صنعت نفت
Oilindustry.ir
CLICK HERE

Virtual Plant

پالایشگاه مجازی

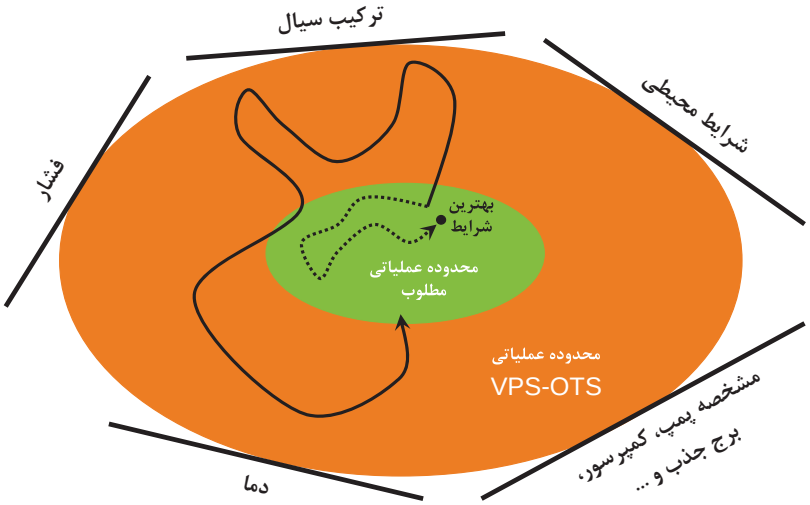
نویسنده: مهندس علی اعظمی
مهندس حسین فرجامی‌پور

امروزه با توجه به گسترده شدن کاربرد کامپیوترها، این وسیله کاربردی به خوبی توانسته به حوزه طراحی، شبیه‌سازی فرایندها و همچنین مباحث آموزش وارد شود. به دلیل امکانات و بستر ویژه‌ای که این وسیله از آن برخوردار است، تاثیر کامپیوتر در سرعت بخشیدن، کاهش هزینه و افزایش دقت در فعالیت‌های اشاره شده کاملاً آشکار می‌باشد. استفاده از برنامه‌های کامپیوتری در ابتدا بخش‌هایی نظیر آموزش ریاضی، شیمی، فیزیک و ... را با توجه به امکانات چندرسانه‌ای و امکان عمق دادن به آنها هدف گرفت، در این راه برنامه‌هایی نظیر Mathlab, Maple, Mathematica در ریاضیات، Mini TAB و SPSS درآمار و برنامه‌هایی نظیر Chemmaths در شیمی مسیر را برای هدف دوم یعنی برنامه‌های شبیه‌سازی مهندسی آماده کردند. در این بخش نرم‌افزارهایی نظیر etap, Hysys, OLGA, InTools, UniSim, ProMax, VMGSim, PDMS و ده‌ها برنامه تخصصی دیگر به خوبی توانستند از عهده وظایف محول شده برآیند. این برنامه‌ها کاهش هزینه، افزایش سرعت و دقت و همچنین کاهش خطا را همزمان به سیستم‌های مهندسی هدیه دادند. از درون این موفقیت‌ها یک هدف دیگر جوانه زد، این هدف شبیه‌سازی فرایندها و آموزش اپراتورها یا به عبارت دیگر ایجاد Virtual plant بود. شبیه‌سازهای پرواز، شبیه‌سازی‌های هدایت سفینه‌های فضایی، کشتی‌های جنگی و بازرگانی، زیردریایی‌ها و تجهیزات جنگی، برنامه‌های نرم‌افزاری پیشرو در این حوزه به حساب می‌آیند. در شبیه‌سازهای اشاره شده، کاهش هزینه، صرفه‌جویی در وقت و افزایش ایمنی در حین آموزش و همچنین امکان آموزش حالت‌های خاصی که در عمل به دلایل فنی یا ایمنی قادر به انجام آنها نمی‌باشیم، باعث گسترش استفاده از آنها شده است. این مزیت‌ها باعث گردیده که برای آموزش اپراتورهای پالایشگاه‌ها، کارخانه‌ها و مجتمع‌های صنعتی نیز سیستم‌های شبیه‌ساز فرایند طراحی و بکار گرفته شوند. ممکن است تصورشود که آموزش اپراتورهای پالایشگاه‌های نفت و گاز به اندازه آموزش خلبانی هزینه‌بردار و پرخطر نمی‌باشد، اما در واقع خطراتی که یک اپراتور با آموزش ضعیف می‌تواند برای پالایشگاه ایجاد نماید، کمتر از مخاطرات پرواز نمی‌باشد. به همین دلیل در سالیان اخیر بیشتر شرکت‌های بزرگ پیمانکاری و شرکت‌های بهره‌بردار تلاش نموده‌اند ضمن طراحی و استفاده از سیستم آموزش اپراتورها OTS[Operator Training Simulator] به میزان کافی این سیستم‌ها را توسعه داده و روزآمد نمایند. برنامه شبیه‌ساز آموزش اگرچه به تنهایی سیستمی کاملاً مفید می‌باشد، اما این شبیه‌ساز می‌تواند در قالب پالایشگاه مجازی (Virtual Plant) قابلیت‌های بسیار بیشتری داشته باشد. در این حالت علاوه بر امکان استفاده آموزشی، می‌توان از این سیستم برای یافتن مشکلات فرایندی و افزایش بازده و کارایی پالایشگاه نیز استفاده نمود. برای طراحی پالایشگاه‌ها غالباً از برنامه‌های شبیه‌سازی فرایند نظیر Hysys, Aspen, ProMax(ProSim, Tsweet), UniSim, SimSci, VMGSim, CADSIM Plus, Petro-Sim™,Pro/II™ و برخی نرم‌افزارهای اختصاص‌تر نظیر GRI Glycalc استفاده می‌شود. این نرم‌افزارها علیرغم مزیت‌های فراوان در هنگام طراحی پالایشگاه، در هنگام آموزش اپراتورها و همچنین در زمان بهره‌برداری کاربرد چندانی ندارند. البته برخی از شرکت‌ها نظیر Honeywell یا bre ادعا دارند که سیستم شبیه‌ساز فرایند آنها دارای امکانات کامل و مناسب آموزش اپراتورها یا شبیه‌سازی هنگام بهره‌برداری می‌باشد. اما در عمل این برنامه‌ها با مفهوم پالایشگاه مجازی کمی فاصله دارند و به صورت معمول برنامه‌هایی که به صورت خاص به عنوان Virtual Plant طراحی شده‌اند از نظر مفهومی برای ارتقا عملکرد پالایشگاه مناسب‌تر می‌باشند. INDISS یکی از این نوع برنامه‌ها می‌باشد که توسط RSI از زیرمجموعه‌های IFP فرانسه توسعه داده شده است. این برنامه توسط شرکت توتال در پالایشگاه فازهای ۲و۳ پارس جنوبی ایران نیز نصب شده است. درحال حاضر برنامه‌های متعددی از سوی شرکت‌های Honywell, Yokogava, RSI, Inversys, Siemens, KBR, CB&I, ENI و ... برای منظور اشاره شده ارائه شده‌اند. این برنامه‌ها غالباً دارای مزیت‌های فراوانی می‌باشند، اما به دلیل آنکه این برنامه‌ها دارای موتور پردازش متفاوت از برنامه طراحی پالایشگاه می‌باشند در برخی اوقات باعث بدست آمدن نتایج متفاوتی می‌شوند. به همین دلیل برخی از طراحان پالایشگاه‌ها ترجیح می‌دهند که از برنامه‌هایی استفاده نمایند که موتور پردازش آنها همان برنامه‌های طراحی مثلا Hysys باشد. البته باید توجه کرد که برخی شرکت‌هایی نظیر bre با ارائه برنامه ProMax همزمان به بازار برنامه‌های طراحی و برنامه‌های مناسب دوره بهره‌برداری توجه دارند. به نظر می‌رسد که در آینده اینگونه برنامه‌ها به گزینه مناسب برای طراحی، آموزش اپراتورها و پالایشگاه مجازی تبدیل شوند، اما در حال حاضر برنامه‌های مستقل با طراحی اختصاصی و با قابلیت پالایشگاه مجازی برای موضوع مورد بحث ما مزیت بیشتری دارند. از سال‌های گذشته بیشتر توسعه‌دهندگان از

عنوان OTS[Operator Training Simulator] برای معرفی سیستم خود استفاده می‌نمودند. اما در واقع OTS فقط بخشی از قابلیت های این سامانه را نشان می‌دهد. به همین دلیل عنوان این مطلب پالایشگاه مجازی یا Virtual Plant انتخاب شده و به نظر می‌رسد که با قابلیت‌های سامانه نزدیکی بیشتری داشته باشد.

سامانه پالایشگاه مجازی چیست؟

این سامانه، یک برنامه نرم‌افزاری برپایه مدل‌های ریاضی، روابط ترمودینامیکی، فرایندهای شیمیایی و روابط فیزیکی می‌باشد. وظیفه آن نمایش گرافیکی واحدهای پالایشگاه از دیدگاه فرایندی می‌باشد. این سامانه متشکل از بخش گرافیک، بخش کنترل مجازی (Virtual Control System) و هم‌چنین بخش‌های مدیریت، کنترل و جمع‌آوری داده می‌باشد. وظیفه بخش گرافیک نمایش قسمت‌های فرایندی مختلف می‌باشد. این نمایش باید به صورت قابل کنترل یا In-teractive باشد و به گونه‌ای چیدمان شده باشد که از نظر بصری اپراتور کاملاً خود را در فضای پالایشگاه حس کند. سامانه Virtual Control System نقش مدلسازی و شبیه‌سازی سیستم کنترل فرایند را برعهده دارد و هم‌چنین سامانه SCADA که با عناوینی چون MMI, HMI و Face Plate نیز شناخته می‌شود، به عنوان بخشی از این سیستم، نقش ایجاد رابطه بین اپراتور و سامانه Virtual Control System را برعهده دارد. سامانه VPS با داشتن رابط گرافیکی مناسب که نمایانگر مشخصات تجهیزات واحد در هر لحظه می‌باشد، به عنوان ابزار فرآوری اطلاعات قادر به ثبت و ضبط وقایع، سنجش عملکرد کاربران، تولید گزارشات مختلف و سایر کاربردهای اطلاعاتی مورد درخواست کارفرما خواهد بود. از این رو از VPS علاوه بر اهداف آموزشی، می‌توان به عنوان ابزاری قوی برای بررسی عملکرد واحد و تصمیم گیری‌های مدیریتی مهندسین فرایند استفاده نمود. به طوری که VPS با شبیه‌سازی دینامیک تجهیزات واحد و سیستم‌های کنترلی، این امکان را برای مهندسین فرایند ایجاد می‌کند که با بررسی تاثیر پارامترهای مختلف عملیاتی بر عملکرد واحد و کیفیت محصولات، بهترین شرایط عملیاتی را برای واحد تعیین نموده و عملکرد آن را بهینه نمایند. هم‌چنین با توجه به سیستم طراحی شده در VPS کاربر می‌تواند مشکلات عملیاتی واحد را به صورت مجازی به نرم‌افزار وارد و اثرات آن را بررسی نماید و راهکارهای حل مشکل را در نرم‌افزار تجزیه و تحلیل نماید. شکل ۱، محدوده عملیاتی واقعی و مجازی را نشان می‌دهد. در این شکل عوامل محدودکننده دستیابی به شرایط بهینه به صورت خط هایی که در حال کاهش محدوده آزادی فضای



شکل ۱ : تصویری مفهومی شامل عوامل تاثیرگذار در تعیین محدوده عملیاتی و مقایسه گستره عملیاتی، عملیاتی مطلوب و بهترین شرایط ممکن

عملیاتی می‌باشند، نشان داده شده‌اند. موضوع قابل ذکر دیگر، تفاوت میان محدوده عملیاتی، محدوده عملیاتی مطلوب و بهترین شرایط می‌باشد. در واقع شکل نشان می‌دهد که محدوده عملیاتی بسیار وسیع تر از محدوده عملیاتی مطلوب است. همچنین این شکل به خوبی نشان می‌دهد که بهترین شرایط عملیاتی به راحتی در دسترس نمی‌باشد. با توجه به امکان آزمایش شرایط مختلف و سعی و خطای بدون هزینه و خطرات احتمالی، می توان امیدوار بود به کمک پالایشگاه مجازی بتوان به حالت بهینه دست یافت.

مزیت سامانه پالایشگاه مجازی

مطابق آمار و تحلیل های انجام شده، پالایشگاه‌ها و واحدهای فرایندی سالیانه نزدیک به ۲۰ میلیارد دلار بابت ۵ درصد توقف در دوره عملیات سالانه زیان می‌بینند. این تحلیل در ماه می سال ۲۰۱۲ میلادی توسط شرکت ABB در یک سمینار در شهر اسلو پایتخت کشور نروژ ارائه شده است. مطابق همین تحلیل ۸۰ درصد مشکلاتی که به توقف یک بخش یا کل واحد فرایندی منتهی می‌شود، قابل پیشگیری می‌باشند. از سوی دیگر حداقل ۴۰ درصد از کل این وقایع ناشی از خطای اپراتورها می‌باشد. شرکت BP گزارش روزهای بهره‌برداری به جای توقف در صورت استفاده از سیستم VPS به مدت ۵ سال در ۴ واحد کارخانه شیمیایی را اینگونه ارائه کرده است:

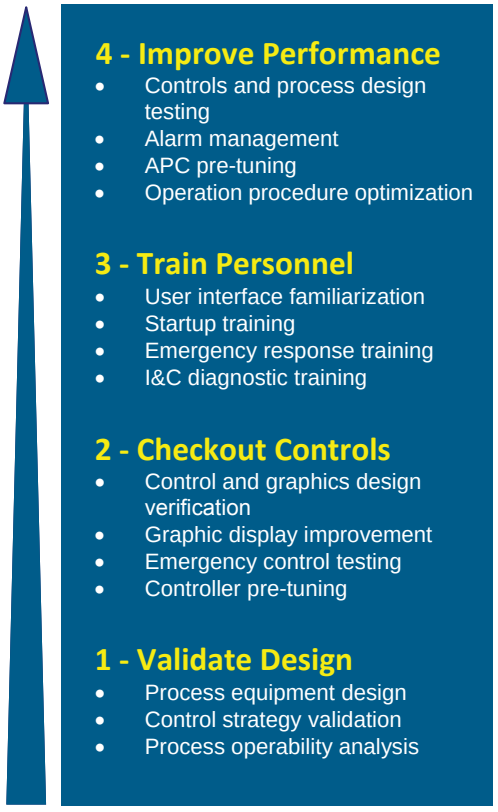
۱- شروع بهره‌برداری اولیه پیش از موعد به مدت ۸ روز
۲- بعد از شروع بهره‌برداری در دوره آزمایشی، به مدت یک روز
۳- کاهش توقف ناشی از Upset به میزان ۲ روز
۴- کاهش هزینه ناشی از کنترل بهتر کارخانه، به میزان یک درصد

شکل ۲ : نمایی از یک پالایشگاه مجازی / اتاق کنترل پالایشگاه

	عنوان	سود سالانه ($)
۱	کاهش زمان‌های در بهره‌برداری اولیه	۲,۲۴۰,۰۰۰
۲	کاهش موقعیت‌های غیرطبیعی	۱,۴۴۰,۰۰۰
۳	ارتقا و توسعه سطح کنترل فرایند	۱,۱۱۰,۰۰۰
۴	کاهش هزینه‌های برای جایگزینی تجهیزات	۱۱۰,۰۰۰
۵	جمع کل	۴,۹۰۰,۰۰۰

جدول ۱ : تخمین سود سالانه در صورت استفاده از سیستم VPS در یک پالایشگاه ۱۰۰ هزار بشکه‌ای نفت‌خام

همچنین در یک واحدفرایندی دیگر و در دوره ۵ ساله BP صرفه‌جویی به میزان ۲۰ میلیون دلار را گزارش نموده است. این مبلغ در واقع بیش از ۲۰ برابر سرمایه‌گذاری اولیه بوده است. در واحدهای فرایندی دیگر نیز BP گزارشات مشابهی ارائه نموده است. در این موارد، کاهش توقف و در نتیجه آن کاهش هزینه‌ها در اثر آموزش بهتر اپراتورها بدست آمده است. واضح است در صورت توجه بیشتر به این سامانه در دوره بهره‌برداری و استفاده از آن برای برداشت و تحلیل اطلاعات به منظور کاهش خطاهای فرایندی، می‌توان در کاهش هزینه‌ها و کاهش زمان‌های توقف به نتایج بهتری دست یافت. **جدول ۱** سودسالانه در صورت استفاده از سامانه پالایشگاه مجازی در یک پالایشگاه ۱۰۰ هزاربشکه‌ای نفت‌خام را نشان می‌دهد. همچنین **شکل ۳** لیست مزیت‌های سامانه پالایشگاه مجازی را در چهار دسته مختلف نشان می‌دهد. اگرچه این چهار دسته



شکل ۳ : لیست مزیت‌های سامانه پالایشگاه مجازی

جداگانه نمایش داده شده‌اند، اما هرکدام از آنها به نوعی در ارتباط با دیگری است و در نهایت همگی در جهت افزایش بازدهی و کارایی می‌باشند. علاوه بر شکل ارائه شده در ادامه لیست کامل‌تری از مزیت‌های سامانه اشاره شده را مشاهده می‌نمایید:

۱- ایجاد یک رویه (Procedure)برای راه‌اندازی، بهره‌برداری و توقف

۲- کاهش ریسک و خطر برای اپراتور، محیط و تجهیزات

۳- آموزش اپراتورها در محیط مشابه محیط واقعی و کاملاً ایمن

۴- افزایش سطح آگاهی، مهارت و آمادگی اپراتورها

۵- آزمایش اصلاحات فرایندی یا تغییرات کنترلی، قبل از اعمال به فرایند اصلی

۶- تشخیص بهتر صلاحیت اپراتور قبل از بکارگیری و استخدام

۷- تشخیص خطاهای فرایندی، کنترل آلارم‌ها و یافتن آسانتر راه حل‌ها

۸- تشخیص و رفع گلوگاه‌ها

۹- تحقق بخشیدن به راه‌حل‌های مهندسی بدون نگرانی از بروز مشکل

۱۰- انتقال منظم رویدادها و سناریوهای بهره‌برداری بین شیفت‌ها

۱۱- کاهش هزینه راه‌اندازی

۱۲- تجمیع پیوسته دانش‌فنی و افزایش تجربه اپراتورها و کارشناسان

۱۳- وجود مدلی برای ارائه وضعیت پالایشگاه و همچنین ذخیره رویدادهای حادثه‌ای

۱۴- افزایش کیفیت محصولات و افزایش کارایی پالایشگاه

۱۵- کاهش تعداد دفعات توقف و افزایش زمان مفید بهره‌برداری

۱۶- کاهش زمان توقف و کاهش زمان راه‌اندازی مجدد

۱۷- هدفمند شدن دخالت اپراتور در فرایند و سیستم کنترل

۱۸- امکان تهیه گزارشات آماری و تحلیل آنها در جهت افزایش بازده کلی

شکل ۴، نمایی از بخش‌های یک پالایشگاه مجازی را نشان می‌دهد. همانگونه که در شکل مشاهده می‌کنید، این سامانه از سامانه آموزشی، مدل سیستم قدرت، مدل ارتباطی و مدل مرکز کنترل تشکیل شده است.

وظایف آموزشی

یکی از هدف‌های اصلی OTS، آموزش پرسنل است. عموماً وظایف آموزشی OTS یک واحد عملیاتی به صورت زیر تقسیم‌بندی می‌شود:

» آموزش فرایند به اپراتورهای جدید

» آشنایی با مفاهیم و قواعد سیستم‌های کنترل

» زمینه‌سازی آموزش بدون اضطراب و ایجاد ریسک

» ایجاد یک معیار کمی برای ارزیابی عملکرد اپراتور در مواجه با شرایط مختلف

VPS اهداف آموزشی با شبیه‌سازی دینامیک تجهیزات واحد و سیستم‌های کنترلی را ادغام می‌کند و این امکان را برای مهندسان فرایند ایجاد می‌کند که با بررسی تاثیر پارامترهای مختلف عملیاتی بر عملکرد واحد و کیفیت محصولات، بهترین شرایط عملیاتی را برای واحد تعیین نموده و عملکرد آن را بهینه نمایند. بهینه‌سازی فرایند مخصوصا در زمانی که شرایط خوراک واحد تغییر پیدا می‌کند، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به علاوه از VPS به عنوان ابزاری در دست اپراتور تازه کار برای سنجش عملکرد تجهیزات واحد استفاده می‌گردد. به طور مثال با انجام مورد کاوی بر روی دمای سیالات، ورودی و خروجی از مبدل‌های حرارتی می‌توان میزان جرم گرفتگی آن‌ها را از طریق محاسبه افزایش مقاومت حرارتی (ناشی از جرم‌گرفتگی) محاسبه نمود و با انجام بررسی‌های فرایندی به کمک VPS می‌توان بازدهی سینی‌های برج (یا ستون‌های پرشده) را برای تفکیک مواد به صورت کمی اندازه‌گیری نمود. در این حالت هدف افزایش

دانش و تسلط اپراتور بر روی فرایندها و تجهیزات می‌باشد. به دلیل عدم نگرانی اپراتور از آسیب وارد شدن به تجهیزات یا بروز خطا در فرایند، او با آرامش بیشتری به افزایش دانش و دانسته‌های خود می‌پردازد. برخی از قابلیت‌های VPS به عنوان یک ابزار آموزشی عبارتند از:

» انجام مطالعات مختلف بر روی سیستم و افزایش دانش و دانسته‌ها

» رفع مشکلات عملیاتی و مرتفع کردن گلوگاه‌های سیستم به عنوان تمرین و به صورت مجازی

» انجام بررسی‌های مختلف در خصوص تاثیر تغییر در فرآیند و تنظیم تجهیزات

» بهبود سرعت عمل اپراتور در قبال اتفاقات

علاوه بر موارد کلی اشاره شده استفاده از VPS در بعد آموزشی دارای مزیت‌های زیر می‌باشد:

» یادگیری بررسی و آزمایش حلقه‌های کنترلی

» یادگیری نحوه اعتبارسنجی منطق واحدهای فرایندی

» بررسی و آزمایش منطق شروع و توقف موتورها

» یادگیری نحوه ارزیابی وضعیت پایداری کنترل‌ها

» یادگیری روش بررسی Logic sequences

تشریح پروژه

آموزش اپراتورها و بررسی مشکلات احتمالی تجهیزات و فرایندها از جمله روال‌های روزمره و حیاتی برای واحدهای مرتبط با صنایع نفت و گاز محسوب می‌شود. آموزش اپراتورها معمولاً پس از احداث واحدهای جدید یا در زمان آغاز به کار پرسنل جدید مورد توجه واقع می‌شود. با توجه به حساسیت و اهمیت بالای فرایندهای پالایشگاهی و پیچیدگی‌های خاص تجهیزات و سیستم کنترل واحد، ایجاد آشنایی کامل اپراتورها با نحوه عملیات و آمادگی آن‌ها برای کنترل واحد در شرایط عادی و اضطراری و هم‌چنین اتخاذ بهترین تصمیم‌ها برای سیستم از اهمیت فوق‌العاده برخوردار است. این موضوع با توجه به رشد تکنولوژی وسایل ابزار دقیق اهمیت بیشتری یافته و ضرورت آموزش اپراتورهای جدید را با نحوه عملکرد ادوات اجتناب‌ناپذیر می‌نماید. از سوی دیگر به دلیل احتمال وجود پنداشت‌های مختلف از رفتار واحد، تهیه ابزاری جهت بازآموزی و ارتقای کیفیت آموزشی اپراتورهای با تجربه نیز ضروری به نظر می‌رسد. شبیه‌ساز آموزش‌دهنده اپراتور، در حقیقت تلفیقی از نرم‌افزارها و سخت‌افزارهایی است که اتاق کنترل واحد را تا حد امکان با اتاق کنترل واقعی مشابه‌سازی می‌نماید با این تفاوت که در این شبیه‌سازها به جای اعمال تغییر در واحد واقعی، تغییرات در مدل شبیه‌سازی شده آن اعمال می‌گردد و تجهیزات و ادوات کنترلی واحد، جای خود را به تجهیزات کنترل مجازی می‌سپارند. به طور کلی شبیه‌ساز آموزش‌دهنده اپراتور، واحدهای عملیاتی را قادر می‌سازد تا علاوه بر افزایش ایمنی (Safety) در واحد و کاهش زمینه بروز حوادث (Incident) قابل پیش‌بینی و غیر قابل پیش‌بینی در واحد، کارایی (Performance) فرایند را بهبود بخشند. در حین تمرین با سیمولاتور، اپراتورها علاوه بر آشنایی عمیق با مفاهیم فرایندی و کنترلی، مهارت کنترل دقیق واحد را نیز پیدا نموده و برای عملیات تحت شرایط حساس، تجربه‌اندوزی خواهند کرد. VPS، در بخش آموزش، اپراتورها را قادر می‌سازد تا شرایط مختلفی از جمله راه‌اندازی(Start Up)، از کاراندازی اضطراری(Shut-down) تجهیزات و واحد را همانند عملکرد در شرایط نرمال و غیر نرمال واحد تمرین نمایند. بر این اساس شبیه‌ساز واحدهای عملیاتی پالایشگاه جهت آشنایی و بررسی عملکرد فرآیند واحدها در شرایط عملیاتی نظیر موارد زیر ایجاد می گردد:

» عملیات پایدار و روزانه واحد (Steady-Stat Operation)

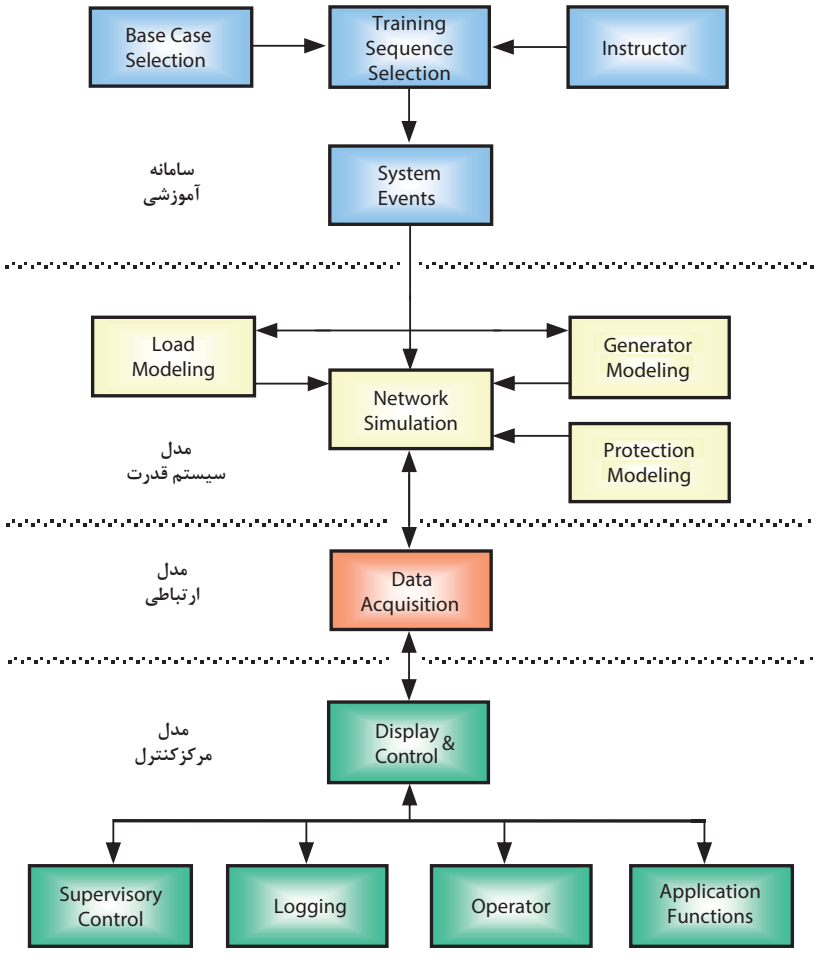
» راه‌اندازی (Start Up) سرد و گرم واحد

» از کاراندازی واحد (Shut in & Blow down)

» عملیات اضطراری و غیر عادی واحد (Shut down)

» بهینه‌سازی عملیات واحد در شرایط مختلف (Optimization)

» مشکلات عملیاتی (Operating Problem)



شکل ۴ : نمایی از بخش‌ها و لایه‌های یک پالایشگاه مجازی

اجزای سامانه

به منظور ایجاد حداکثر شباهت بین VPS و محیط واقعی واحد، معمولاً سعی می‌شود تا مکان نصب سامانه و شکل ظاهری ترمینال‌های آن و حتی رنگ دیوار و دکوراسیون مطابق با واحد اصلی باشد. صرف‌نظر از این گونه شباهت‌سازی‌ها، اجزای ظاهری VPS از مجموعه‌ای از سخت‌افزارها و نرم‌افزارها تشکیل شده است که عبارتند از:

» ترمینال‌های اپراتوری (Operator Console)

» ترمینال مربی آموزشی (Instructor Console)

» سیستم‌های سخت‌افزاری شبیه‌ساز واحد (Simulation Systems)

» ترمینال اپراتور

این ترمینال که در حقیقت همان صفحه کنترل آموزشی می‌باشد و به صورت دقیق مشابه با صفحه کنترل (Control Panel) واقعی تهیه می‌شود، به طوری که از ظاهری و شکل فیزیکی و نیز از نظر توابع و عملکرد آن، این شباهت وجود داشته باشد. با توجه به این‌که سیستم‌های کنترل فرایند VPS مبتنی بر شیر کنترل‌ها و ادوات کنترلی مجازی است، لذا دستورات صادرشده از طرف اپراتور از طریق ترمینال مربوطه، به جای ارسال به شیر کنترل واقعی به مدل نرم‌افزاری فرستاده می‌شود و این فرامین سبب ایجاد تغییر در المان‌های کنترلی تجهیزات، ایجاد تغییر در مسیر فرایند و در نهایت سبب ایجاد تغییراتی در مدل نرم‌افزارهای واحد می‌گردد. از سوی دیگر پارامترهای عملیاتی واحد شامل دما، دبی جریان‌ها و سطح مایعات در ظروف، به صورت مجازی از مدل شبیه‌سازی شده به صفحه کنترلی آموزشی منعکس گردیده تا اپراتور پس از مشاهده، در مورد آن‌ها تصمیم‌گیری نماید. تمامی آلارم‌ها (Alarm)، وسایل اندازه‌گیری (Gauge)، وسایل ثبت (Record)، وسایل کنترل (Control) و سایر موارد مشابه، دقیقاً همانند Control panel واقعی در ترمینال اپراتور لحاظ می‌شوند.

Company	System name
Invensys	SimSci®, DYNim®, PRO/II®, Connoisseur™
BR&E	TSWEET®, ProSim®, ProMax®
Aspentech	1,110,000
Capesoftware	VP Link®, Test Compiler®, XP TrendCorder®
Siemens PLM Software	PLM, SIMATIC
RSI	Indiss Plus
ProSim	ProSim Plus
GSE Systems	OpenSim™, SimExec™
Kongsberg O&G Tech	LedaFlow®
KSU	-
Westinghouse	-
Virtual Materials Group	VMGSim™
Honeywell	UniSim
Aurel Systems Inc.	CADSim Plus
SPT Group(a SLB company)	OLGA™, Drillbench, WELLFLO, FORGAS
Yokogawa	VMmaster, OmegaLand
Emerson Process Management	DeltaV OTS

جدول ۲ : سیستم‌های کنترل متداول و شرکت‌های سازنده این سیستم‌ها

» ترمینال مربی آموزشی

علاوه بر ترمینال‌های اپراتور، یک یا چند ترمینال برای مربیان و مهندسین فرایند وجود دارد که مشابه با ترمینال‌های اپراتوری دارای قابلیت ارتبط متقابل با سیستم کنترل مجازی‌اند با این تفاوت که این ترمینال‌ها از سطح دسترسی بالاتری به داده‌ها و پارامترهای فرایندی برخوردار می‌باشند. به طور مثال از طریق یک ترمینال سرپرستی می‌توان یک پمپ را به صورت غیرعادی از کار انداخت یا می‌توان در ترکیب خوراک ورودی به واحد ایجاد تغییر نمود. این ترمینال به گونه‌ای تنظیم شده است که می‌تواند برای افراد زیر کاربرد داشته باشد:

» مربی آموزشی (Instructor)

» مهندسین (Engineers)

» سرپرست سیستم (System Administrator)

» مدیران (Managers)

ماهیت نرم‌افزاری VPS موجب می‌گردد تا امکان طراحی و پیاده‌سازی ابزارهای مختلف ذخیره، پردازش و تحلیل اطلاعات فرایندی برای سرپرستان، مدیران و مهندسان واحد بر حسب نیاز فراهم باشد.

» سیستم‌های سخت‌افزاری شبیه‌ساز واحد

نرم‌افزارهایی که وظیفه شبیه‌سازی تجهیزات واحد و سیستم‌های کنترلی مرتبط با آن را برعهده دارند، بر روی یکی یا چند کامپیوتر مجزا نصب می‌شوند و به عنوان سرویس‌دهنده (Server) و از طریق اتصالات شبکه‌ای به ترمینال‌های اپراتوری و سرپرستی متصل می‌گردند. شکل ۵ چیدمان تجهیزات VPS را نشان می‌دهد. در شکل یاد شده باید در نظر داشت که ترمینال اپراتور می‌تواند به صورت صفحه کنترل آموزشی یا مانیتور باشد که البته انتخاب آن بنا به درخواست و نوع سیستم کنترل موجود در واحد تعیین می‌گردد. علاوه بر ۳ جزء اصلی تشکیل‌دهنده سیمولاتور، سایر اجزای فرعی آن عبارتند از:

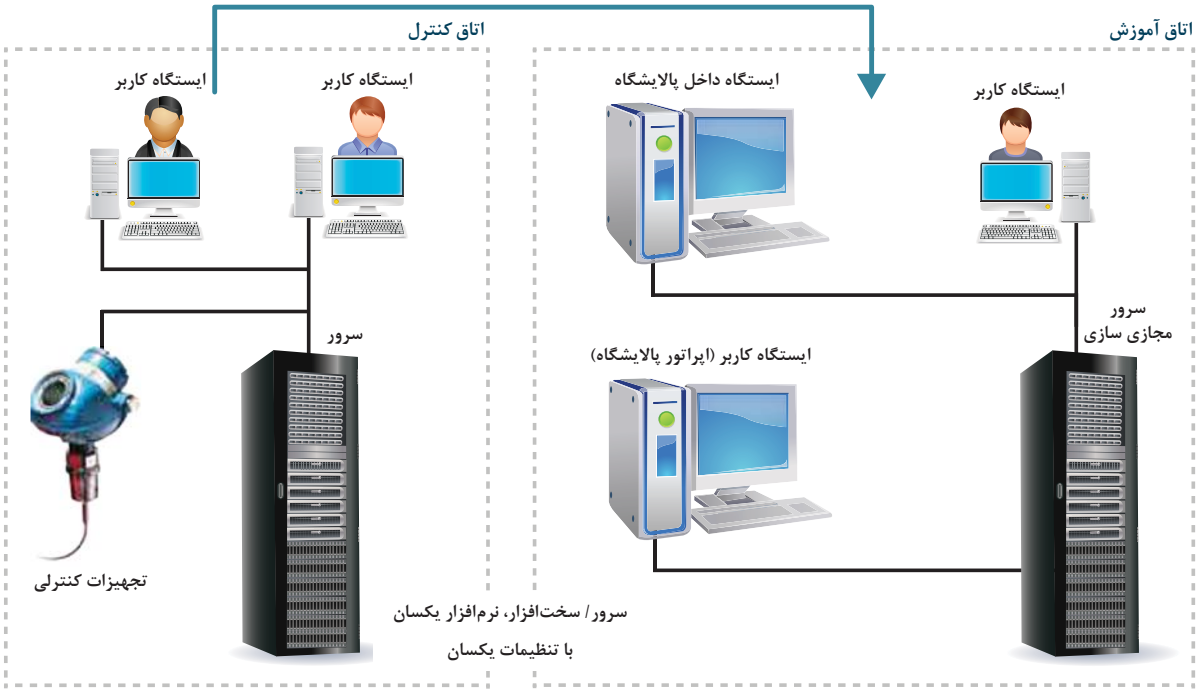
» ترمینال جایگزین نیروی حاضر در سایت

» چاپگرها

» خطوط ارتباطی

تشریح فنی و نرم‌افزاری اجزای سامانه

سامانه VPS از نظر منطق می‌تواند شامل سطح‌های مختلفی باشد. یکی از سامانه‌های مناسب، سامانه‌ای است که از سه سطح؛ سامانه SCADA، سامانه کنترل مجازی و سامانه واحد مجازی تشکیل شده است. همان‌طور که در عالم واقع، تجهیزات فرایندی و سیستم کنترلی واحد (به انضمام سیستم اسکادا) دارای ماهیت جداگانه‌ای هستند، در VPS نیز چنین مرز مشخصی بین اجزای سیستم ترسیم شده است.



شکل ۵ : چیدمان کلی سامانه پالایشگاه مجازی

» واحد مجازی یا Virtual Plant

واحد مجازی هسته اصلی VPS می‌باشد که وظیفه آن مدلسازی دینامیکی تجهیزات واحد است. این بخش مجموعه‌ای از مدل‌های نرم‌افزاری واحد است که به صورت موازی و هم‌زمان رفتار هر یک از تجهیزات فرایندی از قبیل لوله‌ها، درام‌ها، پمپ‌ها، کمپرسورها، مبدل‌های حرارتی، برج تقطیر، ستون‌های جاذب ملکولی و دیگر تجهیزات فرایندی را مدل‌سازی می‌نماید. هر یک از تجهیزات واحد در Virtual Plant، به صورت یک Object تفسیر می‌شود که دارای ورودی و خروجی‌های فرایندی، ورودی و خروجی‌های انرژی و ورودی و خروجی‌های منطقی است. به طور مثال یک لوله یک Object با دو

	عنوان فعالیت
۱	Kickoff meeting
۲	Detailed functional specification (DFS)
۳	Build the dynamic process model
۴	Stage simulation hardware (four workstations)
۵	Model validation test (MVT) in Athens, Greece
۶	Stage DCS hardware and software in Moscow, Russia
۷	Load plant DCS database
۸	System integration (Simulator and DCS)
۹	FAT[Factory Acceptance Test]
۱۰	SAT[Site Acceptance Test]

جدول ۳ : عنوان فعالیت‌های طراحی و آزمایش یک VPS

ورودی / خروجی فرایندی و یک ورودی / خروجی انرژی است که بر حسب گرادیان فشار، جریان فرایندی به هر یک از I/Oهای فرایندی آن وارد شده یا از آن خارج می‌گردد. هم‌چنین این Object بر اساس شرایط دقیقی که بر اساس محاسبات انتقال حرارت تعیین می‌گردد، می‌تواند از طریق I/O حرارتی گرما جذب نموده و یا دفع نماید. تجهیزاتی نظیر پمپ‌ها، کمپرسورها و شیرهای کنترل و ابزارهای اندازه‌گیری نظیر دبی‌سنج‌ها علاوه بر I/Oهای فرایندی و انرژی دارای I/Oهای منطقی نیز هستند که بر حسب نوع، سیگنال‌های ورودی را دریافت و یا سیگنال خروجی ارسال می‌کنند. به منظور ایجاد هماهنگی بین Objectهای تجهیزات فرایندی، بخش جداگانه‌ای در Virtual Plant تحت عنوان Virtual Plant Server وجود دارد که وظیفه آن ایجاد هماهنگی بین ورودی و خروجی Objectها و هم‌زمان‌سازی آن‌هاست. بخش Virtual Plant Server یا به اختصار VPServer از طریق اختصار TCP/IP با هر یک از Equipmentها ارتباط دارد. در صورتی که حجم محاسبات یک Equipment (مانند ستون پرشده)، به اندازه‌ای زیاد باشد که انجام آن مستلزم استفاده از یک CPU اختصاصی باشد، اتصال TCP/IP این امکان را فراهم می‌آورد که مدلسازی این تجهیز در یک کامپیوتر جداگانه و با هر نرم‌افزار دلخواهی و از طریق اتصال شبکه صورت پذیرد. به بیان دیگر به دلیل وجود یک پروتکل مشترک بین VPServer و هر یک از equipmentها، این امکان فراهم می‌گردد که مدل‌سازی هر یک از تجهیزات با هر نرم‌افزار دلخواه و هم‌چنین در سخت‌افزار خاصی انجام پذیرد. اگرچه با استفاده از این معماری امکان استفاده از سخت‌افزارها و نرم‌افزارهای جداگانه فراهم آورده شده است، لیکن در صورت عدم لزوم به استفاده از نرم‌افزار و سخت‌افزارهای جداگانه، امکان استقرار چندین Equipment بر روی یک CPU و حتی یک نرم‌افزار وجود خواهد داشت. به علاوه در صورتی که لازم باشد تا بخش VPServer و هر یک از Equipmentها بر روی یک CPU مستقر گردد، اتصال TCP/IP می‌تواند به صورت مجازی بین VPSserver و هر یک از Equipmentها بر روی یک CPU برقرار گردد.

علاوه بر برقراری ارتباط و هم‌زمان‌سازی بین تجهیزات مختلف، بخش VPServer مسئول تنظیم روابط فی‌مابین تجهیزات است. بدین ترتیب که پیوند بین ورودی و خروجی جریان‌های فرایندی،

انرژی و منطقی در این بخش برقرار می‌گردد. بخش VPServer بر اساس پروفایل فشار مسئول تعیین نوع ورودی (I) یا خروجی بودن (O) هر یک از I/Oاهای فرایندی می‌باشد که در اصطلاح به آن Pressure/Flow Management گفته می‌شود. انجام کلیه تنظیمات مربوط به Virtual Plant از طریق کنسول محلی و یا در صورت لزوم از طریق اتصال شبکه و توسط سرپرست سیستم (Admin) امکان‌پذیر خواهد بود. هرگونه تغییری که در واحد (Plant) قابل اعمال باشد، توسط سرپرست Virtual Plant اعمال می‌گردد. این تغییرات می‌تواند شامل:

» تغییرات در خوراک ورودی به واحد

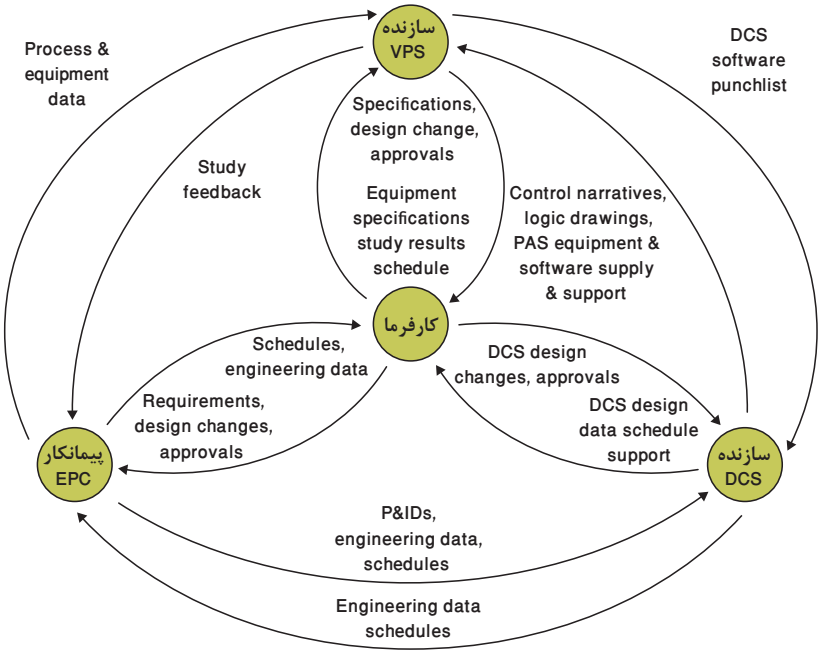
» تغییر در عوامل محیطی نظیر دما و رطوبت هوا

» فعال کردن رویدادها (Events) در تجهیزات

از بین تغییرات فوق، موارد اول و دوم کاملا واضح است. در ادامه توضیح مختصری درخصوص «رویدادها» ارائه می‌شود:

» فعال‌کردن رویدادها (Events) در تجهیزات

سرپرست سیستم Virtual Plant قادر به فعال‌کردن رویدادهای تعریف شده (Events) در هر یک از تجهیزات می‌باشد. به طور مثال اگر رویداد «خراب شدن ناگهانی» یا «قطع برق» برای یک پمپ تعریف شده باشد، سرپرست Virtual Plant قادر است تا در زمان شبیه‌سازی، این رویداد را فعال ساخته و سبب توقف ناگهانی یک پمپ در Virtual Plant گردد. بر حسب رویدادهای محتملی که به صورت فیزیکی برای هر تجهیز می‌تواند واقع شود، نظیر ترکیدگی در لوله و اتصالات، آتش گرفتن یک تجهیز، قطع برق ورودی به یک تجهیز، از کار افتادن یک شیر کنترل و رویدادهایی از این دست، لازم است تا در زمان مدلسازی تجهیزات، روال‌های مربوطه برای هر تجهیز به صورت Customize تهیه شود و سپس (بر اساس سناریوی آموزشی) در زمان اجرای OTS این روال‌ها توسط Admin مربوطه فعال گردد. ایجاد اتصال منطقی بین تجهیزات فرایندی و بخش Virtual Control System از طریق VPServer و بر اساس یک پروتکل استاندارد صورت می‌پذیرد. هرگونه سیگنال منطقی که از طریق تجهیزات فرایندی برای سیستم کنترل ارسال می‌گردد و هم‌چنین کلیه سیگنال‌های فرستاده شده از سیستم کنترل به هر یک از تجهیزات، ابتدا در بخش VPServer مورد پردازش قرار گرفته و پس از استانداردسازی بر اساس پروتکل فی‌مابین، عمل انتقال داده انجام خواهد شد. استفاده از پروتکل استاندارد بین Virual Control System و Virtual Plant و هم‌چنین ارتباط TCP/IP باعث می‌گردد تا امکان تفکیک سخت‌افزاری و نرم‌افزاری این سیستم‌ها فراهم گردد.



شکل ۶: ارتباط میان کارفرما، پیمانکار اصلی و سازندگان سیستم کنترل و پالایشگاه مجازی به همراه جریان مدارک میان آنها

کلیات مدل‌سازی و اجرای پروژه

» جریان‌های فرایندی

در قسمت قبل اشاره شد که هر یک از تجهیزات فرایندی موجود در Virtual Plant به صورت یک Object با چندین جریان فرایندی (Material Stream)، جریان انرژی (Energy Stream) و جریان منطقی (Logical Stream) مدلسازی می‌شود. جریان‌های فرایندی (Material Stream) به آن دسته از جریان‌هایی اطلاق می‌شود که مشخص‌کننده ورود یا خروج ماده از تجهیزات هستند. جریان‌های فرایندی اطلاعات مربوط به دما، فشار، تعداد فازها، دبی و ترکیب هر یک از فازها را در خود نگه‌داری می‌کنند. به هر یک از تجهیزات فرایندی ممکن است چندین جریان وارد و یا خارج شود. به طور مثال یک لوله دارای دو جریان فرایندی (I/O) و یک مبدل پوسته و لوله دارای چهار جریان فرایندی است. جریان‌های فرایندی در هر یک از تجهیزات به دو دسته ورودی (I) و خروجی (O) تقسیم می‌شوند. همان‌طور که گفته شد I یا O بودن جریان‌های یک تجهیز بر اساس اختلاف فشار (به بیان دقیق‌تر Head جریان) و توسط Virtual Plant Server محاسبه و تعیین می‌گردد. در هنگام شبیه‌سازی، هر یک از تجهیزات، اطلاعات مربوط به جریان‌های ورودی به خود را از VPS دریافت نموده و بر اساس روال‌های محاسباتی داخلی، مشخصات جریان‌های خروجی را محاسبه و برای VPS ارسال می‌کنند. با توجه به این‌که جریان خروجی از یک تجهیز (به عنوان مثال یک مبدل حرارتی) خود به عنوان جریان ورودی به یک تجهیز دیگر (مثلاً لوله) محسوب می‌شود، خواص محاسبه شده برای جریان خروجی از هر تجهیز مانند دما، فشار، دبی اجزای هر یک از فازها، توسط VPServer به تجهیز دریافت‌کننده جریان منتقل شده و این کار از نقطه ورود خوراک به واحد تا نقطه خروج محصولات ادامه پیدا می‌کند.

» محاسبات تعادل فازی و خواص سیالات

محاسبات تعادل فازی (Flash Calculation) و محاسبات خواص فیزیکی یکی از مهم‌ترین اجزای مدل‌سازی فرایند می‌باشند. محاسبات تعادل فازی تعیین‌کننده نحوه توزیع اجزای جریان بین فازهای مختلف بوده و هم‌چنین محاسبات خواص فیزیکی، ترمودینامیکی هر یک از فازهای سیال را نشان می‌دهد. با توجه به پیچیده بودن محاسبات تعادل فازی و خواص فیزیکی، محاسبات این بخش حجم عمده‌ای از کل محاسبات Virtual Plant را تشکیل می‌دهد. در این معماری انجام محاسبات تعادل فازی و خواص فیزیکی توسط هر یک از مدل‌های نرم‌افزاری تجهیزات انجام می‌شود. به طور مثال نحوه توزیع

جریـان ورودی به یک فلش درام به دو فاز مایع و گاز و خـواص جریان‌های خروجـی از آن (دما، فشـار، دبی اجزای هر یـک از فازهـا) در داخل مـاژول فلـش درام انجام می‌پذیـرد. این معماری سبب تفکیک وظایف شده و بار محاسباتی را بین اجزای سیستم Vritual Plant توزیع می‌نماید.

» مدل‌سازی تجهیزات

بـرای هـر یـک از تجهیـزات موجـود در واحدهای پالایشـگاهی یک مـدل نرم‌افزاری در Virtual Plant وجـود دارد که رفتار آن تجهیز را شبیه‌سازی می‌کند. هر یک از تجهیزات، اطلاعات جریـان یـا جریان‌هـای ورودی را از VPServer دریافت کرده و پس از انجام محاسبات، اطلاعات جریـان یا جریان‌های خروجی را برای VPServer ارسـال می‌کننـد. با توجـه به این‌که مدل‌سـازی ریاضی تجهیزات، مسـتلزم صرف زمـان و هزینه نسبتاً زیادی است، در این نوع پروژه‌ها سعی بر آن اسـت که تا حد امکان از ابزارهـای موجود برای مدل‌سـازی تجهیزات اسـتفاده گـردد. به جرأت می‌تـوان گفت که مدل‌سـازی دقیق تجهیزات در بخـش Virtual Plant، حسـاس‌ترین بخش VPS اسـت، زیرا این سیسـتم برخلاف سیستم کنترل و سیستم اسـکادا که دارای ماهیت منطقی و ریاضی هسـتند، دارای ماهیتی فیزیکی - شیمیایی است و مدل‌سـازی رفتار آن به مراتب از دو سیستم دیگر پیچیده‌تر می‌باشد. با توجه به این‌که از VPS انتظار می‌رود تا قادر به شبیه‌سـازی دقیق رفتار تجهیزات واحد و سیسـتم کنترلی باشـد، مدل‌سـازی دقیق رفتار تجهیزات فرایندی اهمیت فوق‌العاده‌ای پیدا خواهد کرد. این موضوع به‌خصوص در شبیه‌سازی تجهیزاتـی کـه دارای رفتارهای پیچیده هسـتند، صدق می‌کند. به منظور حصول اطمینان از انطباق دقیق تجهیزات مدل‌سازی شده با تجهیزات واقعی واحد، یک فاز جداگانه برای جمع‌آوری اطلاعات از واحد واقعی و کالیبره کردن تجهیزات بر اساس این اطلاعات پیش‌بینی می‌شـود. در پایان این فاز انتظـار می‌رود که مدل‌هـای نرم‌افزاری تجهیزات قادر به شبیه‌سازی دقیق رفتار دینامیکی هر یک از تجهیـزات واحد باشـند. در مواردی کـه احتمال وجود رفتاری خاص در یک تجهیز وجود داشـته باشـد، این رفتار باید از طریق ایجاد کد نرم‌افزاری و سفارشـی‌کردن آن تجهیـز (Customization) لحاظ گردد. به عنوان مثال به دلیل پایین بودن دما در برخی از خطوط انتقال واحدها و احتمال ایجاد هیدرات در آن‌ها، لازم است تا ایجاد هیدرات در لوله و شـرایط تشـکیل آن مدل‌سـازی شده و به صورت کدهای نرم‌افزاری پیاده‌سـازی گردد. به علاوه ماهیت نرم‌افزاری Virtual Plant امکان اضافه نمودن برخی از رویدادهای خاص (Events) موردنظر از قبیل ایجاد لرزش در تجهیزات دوار، آتش‌سوزی در تجهیزات، از کار افتادن شیر کنترل و مواردی از این دست را فراهم می‌نماید. از این رو لازم است تا در آغاز پروژه، رفتارها و رویدادهای مورد انتظار از تجهیزات توسط کارگروهی مشترک (بین مجری و کارشناسان کارفرما) تدوین گردیده و تجهیزات بر اساس آن مدل‌سازی سفارشی گردند.

» سامانه کنترل مجازی

سـامانه کنترل مجازی در VPS نقشی مشابه با سیستم‌های کنترل فرایند در واحد واقعی را برعهده دارد. این سامانه از مجموعه‌ای از حلقه‌های کنترلی تشکیل شده که مطابق با الگوریتم کنترلی واحد واقعی، قادر به کنترل واحد مجازی است. در هر لحظه سیستم کنترل مجازی مقادیر عملیاتی (Process Value OR PV) را از Virtual Plant دریافت کرده و با مقایسـه آن با Set Pointهای دریافت شـده از SCADA، بر اساس الگوریتم خاص کنترلی، دستورات لازم را برای المان‌های کنترلی نظیر شیرکنترل‌ها و سایر تجهیزات در قالب یک پروتکل استاندارد به Virtual Plant ارسال می‌دارد. ایـن تنظیمات پـس از تفسـیر در Virtual Plant Server به صورت ورودی‌های منطقی برای المان‌های کنترلی (شـیر کنترل‌ها و...) ارسال خواهد شد.

Index	Activity	Owner	EPC	MAC	VPS provider
	Phase 0 – Concept phase				
1	Define VPS statement of goals	R			
	Phase 1 – Front end engineering design (FEED) phase				
2	Develop VPS specification	A		R	C
3	Define engineering study requirements	R	C	C	C
4	Develop initial VPS execution plan & schedule	A/R		R/C	C
5	Define VPS Scope in EPC & DCS Contracts	R	C	C	C
6	Develop VPS cost estimate for VPS equipment and provider services	R			C
7	Develop cost Estimate for DCS Equipment and Support Services (EPC, DCS)	A	R	R	C
	Phase 2 – Detailed design, procurement & implementation				
8	VPS procurement / contracting	R	C	C	C
9	VPS kickoff meeting	R	I	I	I
10	Develop integrated schedule	R	C	C	C
11	Update in-house execution plans with agreed VPS milestone dates	A	R	R	R
12	Provide facility engineering & process data	I	R	I	I
13	Provide packaged equipment control system Software & data	I	R	I	I
14	Provide DCS equipment & software to VPS provider	A		R	C
15	Model development		C	I	R
16	Develop facility Standard Operating Procedures (SOPs)	R	C	C	I
17	Conduct VPS studies	I	C	C	R
18	Assess/authorize VPS study-initiated changes impacting EPC and MAC.	R	C	C	I
19	VPS-DCS Integration & Testing	A		C	R
20	Implement OTS study-initiated & approve changes to facility and DCS designs	A	R	R	I
21	Train OTS trainers				R
22	Train operators, verify SOPs	R/A	C/R	C	C
	Phase 3 – Operations & maintenance phase				
23	Long term VPS management & support	R		C	C

R- Responsible, A – Approve, C – Consult, I – Inform

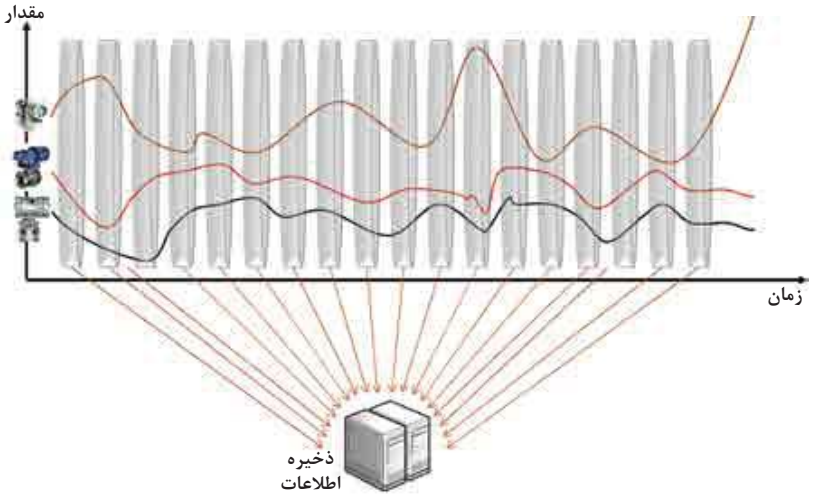
جدول ۴ : ماتریس مسئولیت‌ها در ساخت، آزمایش و راه‌اندازی پالایشگاه مجازی

» سامانه کنترل، مدیریت و جمع‌آوری داده

سامانه کنترل، مدیریت و جمع‌آوری داده (Supervisory Control And Data Acquisition) وظیفه ایجاد ارتباط بین کاربران و سیستم کنترل واحد را برعهده دارد. این سامانه که تحت عنوانی چون رابط انسان - ماشین (HMI or MMI) و یا Face Plate هم شناخته می‌شود، قادر است تا داده‌های تولید شده در بخش کنترل مجازی را در قالب‌های گرافیکی مناسب برای کاربر به نمایش درآورد. از سوی دیگر این سامانه به عنوان رابطی بین کاربر و سیستم کنترل عمل کرده و دستورات کاربر را به سیستم کنترل منتقل می‌نماید. علاوه بر ایجاد رابطه دوجانبه بین کاربر و سیستم کنترل، اسکادا وظایفی از قبیل جمع‌آوری، تحلیل و طبقه‌بندی اطلاعات را بر عهده دارد. جمع‌آوری History اطلاعات، نمایش عملکرد کاربر و تجهیزات در طول زمان، سنجش عملکرد کاربر بر اساس معیارهای مشخص و به طور کلی هرگونه فعالیتی که در برگیرنده فرآوری و پردازش اطلاعات باشد، در این لایه انجام می‌پذیرد. به طور سنتی سیستم‌های اسکادا (یا عناوین مشابه) شامل یک یا چند کنسول هستند که بخش‌های مختلف فرایند را در قالب تصاویر گرافیکی برای کاربر به نمایش در می‌آورند و در آن‌ها ابزارهای مناسبی برای صدور فرامین، نمایش اطلاعات و تولید گزارشات در نظر گرفته شده است. با توجه به ماهیت نرم‌افزاری سیستم اسکادا، محدودیت خاصی برای تعداد کنسول‌ها و سطوح دسترسی به داده‌های واحد وجود نداشته و این امکان به صورت بالقوه وجود دارد که رابط گرافیکی اسکادا، سطوح دسترسی افراد و گروه‌ها، گزارشات، ابزارهای نمایش اطلاعات، سناریوهای آموزشی و مدیریت آلارم‌ها و سایر موارد کاملاً بر اساس نیاز واحدها تهیه گردد.

» بخش History

بخش History یکی از اصلی‌ترین بخش‌های مورد استفاده در سیستم VPS به شمار می‌رود. این بخش سرپرستان را قادر می‌سازد تا تمام یا بخشی از اطلاعات رد و بدل شده بین SCADA و Virtual Control System را ثبت و ضبط نمایند. به طور مثال در این بخش می‌توان چنین تعریف نمود که «کلیه دستورات فرستاده شده از کاربر X به تجهیز Y در طول مدت Login شدن این کاربر ثبت گردد.» و یا «نقطه شبنم محصول خروجی از واحد (به عنوان یک ورودی خاص) از زمان شروع فرایند به مدت ۲۴ ساعت ثبت گردد.» در بخش History، ابزارهای مختلفی نظیر جداول و نمودارهایی برای پردازش و کار با داده‌های جمع‌آوری شده پیش‌بینی خواهد شد و امکان انتقال این داده‌ها به نرم‌افزار Excel وجود خواهد داشت. در این بخش از داده‌های موردنظر در مقاطع زمانی خاص (Time Interval) نمونه‌گیری به عمل می‌آید. بدیهی است که ذخیره‌سازی داده‌های فرایندی باید بر روی HDD و تجهیزات پشتیبانی از آن صورت پذیرد. در حالت کلی محدودیت خاصی برای نوع داده‌هایی که توسط بخش History قابل ذخیره‌سازی باشد، وجود ندارد. کلیه اطلاعاتی که به صورت مستقیم بین Virtual Control System و SCADA مبادله می‌شود، قابلیت ذخیره‌سازی دارند. هم‌چنین می‌توان با ایجاد پل ارتباطی (Bridge) بین SCADA و Virtual Plant، به اطلاعات مورد نیازی که مستقیماً از Virtual Control System دریافت نمی‌شود، دسترسی پیدا کرد. به طور مثال برای ثبت ویسکوزیته و یا نقطه شبنم یک جریان فرایندی (Material Stream) خروجی از یک تجهیز به‌خصوص، لازم است تا با تعریف یک پل ارتباطی و انجام تنظیمات لازم این داده‌ها از Virtual Plant



شکل ۷: نمونه‌ای از ذخیره‌سازی تاریخچه فرایند

به Virtual Control System و سپس به SCADA منتقل گردد. شکل ۷ یک نمونه ذخیره‌سازی اطلاعات فرایندی دریافت شده از سه تجهیز اندازه‌گیری را نشان می‌دهد.

» شروع برنامه

همانطور که از نام این بخش مشخص است، Start Point، نقطه شروع به کار VPS است. در واقع Start Point یک فایل کامپیوتری است که شرایط اولیه تجهیزات و سایر اطلاعات لازم برای شروع به کار VPS را در خود دارد. عملیات شبیه‌سازی واحد پس از بارگذاری یک Start Point آغاز خواهد شد. همان‌طور که برای شروع کار با نرم‌افزار Word لازم است تا یک مدرک جدید ایجاد گردد یا یک مدرک آماده شده در گذشته بارگذاری (به اصطلاح Open) گردد، در VPS هم قبل از شروع شبیه‌سازی فرایند لازم است تا شرایط اولیه تجهیزات واحد و سیستم کنترل مجازی و دیگر تنظیمات سیستم بارگذاری شود. این شرایط اولیه می‌تواند شرایط واحد در حالت عملیات عادی، شرایط واحد در هنگام Start up یا شرایط واحد پس از بروز یک رویداد باشد.

بخش ارتباط با اپراتور VPSها عموماً از سه بخش تشکیل شده‌اند. در بخش اول امکانات راه‌اندازی (Play)، متوقف نمودن (Pause) و خاتمه دادن (Stop) وجود داردکه همانند یک فیلم می‌توانیم فرایندهای پالایشگاه را مشاهده نماییم. در بخش دوم امکانات پیشرفته‌تر نظیر دریافت اطلاعات فرایندی، نمودار و مشاهده مشخصات فرایندها و تجهیزات تعبیه شده‌اند. در بخش سوم VPS پالایشگاه را به صورت کاملاً تعاملی(Interactive) در اختیار کاربر می‌گذارد. در این حالت کاربر می‌تواند مقادیر فرایندی را در یک نقطه تغییر داده و نتیجه آن را در بخش دیگری به صورت عددی یا گرافیکی مشاهده نماید. این بخش VPS مشابه شبیه‌سازی در زمان طراحی واحد فرایندی می‌باشد و برای استفاده از آن کاربر باید از اطلاعات کافی در مورد شبیه‌سازی فرایندی برخوردار باشد. به صورت خلاصه می‌توان گفت که با عبور از نقطه شروع در پالایشگاه مجازی، بسته به نیاز کاربر این برنامه به خوبی می‌تواند نیازهای آموزشی، تعمیراتی و حل مشکلات حین بهره‌برداری را برآورده سازد.

منابع:
1: iom.invensys.com
2: www.mustangeng.com
3: www2.emersonprocess.com
4: www.honeywellprocess.com