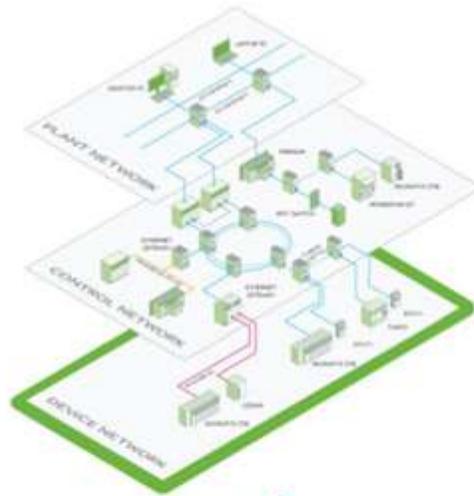


# (N1) Introducción a las Aplicaciones Industriales del Procesamiento Digital de Datos

Sistemas de Interfaz  
Humano - Máquina (HMI)

Prof. Ing. Diego M. Romero  
Julio 2011



DEPARTAMENTO  
DE COMPUTACION

# Programa

- **Día 1:**

- Repaso de algunos conceptos sobre redes
- Requerimientos de las redes Ethernet para aplicaciones industriales
- Switches Ethernet para aplicaciones de piso de planta.

- **Día 2**

- Protocolos de capa de aplicación sobre Ethernet de uso industrial
- Conectividad inalámbrica en ámbitos industriales
- Conversores Serie a Ethernet
- Conversores de medio físico

- **Día 3**

- Generalidades de un sistema de Interfaz Humano-Máquina (HMI)
- La Base de Datos de Tiempo Real
- Interfaz de Operador
- Comunicaciones con equipos de campo.

# Programa

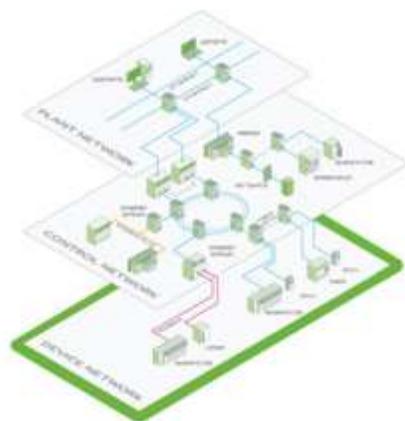
## • Día 4

- Servidores de datos y registros Entrada/Salida
- Servidores de datos remotos
- Programación de Scripts, distintas alternativas
- Registros de Alarmas y Eventos
- Registros Históricos
- Módulos Complementarios

## • Día 5

- Conectividad con bases de datos relacionales
- Acceso por WEB
- Criterios para la selección del sistema HMI
- Demostraciones prácticas

# Introducción



# La Información de Piso de Planta

## *Los protagonistas y sus necesidades*

- **Ingenieros de Control:** Necesitan comprender la configuración y el desempeño del sistema de control
- **Ingenieros de Proceso:** Necesitan información acerca de la conducta del proceso bajo condiciones permanentes y transitorias del proceso, verificando el cumplimiento de las especificaciones y maximizando el rendimiento
- **Ingenieros de Mantenimiento:** Necesitan analizar el historial de operaciones y las condiciones de la planta, tomando acciones predictivas, preventivas y correctivas
- **Control de Calidad:** Necesitan información acerca de la calidad del producto y cualquier desviación a partir de las especificaciones

Prof. Ing. Diego H. Ramirez - Julio 2011  
97 Introducción y las Aplicaciones Industriales del Procesamiento Digital de Datos

11

Ingenieros de Control:

- ¿Se encuentran los puntos de ajuste para este ciclo de control optimizados?
- ¿Causó el enclavamiento de las protecciones una activación espuria en la planta?
- ¿Le suministró la alarma suficiente advertencia al operador?

Ingenieros de Proceso:

- ¿Se encuentra el metal de este contenedor sujeto a tensión?
- ¿Es esta máquina un cuello de botella?
- ¿Qué es lo que hizo que esta bomba fallara?

Ingenieros de Mantenimiento:

- ¿Cuántas veces ha arrancado este motor?
- ¿Se han incrementado las temperaturas de los cojinetes desde la última inspección?
- ¿Está sucio este intercambiador de calor?

Control de Calidad:

- ¿Se vio la calidad del producto afectada por el cambio en la receta?
- ¿Cuál es el índice de defectos para este número de parte?
- ¿Existe una correlación entre este perfil de temperatura y este tipo de desviación a partir de las especificaciones?

# La Información de Piso de Planta

## *Los protagonistas y sus necesidades*

- **Gerentes de Producción:** Necesitan resúmenes de cifras de producción e información acerca de los principales eventos relacionados con la producción
- **Operadores:** Necesitan la capacidad para comparar las condiciones de operación existentes con condiciones históricas y diagnosticar conductas anormales del proceso
- **Marketing y Finanzas:** Necesitan información de costos, planes de producción, insumos y capacidad ociosa para generar las acciones que respondan a factores internos (empresa) y externos (mercado)
- **Clientes y Socios de Negocios:** Forman parte del negocio, generando y consumiendo la información vinculada al proceso productivo

Prof. Dr. Diego H. Ramirez - Julio 2011  
SI Introducción y las Aplicaciones Industriales del Procesamiento Digital de Datos

6

### Gerentes de Producción:

- ¿Cuáles son los totales de producción diarios?
- ¿Cuáles fueron las principales interrupciones en la producción de este mes?
- ¿Se encuentran las emisiones de la planta dentro de los límites reglamentarios?

### Operadores:

- ¿Por qué no arranca este motor?
- ¿Se están incrementando la temperatura del horno lentamente?
- ¿Fue este inicio de operaciones similar al de las semanas pasadas?

### Marketing y Finanzas:

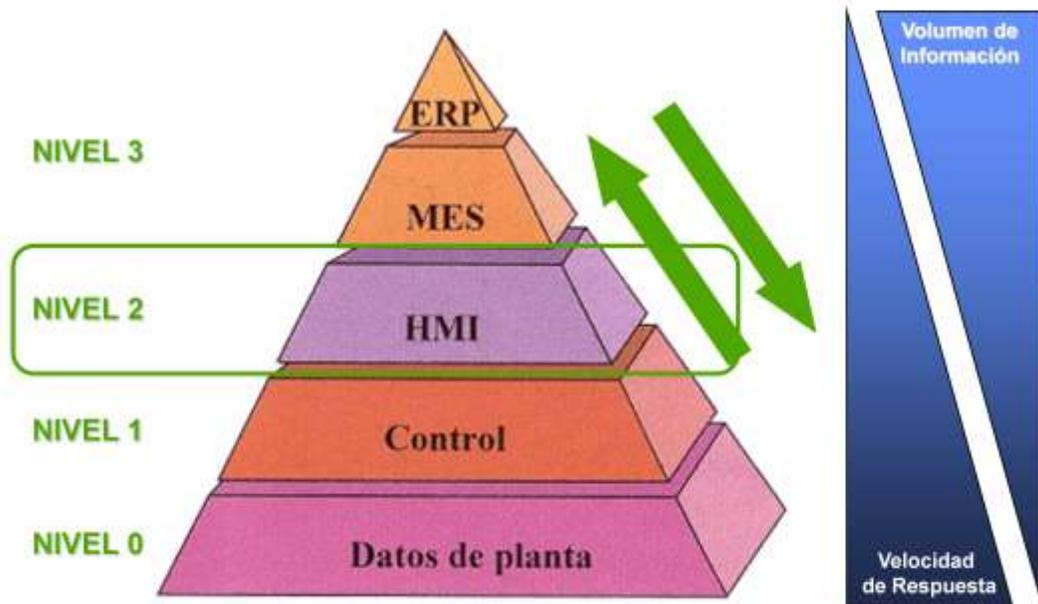
- ¿Se obtuvieron mayores ganancias con la fabricación de este producto?
- ¿Cómo fue el consumo de materias primas de este mes, comparado con el anterior?
- ¿Qué factor fue el que más influyó en la variación de costos registrada durante este trimestre?
- ¿Cuál es el tiempo de rotación de stock?

### Clientes y Socios de Negocios:

- ¿En que estado se encuentran mis órdenes de compra?
- ¿Cuándo debo entregar mis productos?
- ¿En que estado se encuentran los pagos / cobranzas?

# Redes Industriales

## Niveles de comunicación



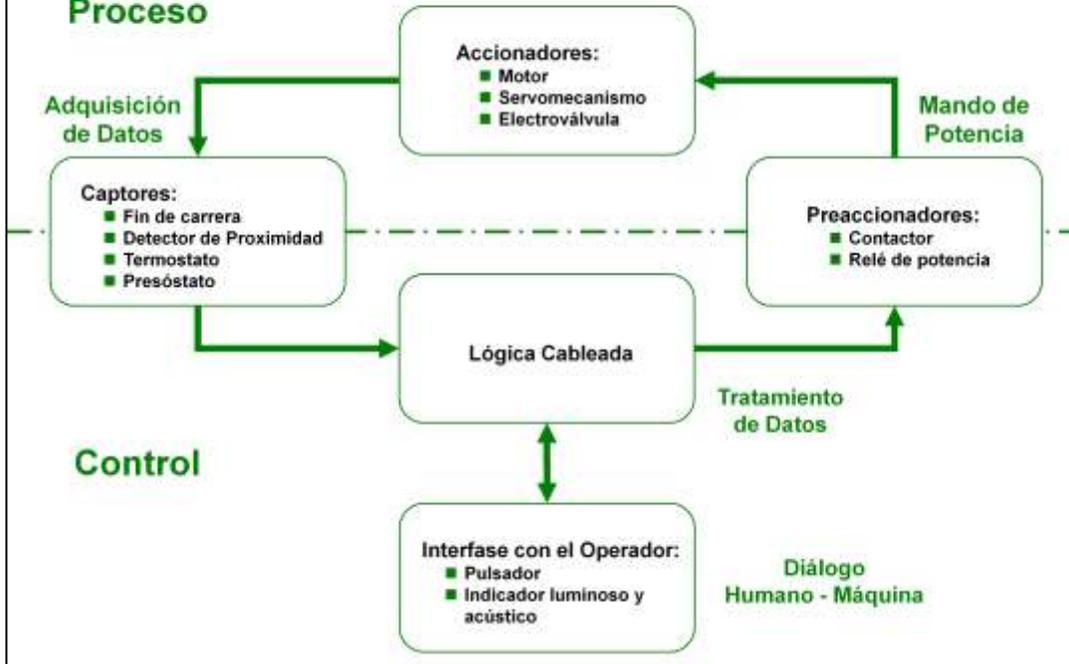
Prof. Dr. Diego M. Ramirez - Julio 2011  
Introducción y las Aplicaciones Industriales del Procesamiento Digital de Señales

## ¿Qué es un HMI?

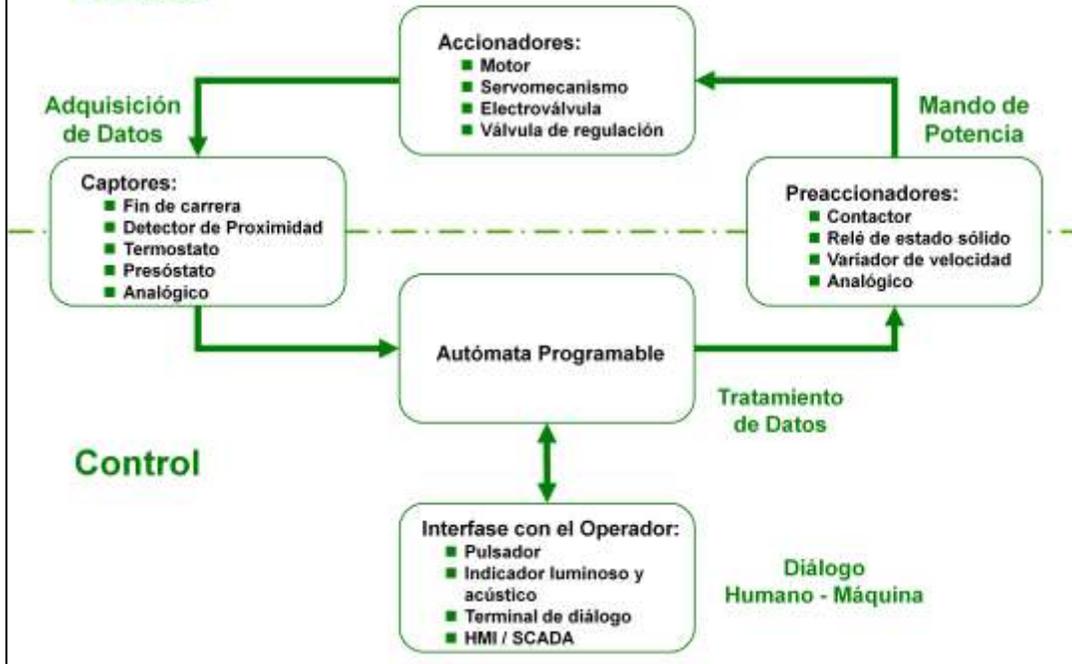
- Human Machine Interface ó Interfase Humano Máquina
- El HMI es el lugar donde se encuentran las personas y la tecnología. Este encuentro puede ser en algo tan simple como un horno a microondas o tan complejo como el comando de un jet
- Aplicado a las computadoras, en el ámbito industrial, es el sistema que vuelve evidentes las diferentes funcionalidades disponibles en un sistema de automatización y control
- Así como el mango de un martillo debe acomodarse a la mano para facilitar su uso, un sistema HMI debe acomodarse a las tareas que los usuarios deben realizar y a su visión del sistema de automatización

# Automatización ~ Orígenes

## Proceso



# Automatización ~ Evolución Proceso



# Automatización Proceso



Adquisición de Datos

- Captore
- Fin d
  - Detec
  - Term
  - Pres
  - Anal
- Proximidad



Mando de Potencia



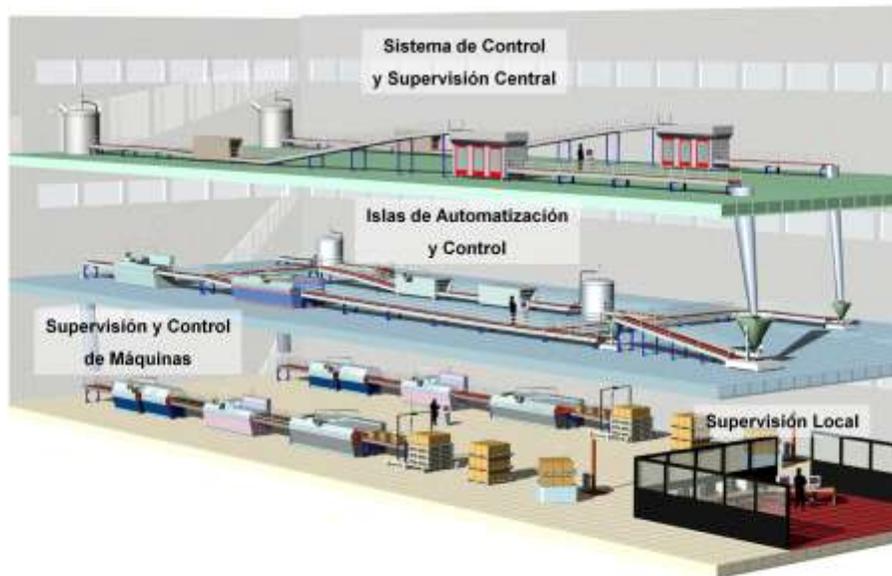
Tratamiento de Datos

Control



Diálogo Humano - Máquina

## Y de la automatización a toda la planta...



# Clasificación de los HMI

- **Sistemas a medida**

- Desarrollos de acuerdo con un conjunto de funciones específicas, en un lenguaje de alto nivel
- Diseño flexible
- Documentación escasa o nula
- Fuerte dependencia del desarrollador para ampliaciones, actualizaciones y/o mejoras
- Su costo inicial es bajo pero el costo final puede resultar incierto

# Clasificación de los HMI

- **Sistemas comerciales (enlatados)**

- Conjunto de módulos funcionales que se parametrizan e integran en la aplicación
- Disponible en forma inmediata
- El usuario final puede configurar la aplicación sin necesidad de tener conocimientos específicos de programación
- Posibilidad de combinar productos de diferentes proveedores
- Mayor posibilidad de actualización y ampliación
- Menor flexibilidad, limitada por el diseño del software y los sistemas operativos soportados
- Mayor costo inicial pero siempre resulta posible estimar el costo final

# Plataformas

- **Hardware**

- Arquitectura PC o similar (procesadores CISC)
- Estaciones de trabajo y/o servidores RISC
- Propietarios

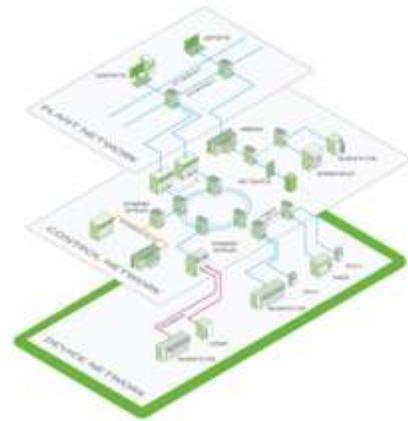
- **Sistemas Operativos**

- Microsoft® Windows® (2000; XP; CE; 2003; Vista)
- Unix, en sus diferentes distribuciones
- QNX
- Linux
- Propietarios

**CISC:** Complex Instruction Set Computer

**RISC:** Reduced Instruction Set Computer

# Base de Datos de Tiempo Real

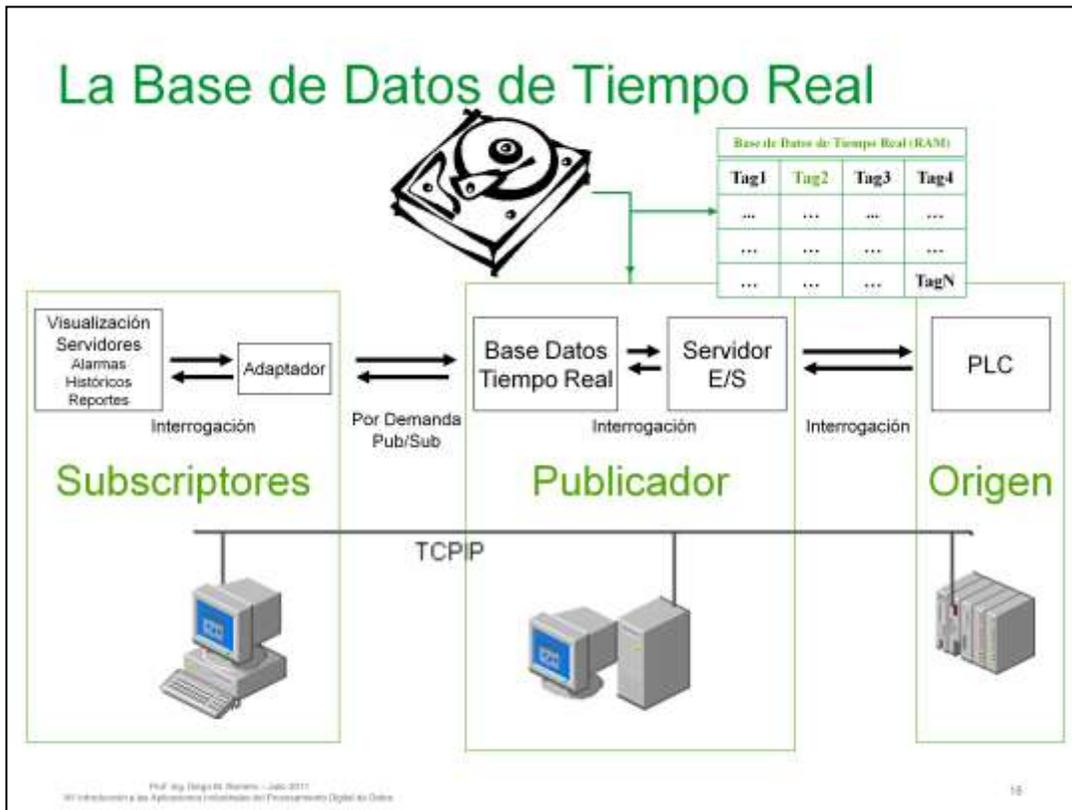


Prof. Dr. Diego H. Ramirez - Julio 2011  
Introducción y las Aplicaciones Industriales del Procesamiento Digital de Datos

## La Base de Datos de Tiempo Real

- Conjunto de registros o variables, denominados Tags
- Cada tag incluye una cantidad de campos, que lo caracterizan
- Su configuración se define en el ambiente de desarrollo y se almacena en el disco rígido
- En el entorno ejecutivo (runtime) se crea en memoria RAM la base de datos, que se mantiene permanentemente actualizada

Tradicionalmente todos los HMI utilizaban un formato propio para almacenar la **configuración** de la base de datos de tiempo real. La tendencia actual es ofrecer como alternativa el uso de una base de datos relacional estándar (MS SQL Server®, Oracle®, IBM® DB2®, etc.).



Así como cada registro de una base de datos relacional (por ejemplo la nómina de empleados de una empresa) contiene diversos campos con información de diferente tipo (número de legajo, nombre y apellido, estado civil, fecha de ingreso, etc.), cada tag representa un conjunto de valores de la base de datos de tiempo real (valor de una variable de campo, su descripción, límites y estado de alarma, configuración de su registro histórico, etc.).

## Clasificación de los Tags Según el Tipo de Datos

- Discreto
- Entero
- Real
- Alfanumérico
- Asociados al Sistema de Alarmas
- Asociados al Sistema Histórico
- De Cálculo
- Indirectos

El tipo de datos de cada uno de los tags queda definido por el campo donde se almacena el valor leído o escrito en el equipamiento de control.

Los otros campos pueden tener diferentes tipos. Por ejemplo, un tag analógico incluye campos discretos para indicar si el mismo se encuentra en estado de alarma y a cual de todas las condiciones posibles corresponde ésta.

## Clasificación de los Tags Según el Origen de los Datos

- Memoria: sólo en la memoria de la PC donde se ejecuta el HMI
- Entrada/Salida: en alguna otra aplicación ejecutada en la misma PC u otra a la que se accede por medio de una conexión en red
- De disco: se almacenan en el disco rígido pero se acceden como si fueran de E/S
- Remotos: se acceden, por red, en otro nodo del HMI
- Sistema: tags que proporcionan información del HMI o permiten operar sobre sus funcionalidades

# Comunicaciones



Prof. Dr. Diego M. Ramirez - Julio 2011  
Introducción y las Aplicaciones Industriales del Procesamiento Digital en Línea

# Servidores de Datos y Registros de Entrada/Salida

- Funcionalidad del HMI que provee comunicación con otras aplicaciones ejecutadas en el mismo nodo u otro al que se accede por medio de una conexión en red
- La principal aplicación de esta funcionalidad es para el intercambio de datos con equipos de campo, mediante los denominados servidores de entrada – salida (I/O servers)
- Los servidores de entrada – salida son los módulos del HMI que proveen la conexión mediante diferentes protocolos e interfases a los equipos de campo
- Pueden ser programas independientes o estar incluidos en el HMI, pero en todos los casos hacen la conversión de un protocolo específico a la estructura de datos interna del HMI

**Protocolo:** conjunto de convenciones para permitir el intercambio de información entre dos dispositivos diferentes

**Define:**

El medio físico de conexión (interfase eléctrica, velocidades de transmisión, etc.)

La interfase lógica de conexión (direccionamiento, mecanismos de acceso al medio físico, etc.)

Los mecanismos normales de intercambio de información

Los mecanismos de detección de errores, su corrección y/o retransmisión

Pueden aparecer combinados en las llamadas pilas (stacks) de protocolos (por ejemplo el protocolo Modbus/TCP que se monta sobre una red Ethernet y utiliza los protocolos TCP/IP)

# Servidores de Datos y Registros de Entrada/Salida

- Los HMI utilizan, para comunicarse con los servidores de datos de Entrada/Salida, alguno de estos protocolos:
  - OLE for Process Control (OPC)
  - Intercambio Dinámico de Datos (Microsoft® DDE y NetDDE)
  - Objetos ActiveX
  - Proprietarios, por medio de DLLs.

## Algunas siglas usadas habitualmente

**DDE:** Intercambio Dinámico de Datos (Dynamic Data Exchange), tecnología de comunicación entre aplicaciones bajo Microsoft® Windows® y en OS/2; ha sido reemplazado por COM y OLE Automation

**NetDDE:** mecanismo por el cual pueden enviarse mensajes DDE entre aplicaciones corriendo en máquinas diferentes, conectadas por una red local, ha sido reemplazado por DCOM y OLE Automation

**OLE:** modelo de objetos desarrollado por Microsoft® para la programación y el acceso a datos compartidos por diferentes aplicaciones (Object Linking and Embedding)

**ActiveX:** a partir de 1996, Microsoft renombró la tecnología OLE 2.0 como ActiveX, que permite que determinados programas encapsulados (objetos ActiveX) se incorporen en otros (contenedores ActiveX) para agregar la funcionalidad de los primeros a los segundos

**OPC:** tecnología de comunicación basada en Microsoft® OLE (OLE for Process Control) de aplicación en el campo del control y supervisión de procesos; permite que diferentes fuentes de datos sean accedidas, en un esquema Cliente-Servidor, permitiendo el intercambio de datos con un determinado equipo de campo en su protocolo específico

**DLL:** Biblioteca de Enlace Dinámico (Dynamic Link Library), módulo de un programa que es llamado (cargado) por la rutina principal cuando éste lo necesita

## Servidores de Datos Remotos

- Constituyen un caso especial de servidores de datos de Entrada/Salida
- La base de datos local vincula algunos de sus tags con los de otro nodo
- La comunicación se realiza por medio de la red local, empleando protocolos abiertos (NetDDE, DCOM, OPC, .NET, etc.) o propietarios

### **Algunas siglas usadas habitualmente**

**DCOM:** Modelo de Objetos de Componentes Distribuidos (Distributed Common Objects Model), tecnología de Microsoft® para desarrollar componentes de software distribuidos que se comunican entre sí; es una extensión del modelo COM que está siendo reemplazada por .NET®

**.NET® :** es la plataforma de desarrollo de software de Microsoft® con énfasis en la conectividad entre aplicaciones distribuídas y con independencia del lenguaje de programación utilizado

## Conectividad con bases de datos

- Permite que el HMI intercambie datos con bases de datos de escritorio (Access®; MySQL; etc.) o con sistemas de administración de bases de datos relacionales ( Microsoft® SQL Server®; Oracle®; IBM® DB2®; etc.)
- Un conjunto de tags de la base de datos de tiempo real del HMI se vincula con una o más tablas de la base de datos
- La comunicación se realiza por medio de la red local, empleando protocolos abiertos de bases de datos (ODBC; MDAC; DCOM; OLE DB etc.)

### Algunas siglas usadas habitualmente

**RDBMS:** Sistema de Administración de Base de Datos Relacional (Relational DataBase Management System), herramienta informática para el almacenamiento y manipulación ordenada y sistemática de un gran volumen de datos, de acuerdo con determinadas reglas independientemente del desarrollador de la misma

**ODBC:** Conectividad Abierta a Bases de Datos (Open DataBase Connectivity), protocolo para la interconexión con bases de datos

**DSN:** Nombre de Origen de Datos (Data Source Name), forma abreviada de direccionar a la información de una determinada base de datos

**OLE-DB:** Incrustación y Enlace de Objetos para Bases de Datos (Object Linking and Embedding for Databases), es una tecnología desarrollada por Microsoft® para acceder a diferentes fuentes de información o bases de datos, de manera uniforme

**MDAC:** Microsoft® Data Access, protocolo utilizado por aplicaciones en el entornos Microsoft® Windows® para acceder a la información de base de datos

**SQL:** Lenguaje de Consulta Estructurado (Structured Query Language), lenguaje declarativo de acceso a bases de datos relacionales que permite especificar diversos tipos de operaciones, independientemente del desarrollador de las mismas

## Conectividad con bases de datos

- Se utiliza para:

- Almacenar información del HMI para su posterior procesamiento en el entorno de la base de datos
- Bajar al HMI recetas u órdenes de producción generados fuera de línea por otras aplicaciones
- Proveer conectividad con herramientas de gestión de la producción (MES; MMS; MRP; ERP; etc.)

### Algunas siglas usadas habitualmente

**MES:** Sistema de Planificación y Seguimiento de Datos de Manufactura (Manufacture Execution System), consiste en un conjunto de herramientas informáticas que permiten realizar la planificación y el seguimiento de un proceso productivo

**MMS:** Sistema de Administración de Mantenimiento (Maintenance Management System), consiste en un conjunto de herramientas informáticas para facilitar las tareas de la gestión integral del mantenimiento, pueden ser autónomas o estar integradas en el ERP

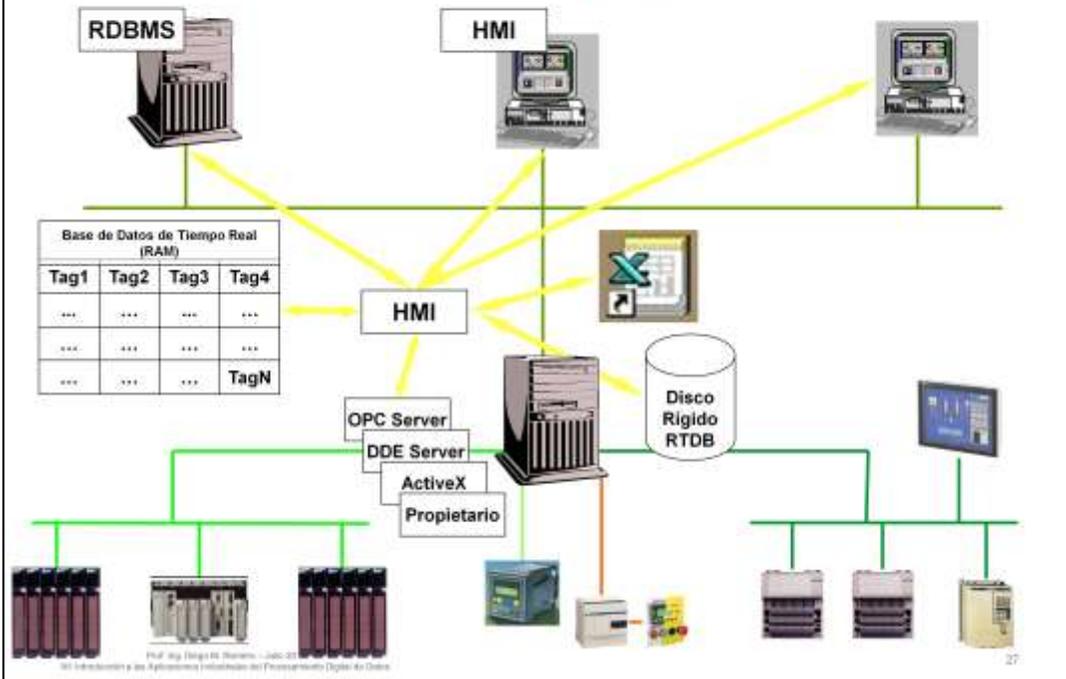
**MRP:** Sistema de Planificación de Recursos de Manufactura (Manufacture Resource Planning), consiste en herramientas informáticas para la gestión integral de las actividades de producción y compras, son comúnmente módulos específicos del ERP

**CRM:** Sistema informático de apoyo a la gestión de las relaciones con los clientes, a la venta y al marketing (Customer Relationship Management), pueden ser autónomas o estar integradas en el ERP

**SRM:** Sistema informático de apoyo a la gestión de las relaciones con los proveedores, no estableciendo únicamente una relación administrativa con ellos (Supplier Relationship Management) , pueden ser autónomas o estar integradas en el ERP

**ERP:** Sistema de Planificación de Recursos Empresariales (Enterprise Resource Planning), sistema de información integral que permite la incorporación de los diferentes procesos operativos y de negocio de una empresa

# Información de Planta y el HMI



# Interfaz de Operador

- Es la "cara" por medio del cual los operadores interactúan con los otros componentes del HMI
- Reemplazan a los indicadores luminosos, instrumentos de agujas, registradores y comandos manuales
- Debe proveer un entorno de operación fácil de usar, que le permitan al usuario un rápido reconocimiento, interpretación y manipulación del proceso
- Permite la utilización de objetos (p.e. ActiveX) que además de una representación gráfica, proveen cierta funcionalidad adicional

**Clase de Objeto:** una determinada funcionalidad provista por una cantidad de líneas de código (en diferentes lenguajes como Java, Visual Basic, Visual C, C++, etc.), encapsulada junto con la definición de los datos manipulados

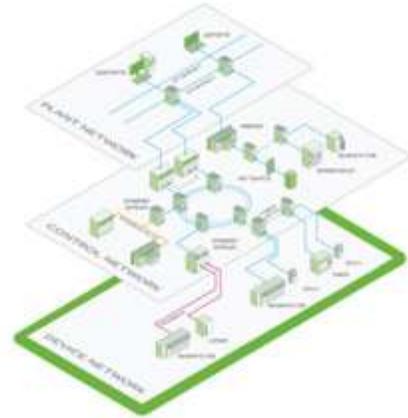
**Instancia de Objeto:** uso específico de una Clase en una o más partes de una aplicación

**Propiedades:** variables y parámetros encapsuladas en el objeto y manipuladas por su código

**Métodos:** algoritmos incluidos en el objeto o programa para la manipulación de los datos

**Contenedor:** aplicación que utiliza una o más instancias de objetos, aprovechando sus funcionalidades sin acceder directamente a su código, pudiendo ser desarrollada en un lenguaje distinto al del objeto (p.e. Applet Java en una página WEB o un objeto ActiveX en una pantalla de operación del HMI)

# Interfaz de Operador



Prof. Dr. Diego H. Ramirez - Julio 2011  
Introducción a las Aplicaciones Industriales del Procesamiento Digital de Señales

# Interfaz de Operador

- Las diferentes pantallas o ventanas se crean, mediante herramientas gráficas en el ambiente de desarrollo y se almacenan en el disco rígido
- Incluyen **animaciones** por las cuales se modifican atributos de los objetos gráficos en función de los cambiantes valores de los tags asociados

# Interfaz de Operador

- En el entorno ejecutivo (runtime) las pantallas elegidas se visualizan y se activan las animaciones y controles definidos en el entorno de desarrollo
- También incluyen **elementos de control** con los cuales el operador interactúa, modificando los valores de los tags asociados o disparando la ejecución de comandos pre-programados (scripts)



### **Algunas recomendaciones para el diseño**

Conocer al usuario, siguiendo y respetando sus convenciones

Desarrollar pantallas fáciles de entender y usar

Evitar la superposición y el exceso de objetos como así también la información innecesaria

Diferenciar claramente la información de campo de la producida por el HMI (comando y operación vs. su confirmación)

Usar siempre que sea posible plantillas uniformes para todas las pantallas, con áreas específicas y menús de navegación

Agrupar elementos asociados y distribuirlos de forma lógica y balanceada en toda el área de la pantalla

Alinear siempre el punto decimal y el texto, de manera uniforme

Minimizar la cantidad de colores a usar, eligiendo colores suaves para el fondo que den un buen contraste con los objetos

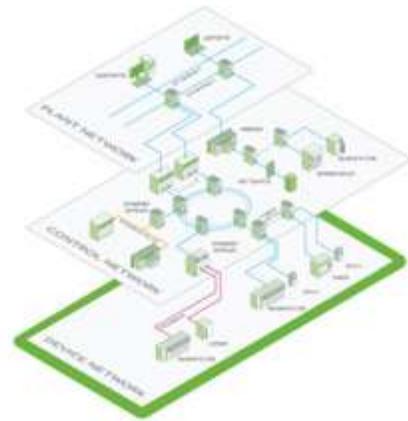
El parpadeo sólo debe emplearse para llamar la atención en situaciones anormales de operación

Elegir fuentes (fonts) de lectura clara, entre los más comunes del sistema operativo usado

Separar adecuadamente el texto, que deberá ser breve y conciso

Cuando se usen interfases de operación con pantallas sensibles al tacto (touch screen), las áreas activas deberán ser no menores que 20 x 20 mm; con una separación de al menos 10 mm

## Programación de Scripts



Prof. Dr. Diego E. Ramirez - Julio 2011  
Introducción y las Aplicaciones Industriales del Procesamiento Digital en Línea

Las redes Ethernet han tenido éxito y son universalmente aceptadas en empresas, universidades y aún en hogares. Pero también es posible encontrarlas en ámbitos industriales. Y su utilidad se basa en la posibilidad de supervisar la calidad de los enlaces, la existencia de utilitarios (p.e. Telnet) para la configuración de los equipos y la capacidad de controlar y programar a los dispositivos desde una ubicación central. Y este tipo de aplicaciones se asociaba hasta no hace mucho con los niveles administrativos, pero cada vez más se lo aplica en piso de planta y a nivel de dispositivos de automatización y control. Como complemento indispensable el “stack” TCP/IP permite la transmisión de las señales de control, la conexión con aplicaciones HMI/SCADA y servidores WEB embebidos en los dispositivos de campo.

Esta fue la evolución de las redes industriales:

1. Redes industriales propietarias.
2. Integración de la información de piso de planta (HMI/SCADA) con los sistemas de gestión (MRP/ERP).
3. Utilización para redes de nivel 1 y 2.
4. Ampliación de la conectividad por medio de servicios WEB e Internet.

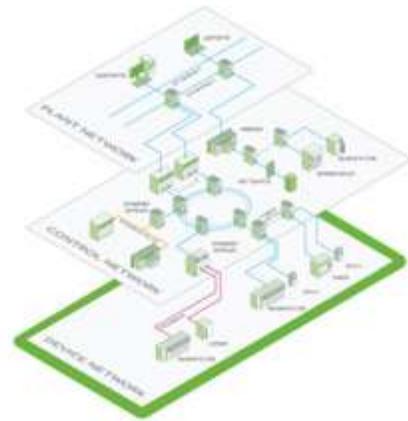
# Programación de Scripts

- Es una extensión de las funcionalidades básicas del HMI
- Permiten ejecutar diferentes tareas:
  - Reconocimiento y manipulación de registros de alarmas y eventos
  - Manipulación de tendencias históricas y de tiempo real
  - Cálculos matemáticos o lógicos
  - Interacción con módulos complementarios del HMI
  - Manejo del sistema de seguridad del HMI
  - Generación de reportes sencillos, incluido el acceso a disco y manipulación de archivos en éste
  - Reproducción de sonidos
  - Interacción con objetos incrustados en las pantallas de operación
  - Conexión con bases de datos
  - Interacción con aplicaciones externas al HMI
- La programación puede realizarse, en el ambiente de configuración, por medio de:
  - Ambiente de programación propio del HMI
  - Visual Basic for Applications (VBA®)
  - Java

# Programación de Scripts

- Su ejecución es **iniciada**, en el ambiente ejecutivo o **runtime**, por **eventos** dentro del HMI:
  - Inicio, Ejecución (en forma periódica) o Cierre del ambiente ejecutivo o runtime
  - Apertura, Visualización (en forma periódica) o Cierre de las pantallas que conforman la interfaz de operación
  - Cambio de estado de tags discretos o variación (normalmente con banda muerta) de tags analógicos
  - Operación de los elementos de control configurados en las pantallas que conforman la interfaz de operación
  - Operación de teclas
  - Asociados a objetos incrustados en las pantallas de operación
- Además de los **tags** de la base de datos pueden emplear **variables locales**
- Pueden programarse además **subrutinas o funciones** cuando los algoritmos sean repetitivos

# Registro de Alarmas y Eventos



Prof. Dr. Diego H. Ramirez - Julio 2011  
SI Introducción y las Aplicaciones Industriales del Procesamiento Digital de Datos

# Registro de Alarmas y Eventos

- Permiten la detección, registro, visualización, impresión y reconocimiento por parte del operador de condiciones particulares de operación del proceso, por medio de los tags del HMI, en particular de los de Entrada/Salida
- **Alarmas:**
  - Detectan condiciones anormales de funcionamiento del sistema supervisado
  - Indican la posibilidad de problemas en el proceso, productos fuera de especificación o situaciones riesgosas para el equipamiento y/o las personas
  - La condición de alarma se dispara cuando el valor actual de un tag analógico supera determinado valor configurado o un tag discreto toma un valor preestablecido
  - El registro se realiza en una zona de memoria reservada por el ambiente ejecutivo
  - Pueden además almacenarse como un registro en el disco rígido e/o imprimirse
  - Hay campos específicos de los tags, tanto para la fijación de límites como para la indicación del estado de alarmas

# Registro de Alarmas y Eventos

- Alarmas (cont.):

- El operador puede reconocer una condición de alarma, acción que queda registrada en los diferentes lugares posibles (memoria, disco rígido e/o impresora)
- La condición del estado de alarma de un tag puede ser:
  - Normal
  - No Reconocida
  - Reconocida
  - Normalizada sin Reconocer
- Esos campos pueden usarse para animar las propiedades de determinados objetos en las pantallas de operación
- Existe la posibilidad de registrar las alarmas (y también los eventos) en bases de datos relacionales, mejorando el análisis y recuperación de la información

# Registro de Alarmas y Eventos

- **Alarmas (cont.):**

- Pueden definirse Zonas de Alarma, de modo de clasificar según algún criterio, útil a la operación, la presentación y registro de alarmas
- Puede configurarse una pantalla de operación que se abre automáticamente en el entorno ejecutivo al producirse una condición de alarma en un tag

- **Eventos:**

- Condiciones particulares en la operación del sistema supervisado que se detectan pero que no representan una anomalía
- El evento se detecta cuando el valor actual de un tag alcanza el estado configurado (discretos) o cambia más que una banda muerta (analógicos)
- Se registran junto con las alarmas
- También pueden registrarse eventos generados por el sistema

# Registro de Alarmas y Eventos

Summary of Alarms and Events

Archivo	Edición	Formato	Ver	Ayuda
Entry_Fa	Entrada	Fallo multidigital	Alarma Multidigital para entra	16:26:38 16:26:30 00:00:12
Entry_Fa	Entrada	Fallo multidigital	Alarma Multidigital para entra	16:27:28 16:27:43 00:00:13
Entry_Fa	Entrada	Fallo multidigital	Alarma Multidigital para entra	16:28:02 16:28:15 00:00:13
Feed_SPC	X Stratification		Fijación X línea central	16:28:42 16:28:52 00:00:10
Entry_Fa	Entrada	Fallo multidigital	Alarma Multidigital para entra	16:29:52 16:30:12 00:00:20
Entry_Fa	Entrada	Fallo multidigital	Alarma Multidigital para entra	16:30:17 16:30:30 00:00:13
Feed_SPC	X Stratification		Fijación X línea central	16:31:12 16:31:22 00:00:10
Entry_Fa	Entrada	Fallo multidigital	Alarma Multidigital para entra	16:34:24 16:34:37 00:00:13
Entry_Fa	Entrada	Fallo multidigital	Alarma Multidigital para entra	16:38:17 16:38:33 00:00:16
Feed_SPC	X Stratification		Fijación X línea central	16:39:08 16:39:18 00:00:10
Entry_Fa	Entrada	Fallo multidigital	Alarma Multidigital para entra	16:40:02 16:40:17 00:00:15
Entry_Fa	Entrada	Fallo multidigital	Alarma Multidigital para entra	16:40:46 16:41:04 00:00:18

ALARMS (X) - Alarma de mías

Archivo	Edición	Formato	Ver	Ayuda		
04/05/2011	13:05:49	File Ser	General	Low disk space on log drive	ACTIVADO	ACTIVA
04/05/2011	13:05:49	Generic	General	Tag not found	DESACTIVADO	INACTIVA
04/05/2011	13:06:25	Generic	General	Tag not found	DESACTIVADO	INACTIVA
04/05/2011	13:06:36	Entry_Fa	Entrada	Alarma Multidigital para entra	ACTIVADO	ACTIVA
12/05/2011	14:46:39	Generic	General	Tag not found	ACTIVADO	ACTIVA
12/05/2011	14:46:42	Entry_Fa	Entrada	Alarma Multidigital para entra	DESACTIVADO	INACTIVA
12/05/2011	14:46:53	Entry_Fa	Entrada	Alarma Multidigital para entra	ACTIVADO	ACTIVA
12/05/2011	14:47:05	Entry_Fa	Entrada	Alarma Multidigital para entra	DESACTIVADO	INACTIVA
12/05/2011	14:47:16	Generic	General	Tag not found	DESACTIVADO	INACTIVA
12/05/2011	14:49:08	Feed_SPC	X Stratification	Fijación X línea central	ACTIVADO	ACTIVA

Summary of Operator Actions

Archivo	Edición	Formato	Ver	Ayuda		
04/05/2011	13:05:49	File Ser	General	Low disk space on log drive	ACTIVADO	ACTIVA
04/05/2011	13:05:49	Generic	General	Tag not found	DESACTIVADO	INACTIVA
04/05/2011	13:06:25	Generic	General	Tag not found	DESACTIVADO	INACTIVA
04/05/2011	13:06:36	Entry_Fa	Entrada	Alarma Multidigital para entra	ACTIVADO	ACTIVA
12/05/2011	14:46:39	Generic	General	Tag not found	ACTIVADO	ACTIVA
12/05/2011	14:46:42	Entry_Fa	Entrada	Alarma Multidigital para entra	DESACTIVADO	INACTIVA
12/05/2011	14:46:53	Entry_Fa	Entrada	Alarma Multidigital para entra	ACTIVADO	ACTIVA
12/05/2011	14:47:05	Entry_Fa	Entrada	Alarma Multidigital para entra	DESACTIVADO	INACTIVA
12/05/2011	14:47:16	Generic	General	Tag not found	DESACTIVADO	INACTIVA
12/05/2011	14:49:08	Feed_SPC	X Stratification	Fijación X línea central	ACTIVADO	ACTIVA

Summary of Operator Actions

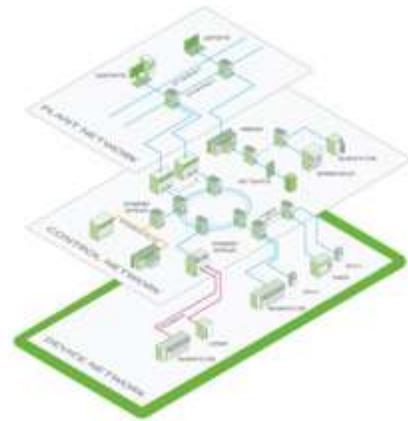
Archivo	Edición	Formato	Ver	Ayuda		
04/05/2011	13:05:49	File Ser	General	Low disk space on log drive	ACTIVADO	ACTIVA
04/05/2011	13:05:49	Generic	General	Tag not found	DESACTIVADO	INACTIVA
04/05/2011	13:06:25	Generic	General	Tag not found	DESACTIVADO	INACTIVA
04/05/2011	13:06:36	Entry_Fa	Entrada	Alarma Multidigital para entra	ACTIVADO	ACTIVA
12/05/2011	14:46:39	Generic	General	Tag not found	ACTIVADO	ACTIVA
12/05/2011	14:46:42	Entry_Fa	Entrada	Alarma Multidigital para entra	DESACTIVADO	INACTIVA
12/05/2011	14:46:53	Entry_Fa	Entrada	Alarma Multidigital para entra	ACTIVADO	ACTIVA
12/05/2011	14:47:05	Entry_Fa	Entrada	Alarma Multidigital para entra	DESACTIVADO	INACTIVA
12/05/2011	14:47:16	Generic	General	Tag not found	DESACTIVADO	INACTIVA
12/05/2011	14:49:08	Feed_SPC	X Stratification	Fijación X línea central	ACTIVADO	ACTIVA

**Registro de Alarmas:** listado de tags con condición de alarma activa, reconocidas o no

**Sumario de Alarmas:** listado completo con el historial de alarmas

**Registro de Eventos:** listado de las acciones realizadas por el operador

# Registro y Visualización de Datos Históricos



Prof. Dr. Diego H. Ramirez - Julio 2011  
Introducción y las Aplicaciones Industriales del Procesamiento Digital de Datos

# Tendencias de Tiempo Real

- Permiten la visualizar como evolucionan en el tiempo los valores de ciertos tags de la base de datos del HMI
- Se utilizan objetos insertados en pantallas de operación
- No queda registro permanente de los valores visualizados

# Registro Histórico

- Es una funcionalidad del HMI por la cual se registra en forma permanente la evolución en el tiempo de los valores de ciertos tags de la base de datos del HMI
- El registro se realiza normalmente en el disco rígido y los valores se almacenan en uno o más archivos, con marca de fecha y hora
- El registro puede realizarse:
  - A intervalo de tiempo fijo
  - Cuando los tags discretos cambian de estado o los analógicos varían más que una banda muerta preestablecida
- El archivo tiene por lo general un formato binario, compacto
- Puede configurarse el largo del archivo, en tamaño y/o duración

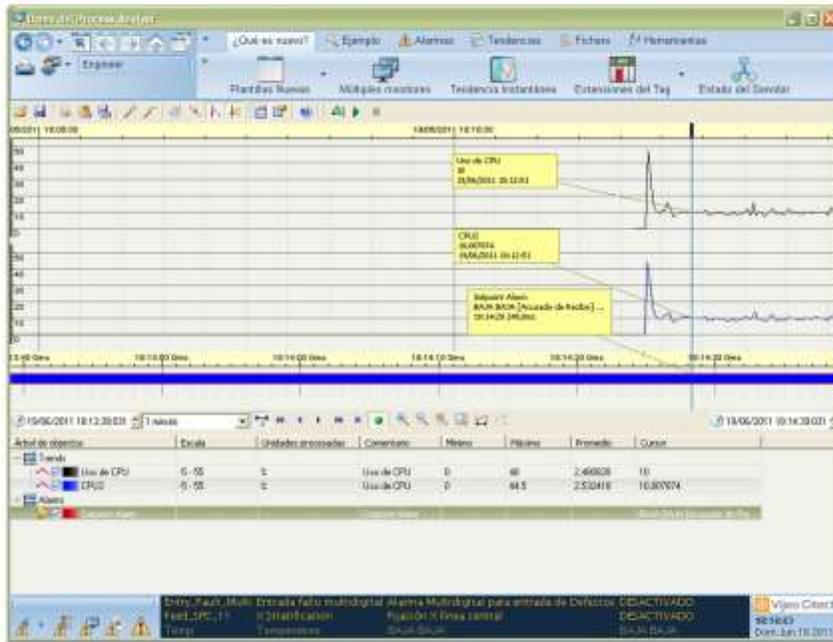
# Registro Histórico

- Se dispone de herramientas para acceder a los datos históricos desde otras aplicaciones:
  - Por exportación a archivos en formato texto (por ejemplo CSV) u otro "abierto"
  - Por conexión directa con el sistema histórico
- En algunos casos los datos son almacenados en bases de datos relacionales (MS SQL Server®, Oracle®, etc.)

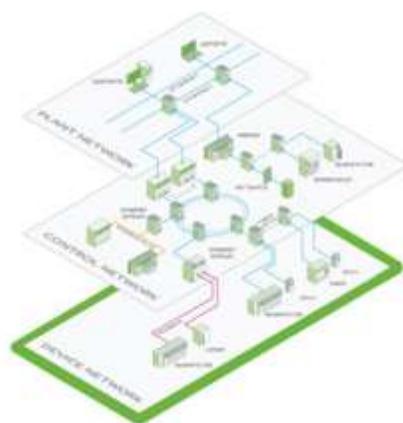
## Registro Histórico ~ Tendencias

- Permiten visualizar como evolucionan en el tiempo los valores de ciertos tags de la base de datos del HMI
- Se utilizan objetos insertados en pantallas de operación, que acceden al registro histórico permanente
- Cuentan con controles que permiten manipular la visualización (quitar o agregar tags a visualizar; escalado; duración y punto de inicio; zoom; etc.)
- Tanto el registro histórico como las tendencias asociadas a éste, pueden manipularse desde el sistema de scripts

# Registro Histórico ~ Tendencias



# Módulos Complementarios

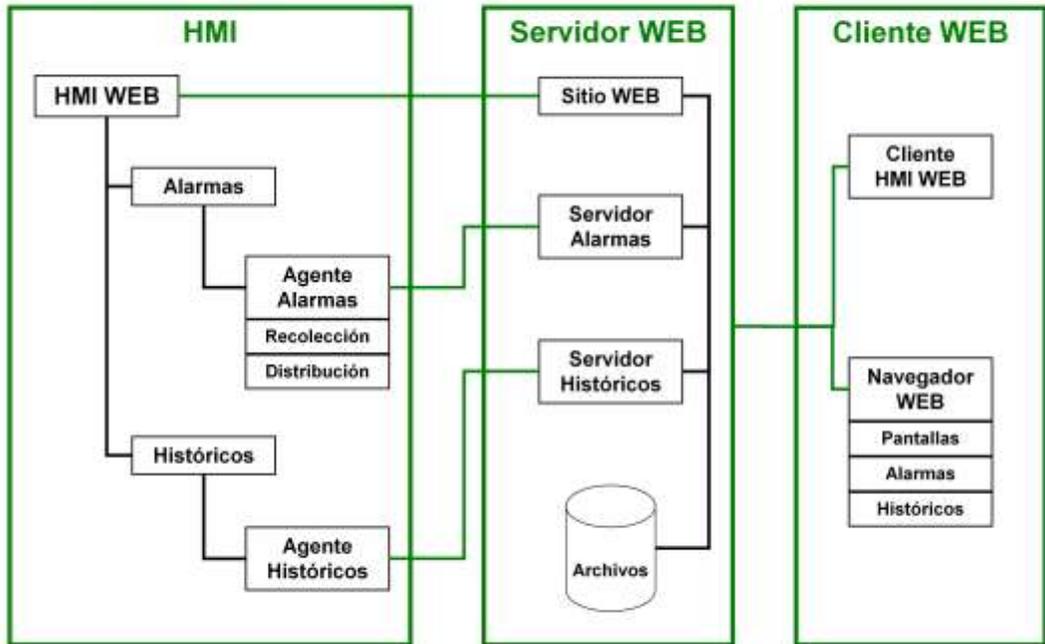


Prof. Dr. Diego H. Ramirez - Julio 2011  
Introducción y las Aplicaciones Industriales del Procesamiento Digital de Señales

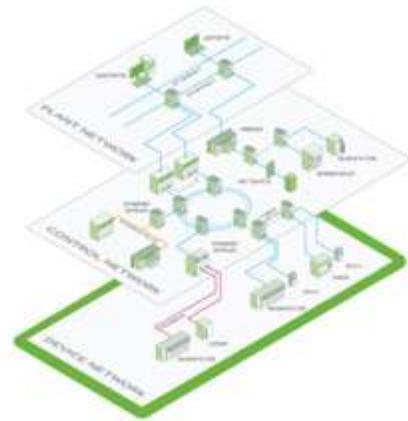
# Módulos Complementarios

- Proveen funcionalidades adicionales a las básicas del HMI
- Pueden ser provistos por el mismo desarrollador del HMI o por terceros que cubren "nichos" de aplicaciones especializadas
- Objetos para incorporar a pantallas de operación
- Para la generación y visualización de reportes:
  - Generación de reportes a medida a partir de la base de datos de tiempo real del HMI
- Para la administración de alarmas:
  - Servicios de mensajería por medio de altoparlantes; telefonía fija o móvil; buscapersonas (pagers); radio; correo electrónico ó SMS
  - Almacenamiento en bases de datos relacionales (MS SQL Server®; Oracle®; etc.)
  - Objetos para visualización, filtrado y manipulación en pantallas de operación
- Para la generación, administración y utilización de recetas
- Para el Control Estadístico de Procesos y de Calidad (SPC/SQC)
- Redundancia

# Acceso por WEB



# Seguridad



# Seguridad

- Debe contemplar tres aspectos:

- Autenticación
- Integridad
- Confidencialidad

- En un HMI deben considerarse dos conceptos de seguridad:

- Sistema de seguridad propio
- Seguridad del sistema informático donde se implantó el HMI (Cyber Security)

## Sistema de Seguridad Propio

- Componente del HMI que permiten controlar el acceso a las diferentes funcionalidades del HMI
- Permite definir usuarios (identificados por un nombre y una contraseña) y perfiles de operación
- En algunos casos permiten utilizar las mismas cuentas de usuarios del sistema operativo
- A cada perfil se le asignan permisos y restricciones (apertura o cierre de pantallas de operación, acceso a elementos de control, etc.)
- También puede realizarse un registro de auditoría, cuando un usuario accede a diferentes funciones (p.e. reconocimiento de alarmas)

# Seguridad del Sistema Informático

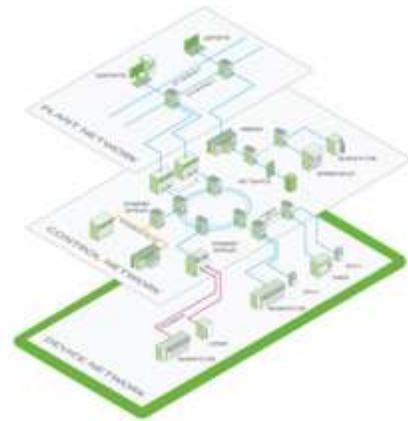
## (Cyber Security)

- Es frecuente que los HMI se integren a los sistemas informáticos de la empresa
- Por esta razón deben tenerse en cuenta no sólo a los operadores habituales sino también a los accesos externos al HMI
- Este aspecto NO puede descuidarse para garantizar la integridad de la operación y de los datos administrados por el HMI

### Algunos puntos a tener en cuenta:

1. Identificar todas las conexiones por red al sistema HMI y deshabilitar aquellas que no sean imprescindibles.
2. Evaluar la seguridad de las conexiones por red necesarias y modificarlas, estableciendo controles, de modo de volverlas robustas a posibles ataques.
3. Utilizar sólo los protocolos, servicios y/o aplicaciones necesarias en los nodos del sistema HMI.
4. No usar protocolos o herramientas propietarias.
5. Desplegar todas las prestaciones de seguridad disponibles en los dispositivos y sistemas.
6. Implementar sistemas de detección de intrusos y establecer registros de auditorías informáticos continuos (24 x 7) en las redes de conexión del sistema HMI.
7. Realizar auditoría físicas periódicas y evaluar la seguridad de los sitios remotos que se conectan al sistema HMI.
8. Crear grupos de evaluación de riesgos que desarrollen y analicen las posibles respuesta ante diferentes escenarios de ataques.
9. Definir claramente los roles y responsabilidades de seguridad informática (niveles gerenciales, administradores de red y usuarios en general).
10. Documentar por completo la arquitectura de la red e identificar en ésta aquellos elementos que cumplen funciones críticas o contiene información sensible que puedan requerir de mayores niveles de protección.
11. Crear un manual de procedimientos, que incluya planes de recuperación de ataques (disaster recovery plans).
12. Realizar copias de seguridad frecuentes, guardando los medios de resguardo en lugares físicos seguros y separados del sistema HMI.
13. En sistemas críticos utilizar redundancia, incluyendo la geográfica.
14. Establecer políticas internas de seguridad y realizar un entrenamiento permanente de todo el personal involucrado para minimizar el riesgo de "ataques por medio de ingeniería social". Recordar que en todo sistema de seguridad el eslabón más débil **SIEMPRE** son las personas.

# Modos de Licenciamiento y Criterios de Selección



Prof. Dr. Diego H. Ramirez - Julio 2011  
SI Introducción y las Aplicaciones Avanzadas del Procesamiento Digital de Señales

# Modos de Licenciamiento

- **Según la funcionalidad**

- Desarrollo (Development)
- Ejecutivo (Runtime)
- Sólo visualización
- Número de variables (tags) locales
- Nodos de conexión remota incluidos en el servidor
- Número de pantallas de operación
- Número de servidores de E/S

- **Según la modalidad**

- Papel
- Licencia de software
- Llave de habilitación de software por hardware (key o dongle)
- Registro en línea con habilitación por número de serie (tipo Microsoft® Licensing)

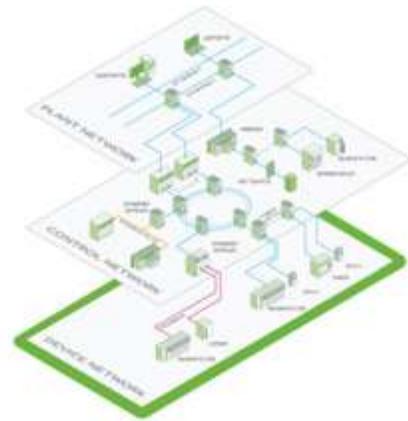
# Criterios para la selección del sistema HMI

- **Antes de elegir un producto y hacer números:**
  - Desarrollar planes de evaluación y compra coherentes
  - Poner una persona a cargo del proyecto e involucrar a todos los interesados (ingenieros de campo, responsables de operación y mantenimiento, tecnología informática y niveles gerenciales)
  - Antes de escribir una especificación investigar los diferentes productos disponibles en el mercado
  - Elegir al proveedor no por los grandes números sino por su liderazgo tecnológico, su experiencia y respaldo técnico-comercial. A largo plazo esto significa un menor costo y un mejor desempeño
  - Analizar las tecnologías disponibles y elegir aquellas que mejor se adecúen a los objetivos de la aplicación

# Criterios de selección

- Elegido el producto, el detalle de cada licencia:
  - Plataforma de hardware y sistema operativo.
  - Dispositivos de campo con los que requiere conectividad y los protocolos a soportar.
  - Cantidad de señales de campo (tags) necesarios.
  - Módulos opcionales necesarios.
  - Funcionalidad a implementar (Desarrollo / Runtime).
  - Conexión en red con otros nodos.

# Bibliografía



Prof. Dr. Diego M. Ramirez - Julio 2011  
Introducción y las Aplicaciones Industriales del Procesamiento Digital de Señales

## Referencias y bibliografía

- <http://www.aadeca.org/>
- <http://www.ieee.org/>
- <http://www.control.com/>
- <http://www.automation.com>
- [http://www.matrikonopc.com/training/opc-multimedia-tutorial/standalone\\_opcda\\_pop.html](http://www.matrikonopc.com/training/opc-multimedia-tutorial/standalone_opcda_pop.html)
- <http://ethernet.industrial-networking.com/opc/articledisplay.asp?id=32>
- <http://www.controlglobal.com/articles/2005/441.html>
- <http://www.controlglobal.com/articles/2004/229.html>
- WEB ProForum Tutorials. The Human Machine Interface (HMI). <http://www.lec.org>. 2002.
- Piedrafita Moreno, Ramón. Ingeniería de la Automatización Industrial. Editorial Ra-Ma. Madrid, 2003.
- Behrends, Carlos y Szklanny, Sergio. Sistemas Digitales de Control de Procesos. Editorial Control S.R.L. Buenos Aires. 1995.
- 21 Steps to Improve Cyber Security of SCADA Networks. Office of Energy Assurance - U.S. Department of Energy. 2002.
- Kling, Frank (Control Systems International, Inc.). Insider Tips on Buying a SCADA System (<http://www.automation.com/sitepages/pid1918.php>). 2005.
- Schneider Electric. HMI Market Intelligence Bulletin. Marzo 2007

# Demostración práctica





¡Muchas gracias...!  
[diego.romero@schneider-electric.com](mailto:diego.romero@schneider-electric.com)