقال اطلاعات از اطاق بحران داخل نیروگاه به ساختمان پنج طبقه

مطابق این طرح اطلاعات فنی که از طریق اپراتور اتاق بحران محلی (LCC AWS) متصل به شبکه سطح بالا (ULS LAN) قابل دسترسی است، توسط یک شبکه جداگانه اترنت به یک سرور جدید (LCC SERVER) منتقل می گردد. این سرور که با حفاظت فایروال فیزیکی (HW Firewall) محافظت شده از طریق یک مبدل شبکه اترنت به فیبر نوری از ساختمان ZX به یک شبکه در ساختمان ZV1 متصل می‌گردد. چند ایستگاه کاری (PCSWI) به این شبکه متصل بوده و دسترسی مشابه اپراتور اتاق بحران به اطلاعات فنی نیروگاه خواهند داشت.

۳. مرحله اول: ایجاد بستری جهت مطالعه

در مرحله اول برای ایجاد بستری جهت مطالعه و آزمایش سیستم های مرتبط به موضوع پژوهش در بخش سطح بالا (UTLS) پس از مطالعه معماری سیستم سطح بالا و برگزاری جلسات کارشناسی با پشتیبانی بهره بردار نیروگاه، مجموعه اولیه‌ای از سرورها وایستگاه‌های کاری مشخص گردید. این مجموعه حین انجام پژوهش گسترش یافت و در نهایت به ۱۰ سیستم رسید. شکل ۲ شمای کلی این سیستم ها و محدوده آنها را نمایش می‌دهد.



شکل ۲: شمای کلی سیستم های شبیه سازی شده در بستر آزمایشگاه

اطلاعات پشتیبان این سیستم ها در اختیار گروه تحقیق قرار گرفت. در ادامه دستورالعمل های بازیابی شامل اسکریپت ها و مدارک موجود نیز بررسی شد. درنهایت هر یک از این سیستم ها بر روی ماشین مجازی بازیابی شدند و سپس همگی در یک شبکه مشترک قرار گرفته و موفق به ارتباط با یکدیگر شدند. برای بازیابی هر یک از سیستم ها ابتدا سیستم عامل LICS متناسب با آن نصب می‌گردید و سپس بررسی دقیقی بر روی فایلها انجام می‌گرفت و تنها فایل های مورد نیاز بازیابی می‌شدند. از طرف دیگر درایورهای

مورد نیاز برای شناساندن سخت افزاری های حیاتی سیستم مجازی به سیستم عامل نصب می‌شد. البته با توجه به عدم ارتباط با سیستم‌های حاوی مقادیر داده کاری نیروگاه (Gateway)، صفحات رابط کاربر برنامه‌های اجرا شده فاقد اطلاعات کارکردی نیروگاه بودند اما از شواهد و رفتار این سیستم ها (مانند وابستگی سیستم ها به یکدیگر جهت اجرا) درستی ارتباط بین آنها مشخص می‌گردید.

از بین سیستم های تعیین شده، سیستم اپراتور اتاق بحران (JCV70) در این پروژه محوریت اصلی موضوع بررسی را به‌همراه داشت و دیگر سیستم‌های به گونه ای انتخاب شده‌اند تا این سیستم تصور کند به شبکه اصلی نیروگاه متصل شده است و بتواند وظایف معمول خود را آغاز نماید. اپراتور این سیستم در حقیقت مشابه اپراتور شیفت سوپر وایزر است (JCV10) که توانایی مشاهده اطلاعات حیاتی سیستم های راکتور و توربین را دارد اما توانایی ارسال دستورات به سیستم کنترل را ندارد. توضیح بسیار مختصر از هریک از سیستم های شکل ۲ در جدول ۱ ارائه شده است.

ردیف	نام سیستم	محدوده	عنوان	عملکرد
۱	JCB71	عمومی	سرور عمومی	حاوی اطلاعات فراگمنت ها، تهیه آرشیو
۲	JCK11	عمومی	سرور زمان	اتصال به دستگاه زمان و ارائه زمان یکسان
۳	JCB11	راکتور	سرور راکتور ۱	فراهم سازی داده های راکتور
۴	JCB12	راکتور	سرور راکتور ۲	فراهم سازی داده های راکتور بخش ۲
۵	JCY11	راکتور	اپراتور راکتور	نمایش فراگمنت های راکتور
۶	JCB31	توربین	سرور توربین	فراهم سازی داده های توربین
۷	JCS11	توربین	اپراتور توربین	نمایش فراگمنت های توربین
۸	JCV11	نظارت	اپراتور شیفت	نمایش فراگمنت های حیاتی
۹	JCV31	نظارت	اپراتور کنترل	نمایش فراگمنت های کنترل
۱۰	JCV71	نظارت	اپراتور بحران	نمایش فراگمنت های حیاتی

معمولاً سرورهای موجود مانند راکتور و توربین دارای سیستم پشتیبان نیز می‌باشند که به دلیل مشابهت با سیستم اصلی در اینجا صرف نظر شده‌اند. مشابه همین امر، اپراتور های راکتور و توربین بیش از یک عدد

هستند که باز به دلیل مشابهت اپراتور های بعدی با اپراتور اول، از آنها صرف نظر شده است. از سیستم‌های ایمنی (ZK) ، اپراتور اتاق کنترل اضطراری (ECR) و سرورها و ایستگاه های کاری سیستم‌های جانبی (MCR-NCA) نیز در این مقطع صرف نظر شده است.

از آنجا که سیستم JCV70 در طراحی اولیه نیروگاه نبوده و با فاصله زمانی نسبت به سایر سیستم ها تهیه شده از سخت افزار متفاوت و سیستم عامل جدید تر برخوردار است. لذا در گام بعد سیستم JCV70 که برروی LICS 1000 اجرا می‌شد بر روی یک سیستم به روز نصب شد و در بستر آماده شده به جای یک سیستم مجازی JCV70 که قبلاً آزمایش شده بود قرارداده شد و صحت آن کارایی آن مشاهده گردید. سپس این سیستم با هماهنگی و کمک کارشناسان گروه I&C به اطاق اصلی آن (ساختمان ZX) منتقل شد و در آنجا هم با موفقیت آزمایش شد و مقادیر پارامتر ها مانند سیستم اصلی در حضور کارشناسان مشاهده شد.

۴. مرحله دوم: ارتقاء سیستم های کنترلی

لازم به توضیح است که اکثر سیستم های بکار گرفته شده در سطح بالای نیروگاه از سیستم عامل لینوکس LICS206 استفاده می‌کنند. این سیستم عامل قدیمی بوده و قابلیت نصب برروی سیستم های کامپیوتری جدید را ندارد .

سیستم عامل LICS1000 که CD های نصب آن در نیروگاه موجود است دارای کرنل ۲.۶.۱۹.۲ است و قابلیت نصب برروی سخت افزارهای جدید با هارد دیسک های از نوع SSD را ندارد. نسخه جدید تر این سیستم عامل با کرنل به شماره ۲.۶.۳۴.۱۴ در سایت شرکت ایپوران موجود است که قابلیت نصب برروی تمامی انواع هارد دیسک های موجود را دارد. لذا این شرکت از این نسخه از سیستم عامل برای نصب JCV70 برروی سیستم کامپیوتری جدید خریداری شده که دارای هارد دیسک SSD است استفاده نموده است.

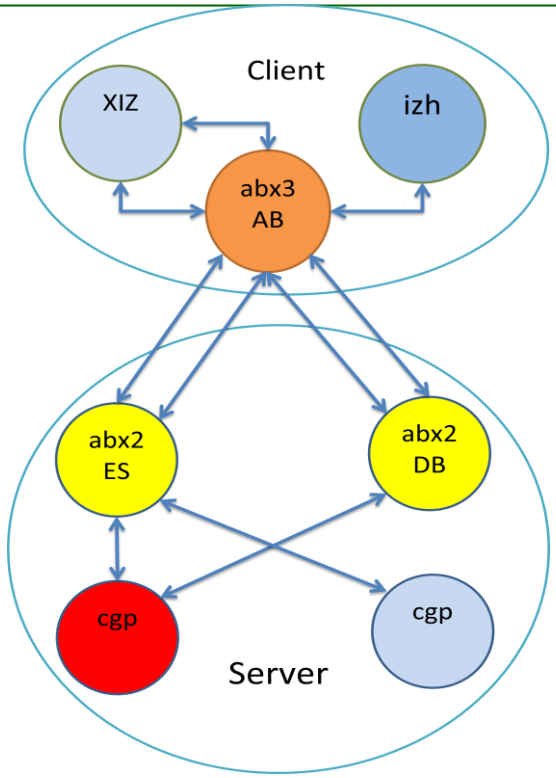
در ادامه این مرحله تلاشی در زمینه ارتقاء برخی از سیستمهای کنترلی مبتنی بر LICS206 به LICS1000 صورت گرفت که کمک بزرگی به فرآیند پژوهش و بررسی هر دو سیستم عامل به‌وجود آورد. شایان ذکر است که سیستم عامل جدید علاوه بر قابلیت سازگاری بیشتری با سخت افزارهای به روز ممکن است در زمینه کنترلی نیز پیشرفته تر باشد که لازم است درخصوص آن با شرکت سازنده مذاکراتی صورت گیرد. در این مجموعه سیستم‌های JCY10، JCV30، JCB70 و JCB10 نیز که در اصل بر روی سیستم عامل LICS 206 اجرا می شوند به سیستم عامل LICS 1000 ارتقاء پیدا کردند.

۵. مرحله سوم: مطالعات منابع

در زمینه مطالعات منابع موجود بیشتر شامل فایلهای اجرایی، فایلهای پیکر بندی سیستم و اسکریپت های داخل نرم افزارها بوده است در ضمن چند مدارک نیز درخواست گردید که نکاتی را در خود داشت.

- فایلهای پیکر بندی شامل nettcp.cfg, map.cfg, config.cfg, nettcp.ini بنظر می‌تواند کاربر را به وظایف در نظر گرفته شده برای سیستم راهنمایی کند. در ضمن نقشه ای از ارتباط داخلی بین برنامه ها و ارتباط خارجی بین سیستم‌های مختلف را مشخص میکند.
- مطالعه برنامه های اجرا شده می‌تواند کاربر را به بالا آمدن درست سیستم و برنامه های آن راهنمایی می‌کند.
- اسکریپت‌های .login, .Xclients, stoppr, serv, term از جمله مهمترین فایلهایی هستند که می‌تواند کاربر را به نحوه اجرا شدن هر برنامه و نقش آنها راهنمایی کند. این فایل ها بصورت متن هستند ولی مطالعه بعضی از آنها نیاز به زمان زیادی دارد.

نتایج این مطالعات بطور خلاصه مشخص کرده که چه پروسس‌هایی برروی سرویس دهنده و سرویس گیرنده اجرا می شوند و ارتباط شبکه ای آنها به چه صورت است. برای نمونه شکل ۳ شمایی از ارتباطات بین یک سرویس دهنده و سرویس گیرنده را نشان می‌دهد.



شکل :۳ شمایی از ارتباطات بین یک سرویس دهنده و سرویس گیرنده

شناخت دقیق نقش هریک از این پروسس ها که در شکل ۳ آمده است مشخص نیست. متاسفانه درطول انجام این پروژه نیز نتوانستیم مدرکی در رابطه آنها بدست آوریم. هرچند بنظر می‌رسد شرکت سازنده باید مدارکی در رابطه با نحوه پیکر بندی یک سیستم و روش های نصب نرم افزارهای کاربردی را تهیه و در اختیار نیروگاه قرار می‌داده ولی بنا به گفته کارشناسان بنظر جای چنین مدرکی خالی است.

البته باید توجه داشت که بررسی تمام مدارک موجود نیز برای اطمینان از وجود یا عدم وجود چنین مدرکی کاری ساده نمی باشد چرا که سازوکاری برای جستجوی کلمات کلیدی در پایگاه مدارک وجود ندارد .

بدون شناخت دقیق این مسائل عملاً پیکربندی سرویس دهنده که بتواند نقش ارسال اطلاعات را از اطاق بحران فعلی به اطاق بحران جدید ایفا کند (سیستم LCC SERVER از شکل ۱) را با چالشی جدی روبرو

میکند. لذا بنظر کارشناسان این شرکت و رعایت مسائل ایمنی نیروگاه بهتر است که مشاور خارجی خود اقدام به طراحی و راه اندازی سرویس دهنده اصلی را بنماید.

۶. دستورالعمل نصب سیستم‌های مجازی

در اینجا از VMware به عنوان ماشین مجازی استفاده شده است. پس از نصب VMware بر روی ویندوز با توجه به دستورالعمل سازنده VMware و با کمک سی دی های سیستم عامل و مطابق دستور العمل نصب سیستم عامل سیستم آنرا نصب می‌کنیم. نکته مهم هنگام ایجاد سیستم آن است که از buslogic به عنوان درایور هارد دیسک اسکازی استفاده شود. پس از نصب سیستم عامل و ایجاد سیستم جدید ممکن است سیستم با گزینه اول که مربوط به کرنل smp است بالا نیاید لذا با گزینه دوم که مربوط به کرنل غیر smp است بالا آمده و با توجه به boot loader نصب شده بر روی سیستم با دستورالعمل زیر اقدام می‌کنیم.

- برای boot loader از نوع LILO فایل /etc/lilo.cof را ویرایش می‌کنیم و در قسمت مربوط به کرنل smp عبارت root=/dev/sda1 را به root=/dev/sda1 append="noapic nolapic" تغییر می‌دهیم و فایل را ذخیره و دستور lilo را اجرا کرده و سیستم را مجدداً راه اندازی می‌کنیم.
- برای boot loader از نوع نوع grub فایل /boot/grub/grub.cof را ویرایش می‌کنیم و در قسمت مربوط به کرنل smp عبارت append="noapic nolapic" را به انتهای قسمت، در یک خط جدید اضافه کرده و پس از ذخیره سیستم را مجدداً راه اندازی می‌کنیم.

تا این مرحله یک سیستم عامل LICS به صورت عمومی ساخته شده است. برای تبدیل این سیستم به یک سیستم مشابه و متناظر در حال کار نیروگاه باید از پشتیبان‌های موجود استفاده نمود. برای انتقال

فایل‌های پشتیبان به ماشین‌های مجازی ساده ترین روش انتقال فایلها به روی مدیای درایوهای نوری و ذخیره کردن آنها بصورت ISO Image است. این کار با نرم افزارهای تحت ویندوز مانند UltraISO قابل انجام است. کافی است فایلها را بداخل این نرم افزار Drag نمود و سپس آنها را با فرمت iso ذخیره نمود. فایل تولید شده را می‌توان در درایو نوری نرم افزار VMware بارگذاری نمود و از آنها در داخل سیستم لینوکس از آن استفاده نمود.

در این مرحله فایل iso تولید شده از محتویات فایل پشتیبان را در درایو نوری نرم افزار VMware قرار می‌دهیم. سپس درایو نوری آن را با دستور زیر mount کرده و عملیات استخراج فایلهای فشرده را انجام می‌دهیم.

```
mount  /dev/hdc1 /mnt/cdrom
```

در این مرحله فایل فشرده system.tar روی درایو نوری را در شاخه ای بنام /tmp/system که قبلاً در روی هارد دیسک سیستم مورد درست کرده‌ایم (mkdir /tmp/system) استخراج می نماییم. توجه شود لازم است دستور زیر هنگامی اجرا شود که در محل مقصد قرار داریم.

```
cd  /tmp/system
tar  –xvfp /mnt/cdrom/system.tar
```

سپس به شاخه / رفته و فایل home.tar را استخراج می نماییم.

```
cd /
tar  –xvfp /mnt/cdrom/home.tar
```

در این مرحله چنانچه فایل home.tar از نوع چند قسمتی باشد لازم است دستور زیر اجرا شود

```
cd /
tar  –M –xvfp /mnt/cdrom/home.tar1
```

در این مرحله پس از استخراج قسمت اول پیغامی داده می‌شود که نام قسمت دوم را پیشنهاد میدهد که باید در جواب آن دستور زیر وارد شود. این کار تا استخراج آخرین قسمت ادامه می‌یابد و اگر اشتباهی در ورود اطلاعات صورت گیرد چون فایل قسمت بعد را پیدا نمی کند مشکلی به‌وجود نمی آید

? > n /mnt/cdrom/home.tar2
? > n /mnt/cdrom/home.tar3
…..
? > n /mnt/cdrom/home.tar*n*

تا این مرحله فایلهای home باید کاملاً استخراج شده باشد و فایلهای سیستم اصلی در شاخه tmp/system موجود باشد.

نکته قابل توجه در تغییرات فایلهای سیستم عامل این است که بهتر است آنها درگیر اجرا نباشند تا بتوان از تغییر یافتن آنها اطمینان حاصل نمود. لذا بهتر است برای این منظور توسط یک سی دی لینوکس سیستم را بوت کنیم، این سیستم عامل systemrescuecd-x86-3.6.0.iso نام دارد و فایل آن در روی سیستم ها و بصورت CD در ساختمان محل اجرای پروژه موجود است. با بوت شدن سیستم توسط systemrescuecd لازم است هارد دیسک سیستم اصلی را شناسایی و mount نمود. برای این کار می‌توان از دستور fdisk –l و سپس mount /dev/sd??/mnt/? استفاده نمود. پس از این کار وارد شاخه tmp/system شده و ابتدا پوشه ها و فایلهای غیر ضروری را به شرح جدول زیر حذف یا نگهداری می‌نماییم.

پوشه هایی که لازم است نگهداشته شود	پوشه هایی که باید حذف شود
	/boot
	/dev
/root	

	/opt
	/lib
	/var
	/mnt
/usr/other folder	/usr/share/snmp
/etc/X11	/etc

در حذف پوشه ها توجه کافی مبذول شود. علاوه بر پوشه های فوق فایلهای زیر از شاخه etc/ نیز باید حذف شود.

فایلهایی از شاخه etc که باید حذف شود
fstab
ld.so.cache
ld.so.conf
lilo.conf
moules.conf
modeprob.conf
mtab

برای نصب کارت شبکه در LICS206 فایل /etc/modules.conf را ویرایش می‌کنیم و برای کارت‌های شبکه شامل eth0 ، eth1 و ... درایور pcnet32 را به صورت alias eth0 pcnet32 انتخاب می‌کنیم و فایل را ذخیره می‌کنیم. در مورد LICS1000 همین کار را با فایل /etc/modprobe.conf انجام می‌دهیم.

مثالی از این فایل

```
alias eth0 pcnet32
alias eth1 pcnet32
alias eth2 pcnet32
alias eth3 pcnet32
alias eth4 pcnet32
alias eth5 pcnet32
```

تا این مرحله کلیه فایلهای آماده شده و در شاخه tmp/system می‌باشند. در آخر فایل‌های آماده شده را بر روی فایل‌های سیستم اصلی کپی می‌کنیم.

۷. تامین تجهیزات

شرکت ادیس جهت سرعت بخشیدن به روند اجرای پروژه امکان سنجی طرح انتقال اطلاعات فنی به مرکز بحران کامپیوتر و سخت افزار های لازم را خریداری نمود و به سایت بوشهر ارسال نمود. به‌دلیل آنکه این شرکت اطلاعات دقیقی از نوع شبکه فیبر نوری نیروگاه و تجهیزات بکار رفته در آن را نداشت لذا اقدامی برای خرید این گونه تجهیزات ننموده بود و همین عامل باعث شد که در اولین تست سیستم جدید تهیه شده برای اطاق بحران دچار مشکل گردد.

در مورخه دوشنبه ۹۴/۹/۲ سیستم JCV70 (کامپیوتر اصلی اطاق بحران) که برروی سیستم کامپیوتری جدید خریداری شده از طرف شرکت ادیس نصب شده بود در محل اصلی آن، ساختمان ZX مورد آزمایش قرار گرفت. شبکه ۱۰۰ مگابیت فیبر نوری بکار گرفته شده در این قسمت از یک مدل قدیمی با سوکت گرد از نوع ST است که یدکی کارت شبکه آن نیز در زمان تست موجود نبود. در عمل مبدل ها و تجهیزات موجود با سوکت از نوع ST نیز با سرعت ۱۰ مگابیت کار می‌کردند. لذا عملاً امکانی برای ارتباط بین شبکه های ۱۰ مگا و ۱۰۰ مگا میسر نگردید. با مشخص شدن این مشکل کارشناسان این شرکت سریعاً بدنبال راه حل های ممکن گشته و تجهیزات لازم در روز بعد سه شنبه ۹۴/۹/۳ در تهران خریداری گردید و از طریق یکی از کارشناسانی که عازم بوشهر بود به سایت بوشهر انتقال یافت. آزمایش با بکار بردن تجهیز جدید موفقیت آمیز بود. سرعت عمل این شرکت در انتخاب درست و تامین تجهیزات در بسیاری از جنبه ها برای یک نیروگاه ارزشی حیاتی دارد.

۸. دستاوردهای و نتایج بدست آمده

- به‌وجود آمدن بستر اولیه آزمایشگاهی برای سیستم های سطح بالای کنترل نیروگاه (UTLS). این بستر علاوه بر قابلیت توسعه و اتصال به سیستم‌های سطح پایین شبیه سازی شده مانند

Gateway ها و TPTSها درحال حاضر می‌تواند به عنوان یک ابزار تست و آموزشی توسط گروه‌های مختلف مورد استفاده قرار گیرد.

- بدون شک نصب و راه اندازی موفقیت آمیز سیستم JCV70 برروی کامپیوترهای نسل جدید نوید بخش امکان اجرای قسمتی از پروژه اطاق بحران جدید نیروگاه در ساختمان پنج طبقه بدست کارشناسان داخلی است.
- ارتقاء موفقیت آمیز سیستم های کنترلی مبتنی بر LICS206 به سیستم عامل LICS1000 و تست آن در آزمایشگاه سایت اجرای پروژه امکان‌سنجی اطاق بحران قدمی اساسی در خود باوری توانایی نیروهای داخلی در انجام مدرنیزاسیون سخت افزار های سیستم کنترل و ابزار دقیق نیروگاه در آینده ای نه‌چندان دور است.
- سرعت عمل این شرکت در انتخاب و تامین تجهیزات شبکه فیبر نوری و دیگر تجهیزات سخت افزاری می‌تواند به‌عنوان پشتوانه ای برای نیروگاه باشد.
- نسخه جدید تر سیستم عامل کنترل نیروگاه (LICS1000 –2.6.34.14) توسط شرکت ایپوران تهیه شده و نسخه دموی آن در سایت آن شرکت قابل دانلود است. بنظر می‌رسد که نیروگاه بتواند نسخه قابل نصب آن را درخواست نماید. این مهم در آینده نیاز اصلی واحد کنترل و ابزار دقیق نیروگاه خواهد بود.

۹. نکات قابل توجه در طرح پیشنهادی مشاور خارجی

در این قسمت سعی شده خلاصه‌ای از نکات موجود در طرح پیشنهاد مشاور خارجی را مطرح نماییم. سخت افزارهای لازم در این طرح شامل فایروال، مبدل اترنت به فیبر نوری و مواردی مشابه شکل ۱ بنظر مناسب ترین راه حل است. یکی از ویژگی های این طرح پیشنهادی انتقال اطلاعات بصورت یک طرفه

است که در بند ۲.۲ به آن اشاره شده است. در زمینه مشخصات فنی نرم افزاری و روش کارکرد آن موارد زیر مطرح شده است:

- ✓ رابط کاربری اپراتورها مشابه رابط کاربری سیستم های سطح بالا (TLS-U) است و تنها قابلیتهای کنترلی در آن غیر فعال است.
- ✓ لیست سیگنالهای ارسالی مطابق با لیست سیگنالهای سطح پایین (LCC) می باشد.
- ✓ فرمت داده های مورد نیاز ویدیوکادرها مانند سیگنالهای سطح پایین (LCC) است.
- ✓ فاصله بین اطاق بحران و ساختمان ZX را ساختار شبکه فیبر نوری مشخص میکند و حداکثر ۲ کیلومتر است.
- ✓ تاخیر در نمایش داده ها برروی ویدوکادرهای کامپیوترهای اطاق بحران (PCSWI) حدود ۵ ثانیه است (بنظر می‌رسد این تاخیر بدلیل کندی شبکه اصلی نیروگاه و محدودیت در نرخ ارسال اطلاعات باشد، این نکته از مواردی است که در مذاکرات جای بحث دارد).
- ✓ حجم ذخیره اطلاعات ارسال شده حداکثر ۳۰ روز در نظر گرفته شده است (بنظر می‌رسد اطلاعات ارسال شده بر روی سرور یا یکی از کلاینت ها ذخیره می‌گردد که باتوجه به محدودیت فضای ذخیره سازی هارد دیسک باید محدود به یک دوره زمانی باشد).
- ✓ تعداد کامپیوترهای اطاق بحران ۵ عدد در نظر گرفته شده است. در پیشنهاد اشاره شده تعداد کامپیوتر ها می‌تواند تا ۱۶ عدد بنا به درخواست افزایش یابد. در این بند اشاره ای نشده است که علت این امر چیست (این یکی از موارد قابل بحث در مذاکرات است که عامل محدودیت در کجاست؟ نرم افزاری که طراحی می‌شود و یا موارد سخت افزاری و چگونه می‌توان این محدودیت را برداشت و یا مقدار آن را افزایش داد.)

- ✓ کامپیوترهای اطاق بحران می‌تواند برمبنای سیستم عامل لینوکس و یا ویندوز مورد استفاده قرارگیرد (این مورد نیز جای بحث دارد که آیا دو نرم افزار متفاوت تهیه می‌شود و یا اینکه از متد دیگری برای این منظور استفاده می‌کنند).

در مجموع برای مشخص شدن پاره ای از ابهامات لازم است جلسه ای کارشناسی با متخصصین این طرح برگزار شود.

۱۰. پیشنهادات ادامه فعالیت

این شرکت در طی اجرای این پروژه شناخت بیشتری از سیستم های کنترل سطح بالای نیروگاه (UTLS) بدست آورده است. متاسفانه امکاناتی برای ارزیابی و بررسی مدارک به‌دلیل محدودیت ها و زمان کوتاه اجرای پروژه در دسترس نبوده و لذا پیشنهادات این بند با این فرض داده شده که مدارک تخصصی در زمینه های مورد نیاز وجود ندارد.

این شرکت اعتقاد دارد به‌دلیل آنکه ایمنی شرط اول هر کاری در نیروگاه هسته‌ای است لازم است اجرای پروژه انتقال اطلاعات به اطاق بحران جدید نیروگاه توسط و یا با نظارت کامل شرکت خارجی که مسئولیت ایمنی نیروگاه را به‌عهده دارد انجام شود. بدون شک تجربیات و دستاوردهای بدست آمده جزو نکات حائز اهمیتی است که می‌تواند در مذاکرات با طرف خارجی مورد استفاده قرار گیرد. لذا موارد زیر جزو حداقل توانایی است که از طرف این شرکت می‌تواند در اختیار آن مجموعه قرار گیرد تا بتواند از آنها در مذاکرات و یا اجرا پروژه انتقال اطلاعات به اطاق بحران جدید مورد استفاده قرار گیرد.

۱. کارشناسان این شرکت به‌عنوان پشتیبانی فنی یا مشاور فنی نیروگاه به طرف خارجی قرارداد معرفی گردند بطوریکه بتوانند دانش فنی و ملزومات پشتیبانی فنی و توسعه این سیستم را در آینده داشته باشند. در این شرایط علاوه بر آنکه همچنان مسئولیت ایمنی نیروگاه با مشاور باقی

می‌ماند زمینه ای برای ورود یک شرکت داخلی در پشتیبانی فنی نیروگاه به‌وجود خواهد آمد. هرچند ممکن است مشاور خارجی برای این منظور هزینه بیشتری نیز درخواست کند ولی بنظر این شرکت، گزینه بهتری برای آینده نیروگاه است.

۲. از آنجا که نصب و راه اندازی کامپیوترهای داخل اطاق بحران جدید می‌تواند توسط این شرکت اجرا گردد، می‌تواند قسمتی از پروژه توسط مشاور خارجی و قسمتی توسط این شرکت انجام شود. در این قسمت لازم است مشاور خارجی مدارک فنی متناسب با سیستم‌ها را ارائه نماید. هرچند بنظر می‌رسد تقسیم کار مطلوب مشاور خارجی نباشد ولی انتخاب این گزینه به اختیار نیروگاه است.

۳. کارشناسان این شرکت به‌عنوان ناظر اجرای پروژه بکار گرفته شوند بطوریکه بتوانند علاوه بر آشنایی با روش کار مشاور خارجی مشکلات و معایب احتمالی را مطرح و باعث بالا بردن کیفیت اجرای کار شوند. تفاوت این گزینه با گزینه اول در تعهدات مجری طرح می‌باشد.

در کنار پیشنهادات فوق، اجرای پروژه‌ای تحقیقاتی مشابه، برروی آزمایشگاه موجود مستقل از مشاور خارجی مفید به نظر می‌رسد. در این طرح نمونه‌ای از سرور و کلاینت های لازم برای اجرای پروژه توسط این شرکت تهیه خواهد شد و برروی آزمایشگاه موجود راه اندازی و تست می‌گردد. هرچند به‌دلایل ایمنی شاید نتوان از این پایلوت در شبکه اصلی نیروگاه استفاده نمود ولی موفقیت و یا عدم موفقیت در اجرای آن بدون شک دانش فنی و خود باوری کارشناسان و مدیران هر دو مجموعه را بقدری افزایش خواهد داد که بتوانند به‌مرور زمان مسئولیتهای بیشتری را نیز قبول نمایند.