

**SISTEMAS DE EJECUCIÓN DE MANUFACTURA EN LA FABRICACIÓN
INTEGRADA POR COMPUTADOR Y PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE
SISTEMAS SCADA**

CHRISTIAM ANDRÉS NAVARRO GUARÍN

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERIA Y ADMINISTRACIÓN
SECCIONAL BUCARAMANGA**

2010

**SISTEMAS DE EJECUCIÓN DE MANUFACTURA EN LA FABRICACIÓN
INTEGRADA POR COMPUTADOR Y PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE
SISTEMAS SCADA**

CHRISTIAM ANDRÉS NAVARRO GUARÍN

PROYECTO DE GRADO

JUAN CARLOS MANTILLA SAAVEDRA

DIRECTOR DEL PROYECTO

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERIA Y ADMINISTRACIÓN
SECCIONAL BUCARAMANGA**

2010

Nota de Aceptación

Firma de Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Bucaramanga, Julio de 2010

Bucaramanga, Julio de 2010

Son muchas las personas especiales a las que me gustaría agradecer su amistad, apoyo, ánimo y compañía en las diferentes etapas de mi vida. Algunas están aquí conmigo, otras en mis recuerdos y en el corazón. Sin importar en donde estén o si alguna vez llegan a leer estas dedicatorias quiero darles las gracias por formar parte de mi, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

CHRISTIAM ANDRÉS NAVARRO GUARÍN

AGRADECIMIENTOS

Al Ingeniero Juan Carlos Mantilla por la orientación, apoyo, cordialidad y disposición con la que me apoyo en las situaciones que se presentaron.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. FABRICACIÓN INTEGRADA POR COMPUTADOR-CIM	3
1.1. DEFINICIÓN DE FABRICACIÓN INTEGRADA POR COMPUTADOR- CIM.....	3
1.2. NIVEL DE PROCESO	4
1.3. NIVEL DE ESTACIÓN-MÁQUINA	5
1.4. NIVEL DE TALLER-CÉLULA.....	5
1.5. NIVEL DE FÁBRICA	5
1.6. NIVEL DE EMPRESA.....	6
1.7. BENEFICIOS ESTRATÉGICOS DEL CIM	8
1.8. TIPOS DE PROCESOS INDUSTRIALES.....	9
2. SISTEMAS DE CONTROL SUPERVISOR Y ADQUISICIÓN DE DATOS-SCADA ...	11
2.1. DEFINICIÓN GENERAL DE SCADA.....	12
2.2. TIPOS DE DATOS DE UN SISTEMA SCADA	13
2.3. UNIDADES MAESTRAS (MASTER TERMINAL UNITS)	14
2.4. ADQUISICIÓN DE DATOS	15
2.5. PROCESAMIENTO DE ALARMAS	16
2.6. COMUNICACIONES	16
2.7. TERMINALES REMOTAS (REMOTE TERMINAL UNITS)	17
3. SISTEMAS DE EJECUCIÓN DE MANUFACTURA-MES.....	19
3.1. DEFINICION GENERAL DE SISTEMAS MES.....	19
3.2. CONJUNTO DE COMPONENTES DE PRODUCCIÓN	23
3.2.1. COMPONENTE HISTÓRICO	23
3.2.2. COMPONENTE LABORATORIO	23
3.2.3. COMPONENTE GESTIÓN DE ESPECIFICACIONES.....	24
3.2.4. COMPONENTES OPCIONALES.....	24
3.3. IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA MES	24

3.4. MES Y ADAPTATIVE ENTERPRISE.....	27
3.4.1. ESTADO 1. LEAN MANUFACTURING.	27
3.4.2. ESTADO 2. COLLABORATIVE MANUFACTURING.....	27
3.4.3. ESTADO 3. ADAPTIVE MANUFACTURING.	28
3.4.4. ESTADO 4. ADAPTIVE ENTERPRISE.....	28
4. ESTADO DEL ARTE DE LOS SISTEMAS MES.....	29
4.1. MODERNIZACIÓN EN LA INTEGRACIÓN DE LAS EMPRESAS.....	30
4.2. MODELO DE LA FABRICACIÓN INTEGRADA POR COMPUTADOR-CIM.....	30
4.3. ARQUITECTURA DE OPERACIÓN DE LAS FÁBRICAS	32
4.3.1. RECIENTES TENDENCIAS DE LA INTEGRACIÓN	33
4.4. INDICADORES DE PROBLEMAS DE PROCESOS FÍSICOS.....	33
4.4.1. PROCESOS DE INFORMACIÓN E INTEGRACIÓN DE SISTEMAS.....	34
4.5. EL PUENTE ENTRE LA PLANIFICACIÓN DE LOS RECURSOS DE LA EMPRESA (ERP) Y LA PLANTA	36
5. CONTENIDO DE LA ASIGNATURA “INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE EJECUCIÓN DE MANUFACTURA-MES”	40
5.1. OBJETIVOS	40
5.2. CONOCIMIENTOS PREVIOS	40
5.3. CONTENIDOS GENERALES	40
5.4. METODOLOGÍA	40
5.5. CONTENIDOS ESPECÍFICOS	41
6. PRACTICAS DE LABORATORIO DE SISTEMAS DE CONTROL SUPERVISOR Y ADQUISICIÓN DE DATOS-SCADA	43
6.1. INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS HMI/SCADA DE WONDERWARE	43
6.2. SOFTWARE INTOUCH 10.0 HMI.....	46
6.3. CARACTERISTICAS DEL SOFTWARE WONDERWARE INTOUCH 10.0 HMI /SCADA	47
6.3.1. GERENCIA DE OPERACIONES.....	47
6.3.2. DESARROLLO DE APLICACIONES.....	49
6.3.3. GESTIÓN DE INTEGRACIÓN.....	51
6.3.4. ESCALABILIDAD Y ADAPTACIÓN	53
6.4. TRABAJANDO CON INTOUCH.....	54
6.4.1. MENU WINDOWMAKER.....	57

6.5. CREANDO E IMPLEMENTANDO UNA GALAXY	64
6.5.1. CREAR UNA GALAXY E IMPORTAR LOS OBJETOS DE AUTOMATIZACIÓN. 64	
6.5.2. EDITANDO UNA APLICACIÓN ADMINISTRADA.....	66
RECOMENDACIONES	70
CONCLUSIONES	71
BIBLIOGRAFÍA	73
ANEXO A. INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LA MAQUINA VIRTUAL VMWARE.	77
ANEXO B. CREACIÓN DE UNA MAQUINA VIRTUAL.	85

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Fabricación Integrada por Computador, Pirámide CIM.	4
Figura 2. Relación entre el modelo teórico y real de la pirámide CIM.	7
Figura 3. Ejemplo de una interfaz primaria de un sistema SCADA	14
Figura 4. Modelo de Un Sistema MES desarrollado por la asociación MESA.	20
Figura 5. Relación entre el modelo teórico y real de la pirámide CIM.	32
Figura 6. Sistema de Control Distribuido (DCS) con interacción de comunicación directa entre el PLC y otros sistemas de información de planta como los MES.	35
Figura 7. Sistema de Ejecución de Manufactura-MES en la empresa	38
Figura 8. Ejemplo de solución software SCADA.	43
Figura 9. Sistema SCADA – Interfaz Gráfica de Usuario.	44
Figura 10. Aplicación HMI / SCADA de un proceso automatizado.	45
Figura 11. InTouch 10.0 Human Machine Interface (HMI) de Wonderware.	46
Figura 12. Demostración de la interfaz grafica de controles en InTouch 10.0.	48
Figura 13. Desarrollo de aplicaciones – Interfaz ArchetrA	49
Figura 14. Desarrollo de aplicaciones – Herramientas de control (Botones)	50
Figura 15. Gestión de integración InTouch 10.0 y System Platform 3.0	52
Figura 16. Modulo de procesos-Mejora de procesos	53
Figura 17. Enfoque modular	54
Figura 18. Window Properties	55
Figura 19. Tools	56
Figura 20. Wizard Selection	57
Figura 21. WindowMaker Menú File	58
Figura 22. WindowMaker Menú Arreglar	59
Figura 23. WindowMaker Menú Especial	60
Figura 24. WindowMaker Dictionary Tagname	62
Figura 25. WindowMaker Tagname Alarms	63
Figura 26. WindowMaker Tagname Both	63
Figura 27. Connect to Galaxy	64
Figura 28. New Galaxy	65
Figura 29. Archestra IDE	66
Figura 30. Reactor Demo	67
Figura 31. Cuadro de dialogo Windows to open	68
Figura 32. Componentes gráficos del reactor demo.	68
Figura 33. Cuadro de dialogo Check In.	69

LISTA DE TABLAS

Pág.

<i>Tabla 1.</i> <i>Beneficios estratégicos de la Fabricación Integrada por Computador.....</i>	<i>9</i>
---	-----------------

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LA MAQUINA VIRTUAL..... 77

ANEXO B. CREACIÓN DE UNA MAQUINA VIRTUAL. 83

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: SISTEMAS DE EJECUCIÓN DE MANUFACTURA EN LA FABRICACIÓN INTEGRADA POR COMPUTADOR Y PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE SISTEMAS SCADA

AUTOR: CHRISTIAM ANDRÉS NAVARRO GUARÍN

FACULTAD: FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

DIRECTOR: JUAN CARLOS MANTILLA SAAVEDRA

RESUMEN

Se elaboró un estado del arte que resume y organiza la información consultada acerca de los sistemas MES para esta investigación. El estado del arte brinda un conocimiento más amplio acerca de los sistemas MES y sistemas SCADA; desarrolla una nueva perspectiva acerca de estos sistemas informáticos y evalúa las principales tendencias de estos últimos años en cuanto a los sistemas de fabricación en la empresa. Se desglosan las funciones típicas que caracterizan a un Sistema MES: asignación de recursos, administración de la calidad, control de documentos, adquisición de datos, programación de operaciones, administración de mantenimiento, análisis de rendimiento, administración de procesos entre otros, y se plantean los temas correspondientes al contenido de la asignatura "Introducción a los Sistemas de Ejecución de Manufactura".

PALABRAS CLAVE: Sistemas MES, SCADA, CIM, ERP.

Vº Bº DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

ABSTRACT OF THESIS PROJECT

TITLE: MANUFACTURING EXECUTION SYSTEMS IN THE
MANUFACTURE OF INTEGRATED COMPUTER
LABORATORY PRACTICE AND SCADA SYSTEMS

AUTHOR: CHRISTIAM ANDRÉS NAVARRO GUARÍN

DEPARTAMENT: ELECTRONIC ENGINEERING

DIRECTOR: JUAN CARLOS MANTILLA SAAVEDRA

ABSTRACT

It produced a state of the art that summarizes and organizes the information accessed about MES systems for this research. The state of the art provides a broader knowledge about the MES and SCADA systems, develops a new perspective on these systems and assesses the major trends of recent years in terms of manufacturing systems in the enterprise. They break down the typical functions that characterize a MES system: resource allocation, quality management, document control, data acquisition, programming, operations, maintenance management, performance analysis, process management, among others, and raises issues relevant to the content of the course "Introduction to Manufacturing Execution Systems."

KEYWORDS: MES System, SCADA, CIM, ERP.

V° B° THESIS DIRECTOR

INTRODUCCIÓN

La creciente necesidad de las empresas de integrar sus procesos de producción y gestión administrativa de los recursos, han llevado a sugerir nuevas alternativas de administración y control de los procesos en la cual se utilicen sistemas informáticos que optimicen los procesos en la empresa como es el caso de los sistemas de ejecución de manufactura-MES y los sistemas de supervisión y adquisición de datos-SCADA.

Los sistemas MES son principalmente sistemas informáticos en línea que proporcionan herramientas para llevar a cabo las distintas actividades de la administración de la actividad de fabricación. Un sistema MES establece una comunicación en tiempo real entre el nivel de gestión de la empresa y el nivel de control de planta, brindando al nivel de gestión, información actualizada de todos los procesos de producción para la correcta planeación y toma de decisiones; esta información comúnmente se obtiene a partir de los sistemas de Control, Supervisión y Adquisición de Datos (SCADA, *Supervisory Control And Data Acquisition*), cuya función principal es establecer una interfaz hombre máquina para obtener información proveniente de los controladores de los dispositivos de campo.

Con este proyecto se consigue generar una base de conocimiento respecto a los Sistemas de Ejecución de Manufactura (MES), que sirva como punto de partida para nuevas investigaciones y trabajos de grado en la línea de investigación de control y automatización de procesos. Además, el estudio de los sistemas MES brinda la posibilidad de mejorar e integrar las aplicaciones de los sistemas electrónicos de automatización y control a los procesos de la industria Colombiana. Específicamente los sistemas SCADA, toman un papel importante en esta adaptación, lo cual pone en evidencia la trayectoria de instituciones educativas de nuestro país, tal es el caso de la Universidad Pontificia Bolivariana.

Adicionalmente debido a la importancia de este tema se realiza la estructuración del contenido de la asignatura denominada “Introducción a los Sistemas de Ejecución de Manufactura”, como complemento a la línea de profundización de control y automatización de procesos dentro del plan de estudios de Ingeniería Electrónica de la Universidad

Pontificia Bolivariana. Esta asignatura pretende dar una introducción a los sistemas MES dentro de la fabricación integrada por computador, centrándose en el nivel de automatización y control de planta; por lo tanto la asignatura se enfocará a la profundización de los sistemas SCADA. Adicionalmente se incluyen el diseño e implementación de las prácticas de laboratorio relacionadas con los sistemas de control, supervisión y adquisición de datos.

1. FABRICACIÓN INTEGRADA POR COMPUTADOR-CIM

1.1. DEFINICIÓN DE FABRICACIÓN INTEGRADA POR COMPUTADOR- CIM

La Fabricación Integrada por Computador (CIM) se define como el uso de la tecnología por medio de las computadoras para integrar las actividades de una empresa.

En los sistemas de automatización y datos se deriva la necesidad de integrar los procesos de producción (diseño, ingeniería y fabricación) con los de gestión de la empresa, por tanto se obtiene así la denominada fabricación integrada por computador, también conocida como CIM (Computer Integrated Manufacturing). CIM se aplica en las empresas que tratan de integrar, en mayor o menor medida, y mediante el uso adecuado de computadores, todas las áreas de la empresa [18]:

- ✓ Órdenes de entrada
- ✓ Control de inventarios
- ✓ Planificación de necesidades de materiales
- ✓ Diseño del producto y proceso
- ✓ Simulación
- ✓ Planificación de la fabricación
- ✓ Automatización de la producción
- ✓ Control de calidad
- ✓ Ensamblado automático
- ✓ Control de ventas

La tecnología computacional es la tecnología que integra todas las otras tecnologías CIM. La tecnología computacional incluye todo el rango de hardware y de software ocupado en el ambiente CIM, incluyendo lo necesario para las telecomunicaciones [19]. Existe una jerarquía de control en los ambientes manufactureros; la división en niveles de la

estructura funcional de un proceso propicia la representación de un sistema de fabricación integrada por computador mediante la denominada pirámide CIM, y que está formada conceptualmente por cinco niveles como se muestra en la Figura 1.

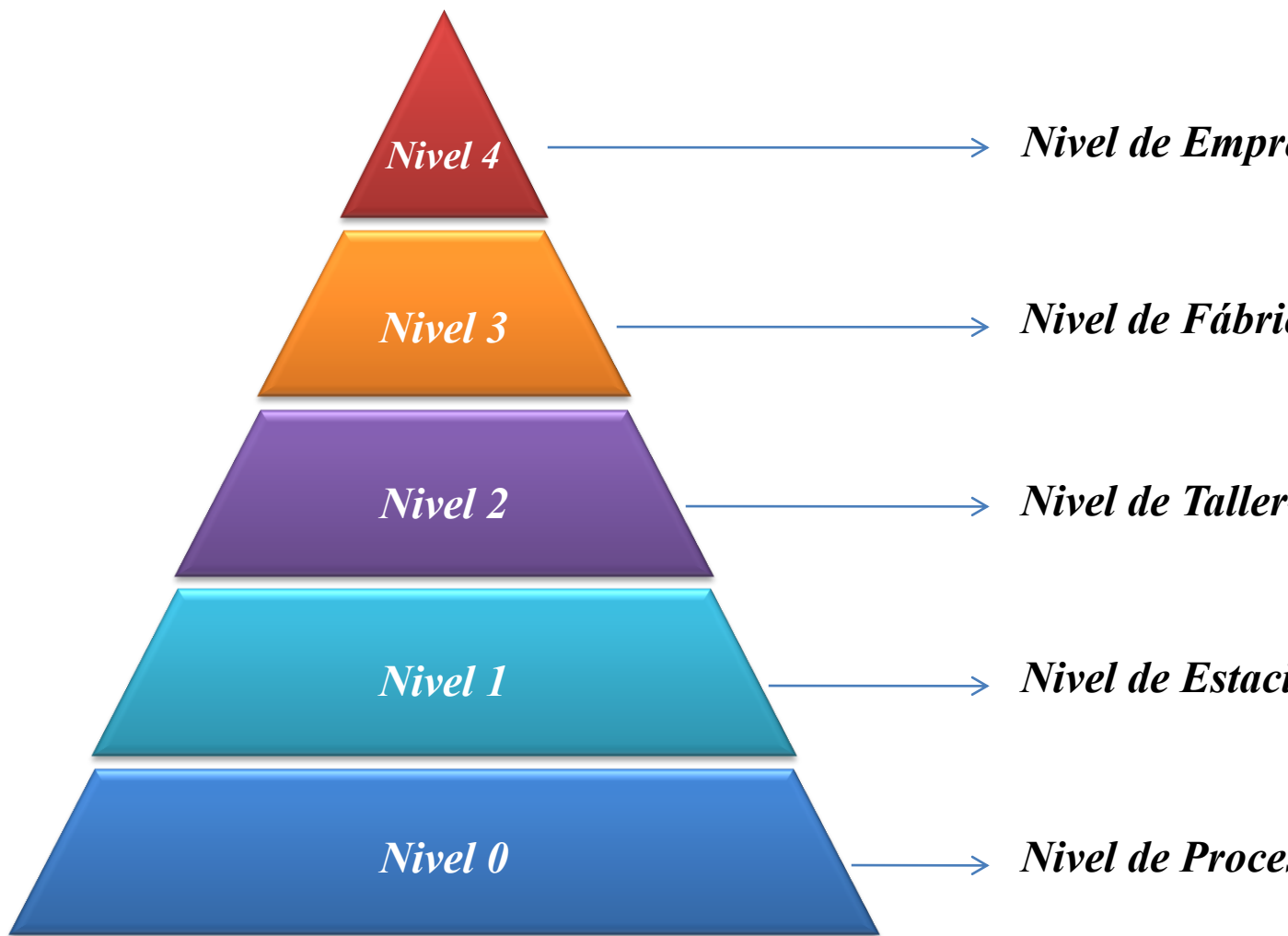


Figura 1. Fabricación Integrada por Computador, Pirámide CIM.

Fuente: Equipos para la automatización industrial, Memorias del curso Orientación Autómatas Programables

1.2. NIVEL DE PROCESO

En este nivel se adquieren datos del proceso mediante sensores situados en él y se actúa mediante actuadores. Los sensores se transfieren a los sistemas de control que forman parte del nivel de estación, para que ejecuten los algoritmos de control y que, teniendo en

cuenta los resultados obtenidos, envíen las órdenes oportunas a los actuadores. Por lo tanto, este nivel es el encargado de la comunicación de los diferentes controladores del nivel de estación con los dispositivos de campo.

1.3. NIVEL DE ESTACIÓN-MÁQUINA

En este nivel se elabora la información procedente de los dispositivos del nivel inferior y se informa al usuario de la situación de las variables y alarmas. Forman parte de él los diferentes sistemas electrónicos de control utilizados en cada máquina (PLC's, CNC's, DCS's, robots, computadores), que reciben el nombre genérico de controladores de máquinas.

1.4. NIVEL DE TALLER-CÉLULA

En este nivel se realiza la coordinación de las máquinas pertenecientes a la célula de fabricación. Las tareas generadas en el nivel superior de área o de fábrica se descomponen en un conjunto de operaciones más sencillas que se trasladan, de forma sincronizada, hacia los subprocesos del nivel inferior (almacenamiento, transporte, fabricación, ensamblado, control de calidad, etc.)

1.5. NIVEL DE FÁBRICA

En este nivel se realiza la secuencia de tareas y la administración de los recursos, por tal razón suele ser el responsable de la gestión de una planta o fábrica específica. Las principales actividades de este nivel se centran en la planificación y el control de la producción, además en él se diseñan y se definen los procesos de fabricación y su secuencia concreta, se gestiona el material y los recursos (máquinas, programas, etc.) necesarios para la obtención del producto final y se planifican las labores de mantenimiento entre otras.

1.6. NIVEL DE EMPRESA

En este nivel se lleva a cabo la gestión e integración de los niveles inferiores. En él se consideran principalmente los aspectos de la empresa desde el punto de vista de su gestión global tales como compras, ventas, comercialización, objetivos estratégicos, planificación a medio y largo plazo, investigación etc.

El modelo de Fabricación Integrada por Computador CIM que se acaba de describir se puede implementar en la realidad mediante la descripción de una nueva pirámide que se resume en cuatro niveles tal como se muestra en la Figura 2.

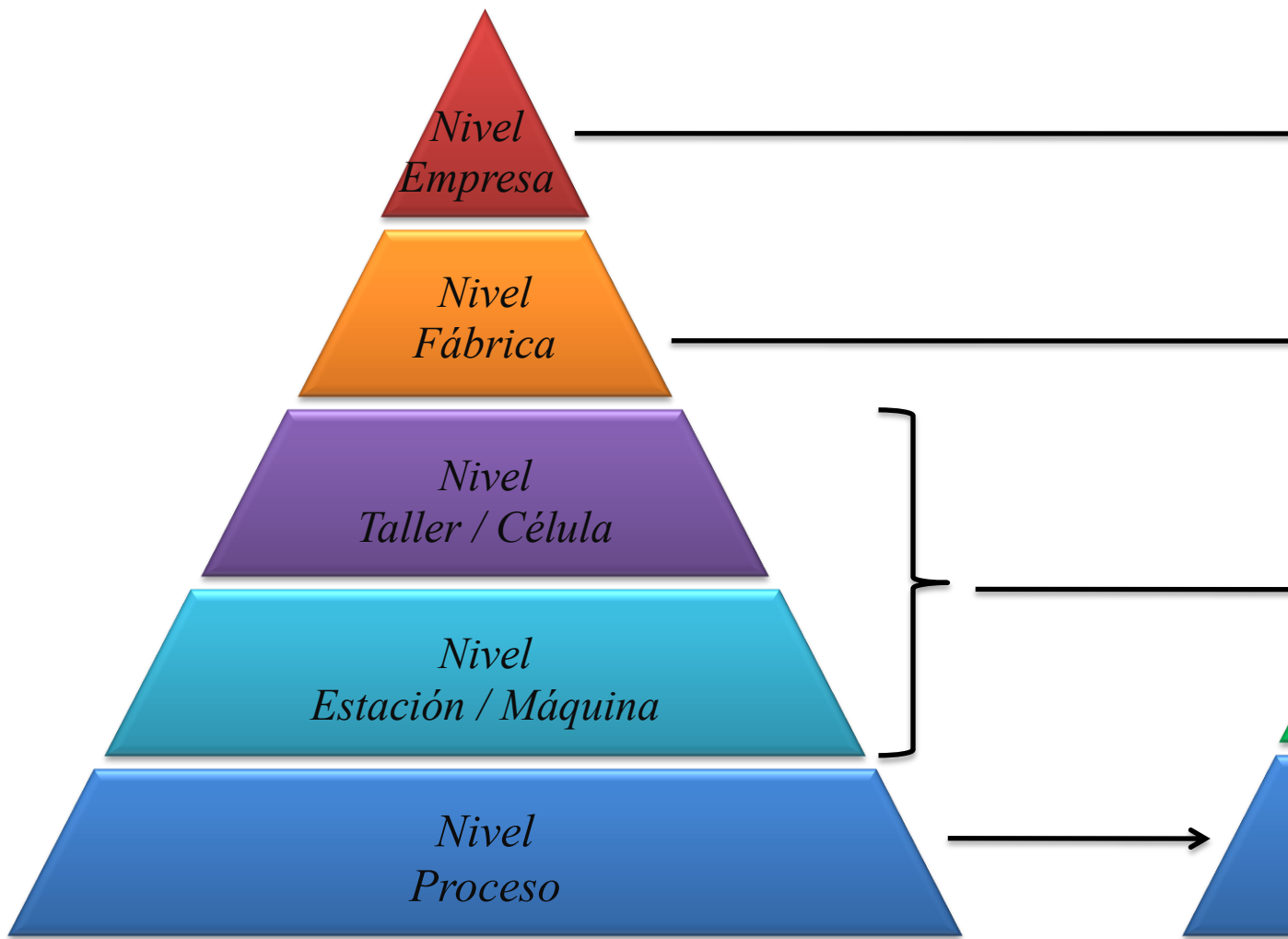


Figura 2. Relación entre el modelo teórico y real de la pirámide CIM.
Fuente: Equipos para la automatización industrial, Memorias del curso Orientación Autómatas Programables

El **Nivel de Proceso**, tal como se indicó anteriormente, está formado por los dispositivos de campo que interactúan con el proceso.

El conjunto formado por el **Nivel de Estación/Máquina, Taller/Célula** está constituido por un conjunto de sistemas electrónicos de control como:

- ✓ Sistemas de control numérico.
- ✓ Autómatas programables.
- ✓ Computadores industriales.
- ✓ Controladores de procesos continuos.

- ✓ Sistemas CAD-CAM.
- ✓ Robots industriales.
- ✓ Sistemas de manipulación de elementos.

El **Nivel de Fábrica** es el último en el que se han comenzado a utilizar aplicaciones que tienen como objetivo contribuir a ejecutar eficientemente el plan de fabricación de una planta. Este tipo de soluciones reciben el nombre de MES (Manufacturing Execution Systems). En el nivel de empresa se utilizan aplicaciones de negocio conocidas como ERP (Enterprise Resource Planning), CRM (Customer Relationship Mgmt.), PLM (Product Lifecycle Mgmt.), SCM (Supply Chain Mgmt.) [19].

A pesar de que los beneficios cualitativos del CIM no son cuantificados en las ecuaciones de factibilidad de inversión, se sabe positivamente que CIM aporta incuantificables beneficios. Entre los más importantes beneficios del CIM se encuentran las mejoras en la productividad, mayor rapidez en la introducción o modificación de productos, y una mejor intercambiabilidad de los trabajos específicos. Algunos de los más importantes beneficios estratégicos del CIM se presentan en la tabla 1 [25].

1.7. BENEFICIOS ESTRATÉGICOS DEL CIM

Beneficio	Descripción
Flexibilidad	Capacidad de responder más rápidamente a cambios en los requerimientos de volumen o composición
Calidad	Resultante de la inspección automática y mayor consistencia en la manufactura
Tiempo perdido	Reducciones importantes resultantes de la eficiencia en la integración de información
Inventarios	Reducción de inventario en proceso y de stock de piezas terminadas, debido a la reducción de pérdidas de tiempo y el acceso oportuno a información precisa
Control	Reducción de control como resultado de la accesibilidad a la información

gerencial	y la implementación de sistemas computacionales de decisión sobre factores de producción
Espacio físico	Reducciones como resultado de incremento de la eficiencia en la distribución y la integración de operaciones
Opciones	Previene riesgos de obsolescencia, manteniendo la opción de explotar nueva tecnología

Tabla 1. Beneficios estratégicos de la Fabricación Integrada por Computador.
Fuente: <http://html.rincondelvago.com/manufactura-integrada-por-computadora.html>

1.8. TIPOS DE PROCESOS INDUSTRIALES

Existen varios tipos de clasificación, sin embargo la que se utiliza con mayor frecuencia para discutir los tipos de procesos de control y las aplicaciones de comunicaciones es la segmentación de las industrias en unidades de operación continuas, discontinuas, por lotes y discretas [25].

- **Operaciones continuas**

Las operaciones continuas son aquellas en las que la materia prima, los productos intermedios y finales son fluidos y son procesados de manera continua por un largo período de tiempo, en ocasiones por años, sin paro alguno. En lugar de la tecnología de productos, la tecnología de procesos regularmente es la llave para el éxito de la economía. Ejemplo de este tipo de operaciones se encuentran en industrias como la química, la petrolera y la energética [25].

- **Operaciones discontinuas**

Son lo mismo que las operaciones continuas excepto que con frecuencia se cambia de un producto a otro. Esto implica que en ocasiones se realicen paros y arranques en intervalos frecuentes, o cambiar de una condición de operación a otra con el fin de realizar un producto similar. Para que estos procesos sean costeables en su operación, se realiza

una automatización adicional para realizar los cambios en las condiciones de operación. Ejemplos de este tipo de operaciones son las industrias que fabrican papel, alimentos y algunos procesos químicos [25].

- **Operaciones por lotes**

Además de correr de manera discontinuo, son diferentes en el sentido en que el Procesamiento se realiza siguiendo una secuencia específica. La materia prima se mezcla toda junta y luego se procesa en una trayectoria específica bajo ciertas condiciones de operación como temperatura, presión, densidad, viscosidad, etc. En algunas ocasiones se usan aditivos adicionales en diferentes momentos en el ciclo de procesamiento. El producto deseado es separado o condicionado en unidades de operación por lotes. Las operaciones por lotes son la forma más antigua de operar pero las más frecuentemente utilizada en industrias como la química, de alimentos, minerales, fármacos, textiles y pieles [25].

- **Operaciones discretas**

Las operaciones discretas son aquellas en las que se produce un producto a la vez, como los automóviles, refrigeradores, aviones, barcos, etc. Estos procesos utilizan una línea de ensamblaje donde el producto se mueve a través de las diferentes unidades de operación o el producto puede permanecer de manera estacionaria con diferentes procesos en un mismo lugar. Los productos pueden ser fabricados uno a la vez o en grandes cantidades en una línea de producción masiva [25].

2. SISTEMAS DE CONTROL SUPERVISOR Y ADQUISICIÓN DE DATOS-SCADA

SCADA es un acrónimo por “Supervisory Control And Data Acquisition” (control supervisor y adquisición de datos). Los sistemas SCADA utilizan la computadora y tecnologías de comunicación para automatizar el monitoreo y control de procesos industriales. Estos sistemas son partes integrales de la mayoría de los ambientes industriales complejos o muy geográficamente dispersos, ya que pueden recoger la información de una gran cantidad de fuentes muy rápidamente, y la presentan a un operador en una forma amigable. Los sistemas SCADA mejoran la eficacia del proceso de monitoreo y control proporcionando la información oportuna para poder tomar decisiones operacionales apropiadas. [15].

Los primeros SCADA eran simplemente sistemas de telemetría, que proporcionaban reportes periódicos de las condiciones de campo vigilando las señales que representaban medidas y/o condiciones de estado en ubicaciones de campo remotas. Estos sistemas ofrecían capacidades muy simples de monitoreo y control, sin proveer funciones de aplicación alguna. La visión del operador en el proceso estaba basada en los contadores y las lámparas detrás de tableros llenos de indicadores. Mientras la tecnología se desarrollaba, las computadoras asumieron el papel de manejar la recolección de datos, disponiendo comandos de control, y una nueva función - presentación de la información sobre una pantalla de video. Las computadoras agregaron la capacidad de programar el sistema para realizar funciones de control más complejas. [15], [4].

Hoy, los proveedores de SCADA están diseñando sistemas que son pensados para resolver las necesidades de muchas industrias, con módulos de software industrial específicos disponibles para proporcionar las capacidades requeridas comúnmente. No es inusual encontrar software SCADA comercialmente disponible adaptado para procesamiento de papel y celulosa, industrias de aceite y gas, hidroeléctricas,

gerenciamiento y provisión de agua, control de fluidos, etc. Puesto que los proveedores de SCADA aún tienen tendencia en favor de algunas industrias sobre otras, los compradores de estos sistemas a menudo dependen del proveedor para una comprensiva solución a su requisito, y generalmente procurar seleccionar un vendedor que pueda ofrecer una completa solución con un producto estándar que esté apuntado hacia las necesidades específicas del usuario final. Si selecciona a un vendedor con experiencia limitada en la industria del comprador, el comprador debe estar preparado para asistir al esfuerzo de ingeniería necesario para desarrollar el conocimiento adicional de la industria requerido por el vendedor para poner con éxito el sistema en ejecución. [19]

2.1. DEFINICIÓN GENERAL DE SCADA

SCADA (supervisory control and data acquisition) es un sistema industrial de mediciones y control que consiste en una computadora principal o “master” (generalmente llamada Estación Maestra, “Master Terminal Unit” o MTU); una o más unidades control obteniendo datos de campo (generalmente llamadas estaciones remotas, “Remote Terminal Units,” o RTU); y una colección de software estándar a la medida usado para monitorear y controlar remotamente dispositivos de campo. Los sistemas SCADA contemporáneos exhiben predominantemente características de control a lazo abierto y utilizan comunicaciones generalmente interurbanas, aunque algunos elementos de control a lazo cerrado y/o de comunicaciones de corta distancia pueden también estar presentes. [15]

Sistemas similares a un sistema SCADA son vistos rutinariamente en fábricas, plantas de tratamiento, etc. Éstos son llamados a menudo como Sistemas de Control Distribuidos (DCS –“Distributed Control Systems”.) Tienen funciones similares a los sistemas SCADA, pero las unidades de colección o de control de datos de campo se establecen generalmente dentro de un área confinada. Las comunicaciones pueden ser vía una red de área local (LAN), y serán normalmente confiables y de alta velocidad. Un sistema DCS emplea generalmente cantidades significativas de control a lazo cerrado. [4]

Por otra parte, un sistema SCADA generalmente cubre áreas geográficas más grandes, y normalmente depende de una variedad de sistemas de comunicación menos confiables que una LAN. El control a lazo cerrado en esta situación será menos deseable. Un

sistema SCADA se utiliza para vigilar y controlar la planta industrial o el equipamiento. El control puede ser automático, o iniciado por comandos de operador. La adquisición de datos es lograda en primer lugar por las RTU que exploran las entradas de información de campo conectadas con ellos (pueden también ser usados PLC – “Programmable Logic Controllers”). [1], [19].

2.2. TIPOS DE DATOS DE UN SISTEMA SCADA

Los datos pueden ser de tres tipos principales:

- ✓ Datos analógicos (por ejemplo números reales) que quizás sean presentados en gráficos.
- ✓ Datos digitales (on/off) que pueden tener alarmas asociadas a un estado o al otro.
- ✓ Datos de pulsos (por ejemplo conteo de revoluciones de un medidor) que serán normalmente contabilizados o acumulados.

La interfaz primaria al operador es una pantalla que muestra una representación de la planta o del equipamiento en forma gráfica (Ver figura 5). Los datos vivos (dispositivos) se muestran como dibujos o esquemas en primer plano (foreground) sobre un fondo estático (background).

Mientras los datos cambian en campo, el foreground es actualizado (una válvula se puede mostrar como abierta o cerrada, etc.). Los datos analógicos se pueden mostrar como números, o gráficamente (esquema de un tanque con su nivel de líquido almacenado). El sistema puede tener muchas de tales pantallas, y el operador puede seleccionar los más relevantes en cualquier momento.



Figura 3. Ejemplo de una interfaz primaria de un sistema SCADA
Fuente: <http://global.wonderware.com/EN/Pages/WonderwareInTouchHMI.aspx>

2.3. UNIDADES MAESTRAS (MASTER TERMINAL UNITS)

La parte más visible de un sistema SCADA es la estación central o MTU. Éste es el "centro neurálgico" del sistema, y es el componente del cual el personal de operaciones se valdrá para ver la mayoría de la planta. Una MTU a veces se llama HMI –“Human Machine Interfase”, interfaz ser humano-máquina. [15].

Todas las MTU de SCADA deben presentar una serie de características, algunas de estas son las siguientes:

- ✓ Adquisición de datos: Recolección de datos de las unidades terminales remotas (RTU)
- ✓ Gráficos de tendencia: Salvar los datos en una base de datos, y ponerlos a disposición de los operadores en forma de gráficos.

- ✓ Procesamiento de Alarmas: Analizar los datos recogidos de las RTU para ver si han ocurrido condiciones anormales, y alertar a personal de operaciones sobre las mismas.
- ✓ Control: Control a Lazo Cerrado, e iniciados por operador.
- ✓ Visualizaciones: Gráficos del equipamiento actualizado para reflejar datos del campo.
- ✓ -Informes: La mayoría de los sistemas SCADA tienen un ordenador dedicado a la producción de reportes conectado en red (LAN o similar) con el principal.
- ✓ Mantenimiento del Sistema Mirror: Se debe mantener un sistema idéntico con la capacidad segura de asumir e control inmediatamente sí la principal falla.
- ✓ Interfaces con otros sistemas: Transferencia de datos hacia y desde otros sistemas corporativos para, por ejemplo, el procesamiento de órdenes de trabajo, de compra, la actualización de bases de datos, etc.
- ✓ Seguridad: Control de acceso a los distintos componentes del sistema.
- ✓ Administración de la red: Monitoreo de la red de comunicaciones.
- ✓ Administración de la Base de datos: Agregar nuevas estaciones, puntos, gráficos, puntos de cambio de alarmas, y en general, reconfigurar el sistema.
- ✓ Aplicaciones especiales: Casi todos los sistemas SCADA tendrán cierto software de aplicación especial, asociado generalmente al monitoreo y al control de la planta específica en la cual se está utilizando.
- ✓ Sistemas expertos, sistemas de modelado: Los más avanzados pueden incluir sistemas expertos incorporados, o capacidad de modelado de datos.

2.4. ADQUISICIÓN DE DATOS

La función de adquisición de datos de un sistema SCADA es obviamente una función preponderante. Hay un número de características asociadas a la adquisición de datos.

- ✓ Interrogación, informes por excepción, y transmisiones iniciadas por RTU.
- ✓ Manejo de fallas de comunicaciones.
- ✓ Los protocolos de comunicación.
- ✓ Las redes de comunicación.
- ✓ Procesadores de Comunicaciones Front End.

- ✓ Radio.
- ✓ Los circuitos telefónicos.

2.5. PROCESAMIENTO DE ALARMAS

La característica del procesamiento de alarmas se ha asociado siempre a las funciones de las áreas de control de la planta. La computadora procesa todos los datos como vienen del campo, y considera si la variable ha entrado en alarma. Para los valores digitales, uno de los estados (0 o 1) se puede señalar como estado de alarma. Para valores analógicos es normal que se definan límites de alarmas tal que si el valor cae fuera de estos límites, considerarlo como en alarma. Las alarmas se clasifican normalmente en varios niveles de prioridad, con la prioridad más alta siendo a menudo reservada para las alarmas de seguridad. Esto permite que el operador seleccione una lista de las alarmas más importantes. Cuando un punto entra en alarma, debe ser validada por el operador. Un código es asociado a veces por el operador en ese momento para explicar la razón de la alarma. Esto ayuda en el análisis posterior de los datos. Es común tener cierto anuncio audible de la alarma, alguna señal sonora en la sala de operaciones. [5]

Un problema común para los sistemas SCADA es la "inundación" de alarmas. Cuando ocurre un trastorno importante del proceso, a menudo un evento de alarma causa otro y así sucesivamente. A menudo en el entusiasmo inicial, los límites de alarma se especifican firmemente, y aún en valores que no son realmente importantes. La inundación de alarmas resultante puede abrumar al personal de operaciones, y ocultar la causa inicial del problema. [15]

2.6. COMUNICACIONES

La característica distintiva de los sistemas SCADA es su capacidad de comunicación. Como ya se ha dicho, comparado a los DCS ("Distributed Control Systems" - sistemas de control distribuido) considerados a menudo dentro de una planta o de una fábrica, un sistema SCADA cubre generalmente áreas geográficas más grandes, y utiliza muchos medios de comunicaciones diversos (y a menudo relativamente no fiables). Un aspecto

importante de la tecnología de SCADA es la capacidad de garantizar confiablemente la salida de datos al usar estos medios. Los sistemas SCADA utilizaron inicialmente enlaces de comunicación lentos. Cálculos cuidadosos debieron ser hechos para evaluar los volúmenes de datos probables esperados, y asegurar que la red de comunicaciones fuera capaz de resolver las demandas. Todo lo relacionado a las redes de comunicación se ha desarrollado más arriba [15].

2.7. TERMINALES REMOTAS (REMOTE TERMINAL UNITS)

Las unidades terminales remotas consisten en una pequeña y robusta computadora que almacena datos y los transmite a la terminal maestra para que esta controle los instrumentos.

Es una unidad stand-alone (independiente) de adquisición y control de datos. Su función es controlar el equipamiento de proceso en el sitio remoto, adquirir datos del mismo, y transferirlos al sistema central SCADA. La gama de Unidades Terminales Remotas (RTU) ofrece una solución universal para el control de instalaciones técnicas de todo tipo. [4]

La mayor parte de las RTU tienen como características principales:

- ✓ Comunicaciones a través de la red telefónica fija y móvil, radio enlaces, líneas dedicadas, bus de campo.
- ✓ Adquisición y mando (señales digitales y analógicas, conteos).
- ✓ Capacidad: entre 280 y 700 variables (según las aplicaciones).
- ✓ Procesamientos y automatismos parametrables.
- ✓ Almacenamiento de datos a largo plazo (alarmas, medidas, conteos, informes).
- ✓ Alerta hacia estaciones maestras, buscapersonas y teléfonos móviles.
- ✓ Módulos especializados (automatización y gestión de las estaciones de elevación).
- ✓ Enlaces entre instalaciones (entre remota y remota, entre remotas y módulos).

- ✓ Compatibilidad con otros productos (autómatas programables, analizadores, controladores, medidores, ordenadores de supervisión.)

La **interacción humano-máquina (MMI)** para configurar y operar el equipo puede realizarse localmente o a distancia, mediante un microordenador (programas y otros productos compatibles), en un lenguaje natural e intuitivo.

3. SISTEMAS DE EJECUCIÓN DE MANUFACTURA-MES

3.1. DEFINICION GENERAL DE SISTEMAS MES

Los sistemas MES (Manufacturing Execution Systems) son principalmente sistemas informáticos en línea que proporcionan herramientas para llevar a cabo las distintas actividades de la administración de la producción. [4]

El concepto del sistema MES se estableció en Boston en 1992 por la AMR Research Inc. como el nivel de ejecución de las actividades de manufactura, el cual existe entre la empresa y el sistema de control, que provee esta visibilidad y control funcional. Más tarde en 1997 la asociación industrial MESA (Manufacturing Enterprise Systems Association) define MES como "Guiar, iniciar, responder a, e informar sobre las actividades de planta cuando ocurren." Recapitulado once funciones en el campo de la aplicación de los sistemas MES, las cuales son: la orden de pago, la gestión del personal y de los recursos, la trazabilidad de las órdenes de fabricación, de los productos y de los lotes, la adquisición de datos, el control de la calidad, la gestión de los procedimientos, el análisis de los resultados, la gestión de los documentos y del mantenimiento. Dichas funciones han sido identificadas de igual forma por el estándar ANSI SP 95 [26].

No es fácil dar una definición clara de lo que abarca una solución MES. Organizaciones como MESA International¹ o la ISA² hacen esfuerzos por aclarar conceptos. MESA Internacional define MES de la siguiente manera: "Un Sistema de Ejecución de la Fabricación (MES) es un sistema dinámico de información que conduce de forma efectiva la ejecución de las operaciones de fabricación. A través de una información actual y precisa, el MES guía, pone en marcha e informa las actividades en planta a medida que ocurren los acontecimientos. El conjunto de funcionalidades MES gestiona operaciones de producción desde el momento del lanzamiento de la orden de fabricación hasta el punto de la entrega del producto acabado. El MES permite una atenta gestión y comunicación bidireccional de la información crítica sobre todas las actividades productivas, a través de la organización y de la cadena de suministro." (Ver Figura 3.)

¹ MESA International: Manufacturing Enterprise Solutions Association (www.mesa.org)

² ISA: Instrumentation, Systems and Automation Society (www.isa.org)

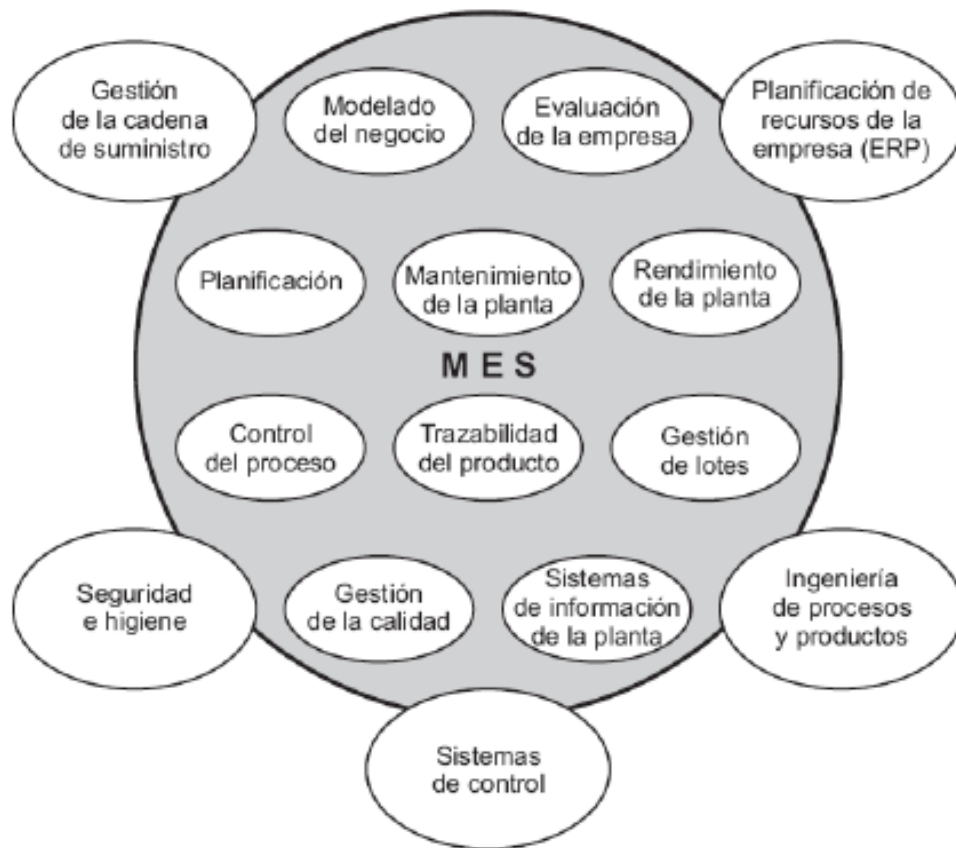


Figura 4. Modelo de Un Sistema MES desarrollado por la asociación MESA.

Fuente: Equipos para la automatización industrial, Memorias del curso Orientación Automatas Programables

Un sistema MES es una herramienta que:

- Permite **Gestionar y Optimizar en Tiempo Real** el Entorno Fabril de una empresa.
- Es capaz de **Integrarse con el ERP** para Recibir las órdenes de Fabricación generadas por este.
- **Ejecuta** las órdenes recibidas. (Interactuar con el Proceso Productivo).
- **Capta y Almacena la Información** que surge de la planta/proceso (datos, eventos, consumos, alarmas)

- Facilita al Usuario Final un **Interfaz** que le permite **Analizar** la información antes nombrada de forma personalizada.
- **Retroalimenta** al Sistema Transaccional (ERP) con información que previamente ha sido filtrada y verificada.

La contribución más importante de los sistemas MES es que unifica los procesos de manufactura centrales con un sistema de valor de entrega enfocado en los requerimientos y demanda de los clientes. Ofrece información acerca de las actividades de producción, brindando apoyo al proceso de decisión a través de la empresa, debido a la flexibilidad, la ejecución de tiempo real, la retroalimentación y control de un extenso rango de procesos relacionados con la manufactura, un mejor encuentro con los requerimientos futuros del mercado [27].

Un producto MES se alimenta en tiempo real y en línea de datos provenientes de otros sistemas (historiadores de proceso, HMI/SCADA, servidores OPC, bases de datos relacionales como Oracle, SQL Server, etc.), y los convierte en información para la toma de decisiones. Algunos de estos productos MES entregan sus resultados también a otros software como los sistemas conexos ERP (SAP, Baan, JDEdwards, etc.), Gestión de producción asistida por ordenador (GPAO), Sistemas Avanzados de Planeación (APS) y PGI. [28]

Tal vez la diferencia más significativa que exista entre la plataforma del ERP y la de una solución MES es el concepto de **Comunicación Universal y Tiempo Real**. Se entiende **Comunicación Universal** como la capacidad que tiene esta plataforma de comunicarse con cualquier tipo de autómatas o PLC de mercado, dispositivos de campo e instrumentación que están implantados en este entorno, para recoger toda la información que estos equipos generan. (Variables de proceso, consumos, estados, alarmas...).

En segundo lugar el concepto **Tiempo Real** es un término que lleva siempre a cierta controversia. La restricción Tiempo Real implica el **cumplimiento de la LATENCIA**. Además de asegurar la Corrección del Dato que solicitamos, esta información debe estar disponible en el momento en que el usuario la necesita para optimizar un determinado proceso.

En **ámbitos transaccionales** (ERP), podríamos de hablar de **Tiempo Real** si asumimos que la LATENCIA de acceder a una información de Proceso es de varios días. Se asume que en el momento en que se añade un dato vía código de barras, se introduce un dato de forma manual o se produce un cambio en el inventario, el sistema se actualiza presentando al usuario la foto actual de la planificación o del estado de los costes.

En una solución **MES**, se entiende **Tiempo Real** como:

- La posibilidad de recoger toda la información disponible, siempre que sea posible a través de una captura automática, de los datos provenientes de los dispositivos de campo, con el fin de tomar las decisiones correctas que permitan Mejorar y Optimizar la gestión de la fábrica.
- La determinación de una Latencia que permita al usuario reaccionar de forma inmediata a posibles problemas.

Para entender mejor este concepto se puede citar un ejemplo de [29]: *Si una determinada Línea de Envasado tiene como “Estándar de Producción” la cantidad de 3.000 unidades de producto X por turno y solo produce 2.700 por diferentes motivos (paradas línea, mermas, calidad...), el ERP informará que ha existido una desviación de 300 productos a posteriori. No es capaz de reaccionar ante los motivos nombrados.*

- *La solución MES será capaz de recoger de forma exacta las unidades que se han dejado de producir.*
- *Analizará de forma objetiva los motivos por los que se han producido las desviaciones sobre el estándar (la información recogida de los dispositivos de campo, evita la subjetividad y retraso de la información captada de forma manual).*
- *Facilitará la reacción del usuario para que actúe sobre el proceso y permita ajustar la producción real obtenida a la estandarizada o prevista.*

Adicionalmente, los sistemas MES tienen una capacidad de almacenamiento de datos que no tiene un sistema ERP. En ocasiones se almacenan datos con un tiempo de “scan” de milisegundos. Esta información recogida por la solución MES, permitirá mejorar el

proceso de producción y establecer patrones de comportamiento basados en la información histórica que permitirán anticiparse a posibles problemas.

3.2. CONJUNTO DE COMPONENTES DE PRODUCCIÓN

Los Sistemas MES generalmente están formados por los siguientes subconjuntos de programas (componentes):

- ✓ **Gestor de órdenes de fabricación:** edita, transfiere y monitoriza las órdenes de fabricación.
- ✓ **Gestor de materiales:** Recopila en tiempo real toda la información relativa a los materiales y lleva a cabo la trazabilidad del producto en el proceso.
- ✓ **Gestor de personal:** proporciona las funciones necesarias para la gestión del personal involucrado en el proceso de fabricación. Permite la división de los operarios en grupos y la asignación de turnos de trabajo a los mismos.

3.2.1. COMPONENTE HISTÓRICO

Captura los datos de la planta de producción proporcionados por el laboratorio y los almacena para realizar informes, certificaciones, estadísticas y monitorización de rendimientos.

3.2.2. COMPONENTE LABORATORIO

Recoge las muestras de los productos para determinar su calidad y en función del resultado toma decisiones en relación con su aceptación, rechazo o reprocesamiento.

3.2.3. COMPONENTE GESTIÓN DE ESPECIFICACIONES

Gestiona las especificaciones del producto establecidas por la empresa en un entorno que puede tener varias plantas de fabricación y varios idiomas.

3.2.4. COMPONENTES OPCIONALES

- ✓ Planificador de la producción.
- ✓ Servidor.
- ✓ Gestor de informes.

Además, un sistema MES puede llegar a contener un conjunto de programas que enlazan los componentes mencionados con las aplicaciones:

- ✓ Modelizador de los procesos de negocio: realiza el modelo que describe la capacidad de las máquinas del sistema y del personal de la planta de producción.
- ✓ Registrador de las operaciones de fabricación: combina, coordina y sincroniza las funciones de los diferentes componentes.
- ✓ Gestor de equipos.
- ✓ Servicios.

3.3. IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA MES

Muchas empresas se han “desgastado” al abordar un proyecto de implantación de un Sistema ERP. El impacto corporativo que producen estos proyectos, tanto a nivel económico como de utilización de recursos internos es elevado.

La implantación de una solución MES debe afrontarse con el mismo rigor y con la misma importancia como si se realizara una implantación de un sistema ERP. El impacto corporativo de este proyecto dependerá del alcance del mismo. (Según áreas de fábrica o fábricas que se quieran gestionar, según los departamentos que se vean involucrados.).

No podemos olvidar que la solución MES está directamente ligada al entorno de producción. Entorno en el que se genera lo que una empresa “Aporta al Mercado”.

Una solución MES, normalmente va ligada a iniciativas de mejora tales como TPM, Lean Manufacturing, Six Sigma. A la hora de abordar estos proyectos también se deben tener en cuenta si la empresa tiene los recursos humanos, técnicos y financieros suficientes para soportar los grupos de trabajo o de mejora que se crean alrededor de estas iniciativas.

Antes de llevar a cabo la implantación de un sistema MES, la empresa debe plantearse el Objetivo Táctico o Estratégico que quiere alcanzar.

Una vez determinado el objetivo táctico a alcanzar, es necesario analizar de forma exhaustiva y detallada todos los factores que intervienen en el entorno de actuación de una solución MES: Productos en fabricación, Procesos de elaboración, Equipos e Instalaciones que intervienen en los procesos, Personas involucradas, Sistemas actuales que intervienen en la gestión de la producción.

Se debe establecer una correcta estrategia de implantación basada en la consecución de dichos objetivos. Implantar MES sin tener clara dicha estrategia puede resultar costoso a las empresas.

Otra característica importante que debería cumplir una solución MES es tener la posibilidad de ser escalable, tanto en funcionalidad como en alcance de proyecto. Existen muy pocos proveedores tecnológicos que ostenten esta importante característica.

Teniendo en cuenta esa Plataforma Común de la que se hablaba antes, una empresa puede abordar un proyecto piloto empezando con una parte de la fábrica, una línea de proceso específica y luego poco a poco, de forma modular ir ampliando funcionalidades, usuarios, zonas de la fábrica, etc.

En ocasiones las empresas son reacias a llevar a cabo nuevas inversiones en este tipo de sistemas y quieren explotar al máximo la inversión realizada en su ERP. Existen corporaciones que han hecho desarrollos dignos de alabar “bajando” el módulo de

producción del ERP a la planta (realizando una conexión directa con los dispositivos de campo). Este tipo de aplicaciones, desarrolladas “a medida” son válidas para una zona de la fábrica, pero en el momento en que se decide extrapolar estos desarrollos a otras zonas de la fábrica, esta tarea se vuelve muy costosa. Se ha generado una aplicación tan específica que es inutilizable. (Se debería hacer un desarrollo partiendo casi de cero, para llevar el ERP a otra parte de una misma planta). Además el coste de mantenimiento de estas aplicaciones (TCO) hace que económicamente se vuelvan inviables y técnicamente se convierta en la “pesadilla” de los profesionales del entorno IT.

Es necesario contar con una tecnología estándar que pueda ser desplegada de forma estratégica en toda la planta o solo en una parte de ella. Esta capacidad de flexibilidad, de escalabilidad, es lo que hace que una arquitectura tecnológica sea realmente estratégica para las empresas.

Por último es importante que las soluciones MES se desarrollen con una clara Visión Usuario. No podemos olvidar que el “Output” principal de este tipo de soluciones es Información entregada al usuario en Tiempo Real para ayudarle a ser más eficiente en su gestión de la producción y en la toma de decisiones.

La puesta en marcha de un proyecto MES debe hacerse teniendo en cuenta los objetivos que se quieren alcanzar y llevando a cabo una priorización de estos objetivos.

El objetivo principal del desarrollo de un **Plan de Sistema MES** es establecer y priorizar dichos objetivos. Entre otros objetivos se pueden resaltar los siguientes:

- Asegurar que los procesos de Planta se realizan en base a estándares.
- Implicar a todas las Partes afectadas.
- Asegurar que los sistemas son fáciles de operar y de mantener.
- Asegurar un mínimo coste (TCO)

El Plan de Sistemas MES incorporará los siguientes entregables:

- Inventario de Oportunidades y Mapa de Ruta.

- Valoración de Oportunidades.
- Mapa de Ruta desde la perspectiva de la tecnología seleccionada para abordar el proyecto.

3.4. MES Y ADAPTATIVE ENTERPRISE

Las empresas deben adaptarse de forma rápida y flexible a un entorno competitivo cambiante e inestable.

- La salida al mercado de nuevos productos de la competencia.
- Los cambios en los gustos de los consumidores finales.
- Las estrategias comerciales agresivas de las empresas distribuidoras.
- La existencia de factores socio políticos y decisiones macro económicas.

Son alguno de los motivos por los que una empresa debe dirigir sus pasos hacia un modelo de **Adaptive Enterprise**.

El camino que una empresa recorre hasta llegar a este estado, comienza con iniciativas de mejora en la parte de producción.

3.4.1. Estado 1. LEAN MANUFACTURING.

Consiste en establecer metodología de gestión proyecto y herramientas MES de medición de KPI's (Key Performance Indicators), que permita a los procesos productivos operar a la máxima capacidad, utilizando los mínimos recursos.

3.4.2. Estado 2. COLLABORATIVE MANUFACTURING.

Tras haber optimizado los procesos, la empresa debe abordar iniciativas que le permita:

- Establecer Acuerdos Marco o Estrategias de Distribución de Canal con sus Partners.

- Reducir el "Time to Market". Como consecuencia de los acuerdos marco, la empresa será capaz de abastecer al mercado de forma más dinámica y rápida.

3.4.3. Estado 3. ADAPTIVE MANUFACTURING.

En este momento la empresa es capaz de cambiar familias de producto en un corto periodo de tiempo. Reducción de Manufacturing Lead Time, reducción de "Time to Market", disminución de tamaño de lote.

3.4.4. Estado 4. ADAPTIVE ENTERPRISE.

La empresa cuenta con una estructura que le permite cambiar rápidamente adaptándose e incluso anticipándose a los cambios para mejorar el negocio.

En los 4 estadios es necesario contar con una potente metodología de gestión de la mejora que se apoye en soluciones software que permitan:

- Definir Objetivos estratégicos y operativos a alcanzar.
- Medir de forma exacta el punto de partida en el que estamos. (Ejemplo. Eficiencia Operativa=65%).
- Definir planes de actuación y acciones correctoras a partir de los resultados obtenidos.
- Implantar dichos planes.
- De nuevo medir los resultados obtenidos tras la puesta en marcha de las acciones correctoras.
- Compararlos con los Objetivos operativos establecidos.
- Analizar los motivos de las desviaciones producidas.

4. ESTADO DEL ARTE DE LOS SISTEMAS MES

En la actualidad los fabricantes han centrado sus esfuerzos en hallar una forma de aumentar la productividad por medio de la utilización y adaptación de la nueva tecnología de cómputo. Este enfoque abre un sin número de posibilidades, entre las que se destaca la integración de las diferentes áreas de la empresa; este proceso se basa en el modelo de Manufactura Integrada por Computador (CIM, *Computer Integrated Manufacturing*), el cual enlaza los procesos de producción (diseño, ingeniería y fabricación) con los de gestión de la empresa (planeación y administración) mediante un sistema conocido como Sistemas de Ejecución de Manufactura (MES, *Manufacturing Execution System*), que tiene como objetivo contribuir a ejecutar eficientemente el plan de fabricación de la empresa [1]. La creciente necesidad de las empresas de integrar sus procesos de producción y gestión gerencial, ha llevado a proponer nuevos enfoques de administración, control y supervisión de los procesos propios de la empresa en todos sus niveles de producción [1], [18]. Uno de estos enfoques es la fabricación integrada por computador (CIM) y dentro de este se encuentra un nuevo componente, denominado Sistemas de Ejecución de Manufactura (MES). Este tipo de sistemas han sido objeto de estudio en EUROPA y están estrictamente relacionados con sistemas electrónicos de control y automatización [1], [8], [10].

A pesar de tener más recursos, talentos y tecnologías, la búsqueda de nuevas formas eficientes de integrar los procesos productivos de fabricación y de gestión empresarial se hacen cada día más necesarios. Las empresas están encontrando una gran dificultad para competir, por lo tanto, es necesario dirigir y educar a la gente para manejar los recursos tecnológicos y humanos para competir dentro del mercado y poder seguir creciendo. En los últimos años los fabricantes han centrado sus esfuerzos en encontrar una forma de aumentar la productividad por medio del uso y aprovechamiento de la nueva tecnología de cómputo; sin embargo, esto no sólo se logra únicamente gracias a la aplicación de la tecnología, sino que existen diferentes elementos que al unirlos permiten una verdadera integración. [16], [17].

4.1. MODERNIZACIÓN EN LA INTEGRACIÓN DE LAS EMPRESAS

La industria está acertando que en la actualidad la integración de todas las áreas de la empresa es su opción más viable para incrementar su productividad y crear una empresa más competitiva, estratégicamente hablando [3]. Este proceso de integración se basa en el modelo de manufactura integrada por computador (CIM), sin embargo, el concepto CIM es complejo y por lo tanto, la comunicación del mismo dentro de la empresa frecuentemente lleva a interpretaciones erróneas a pesar de los esfuerzos realizados para que se lleve a cabo dicha integración, por lo tanto, es necesario utilizar herramientas electrónicas para poder realizar de manera rápida, confiable y económica la integración de la empresa [1]. Actualmente en Europa son objeto de estudio algunos sistemas informáticos en línea que proporcionan herramientas para llevar a cabo las distintas actividades de la administración y gestión de producción de la empresa y por ende permiten la integración de la misma [8], [11]. Estos sistemas son conocidos comúnmente como Sistemas de Ejecución de Manufactura MES y son precisamente los que están relacionados con el nivel de fábrica de un sistema de producción y cuyo objetivo es contribuir a ejecutar eficientemente el plan de fabricación de una planta.

Al hablar de Sistema de Ejecución de Manufactura MES, se hace necesario tratar el tema de los Sistemas de Control Supervisor y Adquisición de Datos (SCADA), cuya función es establecer una interfaz hombre máquina permitiendo interconectar el computador a uno o varios equipos de control y llevar a cabo tareas avanzadas de gestión de procesos y automatización. La constante evolución de los procesos de producción y el alto nivel de competitividad de las empresas manufactureras está obligando a las mismas a tener un control y seguimiento eficiente de su producción en función de la información de su estado y progreso de todas las actividades y recursos empleados en cualquier parte de su sistema de fabricación [5], [6].

4.2. MODELO DE LA FABRICACIÓN INTEGRADA POR COMPUTADOR-CIM

La Fabricación Integrada por Computador (CIM) se define como el uso de la tecnología por medio de las computadoras para integrar las actividades de una empresa.

En los sistemas de automatización y datos se deriva la necesidad de integrar los procesos de producción (diseño, ingeniería y fabricación) con los de gestión de la empresa, por tanto se obtiene así la denominada fabricación integrada por computador, también conocida como CIM (Computer Integrated Manufacturing). CIM se aplica en las empresas que tratan de integrar, en mayor o menor medida, y mediante el uso adecuado de computadores, todas las áreas de la empresa [18], [23]: Órdenes de entrada, Control de inventarios, Planificación de necesidades de materiales, Diseño del producto y proceso, Simulación, Planificación de la fabricación, Automatización de la producción, Control de calidad, Ensamblado automático, Control de ventas [23].

La tecnología computacional es la tecnología que integra todas las otras tecnologías CIM. La tecnología computacional incluye todo el rango de hardware y de software ocupado en el ambiente CIM, incluyendo lo necesario para las telecomunicaciones [19], [23]. Existe una jerarquía de control en los ambientes manufactureros; la división en niveles de la estructura funcional de un proceso propicia la representación de un sistema de fabricación integrada por computador mediante la denominada pirámide CIM, que está formada conceptualmente por cinco niveles y su modelo real conformado por cuatro niveles como se muestra en la figura 5.

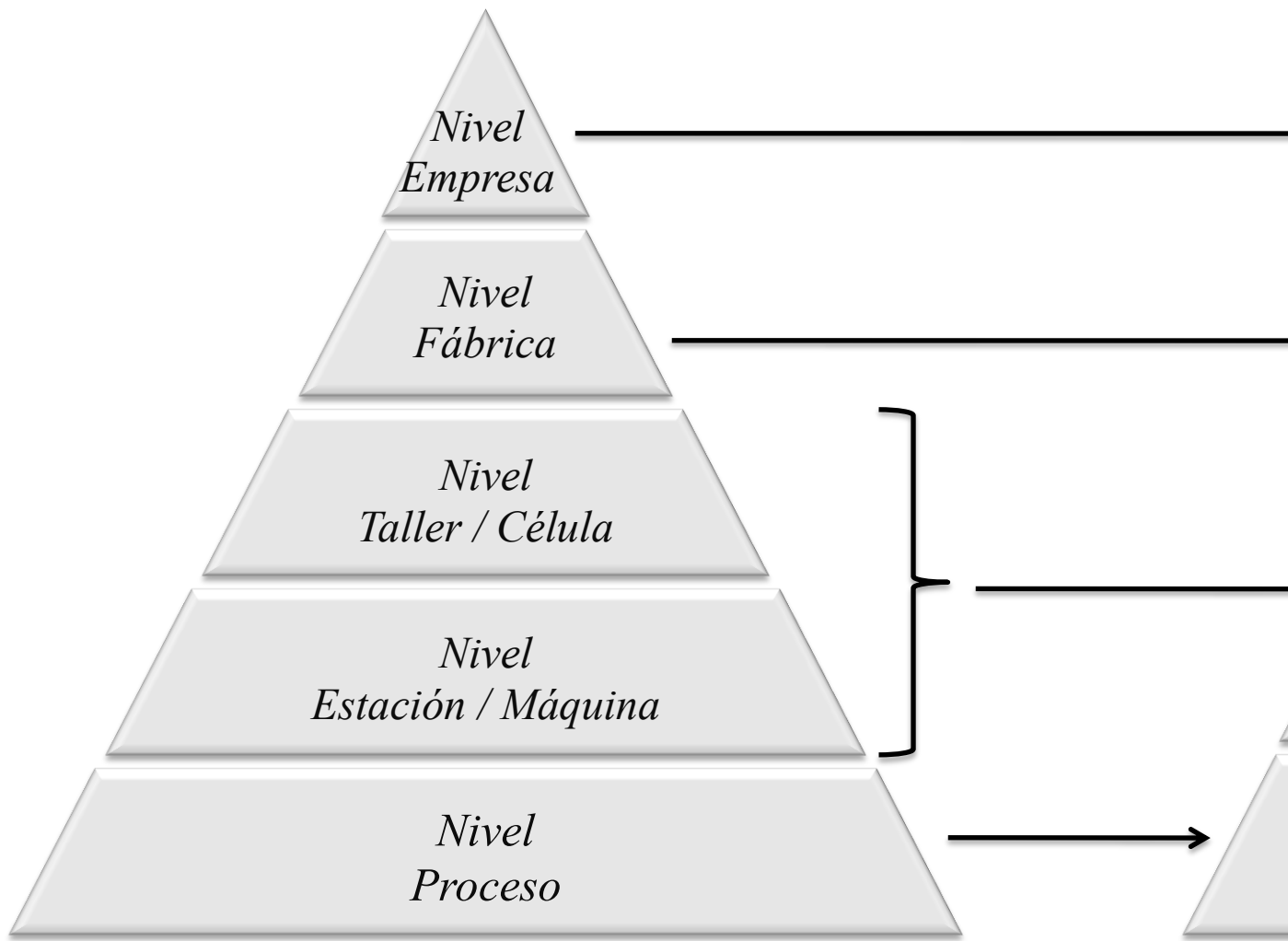


Figura 5. Relación entre el modelo teórico y real de la pirámide CIM.
Fuente: Autores-Information Technology for manufacturing

4.3. ARQUITECTURA DE OPERACIÓN DE LAS FÁBRICAS

Históricamente, la atención se ha centrado en cada unidad de operación de la empresa; la unidad de proceso y los equipos asociados a la misma definen la arquitectura del sistema global de operación de las fábricas. El proceso de la unidad de operación está definido por la instrumentación y automatización estratégica de la planta. Los beneficios esperados se relacionan principalmente con la mejora operativa de la unidad de proceso repetitivo y las reducciones de los costos que esto trae consigo [21].

4.3.1. Recientes tendencias de la integración

En los últimos años, las necesidades de la industria manufacturera han cambiado. Minimizar el tiempo total de desarrollo de un proceso en todas sus fases es necesario para garantizar el máximo rendimiento en el desarrollo de las inversiones de la empresa. En respuesta, los usuarios de la automatización y los proveedores han elaborado un enfoque diferente, llamado comúnmente Sistema de Ejecución de Manufacturas (MES) [21].

La premisa del MES es simple:

- Ofrecer intercambio de información abierta de toda la producción manufacturera y el sistema de planificación de la empresa.
- Proporcionar servicios integrados en tiempo real a las aplicaciones industriales.

Los sistemas MES tienen un gran potencial. Pueden integrar, sofisticados sistemas de planeación de recursos empresariales ERP con los datos de producción en tiempo real. Los procesos de gestión y producción de la planta se pueden administrar más fácilmente, se puede llevar a cabo mas eficientemente el calendario de producción, administrar las materias primas, y optimizar el uso de equipos. En la práctica, sin embargo, los sistemas MES no son tan simples. Hasta la fecha, las soluciones mediante la implementación de los sistemas MES han exigido una importante inversión adicional en hardware, software, y la aplicación de la ingeniería para la adecuación de este nuevo concepto [21].

4.4. INDICADORES DE PROBLEMAS DE PROCESOS FÍSICOS

Una manera de inspeccionar las áreas de proceso con mayor detenimiento es mediante el reconocimiento de indicadores de los problemas del proceso en la fábrica. A continuación se muestran algunos de los indicadores de problemas de procesos físicos, clave a la hora de buscar mejorar el sistema de procesos que se tiene actualmente en la empresa:

- El control del proceso siempre fue pobre.

- Se generan fluctuaciones periódicas o estacionales en el control del proceso.
- Los instrumentos y válvulas que trabajan en algunos lugares no están funcionando.
- Cambios repentinos en el proceso característico de la mezcla.
- Fluctuaciones cuando se opera el proceso en modo manual.
- Existen válvulas de Control que operan en los límites de su rango.
- Hay excesivos equipos de proceso y fallas en el componente de control [22].

4.4.1. Procesos de información e integración de sistemas

Un gran proceso de control no es suficiente. Hoy en día para muchas industrias los procesos de información son más valiosos que el mismo control. La justificación de esto es que la información es necesaria para realizar el seguimiento genealógico a los productos, realizar el análisis estadístico fuera de la línea de producción, inspeccionar el cumplimiento de normativas, realizar el marketing y manejar las relaciones con los clientes. En los procesos de información de las empresas se hace cada vez mas importante la interacción de los Sistemas de Planeación de los Recursos Empresariales (ERP), los Sistemas de Administración de los Activos Empresariales (EAM), los Sistemas de Ejecución de Manufactura (MES) y los sistemas historiadores de datos. Cada uno de estos sistemas auditores contribuye a realizar una revisión de los registros e informes provenientes del proceso de fabricación y por consiguiente debe contribuir al buen desarrollo y tratamiento de los problemas en los procesos de fabricación de la empresa [22].

Entre las especificaciones de los requisitos previos a una auditoría deben contener información sobre la interconexión con otros sistemas. Hoy, cualquier auditoría debe abordar esta cuestión y especificar si es funcional o no. El proceso del sistema de control y operación de la empresa, necesita cada vez más el soporte de sistemas de información más compactos y eficientes que un simple proceso control. La integración de los sistemas de gestión y producción será bidireccional en la cual el producto se vigila y controla constantemente desde la gerencia. Por otro lado los operarios tendrán acceso a los sistemas de mantenimiento de la planta, hacer uso del correo electrónico, subir y bajar

información procesada de la planta, recoger y elaborar datos históricos y muy posiblemente inspeccionar o mostrar en tiempo real los costos de la producción. En la figura 6 se muestra la interacción entre los dispositivos de operación de la planta y los sistemas de información como es el caso de los sistemas MES [22].

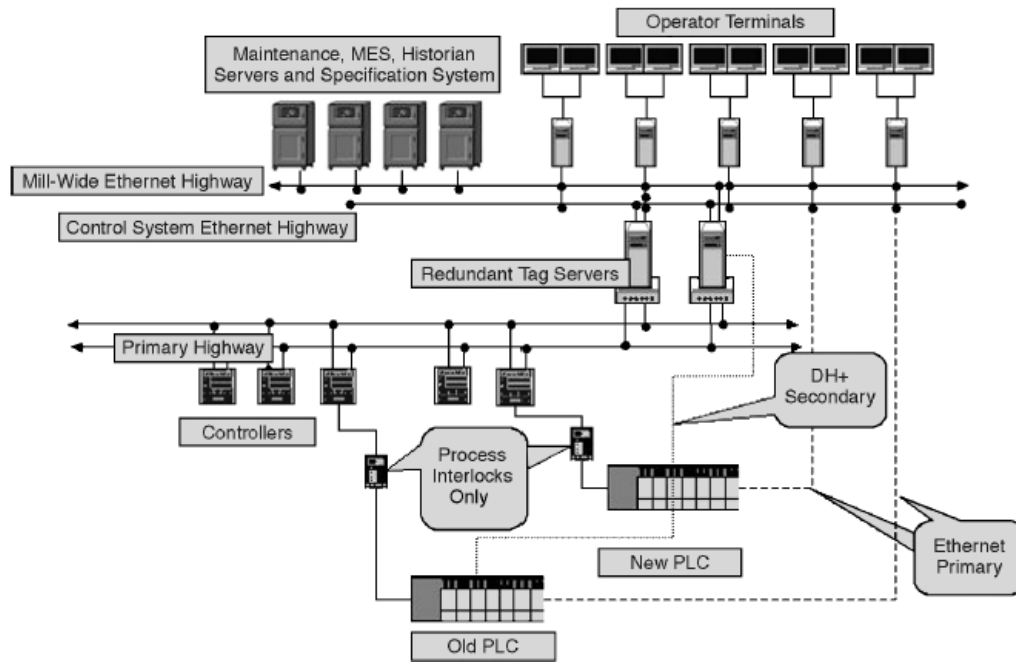


Figura 6. Sistema de Control Distribuido (DCS) con interacción de comunicación directa entre el PLC y otros sistemas de información de planta como los MES.

Fuente: *Information Technology for manufacturing*

Las tecnologías de información aplicadas para la asistencia en la ejecución de producción, a través de la gestión de las actividades en tiempo real a nivel de planta, tuvieron un rápido crecimiento desde su aparición. Inicialmente las empresas manufactureras empleaban sistemas de planeación, entre los cuales se destacan: la Planeación de Requerimientos de Materiales (MRP, *Material Requirements Planning*), la Planeación de Recursos de Manufactura (MRPII, *Manufacturing Resources Planning*), la Planeación de Recursos de la Empresa (ERP, *Enterprise Resource Planning*) y los Sistemas de control de manufactura (MCS, *Manufacturing Control System*) [3]. A su vez, desde hace años los sistemas de control moderno (PLC's) han manejado la ejecución de

las funciones de los dispositivos de campo (sensores, actuadores, máquinas y robots entre otros) en el proceso de producción a nivel de fábrica. [5].

Un nuevo concepto está evolucionando. Este se enfoca en el desarrollo de la gestión para el nivel de fábrica, el cual implementa una herramienta que ayuda en la gestión de las funciones de control y supervisión, manejo de recursos, inventario y la información de contabilidad de la planta de fabricación. Este concepto es conocido como Gestión de Ejecución de Manufactura (*Managing Manufacturing Execution*). [7]

La mejor parte de este concepto es la opción de aplicar los sistemas de cómputo en el mundo de la manufactura sin requerir conocimientos avanzados en computación. En muchos casos estos sistemas se ejecutan en pequeños computadores locales y son fáciles de usar. En los últimos años esta idea ha sido trabajada lo suficiente para ser acreedora de su propio nombre: Sistemas de Ejecución de Manufactura (MES, Manufacturing Execution Systems). Más que una herramienta de planeación como ERP ó MRPII, un sistema de ejecución de manufactura (MES) es una extensión en tiempo real de un sistema de planeación con énfasis en la ejecución ó realización del plan de producción. [7]

Desde la perspectiva mundial la implementación de estos sistemas ha tenido gran acogida a nivel de Europa y Norteamérica con resultados satisfactorios [8]-[10]. Sin embargo en Latinoamérica la adaptación de este concepto a las empresas ha tenido un crecimiento lento. Más específicamente en Colombia, este tema es prácticamente desconocido, principalmente porque no se han abierto líneas de investigación que aborden este tema y porque la implementación de estos sistemas requiere la vinculación de personal multidisciplinario; especialmente, ingenieros con conocimientos en el área de automatización y control de procesos, profesionales del área administrativa y expertos en gestión de la producción. [11]

4.5. EL PUENTE ENTRE LA PLANIFICACIÓN DE LOS RECURSOS DE LA EMPRESA (ERP) Y LA PLANTA

Hoy en día, el alto nivel de competitividad de las empresas de manufactura está obligando a las mismas a tener un control y seguimiento eficiente de su producción en función de sus ventas. La gran mayoría de las empresas de manufactura, poseen Sistemas de Gestión de Negocios ERP (Enterprise Resource Planning) a través de los cuales, llevan el control de inventario de producción, órdenes de producción, órdenes de compra, órdenes de mantenimiento, nómina y recursos humanos, entre otras. Así como, otros sistemas denominados MES (Manufacturing Execution System), responsables de ejecutar y hacer seguimiento a las recetas de producción requeridas a nivel de los equipos de control de Plantas (PLC's, SCADAS's, etc) [24]. Muchas empresas poseen ambos sistemas (ERP y MES), pero en su mayoría no están integrados automáticamente y por el contrario son pocas las empresas que han logrado hacerlo para que los mismos funcionen de manera óptima. Este fenómeno se debe a la gran dificultad y falta de estandarización que existía en el mercado hasta hace poco tiempo, aunque muchos han sido los intentos aislados para integrar ambos sistemas, la mayoría han resultado infructuosos, inestables y poco confiables. Además, se ha optado por implementar soluciones personalizadas y propietarias que tienen muchas relaciones ineficaces y difíciles de mantener [23], [24].

La manera de construir el puente entre el nivel de la planeación de los recursos de la empresa y el nivel de fabricación de la misma es utilizar sistemas de fabricación plenamente integrados. En conclusión la tendencia de las empresas que desean sistematizar y direccionar sus procesos entre el nivel de gestión de producción y el nivel de planta, es mediante el manejo de un enfoque de la ejecución de manufactura bidireccional mediante sistemas MES [23].

4.5.1. Enfoque del Sistema de Ejecución de Manufactura

El Sistema de Ejecución de Manufactura (MES) maneja una variedad de funciones cuya finalidad principal es permitir conectar todas las líneas de trabajo en un proceso de fabricación. Básicamente es un sistema dinámico de información que conduce de forma efectiva la ejecución de las operaciones de fabricación. A través de una información actual y precisa, el MES, guía, pone en marcha e informa las actividades en planta a medida que

ocurren los acontecimientos. El conjunto de funcionalidades MES gestiona operaciones de producción desde el momento del lanzamiento de la orden de fabricación hasta el punto de la entrega del producto acabado. Además permite una atenta gestión y comunicación bidireccional de la información crítica sobre todas las actividades productivas, a través de la organización y de la cadena de suministro.” Ver figura 7 [23].

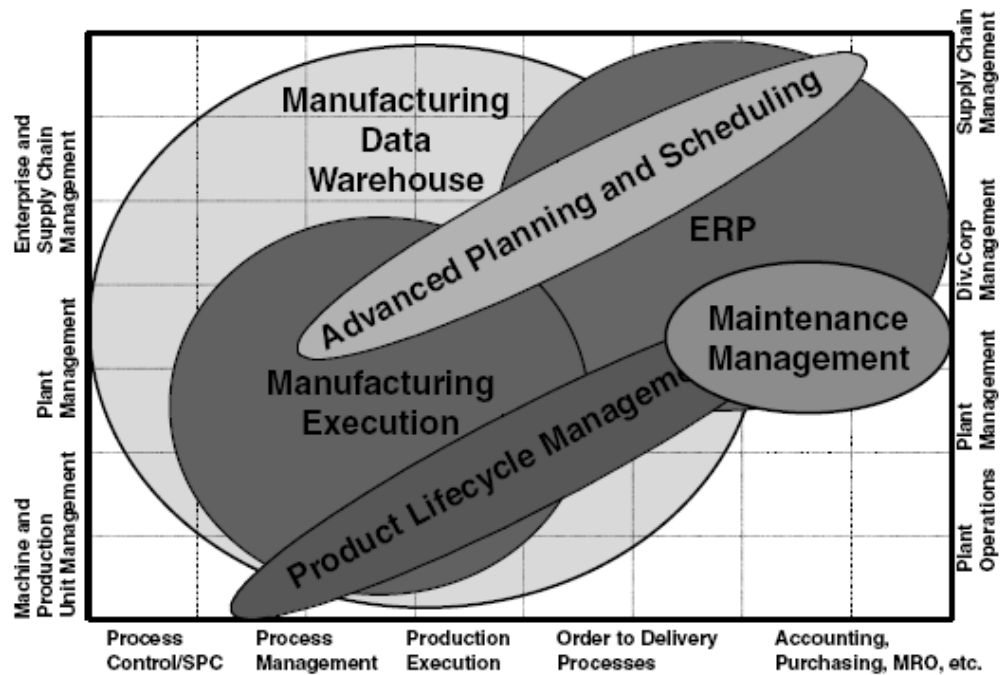


Figura 7. Sistema de Ejecución de Manufactura-MES en la empresa. Fuente: Information Technology for manufacturing

El sistema permite gestionar y optimizar en tiempo real el entorno fabril de una empresa, es capaz de Integrarse con el ERP para recibir las órdenes de fabricación generadas por éste; ejecutar las órdenes recibidas (Interactuar con el Proceso Productivo), captar y almacenar la información que surge de la planta/proceso (datos, eventos, consumos, alarmas); facilitar al usuario final un interfaz que le permite analizar la información antes nombrada de forma personalizada y retroalimentar al sistema de gestión de recursos (ERP) con información que previamente ha sido filtrada y verificada. [23].

5. CONTENIDO DE LA ASIGNATURA “INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE EJECUCIÓN DE MANUFACTURA-MES”

5.1. OBJETIVOS

Este curso está dirigido a los estudiantes de la Universidad Pontificia Bolivariana, que deseen informarse sobre los Sistemas de Ejecución de Manufactura ‘MES’ (Manufacturing Execution Systems), la elección del producto adecuado y la realización de prácticas de laboratorio de Sistemas de Adquisición y Supervisión de Datos SCADA.

5.2. CONOCIMIENTOS PREVIOS

Es recomendable poseer conocimientos sobre administración, sistemas de control, automatización de procesos, gestión de manufactura, y manejo de recursos.

5.3. CONTENIDOS GENERALES

Este curso está diseñado para los estudiantes, que quieran entender los Sistemas de Ejecución de Manufactura ‘MES’ soportado con las practicas del laboratorio de sistemas SCADA, cuya finalidad sea aprender a elegir e implementar la solución más adecuada para el buen funcionamiento de la empresa o fabrica.

5.4. METODOLOGÍA

Los conceptos se explican a través de clases presenciales con una intensidad horaria por definir. Se utilizan ejemplos ilustrativos para enfatizar los conceptos, haciendo relevancia especial sobre el conjunto de actividades desarrolladas por los sistemas MES y SCADA sustentando la parte teórica del curso con la parte practica mediante laboratorios.

5.5. CONTENIDOS ESPECÍFICOS

- Visión general de los Sistemas de Ejecución de Manufactura 'MES'
- Visión general de los Sistemas de Control Supervisor Y Adquisición de Datos ' SCADA'
- Relación entre MES, los sistemas de Enterprise Resource Planning (ERP) y los Sistemas de Control Supervisor y Adquisición de Datos (SCADA).
- Los 11 elementos de un sistema MES
 - -Adquisición y colección de datos
 - -Análisis de rendimiento
 - -Gestión de procesos
 - -Control de documentación
 - -Estado y asignación de recursos
 - -Gestión de mantenimiento
 - -Planear las operaciones en detalle
 - -Gestión de unidades de producción
 - -Gestión de mano de obra
 - -Gestión de calidad
 - Trazabilidad de productos y genealogía
- Criterios para la evaluación de productos de Sistemas de Ejecución de Manufactura 'MES' y la elección del producto adecuado para su empresa.
- Pasos a seguir para conseguir determinar la correcta implementación de un sistema MES.

- Métodos de gestión de proyectos de sistemas MES
- Sistemas de Manufactura Inteligente (EMI)
- Arquitectura de la comunicación de los sistemas MES.
- Casos prácticos y análisis

6. PRACTICAS DE LABORATORIO DE SISTEMAS DE CONTROL SUPERVISOR Y ADQUISICIÓN DE DATOS-SCADA

Una empresa obtiene una ventaja especial al aprovechar las soluciones de software desarrolladas para la automatización de procesos, puesto que al estandarizar técnicas para el ahorro de costos y tiempos, la empresa incrementa la eficiencia y reduce la adaptación excesiva de las aplicaciones, porque obtienen grandes beneficios de la optimización de sus operaciones industriales. (Ver figura 8)



Figura 8. Ejemplo de solución software SCADA.

Fuente: [http:// global.wonderware.com/EN/Pages/WonderwareHMISCADA.aspx](http://global.wonderware.com/EN/Pages/WonderwareHMISCADA.aspx)

6.1. INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS HMI/SCADA DE WONDERWARE

El último software de visualización de Wonderware, InTouch 10.0 HMI (Human-Machine Interface), es un poderoso sistema de desarrollo de interfaz gráfica de usuario y un

versátil sistema HMI en tiempo real que permite a los usuarios visualizar y controlar los procesos industriales, el equipamiento y las operaciones. (Ver figura 9).

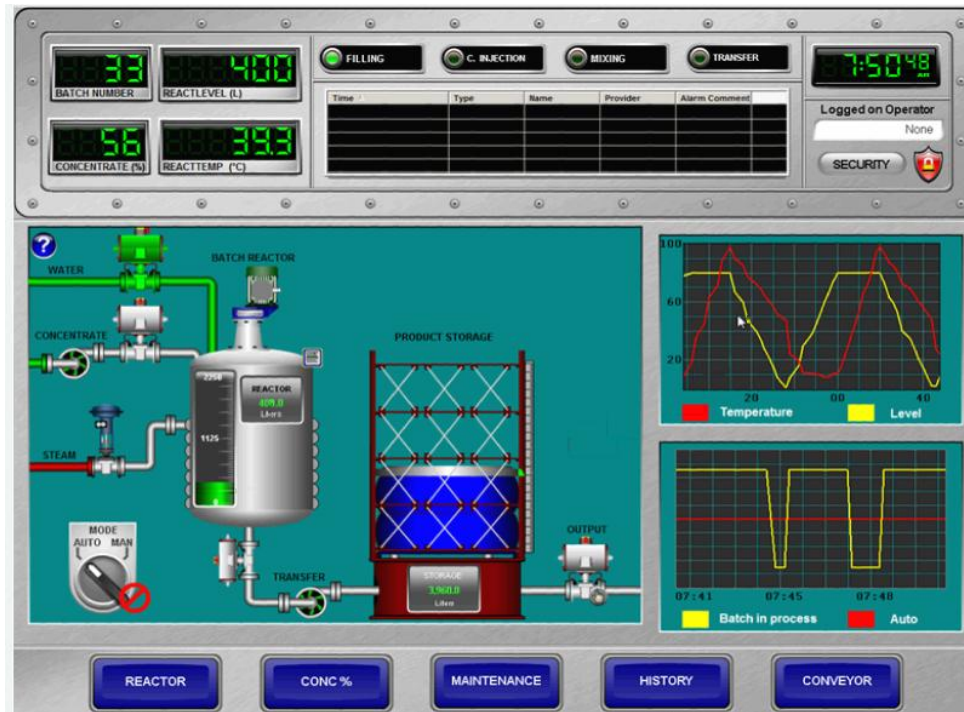


Figura 9. Sistema SCADA – Interfaz Gráfica de Usuario.

Fuente: [http:// global.wonderware.com/EN/Pages/WonderwareHMISCADA.aspx](http://global.wonderware.com/EN/Pages/WonderwareHMISCADA.aspx)

Con tecnología de avanzada, sorprendentes capacidades gráficas y funcionalidades completas ofrecidas con su ya legendaria facilidad de uso, el InTouch 10.0 de Wonderware es su solución para la total visualización operacional y HMI.

El Wonderware System Platform 3.0 es una plataforma de aplicaciones de software industrial estratégica que está construida sobre la tecnología ArchestrA® para el control supervisorio, geo-SCADA, y soluciones para el gerenciamiento de la producción y el desempeño.



Figura 10. Aplicación HMI / SCADA de un proceso automatizado.
Fuente: [http:// global.wonderware.com/EN/Pages/WonderwareHMISCADA.aspx](http://global.wonderware.com/EN/Pages/WonderwareHMISCADA.aspx)

Con un poderoso modelo de planta, desarrollo de aplicaciones centralizado y nuevos e impresionantes gráficos ArchestrA, la Wonderware System Platform 3.0 es su solución de software para la excelencia operacional. (Ver figura 10)

Las ventajas de utilizar un software HMI/SCADA son:

- **Gerenciar Operaciones** – Con el poder de la inteligencia en acción
- **Desarrollar aplicaciones** – Brindando un conjunto de herramientas poderosas, sofisticadas y fáciles de usar
- **Manejar la Integración** – Ofreciendo un entorno IT fácil de usar, manejable, seguro y extensible
- **Creer y adaptarse fácilmente** – Demostrando los beneficios de la implementación de módulos funcionales

6.2. SOFTWARE INTOUCH 10.0 HMI

InTouch 10.0 es un software con tecnología de avanzada, sorprendentes capacidades gráficas y funcionalidades integrales presentadas con la facilidad de uso de Wonderware.



Figura 11. InTouch 10.0 Human Machine Interface (HMI) de Wonderware.
Fuente: <http://la.wonderware.com/productos/intouch/#top>

InTouch Human Machine Interface (HMI) de Wonderware provee una interfaz de interacción intuitiva del usuario, sólidas funcionalidades en tiempo real e integración perfecta con la Wonderware System Platform 3.0, como se aprecia en la figura 11.

El software InTouch 10.0 es un HMI abierto y extensible con capacidades gráficas de punta que proveen gran poder y flexibilidad para el diseño de aplicaciones con conectividad al más amplio rango de sistemas y dispositivos de automatización de la industria.

Es utilizado en más de un tercio de las plantas del mundo, el software InTouch 10.0 de Wonderware posee un conjunto de características y capacidades, que incluyen:

- Capacidades gráficas ArchestrA de resolución independiente, vibrantes, para realismo, claridad y atención.

- Versátil y fácil de usar, desarrollo multi-usuario y entorno editable para la productividad de ingeniería colaborativa.
- Poderosos símbolos gráficos ArchestrA independientes con scripting y conectividad integrados para preservar los esfuerzos de ingeniería a través de la re-utilización y la estandarización.
- El poder y la flexibilidad sin precedentes, con capacidades de animación gráfica e scripting integrales, permite a los ingenieros de software así como también a los no programadores y principiantes adaptar rápidamente funciones de aplicaciones.
- Control total con el Wonderware Development Studio, que ofrece un ambiente único y consistente para la gestión centralizada y la implementación remota de aplicaciones HMI en todas partes, incluyendo el nuevo Wonderware Compact Panels.
- Increíble escalabilidad de un simple nodo HMI a soluciones de supervisión en toda la empresa utilizando la Wonderware System Platform 3.0.
- Librería completa de impresionantes símbolos gráficos y cubiertas pre-construidas.
- Características incorporadas para el manejo y visualización consistente de la calidad de datos.
- Compatibilidad reversa completa con aplicaciones existentes de software InTouch.
- Características operacionales que proveen visualización clara, ordenada, precisa y fascinante, mientras se expande enormemente la cantidad de información disponible.

El software InTouch 10.0 permite a los ingenieros ser más productivos y creativos, al construir aplicaciones HMI, SCADA y MES fascinantes, intuitivas, seguras, confiables y sostenibles mientras se reducen los costos de desarrollo de las aplicaciones.

6.3. CARACTERISTICAS DEL SOFTWARE WONDERWARE INTOUCH 10.0 HMI /SCADA

6.3.1. Gerencia de Operaciones

El conocimiento es poder. Los gráficos interactivos, inteligentes y sofisticados que comuniquen la información correcta apropiadamente son la clave de este conocimiento.

Las capacidades gráficas poderosas e inteligentes proveen contexto a los datos, permiten un análisis más veloz y facilitan una mejor y más rápida comprensión de la información expuesta. (Ver figura 12)

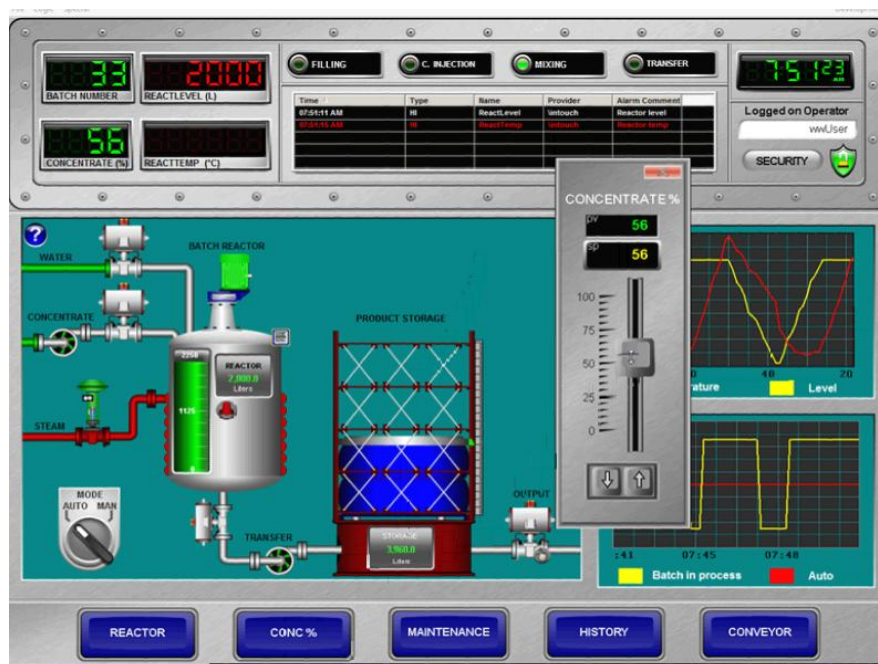


Figura 12. Demostración de la interfaz grafica de controles en InTouch 10.0.
Fuente: <http://experiencia.wonderware.com/Operate.aspx>

Los operadores reciben la información correcta, en el momento adecuado y en el formato apropiado. Esto les permite tomar decisiones informadas y oportunas, realizar acciones correctivas para reducir costos e incidentes, y mejorar la productividad en toda la operación.

La escala de símbolos dinámicos y las capacidades “Tooltips” y “mouse-over” le permiten obtener mayor información más rápidamente sobre condiciones operacionales en pantallas simplificadas y despejadas que permiten enfocarse en lo más importante.

Adicionalmente incluye:

- Librería completa de impresionantes símbolos gráficos y cubiertas pre-construidas
- Funcionalidades incorporadas para el manejo y visualización consistente de la calidad de los datos

- Nuevas animaciones y cubiertas escalables que permiten pantallas ordenadas
- Repositorio central con configuración común
- Soporte de control .NET para el acceso sólido y conveniente a sistemas de terceras partes
- Soporte multi-monitor

6.3.2. Desarrollo de aplicaciones

Al mantener su facilidad de uso legendaria, el ambiente de desarrollo del Wonderware InTouch 10.0 HMI ha sido mejorado y ahora comparte un Ambiente Integrado de Desarrollo (IDE) común con el software Wonderware System Platform 3.0. Esta combinación incomparable ofrece un poder, flexibilidad y escalabilidad sin precedentes a ingenieros y desarrolladores –desde la aplicación más pequeña hasta la red operacional más grande de la empresa– todo dentro de un conjunto de herramientas único y consistente. (Ver figura 13)

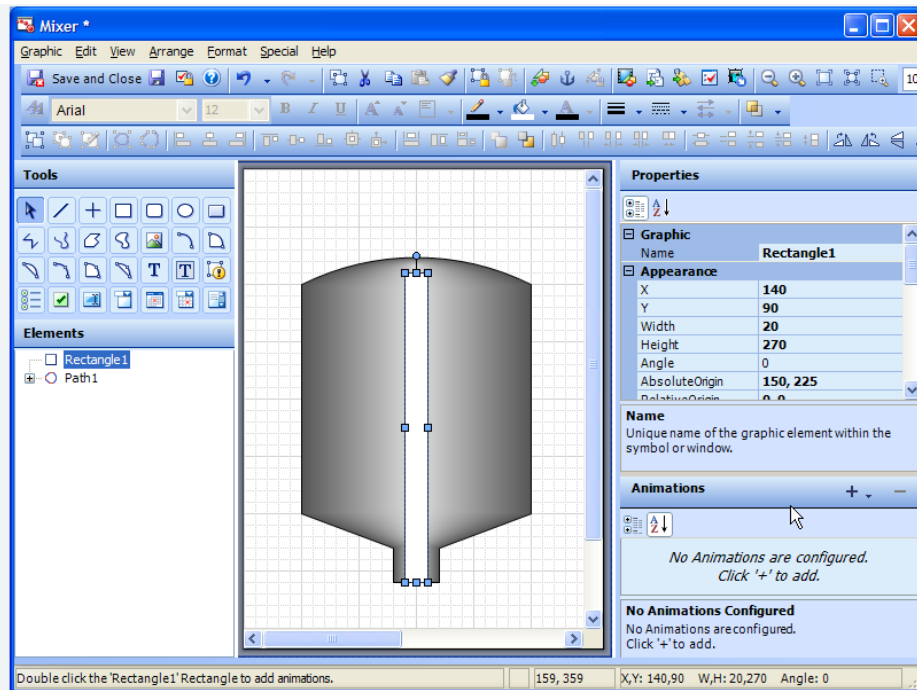


Figura 13. Desarrollo de aplicaciones – Interfaz ArchetrA
Fuente: <http://experiencia.wonderware.com/>

Genere rápidamente aplicaciones que cumplan los estándares de su compañía y que al mismo tiempo sean lo suficientemente versátiles para ser implementadas estratégicamente a través de toda la organización utilizando los dispositivos más adecuados.

El entorno de gráficos del software InTouch 10.0 le ofrece un increíble poder y capacidad de selección para utilizar en aplicaciones únicas o para combinar con gráficos vectoriales, gráficos bitmap, símbolos de la librería, controles .NET y controles ActiveX heredados.

Los símbolos ArchestrA soportan directamente controles .NET embebidos, ofreciéndole la libertad de la aplicación extensiva sin la necesidad de programar, y proveyendo acceso a controles estándar como navegadores Web, aplicaciones de escritorio, herramientas de mapeo, componentes ERP, y cualquier otra aplicación que provea controles compatibles con .NET.

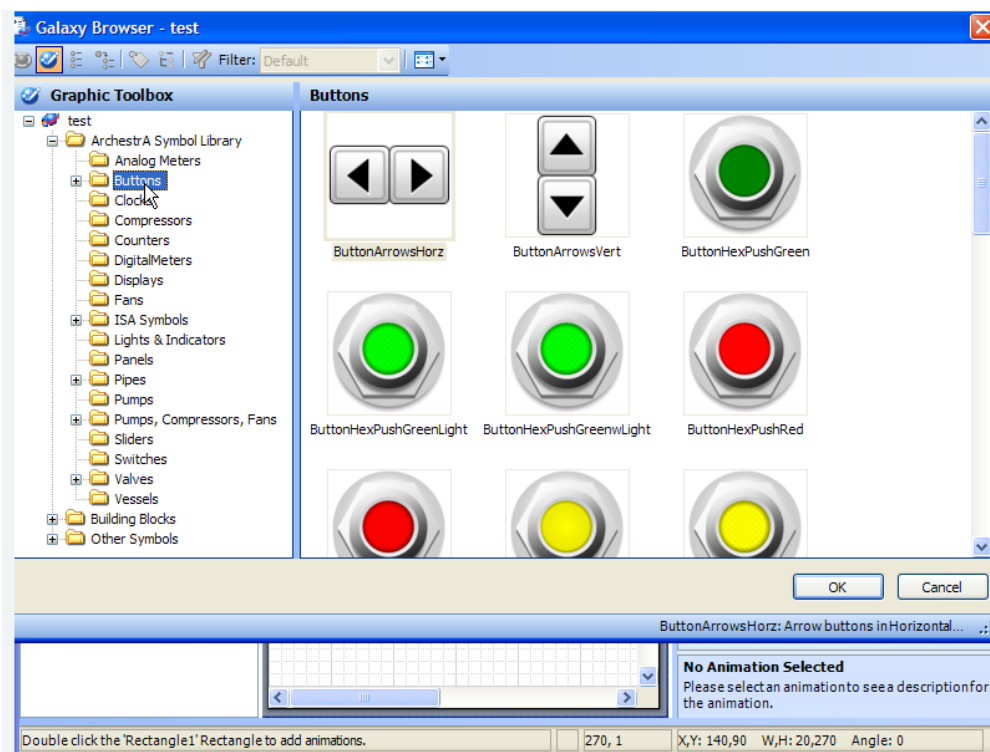


Figura 14. Desarrollo de aplicaciones – Herramientas de control (Botones)
Fuente: <http://experiencia.wonderware.com/>

El software InTouch 10.0 de Wonderware viene equipado con una Librería de Símbolos ArchestrA extensible que contiene más de 500 símbolos gráficos ArchestrA diseñados profesionalmente, la mayoría con adaptación “inteligente”, otorgándole acceso inmediato a los componentes de ingeniería pre-construidos. (Ver figura 14)

Adicionalmente presenta:

- Capacidades gráficas ArchestrA de resolución independiente, vibrantes, para mayor realismo, claridad y atención
- Versátil y fácil de usar, desarrollo multi-usuario y entorno editable para la productividad colaborativa de la ingeniería.
- Poderosos símbolos gráficos independientes ArchestrA, con scripting y conectividad integrados para preservar los esfuerzos de ingeniería a través de la re-utilización y la estandarización
- Poder y flexibilidad sin precedentes, con capacidades integrales de animación gráfica e instrucciones, permite tanto a ingenieros de software como también a principiantes y no programadores, adaptar rápidamente funciones de aplicaciones

6.3.3. Gestión de integración

Con el software InTouch 10.0 HMI y System Platform 3.0, Wonderware hace que manejar aplicaciones en implementaciones a gran escala sea más fácil, rápido y económico.

Ambos software, InTouch 10.0 y System Platform 3.0 de Wonderware, son fáciles de usar, y cuentan con un ambiente de administración de aplicación centralizado, un modelo de seguridad sólido y centralizado, capacidades de extensibilidad y diagnósticos incorporados.

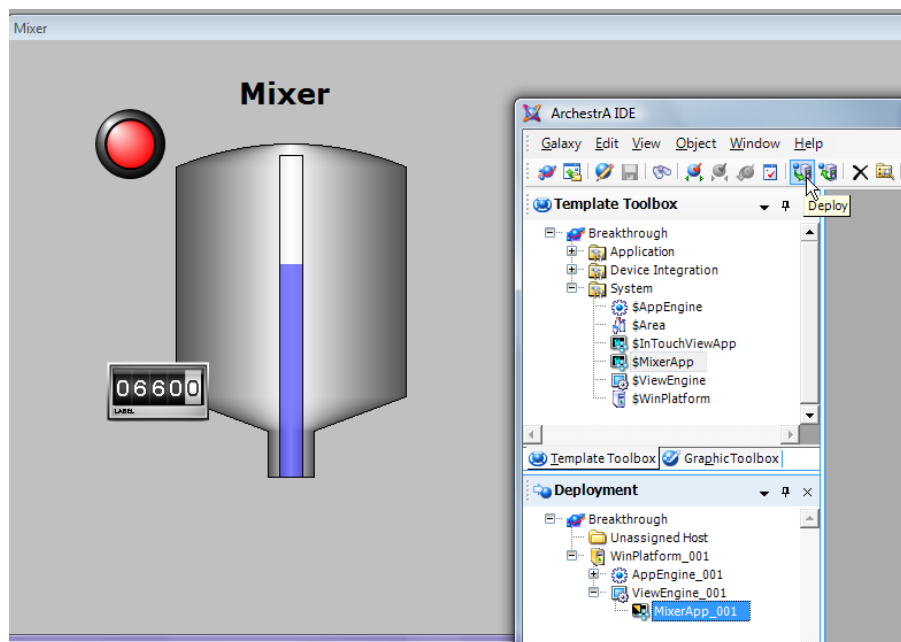


Figura 15. Gestión de integración InTouch 10.0 y System Platform 3.0
Fuente: <http://experiencia.wonderware.com/>

Con soporte para controles .NET 3.0, Terminal Services, Office 2007 y Windows Vista™, la Wonderware System Platform 3.0 y el software InTouch 10.0 están diseñados para ser fáciles de usar, asegurar y soportar.

El software InTouch 10.0 HMI le otorga flexibilidad con soporte de aplicaciones de Wonderware InTouch existentes junto con nuevos gráficos para que usted pueda actualizar un nodo por vez a su propio ritmo. (Ver figura 15)

Con extensibilidad incorporada, los software InTouch 10.0 y System Platform 3.0 se integran fácilmente a los sistemas existentes de negocios y de planta.

Adicionalmente realiza:

- Gestión centralizada e implementación remota de aplicaciones cuando se usa junto con la Wonderware System Platform 3.0
- Diagnósticos y seguridad incorporados
- Actualización nodo por nodo
- Completa compatibilidad con aplicaciones existentes de InTouch

6.3.4. Escalabilidad y adaptación

Wonderware ofrece un conjunto integral de módulos funcionales para ajustarse a cualquier necesidad de gestión de la producción y el desempeño. Estos módulos funcionales requieren el software Wonderware System Platform 3.0 y funcionan a la par del InTouch 10.0. (Ver figura 16)

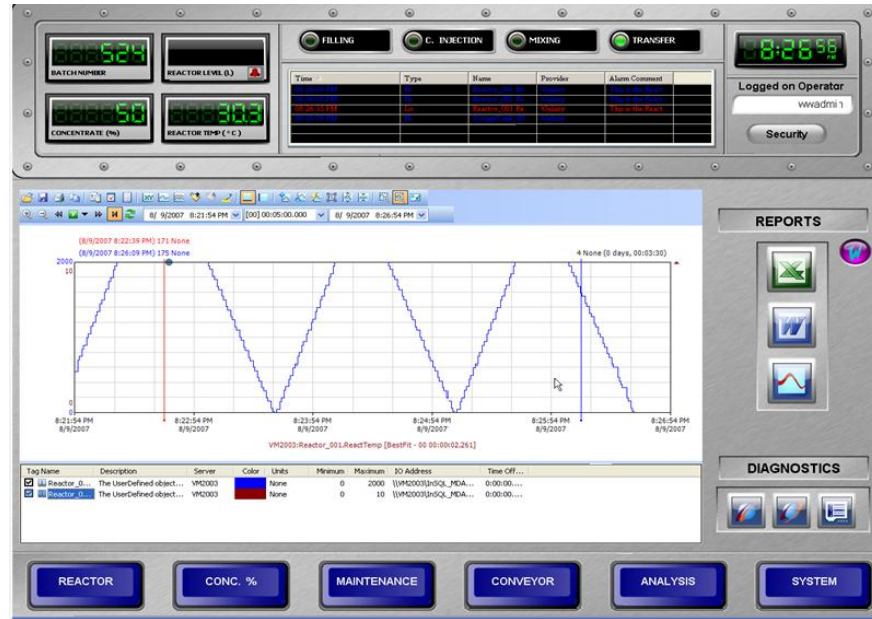


Figura 16. Modulo de procesos-Mejora de procesos
Fuente: <http://experiencia.wonderware.com/>

El enfoque modular de Wonderware le permite evitar el tremendo riesgo de las grandes implementaciones de aplicaciones “explosivas” impuestas por arquitecturas menos flexibles. (Ver figura 17)

El enfoque modular único de la tecnología ArchestrA también le permite focalizar sus esfuerzos en las problemáticas operacionales más críticas, extendiendo la Wonderware System Platform 3.0 para ir más allá de las barreras que encuentra cualquier operación al:

- Mejorar el desempeño del equipamiento
- Incrementar la disciplina operacional
- Reducir variaciones de procesos y materiales
- Migración y co-existencia directa

- Increíble escalabilidad desde un simple nodo HMI a soluciones de supervisión para toda la empresa utilizando la Wonderware System Platform 3.0



Figura 17. Enfoque modular
Fuente: <http://experiencia.wonderware.com/>

6.4. TRABAJANDO CON INTOUCH

Para crear una nueva aplicación en Intouch, seleccione “*Create Directory*”, o para seleccionar una aplicación existente basta con hacer doble click sobre el nombre del archivo a abrir.

Cuando se crea un directorio, tenemos la opción de hacer varias pantallas dentro de este, al seleccionar el comando *New Windows* en el menú *File* aparece el cuadro **Windows Properties** (propiedad de pantalla), tal como se indica a continuación:

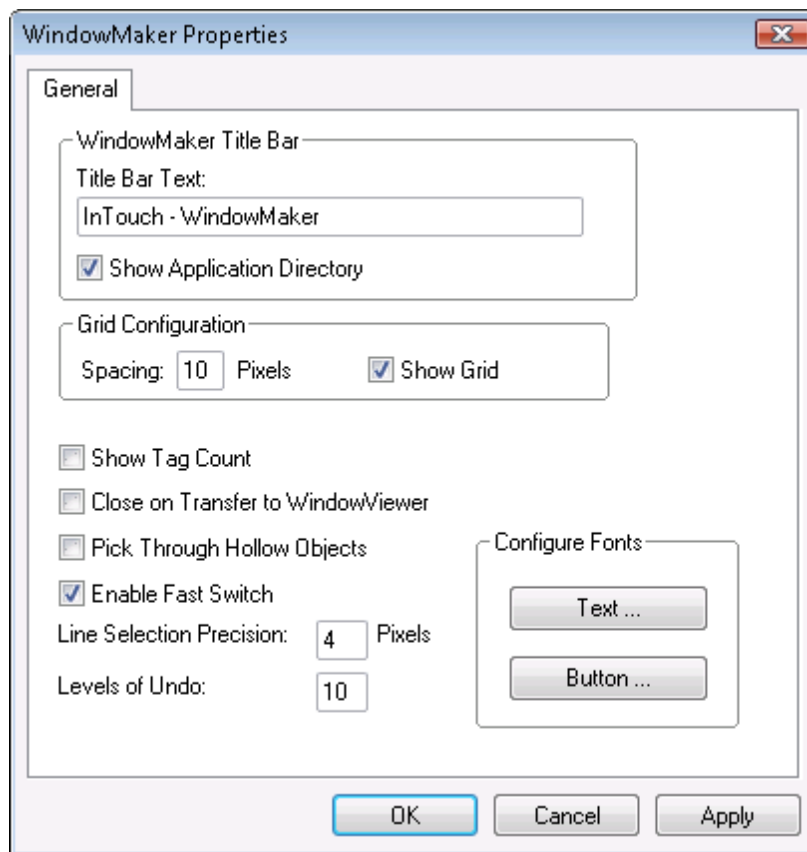


Figura 18. Window Properties
Fuente: <http://experiencia.wonderware.com/>

Donde se coloca el nombre de la pantalla con un máximo de 32 caracteres, se selecciona el color de fondo de la pantalla en **Window Color**, se definen las dimensiones de la pantalla, también se define la visibilidad o no del título de pantalla. Se puede ingresar a los **Scripts**, aplicación que será detallada más adelante, luego de terminadas las propiedades de pantalla se presiona OK y se comienza a trabajar en la confección de la pantalla.

Cuando se está dentro de una nueva pantalla aparece la barra de herramientas **Toolbox**, es una caja de herramientas con una colección de objetos gráficos que son utilizados en la aplicación. La caja de herramientas queda normalmente visible al abrir *Window Maker*.

La barra de herramientas es tal como se muestra a continuación:

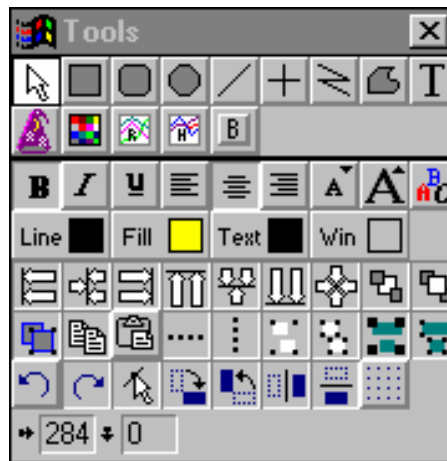


Figura 19. Tools

Fuente: <http://experiencia.wonderware.com/>

La primera línea de herramienta es usada para crear objetos gráficos, escribir nombres, seleccionar objetos, etc. Los cuales pueden ser mostrados o animados en el modo de trabajo **Runtime**.

La segunda línea cuenta con la herramienta **Wizard**. Al seleccionar está herramienta aparece un cuadro con elementos básicos que se utilizan para hacer eficiente y rápido la construcción de las pantallas.

Basta con hacer doble click en el objeto seleccionado para que se de la opción de colocarlo donde se requiera en la creación de la pantalla, también se pueda variar su tamaño y dar Configuración de acuerdo a lo requerido en la construcción de la pantalla. Encontrándose también en está cuadro opciones de gráficos en tiempo real, históricos y ventanas de alarmas.

Luego los componentes restantes de está línea, son herramientas que permiten alinear, desagrupar, crear botoneras 3D con sus respectivos nombres, borrar, copiar, pegar, etc.

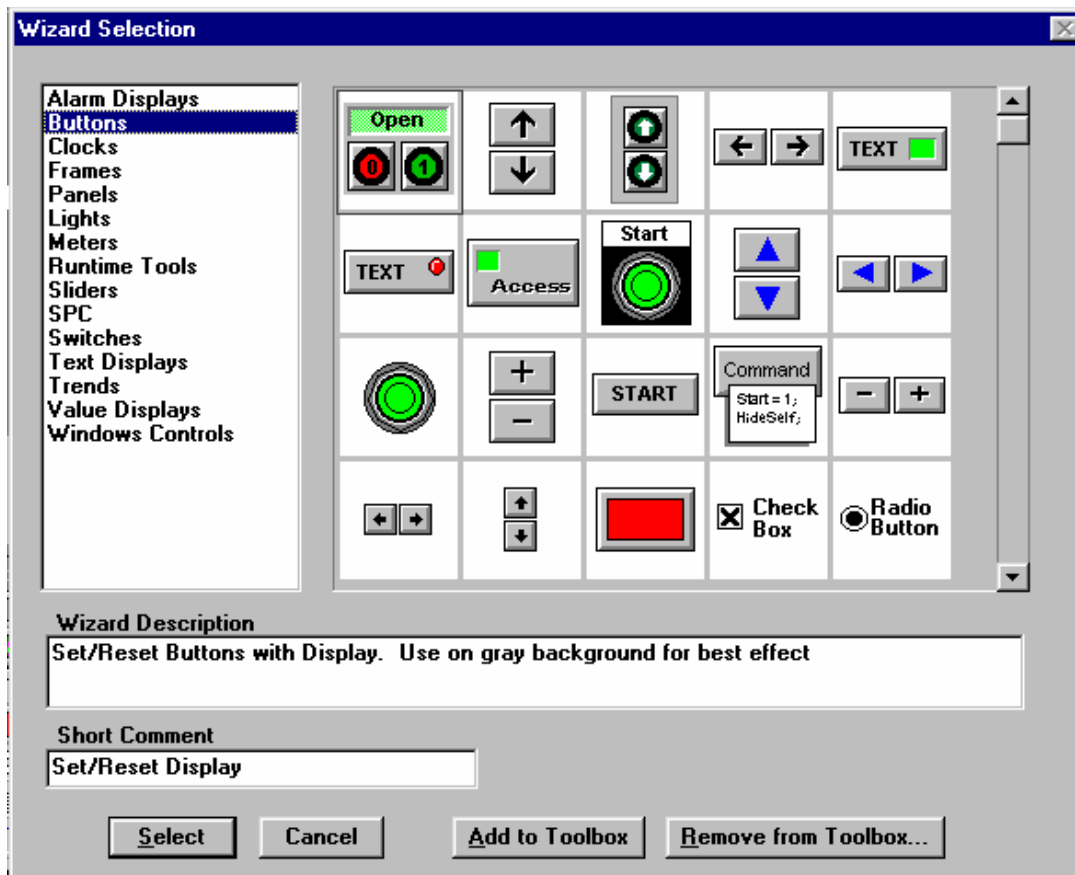


Figura 20. Wizard Selection
Fuente: <http://experiencia.wonderware.com/>

6.4.1. MENU WINDOWMAKER

WindowMaker contiene una barra de menú provista con numerosas funciones. Esta barra de menú esta localizada en la parte superior de la pantalla y se puede acceder a ella solamente haciendo click sobre la opción que se desea utilizar.

- **Menú File (archivo)**

El menú archivo contiene un Set de comandos que se utilizan para crear, abrir, salvar, imprimir, cerrar, borrar, exportar e importar archivos, también se cuenta con Exit que es salir del programa.

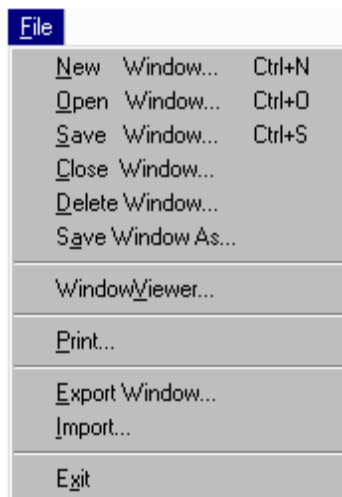


Figura 21. WindowMaker Menú File
Fuente: <http://experiencia.wonderware.com/>

Además cuenta con **WindowViewer** que es un switch para cambio de WindowMaker a WindowViewer (pantalla de simulación).

- **Menú Arreglar**

El menú Arreglar contiene un conjunto herramientas tales como rotar en sentido del reloj y en contra, transformar el objeto seleccionado en imagen de espejo vertical u horizontal, combina varios objetos seleccionados en uno solo o viceversa, habilitar o deshabilitar *grid* (grilla). Para usar cualquier de los comandos del menú arreglar, seleccione él o los objetos donde el comando va a ser aplicado y entonces seleccionado el comando desde el menú arreglar se aplica. Usted puede configurar el *Toolbox* para mostrar herramientas del menú arreglar. Muchas de estas herramientas se incluyen en el *toolbox*.

El Toolbox se configura por medio de *Special / Configure*.

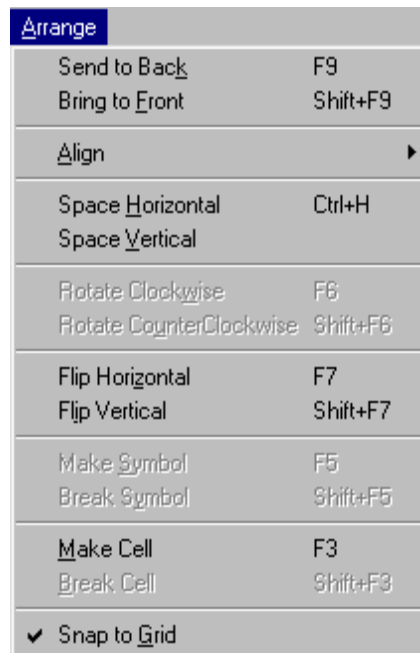


Figura 22. WindowMaker Menú Arreglar
Fuente: <http://experiencia.wonderware.com/>

- **Menú de Texto**

El Menú de Texto es parte del Toolbox por lo tanto se maneja directamente de la barra de herramientas.

- **Menú de Línea**

Los comandos de Menú de Línea se usan para cambiar el estilo y la anchura de líneas que son usada sobre objetos individualmente. Cualquier objeto seleccionado que contiene una línea (es decir, círculos, cuadrados, polígonos, líneas, etc.) será modificado. Después de seleccionar el o los objetos, y haciendo click sobre el tipo de línea deseado que muestra en el menú de línea, esta será cambiada.

- **Menú Especial**

El Menú Especial contiene un conjunto de comandos y subcomandos permitiendo desempeñar funciones especiales tal como sustituir *tagnames*, *strings*, acceder al Diccionario de *TagName*, cambiar los nombres DDE, etc. En este menú se encontraran comandos tales como mostrar y quitar el Toolbox de la pantalla (*Show/hide toolbox*),

Vínculos de Animación (*Animation Links*), sustitución de *tagnames*, sustitución de *string* que son utilizados para cambiar el contenido de los *String* (botoneras), llamar el diccionario de definiciones de *tagnames*, crear nombres de grupos de alarmas o modificar viejos nombres de grupos, también se pueden crear subgrupos de alarmas, seleccionar el nombre de accesos DDE (*Dynamic Data Exchange*).

También existe el comando Configurar con el cual Intouch, provee la habilidad de personalizar completamente la funcionalidad y aspecto final de la aplicación seleccionando varias opciones. Estas opciones se obtienen desde este comando. Por ejemplo, puede colocarse las opciones que impidan al usuario salir de WindowVéwer, la barra de título puede personalizarse para mostrar el nombre de compañía, la barra de menú puede eliminarse, la tecla ALT puede estar incapacitado, etc.



Figura 23. WindowMaker Menú Especial
Fuente: <http://experiencia.wonderware.com/>

El comando borrar *tag* inutilizados, permite mostrar una lista de todos los *tagnames* inutilizados en el Diccionario de Datos. Todos estos *tagnames* pueden borrarse desde la base de datos. Además se incluye una lista de *Script* que son editores de lógica, los cuales pueden ser usados por los usuarios. Dependiendo de que *Script* se edita, la lógica puede implementarse (*Aplicación Script*), cuando se selecciona el comando *Script*, los *Scripts* de Lógica son utilizados para crear simulaciones, contraseña de protección,

cálculos de sistemas de variables o cambio de ventanas debido a los cambios en el proceso de variables, etc. Más adelante se profundizará más sobre los *Scripts*.

- **Menú de Ventana**

El menú de Ventanas contiene las Propiedades de Ventana y una lista de todas las pantallas que se encuentran abiertas. Haciendo Click sobre cualquier de los nombres de las pantallas hará que las propiedades de la pantalla se active.

- **El Diccionario Tagname**

El diccionario de datos *tagname* es el corazón de Intouch. En orden crea la rutina de la base de datos, Intouch requiere información aproximadamente de todas las entradas/tags que son creados. Cada entrada se le debe asignar un tagname. Un tagname es un nombre simbólico que se entra en el Diccionario de Tagname. Este nombre simbólico puede entonces configurar valores min., max., alarmas, etc. y también se define como un tipo específico, por ejemplo, un tag DDE. Este tag DDE puede llegar a ser entonces un *link* entre Intouch, el servidor de I/O y el mundo real. El Diccionario de Tagname es el mecanismo usado para ingresar esta información sobre la variables/entradas en la base de datos. En el modo *Runtime*, contiene el valor actual de todos los artículos en la base de datos.

La creación de la base de datos o el Diccionario de Datos puede realizarse usando tres diferente métodos. El primer método es la creación de un manual donde usted accesa el tagname de diccionario y define cada tag individualmente hasta completar la base de datos. El segundo método es el método automático donde usted crea un objeto gráfico, asignando vínculos de animación al objeto y el sistema rápidamente define el tagname. El tercer método es el método externo donde usted usa el utilitario de *Wonderware* DB de Basurero y DB carga para transferir la base de datos desde una aplicación de *InTouch* a otra aplicación de *InTouch*.

Si usted escoge el método automático o manual para crear la base de datos, aparece el cuadro de dialogo "*Diccionario - TagName de Definición*". En el método automático el cuadro de dialogo aparecerá una vez que se presiona OK, cuando pide definir los tagnames, asignando después los vínculos de animación del objeto. Para acceder al

cuadro de diálogo cuando se usa el método manual de creación, primero se selecciona *Special/Tag Name Dictionary*.

The image shows a software dialog box titled "Dictionary - Tagname Definition". At the top, there are four radio buttons: "Details" (which is selected), "Alarms", "Both", and "None". Below these are several buttons: "New", "Restore", "Delete", "Save", "<<", "Select", ">>", "Cancel", and "Done". The main area of the dialog contains the following fields and controls:

- "Tagname:" followed by a text box containing "\$AccessLevel".
- "Type:" followed by a dropdown menu showing "System Integer".
- "Group:" followed by a text box containing "\$System".
- "Comment:" followed by a text box containing "AccessLevel".
- A checkbox labeled "Log Events" which is checked.
- A "Priority:" label followed by a text box containing "999".
- Two radio buttons labeled "Read only" and "Read Write", both of which are currently unselected.

Figura 24. WindowMaker Dictionary Tagname
Fuente: <http://experiencia.wonderware.com/>

- **Details**

Seleccione este botón para mostrar el cuadro de diálogo usado para ingresar los detalles del tipo específico de tag. El inicialmente cuadro de dialogo *Díctionary – Tag Name Definition* es usado para ingresar la información básica con respecto a un tagname. Muchos puntos, especialmente entradas y salidas, requieren grandes detalles. Para cada tipo de tagname especificado, existe un cuadro de dialogo “*Details*” específico para ingresar el detalle del tipo de tagname. Cuando un tipo de tagname es seleccionado, aparece automáticamente un cuadro de dialogo “*Details*” respectivamente. Si el cuadro de diálogo “*Details*” para la definición del tagname actualmente mostrado en pantalla no aparece, seleccione *Details* en la parte superior del cuadro.

- **Alarms**

Seleccione este botón para definir la condición de alarma del tagname. Cuando definimos un tagname análogo (entero o verdadero), el siguiente cuadro de diálogo se usa para seleccionar tipos de alarmas y entrar sus valores. Los valores de campos ingresados para cada tipo de alarma no aparecerán hasta que un tipo de alarma sea habilitado por un click en su respectivo cuadro de chequeo como se muestra más adelante:

Alarm Value			% Deviation			Target		Priority	
☒ LoLo	0	1	☒ Minor Deviation	0		0	1		
☒ Low	0	1	☒ Major Deviation	0			1		
☒ High	0	1	Deviation Deadband %: 0						
☒ HiHi	0	1							
Value Deadband: 0									
			☒ Rate of Change			0	% per	☐ Sec ☒ Min ☐ Hr	Priority 1

Figura 25. WindowMaker Tagname Alarms
Fuente: <http://experiencia.wonderware.com/>

- **Both**

Seleccione este botón para mostrar ambos cuadros de diálogos *details* y *alarms* simultáneamente. El siguiente es un ejemplo como la pantalla se verá cuando un tagname "Memoria Real" está siendo definido y este botón se selecciona:

Dictionary - Tagname Definition ☐ Details ☐ Alarms ☒ Both ☐ None

Tagname: Type: ... Memory Integer

Group: ... \$System ☐ Read only ☒ Read Write

Comment: AccessLevel

☐ Log Data ☐ Log Events ☐ Retentive Value ☐ Retentive Parameters

Initial Value: 0 Eng Units:
 Min Value: 0 Deadband: 0
 Max Value: 9999 Log Deadband: 0

Alarm Value		Pri
☐ LoLo		
☐ Low		
☐ High		
☐ HiHi		
Value Deadband: 0		

☐ Minor Deviation
☐ Major Deviation
Deviation Deadband %: 0
☐ Rate of Change

Figura 26. WindowMaker Tagname Both
Fuente: <http://experiencia.wonderware.com/>

6.5. CREANDO E IMPLEMENTANDO UNA GALAXY

En esta práctica se va a crear una nueva Galaxy, los objetos que representan las importaciones de automatización de una aplicación de mezcla, configurar los objetos que se ejecutan en el equipo local, y desplegar la galaxia. Se va a utilizar esta aplicación de mezcla para desarrollar una interfaz humano-máquina utilizando InTouch de plataforma del sistema.

Los objetivos específicos son:

- Crear una Galaxy
- Importar objetos de automatización.
- Configurar los objetos de automatización importados para ser utilizados en el computador local.
- Implementar una Galaxy

6.5.1. CREAR UNA GALAXY E IMPORTAR LOS OBJETOS DE AUTOMATIZACIÓN.

- Inicie la aplicación Archestra IDE. Una vez iniciado, aparecerá la caja de dialogo Connect to Galaxy.



Figura 27. Connect to Galaxy
Fuente: <http://experiencia.wonderware.com/>

- Click en New Galaxy y el cuadro de dialogo aparecerá:

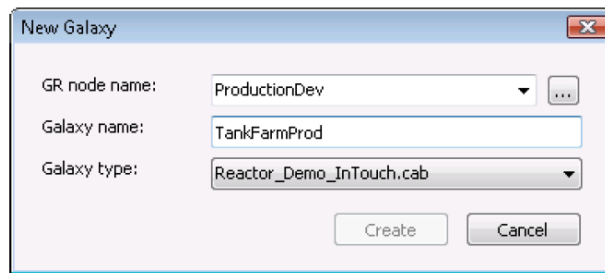


Figura 28. New Galaxy
Fuente: <http://experiencia.wonderware.com/>

- Complete los registros de la ventana de new Galaxy haciendo lo siguiente:
 - Digite el nombre del nodo del computador que sirve como servidor de galaxy repositoria (GR Galaxy Repository). Este es el computador donde SQL server 2005 database server esta ejecutándose.
 - Digite el nombre de la Galaxy que usted esta creando.
 - Seleccione Reactor_Demo_InTouch.cab como el tipo de Galaxy en el campo de selección Galaxy Type.

Esta es una Galaxy por defecto que contiene los objetos de automatización de ArchestrA necesarios para editar y ejecutar aplicaciones. Estos son incluidos en la aplicación InTouch Reactor Demo.

- Click en Create. El cuadro de dialogo New Galaxy mostrará el progreso de creación de la nueva Galaxy.
- Click en Close, luego de que la nueva Galaxy sea creada.
- Click en Connect para conectarse a la Galaxy que se creó. La ArchestrA IDE Aparecerá:

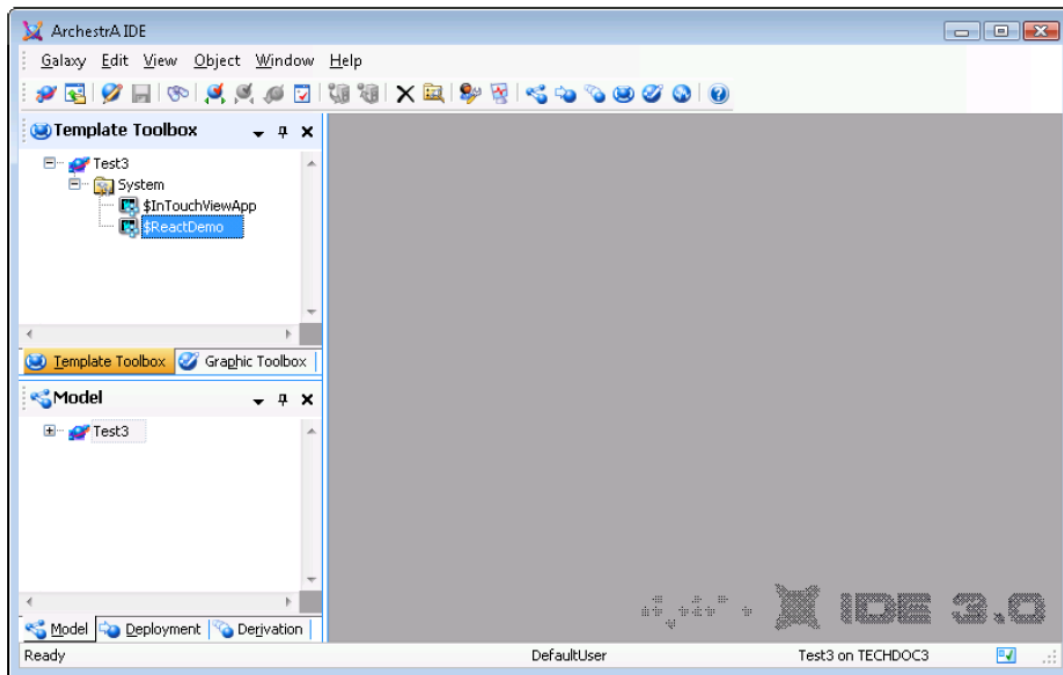


Figura 29. ArchestrA IDE
Fuente: <http://experiencia.wonderware.com/>

La toolbox por defecto muestra la plantilla derivada \$ReactDemo. Usted puede usar esta plantilla derivada para crear una aplicación administrada o editar la aplicación con el WindowMaker.

6.5.2. EDITANDO UNA APLICACIÓN ADMINISTRADA.

Se puede administrar aplicaciones InTouch iniciando el programa WindowMaker desde el ArchestrA IDE.

Para Iniciar WindowMaker desde ArchetrA IDE:

- Abra el ArchestrA IDE.
- Click en el contenedor titulado **Template Toolbox** para mostrar el directorio **System** que contiene los objeto de automatización de ArchestrA.
- Si es necesario, haga click sobre el directorio System para expandir la lista de objetos contenidos en este. Se encontrará la plantilla \$ReactDemo.

- Haga doble click sobre la plantilla \$ReactDemo. WindowMaker iniciará como el editor por defecto. La figura 30 muestra el WindowMaker después de abierto el Reactor de demostración para ser editado.

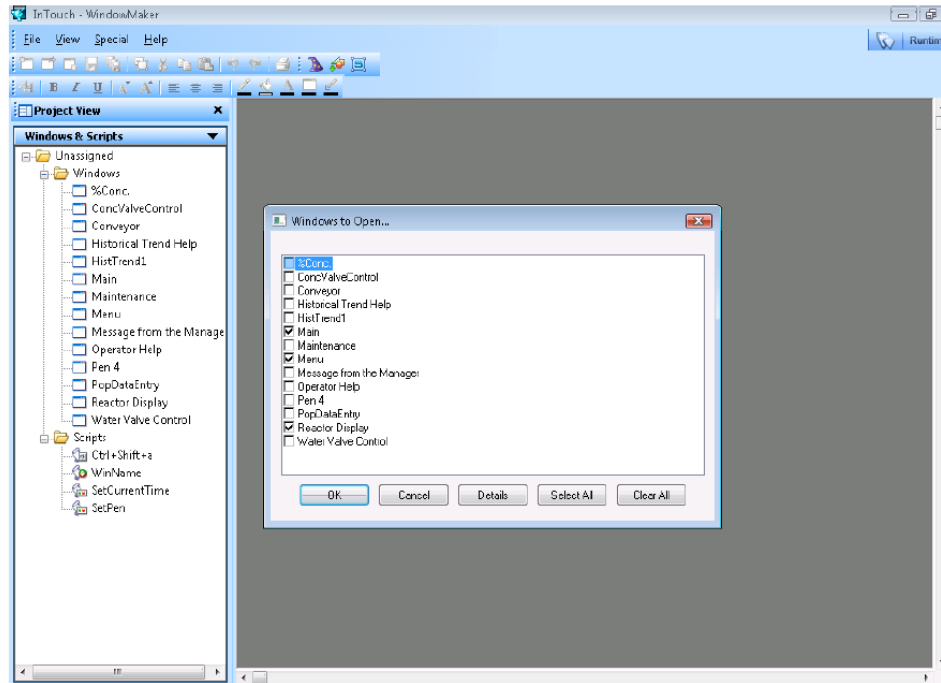


Figura 30. Reactor Demo
Fuente: <http://experiencia.wonderware.com/>

La ventana **Window&Scripts** lista las ventanas que son parte de la aplicación del reactor de demostración. La figura 30 muestra el cuadro de dialogo **Windows to open** que sirve para selección lo que se desee editar. Es posible que tenga que abrir el cuadro de dialogo **Windows to Open**. Los dos pasos siguientes ilustran como hacerlo y seleccionar la ventana de la aplicación del reactor.

- Haga click en **File**, y se mostrará el cuadro de dialogo **Windows to open**. Ver figura 31.
- Seleccione las ventanas **Main**, **Menu** y **Reactor Display** de la lista y click en **OK**. Estas ventanas componen la pantalla principal del reactor de demostración. La figura 32 muestra la parte de la ventana del reactor de demostración que contiene los gráficos que representan los componentes de un reactor.

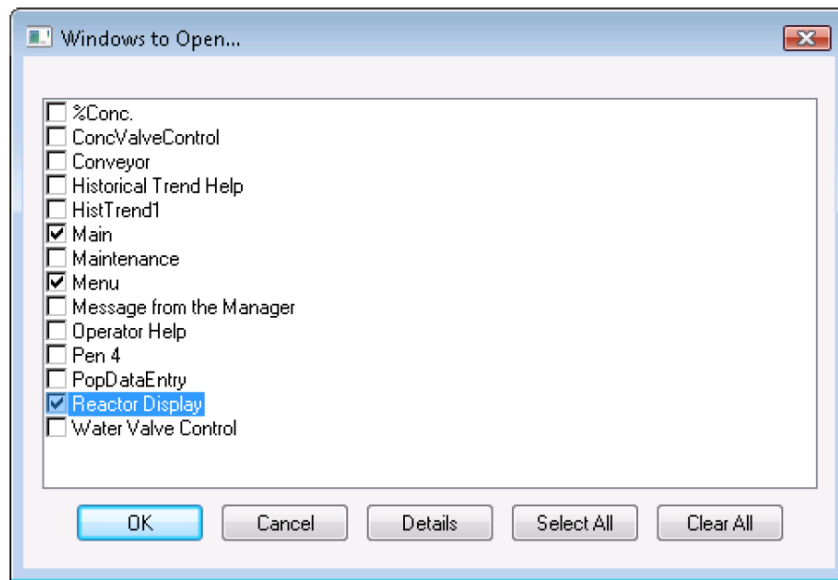


Figura 31. Cuadro de dialogo Windows to open
Fuente: <http://experiencia.wonderware.com/>

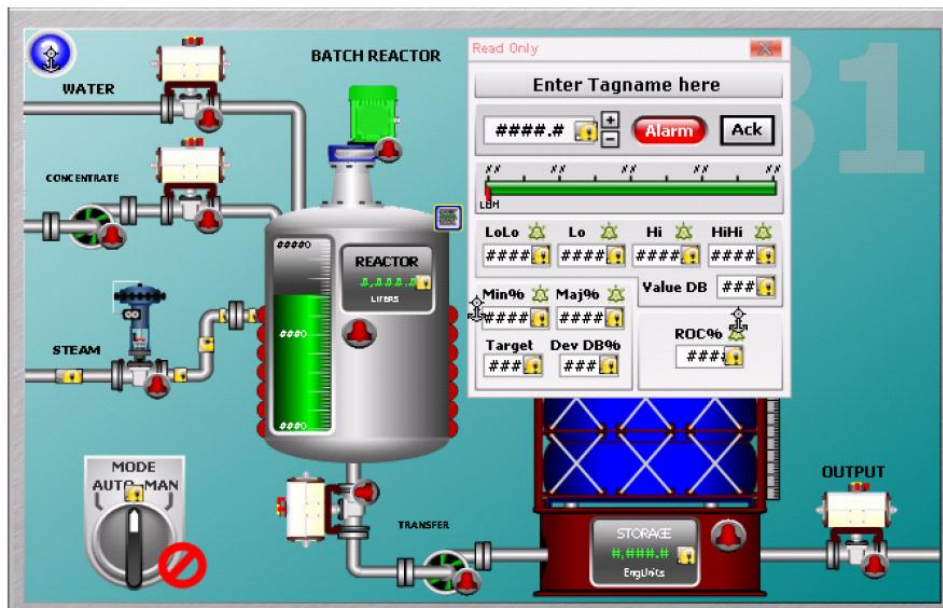


Figura 32. Componentes gráficos del reactor demo.
Fuente: <http://experiencia.wonderware.com/>

- Incremente el tamaño del texto de la leyenda OUTPUT a la derecha del tanque haciendo lo siguiente:

- Click sobre la leyenda OUTPUT para seleccionarla y mostrar la caja de texto con los bordes.
- Use el mouse y haga click sobre el borde de la leyenda y mantenga presionado el botón del mouse.
- Mueva el mouse para incrementar el tamaño de la caja de texto.
- Suelte el botón del mouse cuando la caja de texto tenga el tamaño deseado.
- Guarde los cambios de la ventana.
- Haga click en **File** y luego en **Exit**. WindowMaker se cerrara y volverá a la interfaz grafica de Archestra IDE. Aparecerá la caja de dialogo **Check In**, mostrada en la figura 33.

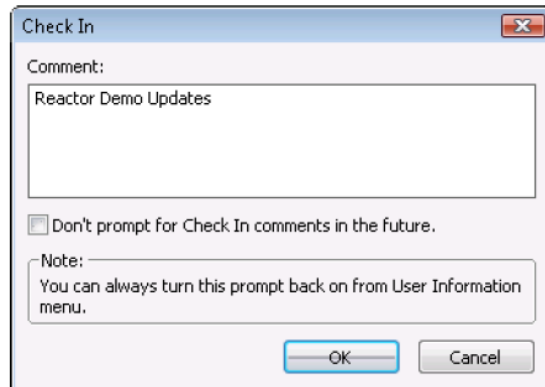


Figura 33. Cuadro de dialogo Check In.
 Fuente: <http://experiencia.wonderware.com/>

- Se puede escribir el comentario que se desee y luego click en **OK**.

RECOMENDACIONES

Debido a la constante innovación en la tecnología adoptada en los sistemas MES se hace necesaria una revisión periódica del estado de arte de los sistemas MES, tomando como base el estado de arte elaborado como parte de esta tesis presentado en el capítulo 4.

Las prácticas planteadas de sistemas SCADA con el software InTouch son de carácter introductorio, por lo tanto, es viable la realización de otra investigación que incorpore ejemplos de implementación de sistemas MES basado en el nivel primario con la herramienta InTouch. La complejidad de un sistema completo que incluya la correcta adaptación y acople de la instrumentación basada en el control con el software InTouch y el nivel de gerencia basado en el modelo ERP son temas importantes y suficientes para un proyecto de investigación.

La elaboración de más proyectos acerca de los sistemas MES, se justifica dada la escasa información e inexperiencia de este tema en Latinoamérica y más aun en Colombia. El estudio de los sistemas MES brindará a los profesionales la capacidad de aplicar nuevas tecnologías a nivel de procesos de fábrica, lo cual favorecerá a la industria colombiana.

La Universidad Pontificia Bolivariana no debe ser ajena a este hecho. Por ende es necesario incluir en el plan de estudios de ingeniería electrónica una asignatura que permita al futuro egresado la opción de profundizar y desarrollar habilidades en este nuevo tema. La asignatura se justifica porque sirve como complemento y profundización de otras asignaturas, tales como: Instrumentación electrónica y sistemas de control. Adicionalmente fortalece la línea de investigación en Automatización, Instrumentación y control de la Universidad permitiéndole la posibilidad de posicionarse como pionera en este campo a nivel nacional.

CONCLUSIONES

Se realizó un estado del arte entorno a los sistemas de ejecución de manufactura MES. La realización del estado del arte de los sistemas de ejecución de manufactura fortalece la línea de investigación en Automatización, Instrumentación y control de la Universidad Pontificia Bolivariana (UPB). A su vez, permite la divulgación del tema por parte de la UPB a nivel regional y nacional, generando nuevos temas para futuros proyectos de investigación, lo cual ubicará a la escuela de ingeniería Electrónica de la UPB como pionera en la investigación de los sistemas MES a nivel regional.

Se elaboró la estructuración del contenido de la asignatura “Introducción a los sistemas de ejecución de manufactura” dando la posibilidad de incluirla en el pensum de Ingeniería Electrónica de la UPB; lo cual brindaría nuevas alternativas en las áreas de profundización del plan de estudios ofrecidas a los estudiantes. Además, el planteamiento de esta asignatura técnica profesional, fortalece el área de estudio de los sistemas electrónicos de automatización y control, logrando ampliar el conocimiento y por ende el nivel académico de la Universidad a nivel nacional.

Las prácticas de laboratorio como complemento de la asignatura propuesta, permiten la aplicación de los conceptos a los procesos de fabricación integrada por computador en la industria. Esto brinda a los futuros egresados de la UPB la posibilidad de incursionar en la industria, adaptando estas nuevas tecnologías de integración empresarial a los procesos industriales en Colombia; optimizando los recursos primarios en el proceso de fabricación, acorde a la tendencia de la nueva filosofía del uso racional y eficiente de los recursos ambientales.

La recopilación de información acerca de la fabricación integrada por computador (CIM), los Sistemas de Ejecución de Manufactura (MES) y los Sistemas de Control Supervisor y Adquisición de Datos (SCADA), permitieron obtener los conocimientos necesarios para estructurar y elaborar el contenido de la asignatura propuesta, el estado del arte de los sistemas MES y las prácticas de laboratorio de sistemas SCADA. A su vez se consultaron tutoriales y ejemplos existentes en la Internet, acerca del manejo del software (InTouch®

V10.0 HMI), por lo cual se obtuvo un buen soporte a la hora de diseñar y elaborar las prácticas de laboratorio.

El estado del arte brinda un conocimiento más amplio acerca de los sistemas MES y sistemas SCADA; desarrollando una nueva perspectiva acerca de estos sistemas informáticos y evaluará las principales tendencias de estos últimos años en cuanto a los sistemas de fabricación en la empresa; además permite una mejor estructuración de la asignatura y del documento final producto de este proyecto.

Se espera que la elaboración del estado del arte enfocada en resumir y organizar la información consultada acerca de los sistemas MES para esta investigación, sirva como punto de partida para las personas que deseen profundizar, fortalecer y afianzar los conocimientos acerca de los sistemas de ejecución de manufactura en la fabricación integrada por computador.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] José Ignacio Armesto Quiroga, *Equipos para la automatización industrial, Memorias del curso Orientación Autómatas Programables*, UNIVERSIDAD DE VIGO, E. T. S. Ingenieros Industriales, 2008. (<http://www.disa.uvigo.es/>)
- [2] Deuel A. C., *The benefits of a manufacturing execution system for plantwide automation*, Manufacturing Execution Systems Services, Honeywell IACD, 16404 N. Black Canyon Highway, M / S AZ15 / N12, Phoenix, AZ 85023, USA. 2003
- [3] Zurawski, R., *Integration Technologies for Industrial Automated Systems: Challenges and Trends*, Taylor & Francis Group, LLC.ISA Group, U.S.A. 2007
- [4] Dagoberto Montero, David B. Barrantes, Jorge M. Quirós, *Introducción a los sistemas de control supervisor y de adquisición de datos (SCADA)*, Monografía, Universidad de Costa Rica, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Eléctrica, Departamento de Automática. Costa Rica, 2004
- [5] Valckenaers, P., Brussel, H. V., Verstraete, P., Saint Germain S., Hadeli, *Schedule execution in autonomic manufacturing execution systems*, Elsevier Scienc, The Society of Manufacturing Engineers ,Journal of Manufacturing Systems, 2008
- [6] Hwa Gyoo Park, Jong Myung Baik, Sang Bong Park , *A Development of Object-oriented Simulator for Manufacturing Execution Systems*, Computers & Industrial Engineering, Pergamon, 1999
- [7] Simao, J. M., Stadzisz, P. C., and Morel G., *Manufacturing execution systems for customized production*, *Journal of Materials Processing Technology*, Elsevier Scienc, Vol 179, pp 268-275, 2006.
- [8] Blanc P., Demongodin I., Castagna P., *A holonic approach for manufacturing execution system design: An industrial application*, Engineering Applications of Artificial Intelligence, Elsevier Scienc, January, 2008.

- [9] Li, D.Liu, L., Zhu, W., and Rong, G., *Material-flow Modeling Technology and Its Application in Manufacturing Execution Systems of Petrochemical Industry*, Chinese Journal of Chemical Engineering, October 2007.
- [10] Valckenaers P., Van Brussel H., Leuven K.U., *Holonic Manufacturing Execution Systems*, Dept. of Mechanical Engineering, Katholieke Universiteit Leuven, Leuven, Belgium, 2007.
- [11] Steven Muñoz, *Actualidad de los sistemas de ejecución de manufactura en Colombia*, Conferencia, Salón IPET, Universidad del Cauca, Popayán, Agosto de 2008
- [12] McMillan, G. K., *Process Industrial Instruments and Controls Handbook*, 5th ed., New York: McGraw-Hill, 1999.
- [13] Bibiana M. Vallejo¹ y Sandra B. Vallejo, *Aspectos generales de la automatización industrial del sector farmacéutico*, Revista Colombiana de Química Farmaceutica, Vol 35, pp. 47-63, 2006
- [14] Juan Antonio Canales, Aplicación de sistemas de información en los procesos de producción, información en la gestión administrativa, <http://canales9.tripod.com/index.html>. 2008
- [15] Dagoberto Montero, David B. Barrantes, Jorge M. Quirós, *Introducción a los sistemas de control supervisor y de adquisición de datos (SCADA)*, Monografía, Universidad de Costa Rica, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Eléctrica, Departamento de Automática. Costa Rica, 2004
- [16] David J. Adler , Joe Herkamp, Dan Henricks, Richard Moss , *Does a Manufacturing Execution System reduce the cost of production for bulk pharmaceuticals?*, ISA Transactions, Elsevier Scienc , 1995.
- [17] Kevin Ake, John Clemons, Mark Cubine, Bruce Lilly, *Information Technology for Manufacturing: Reducing Costs and Expanding Capabilities*, Kindle Edition, ISBN 1574443593, 9781574443592, 2004
- [18] Brian Davis. *Get your plant into a MES*. [Proquest database] Professional Engineering. Bury St. Edmunds: Mar 26, 2003. Vol. 16, Iss. 6; pg. 43

- [19] José Ignacio Armesto Quiroga, Instalación de Sistemas de Automatización y Datos, Memorias del curso Orientación Instalaciones y Construcción, UNIVERSIDADE DE VIGO, E. T. S. Ingenieros Industriales, 2008. (<http://www.disa.uvigo.es/>)
- [20] Ramón Aguirre Vara, Beatriz Bernábe Loranca, Jorge Bañuelos Sánchez, Enrique M. Zamora Alcocer, El Enfoque De Marco Lógico Como De Punto De Partida De Investigación De Operaciones En Proyectos Del Mundo Real, INGENIO- Santa Fe Associates International, Ingeniería Estratégica de Negocios, Puebla, México. 2006
- [21] T. L. Blevins, M. Nixon, DCS: Integration with Buses and Networks, Estados Unidos 2005.
- [22] G. K. Totherow, Overall Plant Design, Auditing Existing Plants for Upgrading
- [23]. Ake, Kevin, Clemons, Jhon, Cubine, Mark and Bruce Lilly, *Información Technology for Manufacturing: Reducing Cost and Expanding Capabilities*, Chapter 5: The Portafolio, 2008.
- [24] Alejandro Imass Grupo MPR. MPR Sistemas, Integrando los Sistemas de Gestión de Producción con el Piso de Planta, www.grupompr.com, Venezuela 2008.
- [25] Manufactura integrada por computadora, *Industriales. Sistemas CAD (Computer Aided Design)*, <http://pdf.rincondelvago.com/manufactura-integrada-por-computadora.html>
- [26] Seeley Robert. *Is the time right for MES?*. Food Engineering Tomo 74, N° 2. United States. p. 44 2002.
- [27] Gartner Group y CXP “*Jusqu’en 2008: évolution des ERP, PGI et SCM*”. Convergence Informatique Et Industrie: Cap Sur L’entreprise Industrielle Intégrée. Paris <http://admin.decideur.com> (01/04/09).
- [28] Sepúlveda José. “*MES: Sistemas de ejecución de manufactura. Administrando la producción*”. Revista Electroindustria Octubre 2004 <http://www.emb.cl/electroindustria> (03/31/09)

[29] Fernando Sevillano, "Características de una solución MES", Revista Gestión Industrial, Febrero 2008. <http://redindustria.blogspot.com/2008/02/caractersticas-de-una-solucin-mes.html>

ANEXO A. INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LA MAQUINA VIRTUAL VMWARE.

REQUISITOS

- Contar con el archivo de instalación del software VMware Workstation para Windows (Disponible en: <http://www.vmware.com/downloads>).
- Tener clave de activación del software VMware Workstation. (Puede solicitar una licencia gratuita de evaluación por 30 días en <https://www.vmware.com/tryvmware/index.php>)

INTRODUCCION

VMware-workstation es un programa de virtualización. Según Wikipedia la virtualización se define, en informática, como la abstracción de los recursos de una computadora, llamada Hypervisor o VMM (Virtual Machine Monitor) que crea una capa de la abstracción entre el hardware de la maquina física (host) y el sistema operativo de la maquina virtual (virtual machine, guest)., siendo un medio para crear una versión virtual de un dispositivo o recurso, como un servidor, un dispositivo de almacenamiento, una red o incluso un sistema operativo, donde se divide el recurso en uno o más entornos de ejecución. Entonces un programa como VMware permite ejecutar un sistema operativo sobre otro de forma independiente, compartiendo el hardware del anfitrión como la interfaz de red, la tarjeta de sonido o la memoria RAM.

Con este programa se pueden instalar varios sistemas operativos de forma virtual en el mismo computador; permitiendo probar o testear sistemas operativos diferentes al instalado en la maquina.

VMware-workstation es un programa shareware, pero el distribuidor tiene a disposición una versión con 30 días para probarlo sin limitaciones; tan solo es necesario hacer el registro para poder descargarlo. Como siempre es recomendado la descarga desde su Web oficial: (<http://www.vmware.com>).

Algunas ventajas de este tipo de programas son:

- Reducir los costos ejecutando varios sistemas físicos como máquinas virtuales en un solo equipo.
- Aumentar la productividad reduciendo el tiempo necesario para el aprovisionamiento, la implementación y la reconfiguración de máquinas físicas.
- Aumentar los recursos accediendo a aplicaciones y a datos que se encuentran más allá del sistema operativo de un solo equipo.
- Eliminar el riesgo comprobando los parches y el software de las aplicaciones de uno en uno y conservar el estado de las máquinas virtuales para BACKUP y redistribución.

Existe otros programas para crear maquinas virtuales (virtualización) como VirtualBox³ y Virtual PC⁴, pero se elige VMware por las siguientes características claves:

- El mayor soporte para sistemas operativos y host y guest.
- La mejor arquitectura de máquinas virtuales en su clase.
- Advance network support.
- La mayor experiencia en gestión de escritorios virtuales.
- Potentes características de prueba y desarrollo.
- Seguridad y Movilidad.

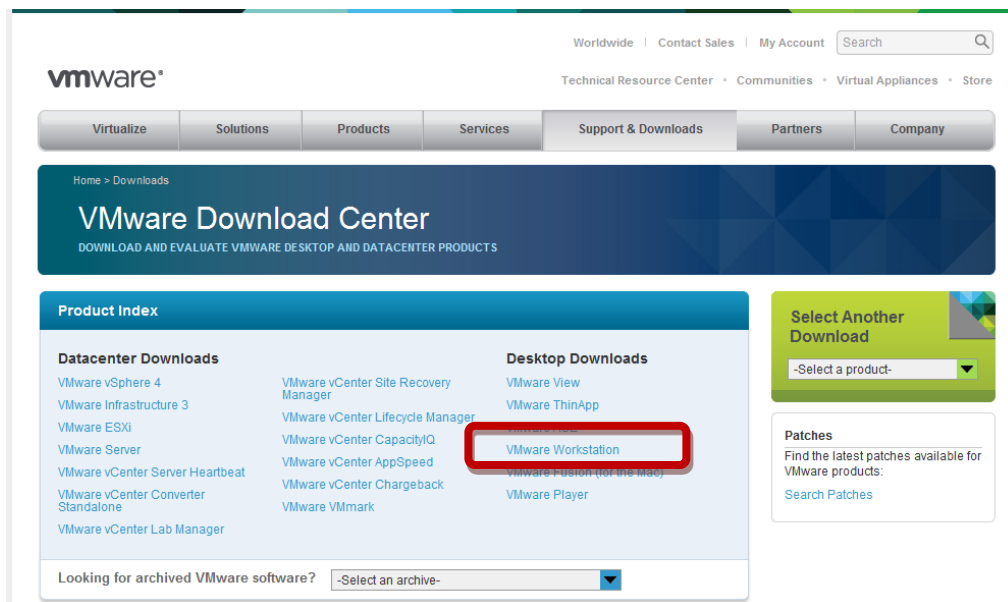
INSTALACIÓN

Lo primero que se debe hacer es conseguir el programa y para ello se debe dirigir a la página de descargas de VMware: <http://downloads.vmware.com/d/>

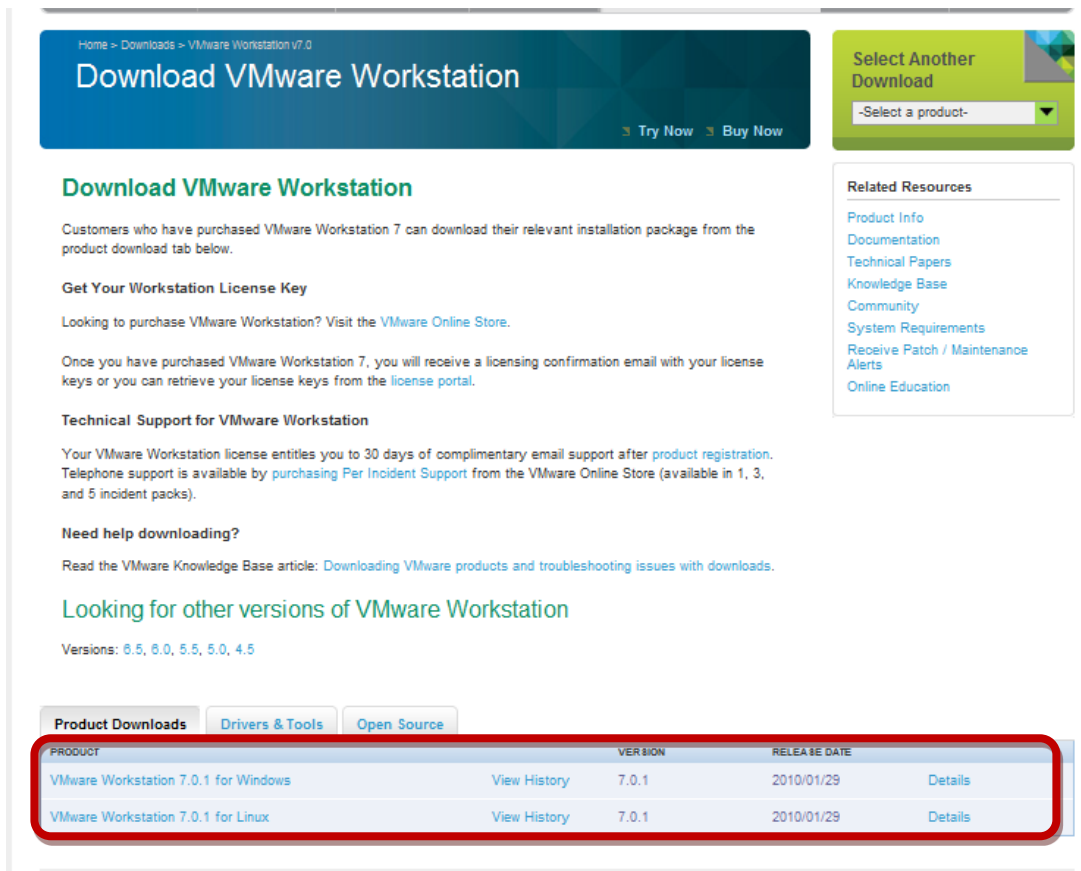
A continuación se busca en **Desktop Downloads** y seleccionar **VMware Workstation.**

³ <http://www.virtualbox.org/>

⁴ <http://www.microsoft.com/windows/virtual-pc/>



Entonces saldrá la siguiente página:



Al final de la página se dará la opción de elegir descargar la versión para Linux o para Windows. Este procedimiento es para descargar una versión de prueba de 30 días, si se desea utilizarlo más de 30 días es necesario una licencia válida.

Virtualize Solutions Products Services Support & Downloads Partners Company

Home > Downloads > VMware Workstation 7.0 > VMware Workstation 7.0.1 for Windows

VMware Workstation 7.0.1 for Windows

[Try Now](#) [Buy Now](#)

Select Another Download
-Select a product-

Related Resources
[Release Notes](#)

Download	Back to VMware Workstation VMware Workstation 7.0.1 for Windows
Version	7.0.1
Build Number	227600
Release Date	2010/01/29
Type	Product Binaries
Language Support	English
Operating System Support	Windows 32-bit, Windows 64-bit
Components	This download contains the following components. Hide Details Workstation for Windows 32-bit and 64-bit with tools Download File size: 514 MB File type: .exe MD5SUM: fc8502a748de3b8f94c5c9571c1f17d2 SHA1SUM: 3de01b355b17363a92d80200ff5e7267b3bde206 English Windows 32-bit, Windows 64-bit Workstation for Windows 32-bit and 64-bit without tools Download File size: 335 MB File type: .exe MD5SUM: 6a18ea3847cb727b03f7890f5643db79 SHA1SUM: 280b019db4819b0d1d775e5c38cc46b8db250984 English Windows 32-bit, Windows 64-bit

Sea cual sea la opción de versión que se elija, luego aparecerá una nueva ventana con la opción de descargar el VMware con las tools o sin ellas, se puede elegir cualquiera de las dos, pero para poder descargarlas primero se debe registrar.

A continuación aparecerá una pantalla para conectarse, entonces se tendrá que registrar, por lo tanto elige **Register** con lo que aparecerá una pantalla de registro donde se deben poner todos datos, asegúrese de que el e-mail sea correcto, puesto que recibirá información de la cuenta allí.

Una vez registrado aparecerá una pantalla con la información de registro y al final la pregunta:

Do you agree to be bound by the terms of this EULA? A lo cual se debe responder yes.

Additional License Terms

The APIs are provided for your personal use solely for the purpose of creating software that communicates with VMware Software ("Developer Software"). You agree to defend, indemnify and hold harmless VMware, and any of its directors, officers, employees, affiliates or agents, from and against any and all claims, losses, damages, liabilities and other expenses (including reasonable attorneys' fees), arising from your modification and distribution of the Sample Code and distribution of Redistributable Code.

You agree that you will not (1) use the APIs to create, design or develop anything other than Developer Software; (2) make any more copies of the APIs than are reasonably necessary for the authorized use and backup and archival purposes; (3) modify, create derivative works of, reverse engineer, reverse compile, or disassemble the APIs, except that you may modify and create derivative works of, and distribute any code provided in the APIs that is designated by VMware in the APIs documentation as "distributable code" solely as part of your Developer Software; (4) distribute, sell, lease, rent, lend, or sublicense any part of the APIs to any third party except as designated herein and as necessary to distribute Developer Software or; (5) use the APIs to (a) create, design or develop software or service to circumvent, enable, modify or provide access, permissions or rights which would violate the technical restrictions of VMware Software, any additional licensing terms provided by VMware via product documentation, email notification and/or policy change on VMware website, and/or the terms of the End User License Agreements of VMware products; (b) disable, remove, over-ride or modify the display of any VMware product End User License Agreements to the end customers; and (c) upload or otherwise transmit any material containing software viruses or other computer code, files or programs designed to interrupt, destroy, or limit the functionality of any software or hardware.

VMware retains ownership of the APIs, including without limitation all copyrights and other intellectual property rights therein. Upon termination, you shall destroy all copies of the APIs within your possession or control.

You will not receive any VMware support or subscription services for the APIs or any other services from VMware in connection with the APIs. If you have purchased support and/or subscription services for a VMware product, such support and/or subscription services shall not apply to the APIs or your use of the APIs.

Do you agree to be bound by the terms of this EULA?

Download Products Visit Download Center Download SDKs & APIs Download Patches Sign Up for Patch Alerts Read Downloads Help Guide	Purchase Support Review VMware Support Options Request Renewal/Upgrade Quote Contact VMware Sales Locate a VMware Reseller View Support Policies	Connect with Experts Visit Community Forums Join VMware User Groups Visit VMworld Browse Training Options Get Certified	Find Answers Visit Product Support Centers Read Product Documentation Search the Knowledge Base Login to Your Account Find Support Help Documents
--	--	---	---

Después de todo esto se podrá descargar la versión que se desee. Se recomienda la versión con las tools es decir **Workstation for Windows 32-bit and 64-bit (512MB)**

Worldwide | Contact Sales | My Account

Technical Resource Center » Communities » Virtual Appliances » Store

Virtualize | Solutions | Products | Services | **Support & Downloads** | Partners | Company

My Account » VMware Download » Product Binaries Page

Download

Download VMware Workstation 7.0

(for Windows Systems)

Latest Released Version: 7.0.1 | 01/29/10 | 227600

Workstation for Windows 32-bit and 64-bit Main installation file with Tools	514 MB	Windows 32-bit and 64-bit .exe (md5sum:fc8502a748de3b8f94c0c9571c1f17d2) (sha1sum:3de01b335bb17363a92d80200f15e7267b3bde206)
Workstation for Windows 32-bit and 64-bit Main installation file without Tools	335 MB	Windows 32-bit and 64-bit .exe (md5sum:5a18ea3847cb727b03f7890f5843db79) (sha1sum:260b019db4019b0d1d775e5c38cc48b6db250984)

Click for information about using [MD5 checksums](#) and [SHA1 checksums](#).

Download Products Visit Download Center Download SDKs & APIs Download Patches Sign Up for Patch Alerts Read Downloads Help Guide	Purchase Support Review VMware Support Options Request Renewal/Upgrade Quote Contact VMware Sales Locate a VMware Reseller View Support Policies	Connect with Experts Visit Community Forums Join VMware User Groups Visit VMworld Browse Training Options Get Certified	Find Answers Visit Product Support Centers Read Product Documentation Search the Knowledge Base Login to Your Account Find Support Help Documents
--	--	---	---

Una vez descargado se procede a instalarlo. Sin embargo es necesario tener un número de licencia. Se puede solicitar una licencia de prueba (30 días) en

<https://www.vmware.com/tryvmware/>, solo se debe ingresar el correo electrónico y *password* de usuario (proceso de registro) y le será enviado un link que lo llevará a una página con la licencia de activación.

questions or need support during your evaluation, visit the [VMware Technology Network](#) for product documentation, knowledge bases and other resources.

Licensing Download Information

Licensing

VMware Workstation 7 Expiration Date: Mar 08, 2010 NM494-9V245-M8Z33-0K8AP-84VLN

Binaries

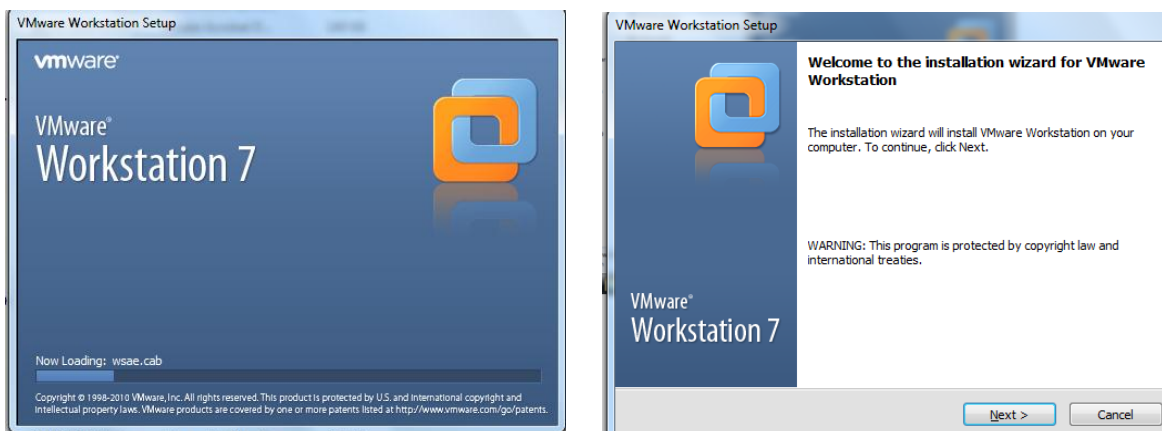
Workstation for 32-bit and 64-bit Windows Version 7.0.1 227600 - 01/29/10	Binary (.exe) (514 MB) .exe installation file for 32-bit and 64-bit Windows with Tools MD5SUM: fc9502a748de3b8f94c5c9571c1f17d2(*) SHA1SUM: 3de01b355b17363a92d80200f5e7267b3bde206(*)
Workstation for 32-bit Linux Version 7.0.1 227600 - 01/29/10	Binary (.bundle) (272 MB) .bundle installation file for 32-bit Linux with Tools MD5SUM: a896f7aaedde8799f21b52b89f5fc9ef(*) SHA1SUM: f6d0789afa7927ca154973a071603a0bd098e697(*)
Workstation for 64-bit Linux Version 7.0.1 227600 - 01/29/10	Binary (.bundle) (278 MB) .bundle installation file for 64-bit Linux with Tools MD5SUM: 808682eaa6b202fa29172821f7378768(*) SHA1SUM: a901c45a2a02678b0d1722e8f27152c3af12a7ac(*)

VMware Academic Store
Students save up to 50% off VMware Workstation.
[Get academic discount](#)

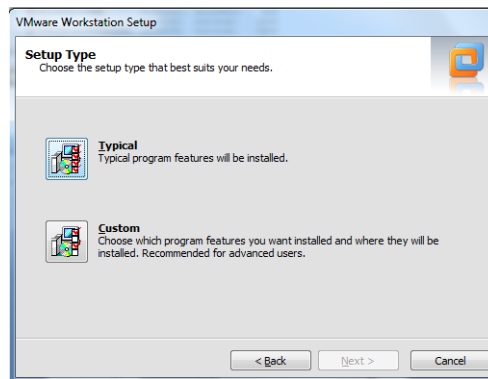
Workstation Resources

- [Documentation](#)
- [Technical Papers](#)
- [Knowledge Base](#)
- [Workstation Zealot Blog](#)
- [Workstation Community](#)
- [Receive Patch / Maintenance Alerts](#)
- [Browse Case Studies](#)

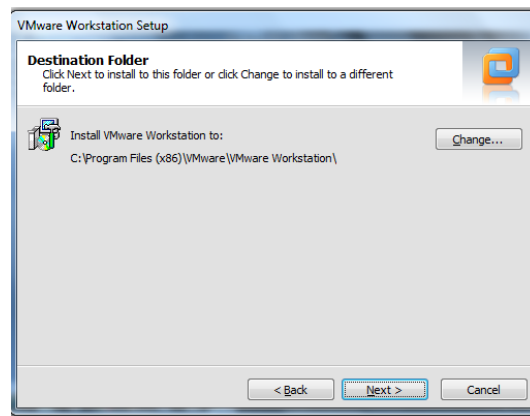
La instalación de VMware Workstation es sencilla. Primero ejecute el archivo de instalación descargado, con lo cual se mostrará la siguiente pantalla (seleccione next para continuar):



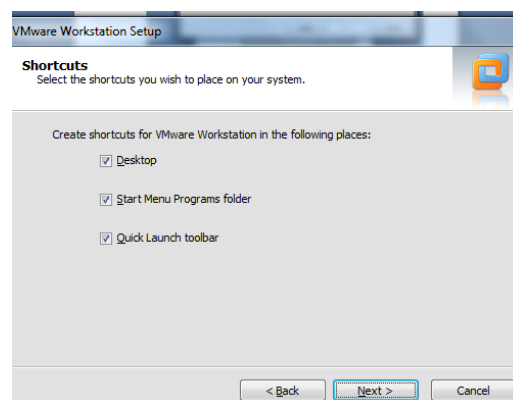
Luego se debe elegir el tipo de instalación entre típica y avanzada. La instalación típica instala todos los componentes necesarios para el correcto funcionamiento de la maquina virtual. Seleccione la opción Typical.



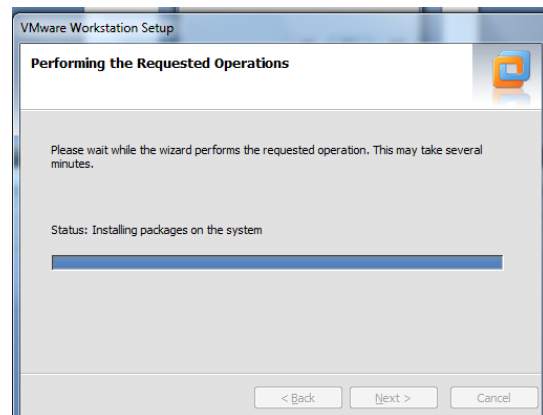
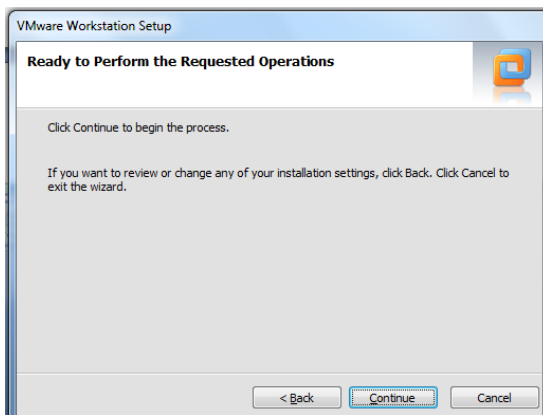
A continuación se debe elegir la ruta de instalación del programa. Por defecto es en archivos de programa. Elegir la ubicación y selecciones next para continuar.



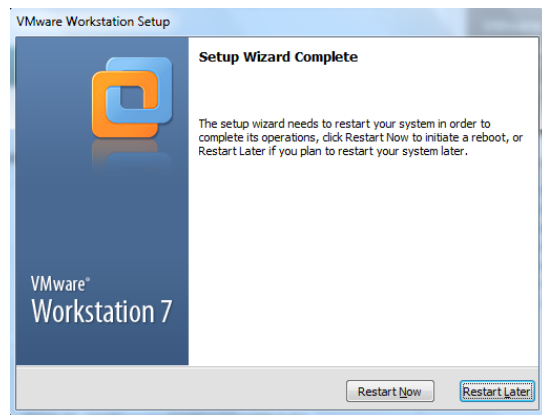
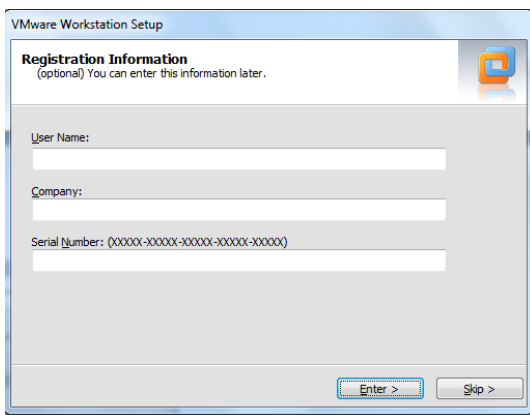
Luego se presentan algunos parámetros de accesibilidad (acceso en escritorio, menú de inicio y barra de tareas). Seleccione las opciones según se desee y luego next.



Paso seguido el programa de instalación está listo para iniciar, seleccione **continue** para iniciar la instalación.

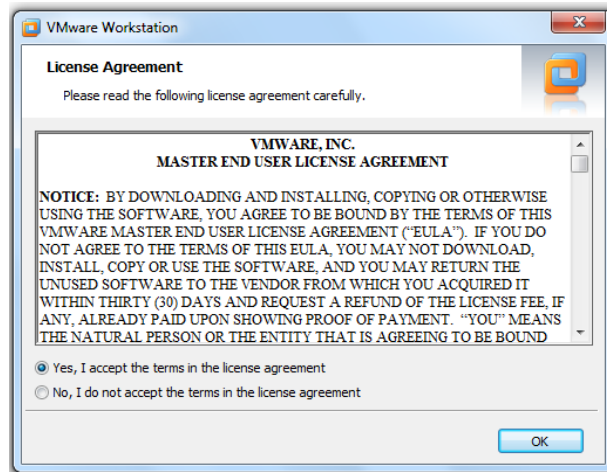


Una vez instalado se procede al registro. Se debe ingresar el número de serial obtenido del proceso de activación. Luego seleccione next, y finalmente debe reiniciar el computador para completar el proceso de instalación.

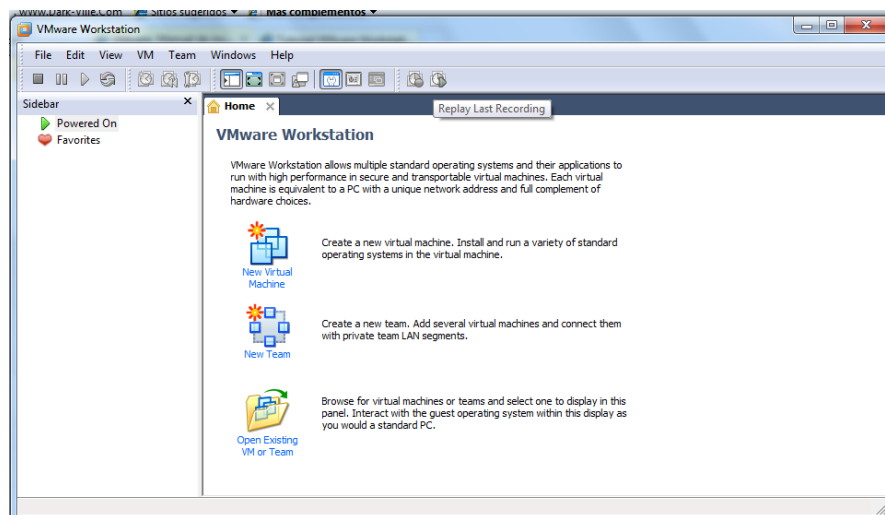


ANEXO B. CREACIÓN DE UNA MAQUINA VIRTUAL.

Al abrir el programa aparecerá una pantalla donde se debe aceptar el contrato de licencia tal y como muestra la siguiente imagen:



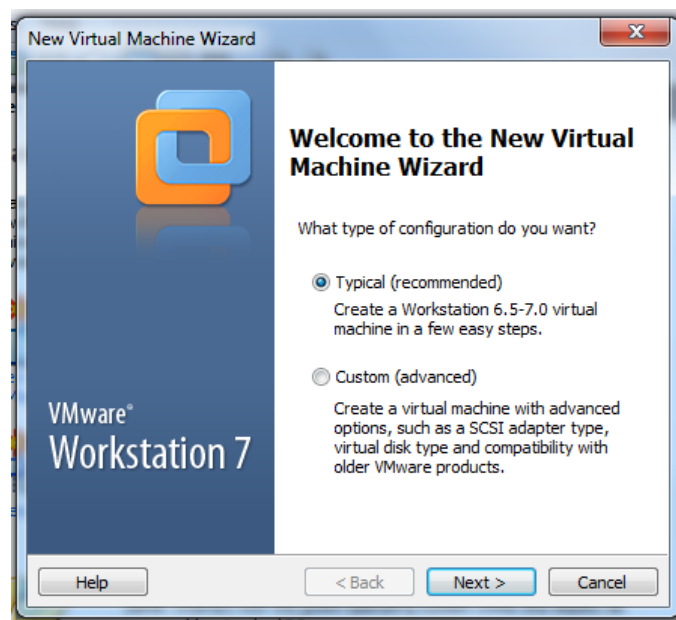
Una vez aceptado el contrato de licencia se mostrará la ventana principal del programa, la cual presenta tres opciones principales tal y como muestra la siguiente imagen, que son:



- ✓ **NEW VIRTUAL MACHINE:** esta es la opción que se utiliza para crear una nueva máquina virtual.

- ✓ **NEW TEAM:** con esta opción se agregan maquinas virtuales a la red de área privada.
- ✓ **OPEN EXISTING VM OR TEAM:** abre equipos virtuales existentes.

Seleccione la opción **NEW VIRTUAL MACHINE**, paso seguido, se abrirá un asistente. Tan solo se tiene que pulsar en next para continuar. En este paso se pregunta si se desea crear la maquina virtual con unas opciones preestablecidas (**Typical**) o si por el contrario se desean configurar esas opciones (**Custom**). Se puede escoger la opción (**typical**) para que sea **VMware** quien establezca la configuración y pulsar en next para continuar.

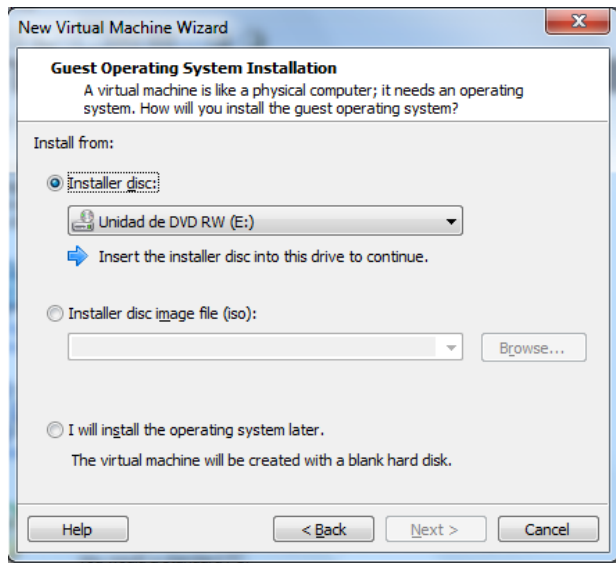


A continuación se pregunta de donde se instalará el sistema operativo de la maquina virtual: Disco de instalación: Se debe insertar el cd de instalación en la respectiva unidad de CD

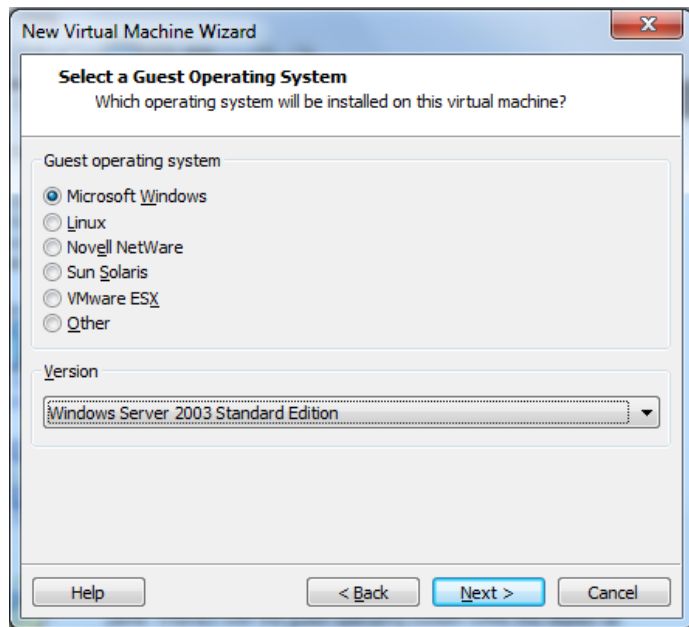
Instalar desde imagen de disco: Se instala con la imagen del disco de instalación.

Instalar después: Crea la maquina virtual con el disco duro en blanco.

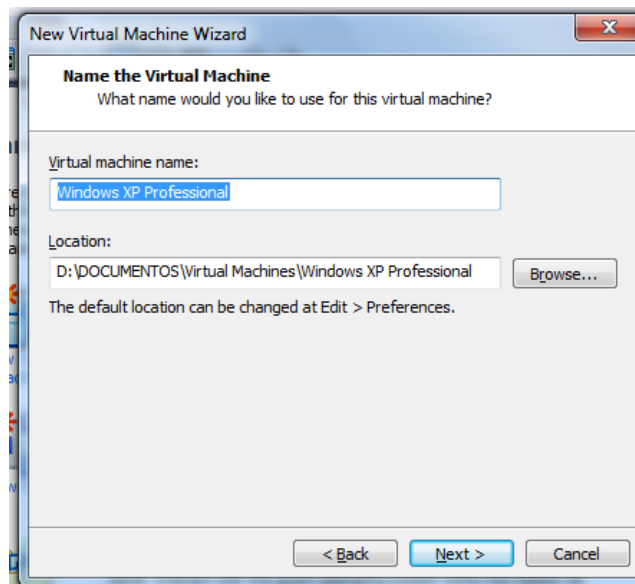
Seleccione la opción que mejor se ajuste a su situación, aquí se ilustra el proceso de creación de una maquina virtual con el disco duro en blanco.



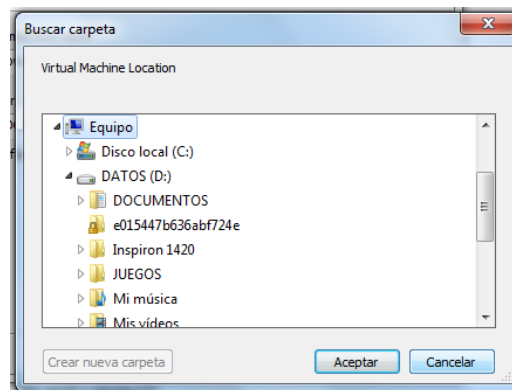
La siguiente ventana pregunta cuál es el sistema operativo que se va a cargar en la maquina virtual, (seleccione el sistema según la necesidad), una vez elegido pulse en next para continuar.



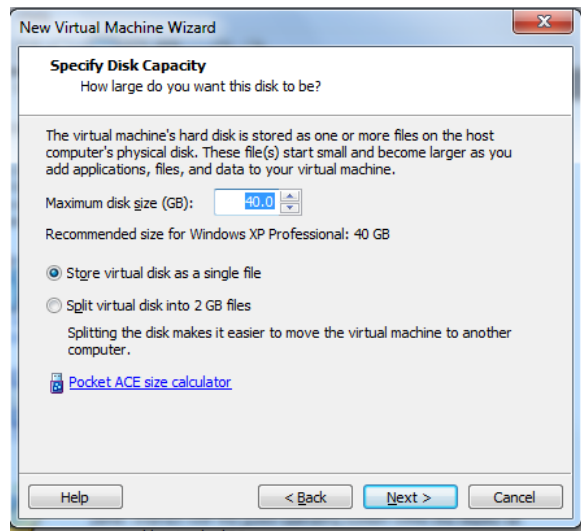
Ahora se debe elegir el nombre y la ubicación donde guardara la maquina virtual,



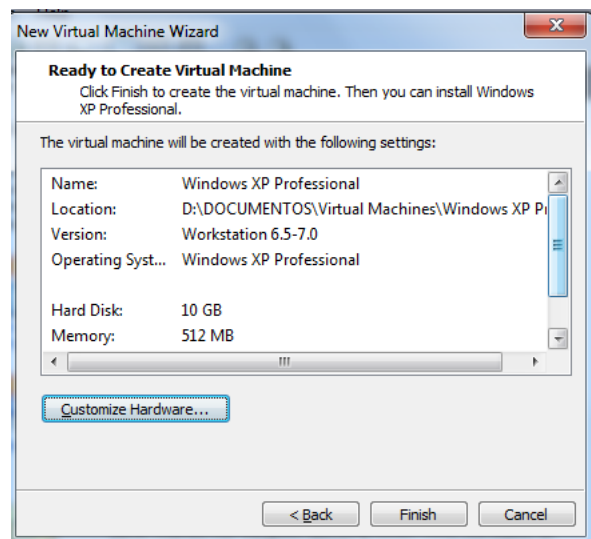
Pulsando en la pestaña que dice **Browse** se abrirá una ventana donde se puede navegar por el disco duro para buscar la carpeta en la que se guardará la maquina virtual una vez elegida pulse en next para continuar.

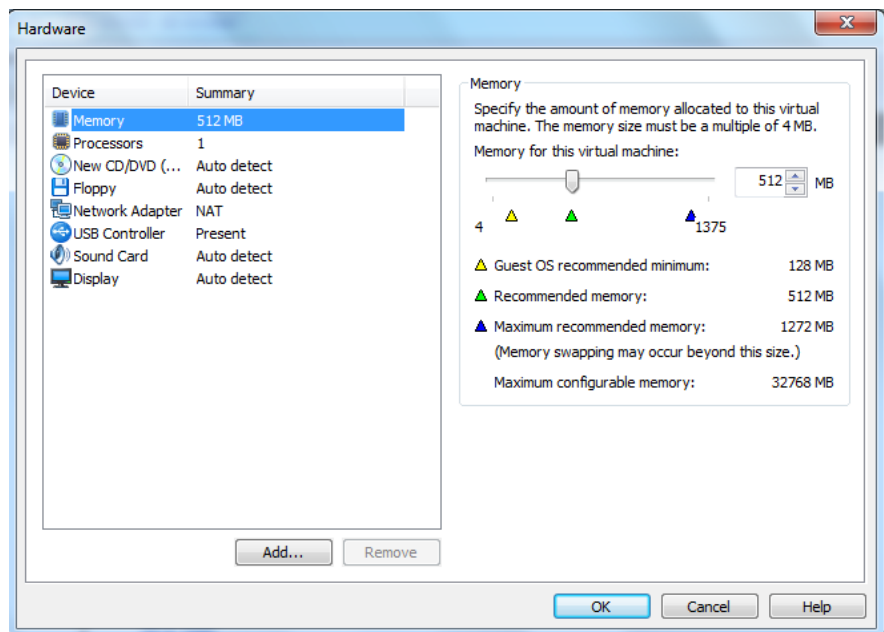


Ahora se debe elegir la capacidad de la maquina virtual. Y adicionalmente presenta la opción de almacenamiento en un solo archivo o en archivo de 2 GB. Seleccione según su criterio y luego presione next para continuar.



A continuación aparece un resumen de la maquina virtual que está a punto de crear. Se puede cambiar la configuración de hardware con el botón customize Hardware.





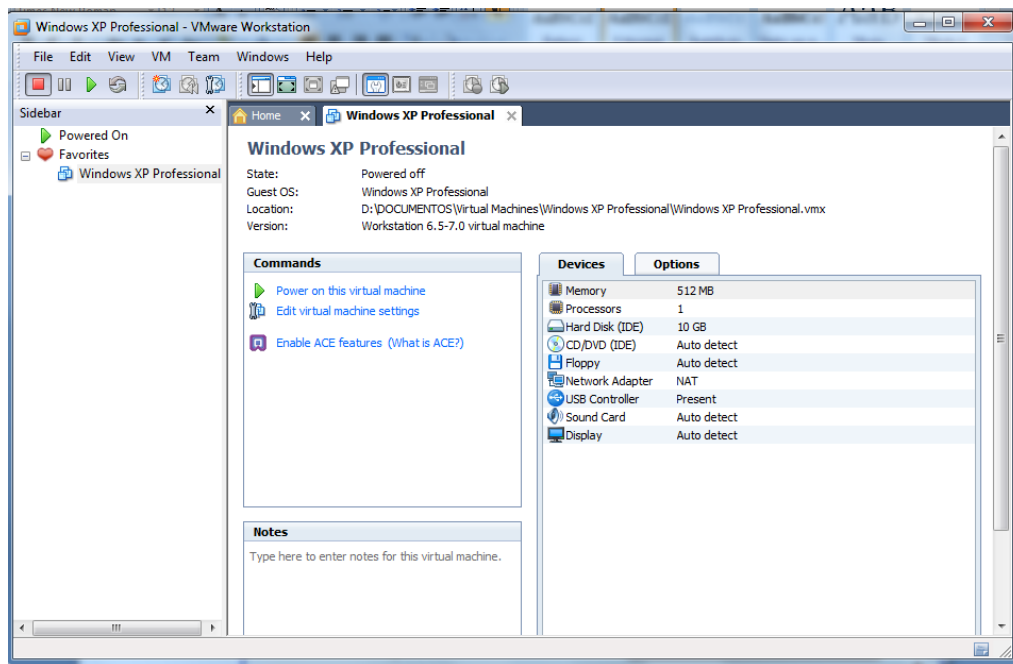
Aquí se puede configurar el hardware que empleare la máquina virtual.

- ✓ **Memory** → Es la memoria RAM que tendrá el Sistema Operativo virtualizado, en caso de XP basta con 256.
- ✓ **Processors** → El número de procesadores. El XP con 1 basta.
- ✓ **Hard Disk** → El disco duro que le hemos asignado antes.
- ✓ **CD/DVD** → Se encarga de gestionar la Unidad CD/DVD. Aquí se tienen las opciones de elegir si se desea que el lector de la maquina virtual lea del lector físico o de una imagen del disco duro.
- ✓ **Network Adapter** → La conexiones de red. Es de interés elegir el tipo de conexión a internet que tendrá la máquina virtual. Si se tiene conexión directa con un módem, se elige "Use bridged networking", ó si está usando un router, se marca "Use network address translation (NAT)". Si se desea que la máquina virtual no tenga acceso a Internet, se marca la opción "Do not use a network connection".
- ✓ **USB Controller** → Gestiona la conexión de dispositivos externos USB.
- ✓ **Sound Card** → La tarjeta de sonido.
- ✓ **Display** → La soporte gráfico de la máquina virtual.

Una vez configurada la maquina virtual seleccione **finish** para crearla y terminar el proceso.

INSTALAR UN SISTEMA VIRTUAL

Esta es la ventana principal de **VMware Workstation**



Ahora se procede a instalar el sistema operativo, tan solo se debe insertar el CD con el sistema operativo en la unidad óptica ó seleccionar la imagen del disco duro y pulsar en **Power on this virtual machine**.

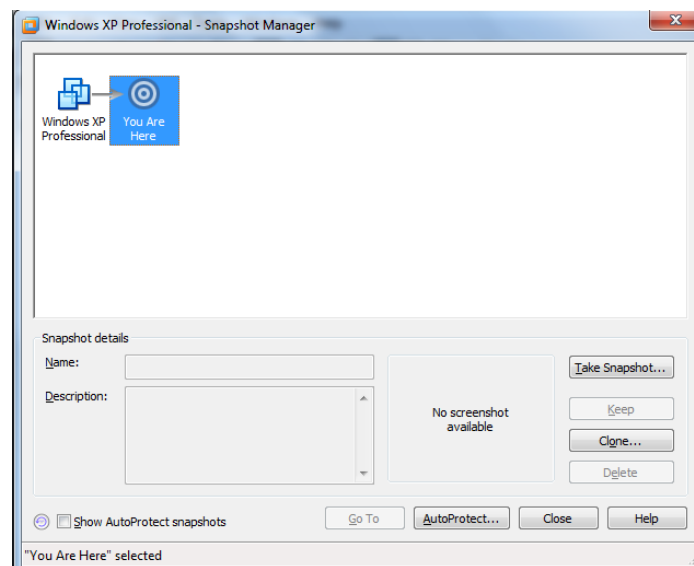
Una vez finalizada la instalación se tendrá un sistema operativo instalado de forma virtual en el ordenador.

ALGUNOS DETALLES

■ IMÁGENES.

Hacer Imágenes (SnapShots) Es muy útil para cuando se traten con virus y demás, si el Windows de la máquina virtual, se estropea, se puede volver a la imagen anterior creada con anterioridad.

Para ello se pulsa la siguiente combinación de teclas: "CTRL+M", se abrirá una ventana, para hacer una imagen del Windows, se debe hacer clic en el icono "You Are Here" y clicar en el botón "Take Snapshot..." y se creará una imagen.



Cuando se desee volver a la imagen por si ocurre algo, se pulsa de nuevo la combinación "CTRL+M", se hace clic en la imagen creada y pulsa el botón "Go To" entonces VMware regresará a la imagen creada.

Para eliminar una imagen, click en "Delete".

■ RECOMENDACIONES

Cuando se está ejecutando Windows en la máquina virtual, y el O.S. se halla cargado entero, hacer clic en el menú "VM" de VMware, y elegir "Install VMware Tools..." Saldrá una advertencia avisando que sólo se debe instalar cuando el sistema operativo se esté ejecutando.

Pulsar "Install" y en la máquina virtual, se instalará VMware Tools, que son herramientas para la máquina virtual.

Al finalizar se debe reiniciar la máquina virtual; se hace clic en YES. Incluye drivers de pantalla, mouse, etc. Es muy recomendable instalarlo.

▪ TRUCOS

Al haber terminado de instalar VMware Tools, se puede compartir ficheros del PC a la máquina virtual y viceversa fácilmente. Para ello, se debe arrastrar el archivo que desee transferir y soltarlo en la máquina virtual. Si lo que desea es copiar un archivo de la máquina virtual a su PC, debe pulsar la tecla CTRL (Control) y hacer clic en el archivo y moverlo hasta dejarlo en el escritorio de su PC. Si los archivos son muy pesados en el tamaño, dependiendo de su memoria RAM tardará más o menos en copiar.

Otro truco es, que si desea hacer el típico "CTRL+ALT+SUPR" para iniciar "Administrador de Tareas" de Windows, en VMware se debe pulsar la siguiente combinación: "CTRL+ALT+INSERT"

Para hacer una captura de pantalla de la máquina virtual, vaya al menú "VM" de VMware y haga clic en la opción "Capture Screen...".

Para capturar un vídeo, se debe volver al menú "VM" y hacer clic en "Capture Movie...", se abrirá una ventana para guardar el vídeo. Se puede elegir la calidad, alta, media y baja.