

# Diseño de Interfaces Industriales

Martín Larrea, Sergio Martig, Silvia Castro  
Dpto. de Ciencias e Ingeniería de la Computación.  
Universidad Nacional del Sur  
Avda. Alem 1253  
8000 – Bahía Blanca – Argentina

e-mail: [martin\\_larrea@hotmail.com.ar](mailto:martin_larrea@hotmail.com.ar), [srm@cs.uns.edu.ar](mailto:srm@cs.uns.edu.ar), [smc@cs.uns.edu.ar](mailto:smc@cs.uns.edu.ar)

## 1 Introducción:

El diseño de la Interfaces Industriales puede ser abordado desde dos puntos de vista: el problema de mostrar el estado de un proceso de manera efectiva y el de proveer los mecanismos de interacción adecuados que faciliten la tarea de monitoreo y control.

En un principio se realizaba este monitoreo utilizando instrumentos analógicos tradicionales, luego se introdujo, para estas tareas, la utilización de instrumentos digitales y finalmente se comenzó a utilizar tecnología computacional como herramienta. El uso de herramientas computacionales en estos procesos de monitoreo y control de procesos industriales ha ido evolucionando a la par de la tecnología disponible. Como consecuencia de esta permanente evolución los diseñadores de sistemas de control se enfrentan constantemente a cómo aprovechar mejor las nuevas capacidades y la manera en que éstas impactan en la interacción humano-computadora.

Además, cabe tener en cuenta que el reemplazo de tecnología en este campo nunca es inmediata: la confiabilidad y seguridad son aspectos esenciales en la automatización industrial.

En la actualidad hay una gran cantidad de software disponible que provee una manera cómoda y flexible de visualizar procesos industriales. La mayoría de estas herramientas se basan en una representación mímica del proceso sin aprovechar los avances realizados en las áreas de Visualización de Información y en Interacción Humano-Computadora.

## 2 Interfaces Industriales

Como todo proceso en evolución es casi imposible comprender el estado actual y las tendencias futuras si no se conoce su pasado.

El estado al que se arriba en el control industrial en la actualidad es la consecuencia de al menos tres procesos que se desarrollaron en forma paralela:

- La evolución de la industria de la producción
- La evolución de la tecnología computacional
- La evolución del control automático

### 2.1 La evolución de la industria de la producción:

Al hablar de industrias se debe distinguir entre:

- *Industrias manufactureras o de proceso discreto*: Aquéllas en las que se producen unidades discretas idénticas, pudiendo incluirse en esta categoría desde la fabricación de automóviles a la fabricación de cacerolas.
- *Industrias de procesos continuos*: Aquéllas que producen productos a granel, caracterizándose por el gran almacenamiento y movimiento de líquidos, gases, masas con eventuales cambios en sus

propiedades fisicoquímicas. Son ejemplo de este tipo de industria las del petróleo, las plantas químicas, etc.

La clasificación anterior no es absoluta; se la presenta simplemente para establecer que las denominadas de proceso continuo tuvieron por sus características necesidades que fueron el motor inicial del desarrollo de la instrumentación y del control automático.

El hecho de manejar elementos que se encuentran en tuberías, recipientes o equipos propios del proceso obligó a conocer el estado de los materiales infiriéndolos a partir de la medición de variables como la presión, la temperatura, el caudal y el nivel entre otras.

Las necesidades de diseño de las plantas obligaban a mantener las variables dentro de rangos determinados, a veces muy ajustados, para obtener resultados adecuados.

Las tareas de controlar las variables fueron en principio ejecutadas por el hombre en forma directa, visualizando el valor medido y actuando sobre los elementos de acción para realizar las correcciones necesarias.

El primer paso de la automatización de estos procesos fue precisamente buscar mecanismos que reemplazaran al hombre en la tediosa tarea de relevar esos indicadores, logrando lecturas más confiables.

Paralelamente, los procesos discretos comenzaron la tarea de optimizar sus líneas de producción manejando determinadas etapas en paralelo. Esto derivó en la aparición de los primeros paneles de relés que, diseñados convenientemente, dirigían o ejecutaban distintas etapas del proceso de producción. Hoy en día, las cadenas de producción totalmente automatizadas muestran el resultado en la búsqueda de los objetivos iniciales comunes a los dos tipos de industrias: aumento de productividad, respuesta previsible y flexibilidad.

Ambas industrias presentan en la actualidad la necesidad de integrar la información generada por los sistemas de control y monitoreo con los sistemas administrativos y gerenciales. Es crítica la respuesta inmediata y la adecuación de los sistemas de producción a las necesidades y variaciones del mercado.

## **2.2 La evolución de la tecnología computacional**

La tecnología computacional como hoy la conocemos también es consecuencia de una variada interrelación de fenómenos a través del tiempo.

Muchos fueron los factores y avances que confluyeron para la aparición de la primera computadora digital la ENIAC basada en tubos de vacío y que para su programación requería fijar más de 6000 llaves y tareas de cableado manual.

La aparición de los transistores caracterizó los avances hasta los años 70, basándose siempre en esquemas de grandes unidades centrales.

El camino de la miniaturización iniciado a mediados de los 60 con la aparición de los primeros circuitos integrados determinaron la aparición a principios de los 70 del primer microprocesador. Intel lanzó al mercado a mediados de los 70 su chip 8080.

A partir de allí los avances han sido vertiginosos, la aparición de nuevas tecnologías como la RISC, de comunicación, la aparición de nuevos dispositivos, distintos sistemas operativos, nuevos elementos de interfaces han impactado profundamente en la manera de pensar los sistemas de monitoreo y control de procesos.

## **2.3 La evolución del control automático**

El primer intento de reemplazar al hombre en las tareas de control se realizó a través de *elementos mecánicos*. Mecanismos como las válvulas de control de nivel a flotante son un ejemplo. A medida que

las plantas crecieron surgió la necesidad de tener más información en forma ordenada y accesible, lo que motivó la aparición de los tableros de control.

El siguiente gran peldaño fue la *instrumentación neumática*. Desde el campo un transmisor produce una señal eléctrica que provoca una neumática (generalmente aire comprimido), proporcional al valor de la variable medida, que puede desencadenar una acción correctiva.

Con la aparición de los transistores irrumpe la *instrumentación electrónica*. Las salas de control lucieron paneles con instrumentos electrónicos y mímicos que permiten seguir el proceso. Asociados a ellos se dispusieron alarmeros. El rol de los operadores se relegaba a la intervención en casos de anomalía.

El próximo peldaño fue la *incorporación de tecnología digital*. Con la aparición del microprocesador y la disminución de costos asociados al proceso computacional surgen los *Sistemas de Control Distribuido* (DCS). Distintas unidades de procesamiento realizan las distintas tareas requeridas: Conversión de información analógica a digital, ejecución de algoritmos de control, incorporación de interfaces con los operadores a través de estaciones que incluyen monitores y/o otros dispositivos de salida.

En la industria manufacturera paralelamente también los controladores de relés eran reemplazados por los *Controladores Lógicos Programables* (PLC). Otro avance importante representaron los lenguajes de programación tanto para los DCS como para los PLC. Se lograba programar comportamientos equivalentes a los de instrumentos existentes por medio de los denominados *bloques de control*.

Las posibilidades de comunicación entre sistemas fue otro gran avance; el desarrollo en este campo permitió alcanzar lo que hoy se conoce como Sistemas Abiertos.

Una posible definición para los *Sistemas Industriales Abiertos* (OIS) puede ser la siguiente: Sistemas digitales que incluyendo el control de procesos (analógico, lógico y secuencial), interactúan con otros sistemas (de control, administrativos, gerenciales, ...) intercambiando información en tiempo real, formando parte de la red informática de la empresa en forma transparente.

### **3 Las Interfaces en los Sistemas de Control Industrial**

De lo expresado en las secciones previas queda claro que el fin último de estos sistemas es proveer las herramientas de juicio necesarias para que los operadores puedan evaluar el estado del sistema y desencadenar las acciones requeridas cuando los parámetros del proceso así lo requieran.

En la mayoría de las implementaciones de los OIS la presentación de información involucra dos aspectos: Un aspecto *estático*, es decir, el de diseño de las pantallas denominado comúnmente *Template*, y un aspecto *dinámico*, el de *vinculación de los elementos del template con la bases de datos control*.

El template contiene imágenes estáticas que representan partes del proceso, elementos involucrados, instrumentos, conexiones, etc. La conexión con la base de datos define qué información debe presentarse en la pantalla, en qué parte, y en qué formato. También se indican los lugares donde los operadores pueden tomar acción sobre el proceso, por ejemplo el cambio de *set points*, arranque o parada de motores, etc.

La mayoría de los sistemas permiten la presentación de la información en dos formas básicas:

- *Pantallas predefinidas.*

Son de rápida implementación, pero con escasa flexibilidad. Tratan de recrear la funcionalidad de los paneles de control, proveyendo una visión general inicial y detalle en la medida que el operador lo requiera.

- *Pantalla Resumen:* Contienen relativamente poca información. Se las utiliza para mostrar grandes sectores de la planta. A través de estas, se logra el acceso a pantallas de mayor detalle.

- ▶ *Pantalla de Grupo*: Contienen un grupo de instrumentos convencionales. Esta representación lleva el nombre de carátula de instrumentos (faceplate).
- ▶ *Pantalla de Lazo*: Este es el caso, en donde el nivel de detalle es mayor. La información que se muestra corresponde a un instrumento determinado.
- ▶ *Pantalla de Alarmas*: Es un listado de alarmas. Por cada alarma se muestra la variable que se encuentra en estado de alarma, la hora en que se inició, una descripción de la situación y si dicha alarma se encuentra reconocida o no. Existen dos listados de alarmas posibles. Aquellas que se encuentran activas y las históricas. En el listado de activas, una vez que la alarma es reconocida y el estado que la inició no está más, el mensaje de alarma desaparece. En cambio, en el listado histórico, se encuentran todas las alarmas que se dieron, incluyendo la hora, si fueron reconocidas y cuando se salió del estado de alarma.
- ▶ *Pantalla de Eventos*: Es un listado de las acciones que el operador ha realizado.
- ▶ *Pantallas de tendencias*: Representan la evolución de las variables de un proceso. Gráficamente es un gráfico de dos coordenadas.
- *Pantallas tipo mímico*.

En casi todos los sistemas es posible construir gráficos en forma libre que permitan la representación de datos en tiempo real. Los conceptos aplicados a las pantallas tipo mímico son similares al caso de las pantallas predefinidas. Los gráficos tipo mímico son similares a los viejos paneles gráficos, en donde se tenía una imagen del proceso, la cual era acompañada de valores que eran actualizados en tiempo real, y también la posibilidad de interactuar con el proceso.

La experiencia ha demostrado que el operador ha quedado más satisfecho por la representación de tipo mímico que la de pantalla predefinida, de ahí la importancia de su diseño. [8]

El diseño cuidadoso es una constante para ambos casos, ya que no debemos olvidar, que a través de estas pantallas el operador deberá interactuar con procesos, quizás críticos para la planta. Para aquellos casos en donde los procesos se desarrollan en períodos largos en donde la constante es un estado estacionario y en donde la interacción del operador es mínima, se requiere que el diseño de las pantallas logre mantener al operador alerta de las condiciones normales de operación. Como contraparte, para aquellos estados de emergencia, se debe tener especial cuidado de que la información que se brinde no sobrecargue la atención del operador.

#### **4 Problemas de las Interfaces Industriales:**

Muchos de los problemas de los que adolecen este tipo de sistemas se deben al gran volumen de información a mostrar, lo cual nos lleva al campo de la Visualización de Información. Es por esto que abordajes a su solución pueden provenir precisamente desde esta disciplina.

Algunos de los desafíos planteados son:

- ▶ Cantidad de elementos a mostrar. El tamaño de los templates puede ser considerablemente grande en relación al espacio disponible en los monitores para su mostrado.
- ▶ Cantidad de variables asociadas a cada elemento que necesitan ser visualizadas.
- ▶ Diversidad de instrumentos/elementos representados en las visualizaciones.
- ▶ Falta de estándares homogéneos en la manera de mostrar la información. Convivencia de información de distinta naturaleza en una misma visualización. Lo que determina la visualización de elementos codificados según sus propios estándares, los cuales pueden llegar a ser confusos o directamente contradictorios.

- ▶ Restricciones en cuanto a la ubicación relativa de los elementos del template. Conveniencia de respetar la disposición física de los elementos.
- ▶ Falta de consistencia entre las distintas visualizaciones.

Desde la *Visualización de Información* se pueden abordar algunas de estos problemas aplicando técnicas de *Nivel de Detalle* para lograr paliar una de las grandes falencias de estos sistemas, según la opinión de expertos en el tema, que es precisamente la falta de Foco MAS Contexto.

El uso de técnicas de este tipo solucionaría varios de los desafíos planteados. Se mostraría en pantalla lo estrictamente necesario para realizar una evaluación del estado del sistema, brindando foco por demanda del usuario o porque alguna modificación en el estado del sistema lo requiere.

Encontrar la manera de hacer un uso efectivo de los elementos visuales para representar la información solicitada es otro aspecto básico en el tratamiento de este tema. Esto incluye desde el diseño de mímicos adecuados que transmitan mayor información hasta la definición de estándares de codificación.

Tampoco se debe olvidar el hecho de que esas visualizaciones constituyen la interfaz del sistema de control. No alcanza con mostrar la información de una manera efectiva se deben proveer además las interacciones adecuadas. El usuario, es decir el operador de planta, no sólo interactúa para relevar el estado del sistema, sino que además necesita poder modificar determinados parámetros o disparar las acciones necesarias.

El estudio de la *Interacción Humano-Computadora (IHC)* es la rama dentro de las ciencias de la Computación que estudia las capacidades y limitaciones de interacción del hombre, las computadoras y de la relación entre ambos. En otras palabras la IHC estudia de qué manera se puede aplicar la tecnología informática para hacerla más usable por el ser humano. De lo anterior se desprende que precisamente la IHC juega un rol preponderante en el diseño de estos sistemas.

Todo el esfuerzo que se invierte en estos sistemas tienen por fin último el de ser una herramienta efectiva y confiable. El usuario es el que debe ser capaz de capturar e interpretar la información presentada, es el que debe aceptar al sistema como una herramienta válida. Las metodologías de diseño centradas en el usuario son las apropiadas por los motivos expuestos.

## **Bibliografía**

1. Christopher S. Connelly, Beville Engineering, Inc. *Towards An Upset Response Task Workload Assessment Technique For Chemical Processing Plants.*
2. Christopher S. Connelly, Beville Engineering, Inc. *Towards An Understanding Of DCs Control Operator Workload.*
3. Hauser, H., Maktovik, K., Sianitzer, R., Gröller, E., *Process Visualization with Level of Details*, Proceedings of the Conference on Visualization 2002. IEEE Computer Society Press.
4. A. Martin, A., Ward, M.O., High dimensional brushing for interactive exploration of multivariate data, *Proceedings of the Conference on Visualization 1995, pages 271–278. IEEE Computer Society Press*
5. Meter Martin, *Dynamic Performance management, The Path To World Class Manufacturing*, Van Nostrand Reinhold, 1993.
6. Robertson, G., Card, S., Mackinlay, J., *Information Visualization Using 3D Interactive Animation*, Communications of the ACM, 36(4), pp. 56-71, 1993.
7. Richard Shirley, *A fog Index For CRT Displays (How Good Is Tour CRT Display?)*, Advances In Instrumentation, ISA Proceedings, Volumen 40, Part 2, 1985.
8. David A. Strohbar, Belville Engineering, Inc. *Human Factors In Distributed Process Control*
9. David A. Strohbar, Belville Engineering, Inc. *Human Factors In Alarm System, Information Versus Data.*

10. Sergio Szklanny y Carlos Behrends, Sistemas Digitales de Control de Procesos, Capitulo 9